دانشگاه تهران

تصحیح و شرح باب پنجم و ششم کتاب قانون ناصری (در خصوص سیارات و دنباله‌دارها) و جایگاه این کتاب در نجوم قرن ۱۳

سیدامیر سادات‌موسوی

استاد راهنما: دکتر حسین معصومی همدانی

استاد مشاور: دکتر حنیف قلندری

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

پژوهشکده تاریخ علم

گرایش ریاضیات در جهان اسلام

مهر ۱۳۹٤

چکیده:

آشنایی ایرانیان با نجوم جدید، داستان پر فراز و نشیبی است که تاکنون به اندازه‌ی کافی در میان صاحب‌نظران مورد بحث قرار نگرفته است و هنوز نکات مبهم فراوانی درباره‌ی آن وجود دارد. در این پایان‌نامه ابتدا یک مقدمه‌ی تاریخی ارائه شده است و نخستین شواهد این آشنایی را از روزگار صفویه تا قاجار مرور کرده‌ایم. سپس با پرداختن به شرح حال زندگی علمی میرزا عبدالغفار نجم الدوله، جایگاه ویژه‌ی او را به عنوان یکی از شخصیت‌های مؤثر در این زمینه بررسی کرده‌ایم. نجم الدوله یکی از نخستین دانش آموختگان دارالفنون بود که در سمت معلمی کل علوم ریاضی این مدرسه به تدریس و تدوین کتب متعدد در زمینه‌ی نجوم جدید پرداخت. ضمن اینکه اعتماد ناصرالدین شاه به او، باعث نشر بسیاری از اندیشه‌های فکری نجم الدوله در این زمینه شد

نجم الدوله در سال ۱۲۸٤ق نگارش قانون ناصری را در دو جلد به پایان رساند. این کتاب مفصل‌ترین کتابی بود که در آن روزگار در زمینه‌ی نجوم جدید نوشته شده بود. در این پایان‌نامه ضمن بررسی کلی این کتاب، به صورت ویژه به سراغ باب پنجم و ششم آن (در خصوص سیارات و دنباله‌دارها) رفته‌ایم و پژوهش مختصری درباره‌ی منبع مطالب آن و ارتباط محتویات آن با فعالیت‌های پیشین در خصوص نجوم جدید در ایران کرده‌ایم. ضمناً تصحیح انتقادی این دو باب بر اساس سه نسخه‌ی خطی ارائه شده است. با مقایسه‌ی محتوای کتاب قانون ناصری و کتاب نجوم همگانی نوشته‌ی آراگو، نشان داده‌ایم که بخش عمده‌ای از کتاب قانون ناصری ترجمه‌ی مطالب آن کتاب است که نجم الدوله بر اساس سلیقه‌ی خود و افزودن پاره‌ای از مطالب دیگر آن را فصل‌بندی کرده است.

فهرست

فصل اول: آشنایی ایرانیان با نجوم جدید ۱

مقدمه ۱

نامه‌ی دلاواله ۲

تلسکوپ رافائل دومان ٤

شواهد پراکنده ٦

رساله‌ی ابوطالب حسینی ۷

انتشار مجموعه‌ی شمسی ۸

دوران قاجار ۱۱

دیدار با رصدخانه‌ی ویلیام هرشل ۱۸

دوربین نجومی در ایران ۲۰

دیدار با رصدخانه‌ی جیمز سوث ۲۱

فصل دوم: میرزا عبدالغفارخان نجم الدوله ۲٤

از تولد تا معلمی در دارالفنون ۲٤

فعالیت‌های علمی ۲۵

زندگی خصوصی ۳۱

آثار: ۳٦

فصل سوم: قانون ناصری ٤۳

معرفی کتاب ٤۳

۱- به روز بودن مطالب: ٤٦

۲- بیان جزئیات: ٤٧
محتوای کتاب..... ٤٨
اثبات قضایای فیزیکی ٥٩
اصطلاحات..... ٦٢
منبعِ «قانون ناصری»..... ٦٣
نمونه‌ای از ترجمه‌ی نجم الدوله از کتاب آراگو: ٦٨
فصل چهارم: تصحیح باب پنجم و ششم ۷۲
مقدمه‌ی تصحیح ۷۲
بحثی درباره‌ی این سه نسخه ۷۳
شیوه‌ی تصحیح ۷٦
متن باب پنجم و ششم ۸۱
باب پنجم: در احوال سیارات و اقمار آنها ۸۱
فصل ۱: در کلیات ۸۱
فصل ۲: در احوال سیارات سفلیه ۱۰۹
فصل ۳: در احوال سیارات علویه ۱۳۸
فصل ٤: در معرفت سیارات صغار ۱۹۸
باب ششم: در احوال ذوات الاذناب ۲٤۳
فص ۱: در کلیات..... ۲٤۳
فصل ۲: در معرفت ذوات الاذناب دوری که متناوبَه نیز گوییم. ۲٥۱
فصل ۳: در معرفت ذوات الاذناب طویل الدور ۲٦۱
فصل ٤: در بعضی از خصوصیات ذوات الاذناب ۲٦۸
منابع: ۲۸۲

فصل اول: آشنایی ایرانیان با نجوم جدید

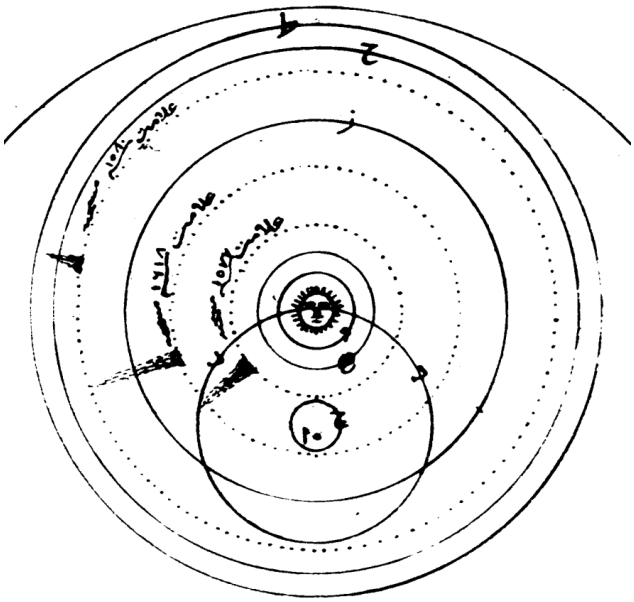
مقدمه

مدل خورشیدمرکزی کپرنیک در سال ۱۵٤۳میلادی ارائه شد. این نظریه به سرعت مورد پذیرش قرار نگرفت و برای پذیرش عمومی نیازمند یک قرن زمان بود. در این یک قرن، رصدهای دقیق تیکو براهه (۱٦۰۱-۱۵٤٦م) و وضع قوانین کپلر(۱٦۳۰-۱۵۷۱م) شرایط را برای پذیرش خورشیدمرکزی فراهم کرد و نهایتاً گالیله (۱٦٤۲-۱۵٦٤م) با رصد ماه، خورشید، اهله‌ی سیاره‌ی زهره و اقمار مشتری جدی‌ترین شواهد رصدی را علیه نجوم بطلمیوسی به نفع نجوم جدید ارائه کرد.

در نخستین گام بد نیست بدانیم که ارائه‌ی مدل خورشیدمرکزی توسط کپرنیک مقارن سال ۹۵۰ هجری قمری است. تاریخ وفات تیکوبراهه، کپلر و گالیله به ترتیب در سال‌های ۱۰۱۰، ۱۰٤۰ و ۱۰۵۱ هجری قمری بوده است. زمان این تحولات مقارن است با دوران حکومت صفویه در ایران. نمی‌توان مشخص کرد که ایرانیان دقیقاً از چه تاریخی از این تحولات آگاه بوده‌اند. قدر مسلم آن است که این آگاهی و آشنایی به آرامی اتفاق افتاده است. نخستین سند فارسی مکتوبی که تاکنون در این زمینه یافته‌ایم، نامه‌ی جهانگردی ایتالیایی به نام پیتر دلاواله خطاب به یک منجم ایرانی به نام زین الدین لاری است که در سال ۱۰۳۳ ه.ق. نوشته شده است. پس از این سند تاریخی، طی دو قرن با چند نمونه‌ی دیگر از این مکتوبات روبه‌رو هستیم. در این فصل به مرور این شواهد تاریخی می‌پردازیم.

نامه‌ی دلاواله

در روزگار شاه عباس، دلاواله به ایران سفر کرد. او در مسیر بازگشت به ایتالیا، در هنگام توقف در گوا[1] (در ۱٦۲٤م)، نامه‌ای به یک منجم ایرانی به نام زین الدین لاری می‌نویسد و در آن به توضیح نظریات نجومی تیکوبراهه می‌پردازد. متن این نامه در واقع ترجمه‌ی خلاصه‌ای از یک رساله‌ی لاتین است که بر اساس توضیحات نویسنده‌ی آن، کریستوفر بوری نوشته شده است (امیر ارجمند، ظهور مدرنیته‌ی علمی در ایران : ٤۹). این نامه، نخستین متن شناخته شده‌ی فارسی درباره‌ی نجوم جدید است و در آن از کپلر و کپرنیک و گالیله و اختراع تلسکوپ در اروپا سخن گفته شده است. ضمناً در انتهای آن، توضیحاتی در خصوص مطابقت مدل تیکو براهه با دین مسیحیت داده شده است.[2]



تصویر مدل خورشید-زمین‌مرکزی تیکوبراهه در نامه‌ی دلاواله[3]

داستان از این قرار است که دلاواله در هنگام بازگشت به زادگاهش، از اصفهان عازم جنوب می‌شود تا از مسیر دریایی به هندوستان برود. اما به علت جنگ‌های شاه عباس با پرتغالی‌ها، مجبور می‌شود مدتی در شیراز و لار

[1] بندری در کناره‌ی غربی هند.

[2] متن این رساله در نشریه‌ی تاریخ علم منتشر شده است (امیر ارجمند ۱۳۹۰: ۱-۲٦).

[3] منبع این تصویر یکی از نسخه‌های خطی نامه دلاواله در واتیکان است (دلاواله ۱٦۲٤: ۳).

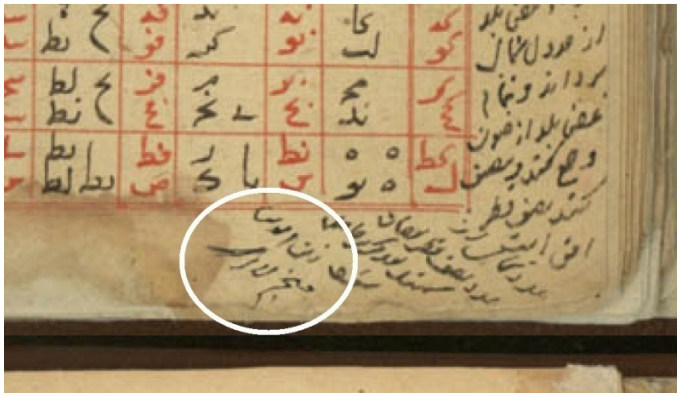
توقف کند. به این ترتیب دلاواله با زین الدین لاری آشنا می‌شود. او در نامه‌ای که به تاریخ ۲۷ ژوئیه‌ی ۱۶۲۲م، از شیراز نوشته است، از اهالی فاضل و دانشمند لار تمجید می‌کند و می‌گوید:

> به خصوص ملا زین الدین، ریاضی‌دان و منجم دانشمند و آگاه به تمامی علوم که نامش را شنیده بودم و بدون شک اگر در کشور ما بود فاضل‌ترین فرد محسوب می‌شد این مرد فاضل مایل بود جزئیاتی از مسایل کشور ما را بداند و من قادر بودم این اطلاعات را در اختیارش بگذارم. علاقه داشت خواندن و نوشتن لاتین را فراگیرد و ارقام نجومی و اعداد ریاضی را که بسیار مورد نیازش بود، بیاموزد. از من خواست تعدادی از کتاب‌های ریاضی ارزنده و به خصوص کتب جدیدی را که در ایران وجود ندارد، از اروپا برایش بفرستم. می‌گفت: هرچند به علت عدم آشنایی با زبان اروپایی از شرح آن‌ها سر در نمی‌آورد و در این اندک مدت هم نمی‌تواند چیز زیادی فراگیرد، ولی آن‌قدر پشت‌کار دارد که بتواند با نگاه کردن به تصاویر کتب و اندک راهنمایی‌های من، معلوماتی از آن‌ها کسب کند (دلاواله، سفرنامه: ۱۱۵۷).

از دیگر توضیحات دلاواله در می‌یابیم که در آن تاریخ زین الدین لاری بیش از ۳۵ سال نداشته است و هدف اصلی دلاواله از معاشرت با او، تغییر دادن مذهب زین الدین لاری به مسیحیت بوده است. دلاواله (در هنگام اقامت در شیراز) می‌گوید: «در حال حاضر، غالباً از طریق نامه‌نگاری با هم مراوده و ارتباط داریم. البته این ارتباط قادر نیست ناراحتی‌ام را از اینکه نتوانستم با خود بیاورمش، تسکین دهد. چون به مرور زمان می‌توانستم او را از اسلام جدا کرده و رو به خدا ببرم»(همان: ۸-۱۱۵۷). برادر زین الدین، ملا عنایت نیز تقویمی بر اساس افق لار تنظیم کرده بوده است که دلاواله از آن تعریف می‌کند و می‌گوید آن را همراه خود دارد (همان: ۱۱۶۸). بیش از این اطلاعات پراکنده، چیز بیشتری درباره‌ی زین الدین لاری نمی‌دانیم. مخصوصاً اینکه مایلیم بدانیم، مواجهه‌ی او با مدل تیکو براهه چگونه بوده است. متأسفانه در میان نسخه‌های خطی‌ای که تاکنون در ایران ثبت شده‌اند، کتابی از او دیده نمی‌شود. اما بعید نیست که نام و نشانی از او در نسخه‌های ثبت نشده، یا در متن برخی نسخه‌های خطی بررسی نشده، وجود داشته باشد. در میان نسخه‌های خطی کتاب‌خانه‌ی مجلس، یک مجموعه رساله‌ی عربی (با شماره‌ی ۶۳۶۲/۱۰) وجود دارد که «زین الدین منجم لاری» به زبان فارسی حاشیه‌هایی بر بخشی از آن نوشته است.

این نسخه‌ی خطی شامل تعدادی رساله از «جمال الدین ابومحمد عبدالله الماردینی» است. در انتهای آخرین رساله از این مجموعه، تاریخ کتابت ۸۸۳ ه.ق. ذکر شده است. یادداشت‌های زین الدین لاری بعداً به کتاب اضافه

شده و نام او در انتهای آن‌ها ثبت شده است.[1] این یادداشت‌ها عمدتاً به روش ترسیم دوایر مختلف در اسطرلاب مربوط هستند و ارتباطی با نجوم جدید یا مسائل مورد اختلاف نجوم قدیم و جدید ندارند. بنابراین متأسفانه نمی‌توانیم با این سند متوجه نکته‌ای درباره‌ی تأثیر نامه‌ی دلاواله بر زین الدین لاری شویم. ضمن اینکه اصلاً شاید تاریخ یادداشت‌های زین الدین پیش از نامه‌ی دلاواله به او باشد.



یادداشتی از زین الدین منجم لاری

تلسکوپ رافائل دومان

در دوران صفویه، روابط خوبی بین ایران و مسیحیان برقرار بود. یکی از معروف‌ترین کشیش‌هایی که در این دوران به ایران آمد و ماندنی شد، رافائل دومان[2] است. او در سال ۱۰۴۷ه.ق. (۱۶۳۷م) ، یعنی در سال‌های پایانی سلطنت شاه صفی، به همراهی تاورنیه به ایران آمد و ۵۱ سال در اصفهان اقامت کرد. او در این نیم قرن، شاهد جلوس سه پادشاه بعدی صفویه (شاه عباس دوم، شاه سلیمان و شاه سلطان حسین) بود. و در اکثر مواقع سمت مترجمی دربار را به عهده داشت (نوایی: ۱۷ مقدمه). میرزا عبدالله اصفهانی معروف به افندی، در کتاب ریاض العلما که در سال ۱۱۰۶ ه.ق. تألیف کرده است، ماجرای جالبی از این روزگار نقل می‌کند، که نشان می‌دهد، رافائل دومان تلسکوپی همراه خود داشته است:

> مولی محمدصالح قزوینی، در کتاب نوادر العلوم و الأدب، چنین آورده که در زمان ما در اصفهان مردی فرنگی فاضل [و] مهندس ذوفنون هست که در فن ریاضی علی الخصوص، عدیل و سهیم ندارد و آلتی ساخته است و از استادان فرنگ فرا گرفته که چون از آن آلت

[1] یادداشت‌های دارای نام «زین الدین لاری» یا «زین الدین منجم لاری»، مجموعاً در ٦ صفحه از کتاب دیده می‌شود که از لحاظ محتوای علمی به «جیب» و «استخراج نصف قطر مدارها و مقنطرات» مربوط است.

[2] Raphael du Mans.

> نظر کنی و در شب بسیار ستارگان که دیده نشده‌اند، دیده شوند. و علی الخصوص در حوالی بعضی از سیارات ستاره‌ای چند بنماید. و ماه به هیأتی عجیب نموده شود و ایشان دعوی کنند که در میان ماه زمین‌ها و جنگل‌ها و شهرهاست. و خوشه‌ی پروین چنان می‌نماید که به وصف نیاید و ستارگان بی‌شمار در او پیدا بود از هم به مسافت دور جدا. الغرض عجب‌ها به آن آلت در آسمان دیده شود و هیأت آن بر مثال انبوبی[1] است، همچو نی هندی که از آن نیزه سازند. به طول دو ذرع تخمیناً و از نی نیزه غلیظ‌تر [است و] از مقوای کاغذی ساخته‌اند. و در دو طرف آن دو شیشه مدور همچو عینك نصب کرده، سرّ آن صنعت در آن دو شیشه و هیأت آنهاست در تدویر و تقعیر و مثل این. چون چشم بر یك شیشه نهند و از درون نی بنگرند، این اثر بر آن دو شیشه مواجه هم مترتب گردد و بس عجیب است و عجیب‌تر از این آن که هم این فرنگی که مسمّا به رفائیل است آلتی مانند شاخ نفیر قلندران ساخته است که چون بر گوش شخص کر نهند بشنود و برای تجربه بر گوش شخصی که گوشش سخت گران بود نهادیم و او را از دور خواندیم. آواز داد و آنچه گفتیم می‌شنید. اما آنچه در باب این آلت مولی محمدصالح آورده، چیز تازه‌ای نیست. چه آن الآن بین اقوام فرنگی شایع است و ما آن را مکرّر در قسطنطنیه و اصفهان دیده‌ایم و آن در حقیقت یک نوع آلتی است از نوعی که به دورنما معروف است و ما در آن خواص دیگری غیر از آن‌ها که او نقل کرده‌است، دیده‌ایم (آشتیانی: ٦-٣٣).

مشخص است که این رفائیل، همان رافائل دومان است که در زمان حضورش در ایران تلسکوپ و سمعک را به عنوان دو وسیله‌ی جدید غربی به ایرانیان معرفی کرده است. از نقل قولی که ذکر شد، متوجه می‌شویم که افندی در زمان نگارش ریاض العلما، که سال ١١٠٦ ه.ق. (اوایل سلطنت شاه سلطان حسین) باشد، بارها دوربین‌هایی در اصفهان دیده است. اما در خصوص تلسکوپ رافائل دومان، می‌توان به دنبال سرنخ‌های دیگری درباره‌ی فعالیت‌های او در ایران باشیم. مثلاً اینکه آیا او با منجمین ایرانی در ارتباط بوده و اطلاعاتی درباره‌ی نجوم جدید در اختیار آن‌ها قرار داده است؟

دست کم یکی از منجمان ایرانی «آخوند محمدامین» فرزند حسنعلی است که شاردن در خاطراتش از او نام می‌برد و می‌گوید، رافائل واسطه‌ی آشنایی‌اش با آخوند محمدامین بوده است. او می‌گوید:

> رئیس هیأت مبلّغان کاپوسن (یعنی همان رافائل) که من در بدو ورودم به اصفهان، مدّتی در خانه‌اش مهمان بودم و در علم ریاضی تبحّر کامل داشت مرا با آخوند محمد امین آشنا کرد، و غالباً مرا با خود به خانه او می‌برد، و من بسیار چیز از این دانشی مرد آموختم. به

[1] انبوب: لوله‌ی توخالی.

> سخن دیگر کلیه‌ی اطلاعات من در زمینه ی اصول تنجیم، و شرح مهارت صنعت‌گران ایران در ساختن اسطرلاب، و مطالبی که در کتابم درباره اصطلاحات روشنان فلکی آورده‌ام از این دانشمند بزرگ آموخته‌ام (شاردن: ۱۰۰۰-۹۹۹).

اکنون سؤال این است که آیا آخوند محمدامین هم، چیزی درباره‌ی نجوم جدید از شاردن و رافائل آموخته است؟ بسیار بعید است که او چنین گفتگوها و روابط مفصلی با شاردن و رافائل داشته باشد، اما هرگز آن‌ها چیزی درباره‌ی نجوم جدید به او نگفته باشند. حتی محتمل است که رافائل با تلسکوپش سیارات را به این منجم ایرانی نشان داده باشد. به این ترتیب ما باید به دنبال منجمی با چنین نامی باشیم. تاکنون من توانسته‌ام دو نسخه از یکی از رساله‌های این شخص را در کتاب‌خانه‌ی مرکزی دانشگاه اصفهان بیابم. نام این نسخه‌ها «استخراج تقویم» است و نویسنده‌ی شان با نام «محمدامین بن حسنعلی» معرفی شده است. (با شماره‌های ۲۲۵/٤ و ۳۲۱/٥) البته محتوای این نسخه‌ها حاوی اطلاعات خاصی درباره‌ی نجوم جدید نیست. اما شاید پیگیری آثار آخوند محمدامین، در آینده ما را با شواهد تازه‌ای روبه‌رو کند.

شواهد پراکنده

در خلال سفرنامه‌های فراوانی که جهان‌گردان اروپایی در دوران صفویه نوشته‌اند، اطلاعات پراکنده‌ی دیگری نیز درباره‌ی فضای عمومی نجوم در آن عصر می‌یابیم. این اطلاعات پراکنده گاهی با بیان‌های اغراق آمیزی همراه هستند و عمدتاً ما را از توجه ویژه‌ای که در این عصر به طالع‌بینی وجود داشته‌است، آگاه می‌کند (الئاریوس: ۳-۳۱۰).

شاردن می‌گوید:

> ایرانیان با ستاره‌های دنباله‌دار آشنایی زیاد ندارند. آنان بر این اعتقادند که ظهور این ستاره‌ها همیشه همراه و هم‌عنان بلاها و آفات گران گزندند، و بدین دلخوش‌اند که می‌توانند خطرات ناشی از آنها را به آسانی از سرزمین خود دور، و به جاهای دیگر منتقل کنند. ایرانیان نه کره و نقشه‌ای که صور اجرام فلکی در آن نموده شده باشد دارند، و نه نقشه‌های جغرافیایی مربوط به روی زمین، همچنین برای ارصاد ستارگان، و مطالعه کیفیات آسمانی فاقد تلسکوپ می‌باشند؛ و محققان بر این اعتقادند همه منجمانی که پیش از تیکوبراهه می‌زیسته‌اند مطلقاً از داشتن این وسایل محروم بوده‌اند. اظهار عقیده من درباره عدم دسترسی منجمان ایرانی به نقشه‌ها و کرات آسمانی و زمینی جنبه کلی دارد و استثناهایی در آن هست. چنان که چند تن از ریاضی دانان نامور ایران پس از ورود بعضی

> از دانشمندان اروپایی از روی کرات و نقشه‌هایی که آنان داشته‌اند برای خود کرات و نقشه‌های کوچکی و گر چه ناقص و ناتمام بوده ساخته‌اند (شاردن: ٤-۹۹۳).

در همین روزگار، فرانسوا پیکه، سفیر فرانسه، به عنوان هدیه یک وسیله‌ی نجومی به شاه سلیمان هدیه می‌دهد که نشان دهنده‌ی وضع ستاره‌ها و حرکت آن‌ها بر اساس نظریه‌ی کوپرنیک بوده است. شاه سلیمان وقتی متوجه می‌شود که جنس این هدیه از طلا نیست، به آن اعتنایی نمی‌کند. جالب آن‌که منجمین دربار (طالع‌بینان) هم، به او توضیح می‌دهند که نجوم جدید غلط است و کوپرنیك کاملاً در اشتباه بوده است که زمین را متحرك می‌دانسته است. در حالی که همه به چشم می‌بینند که چگونه صبحگاهان خورشید از این سوی افق بر می‌آید و شامگاهان در آن سوی افق فرو می‌رود، بی‌آن که زمین حرکتی کند. بدین ترتیب هدیه‌ی نجومی فرانسوا پیکه به یکی از قلعه‌های اصفهان که محل ریختن اشیاء بدون استفاده بود، فرستاده می‌شود (نوایی: ۲۲۷).

پایان سلسله‌ی صفویه آغاز یک دوره‌ی هفتادساله از حکم‌رانی حکومت‌های محلی کوچک بود. در این روزگار که عمدتاً با فقر و فلاکت عمومی ایران همراه بوده است، روابط اقتصادی و تجاری با اروپاییان نیز کاهش می‌یابد. یکی از معدود اروپاییانی که در این دوران به ایران سفر می‌کند، کارستِن نیبور، جهان‌گرد و نقشه‌نگار آلمانی است که در روزگار کریم‌خان به ایران می‌آید. او در این سفر یک دوربین نجومی یا چیزی شبیه به آن در اختیار داشته است، اما جزئیات دقیقی در این خصوص در دست نیست. مهم‌ترین اشاره‌ی او به این موضوع مربوط به زمانی است که در یک اطراق‌گاه گروهی، در قلعه‌ی خورموج (در مسیر بوشهر به شیراز) حضور داشته است. او پس از اینکه به چادر یکی از سرداران کریم‌خان (امیرگونه خان) می‌رود، می‌گوید:

> در اطراق شایع شده بود، که من دستگاهی دارم، که با آن، روزها خورشید و شب‌ها ستاره‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهم. امیر گونه خان از من خواست، که این دستگاه را نشانش بدهم... بعدازظهر گفتم، تا دستگاه را به اطراق بیاورند، اما سردار مرا از برپا ساختن دستگاه معاف کرد. او با دیدن پایه دستگاه از دور، که فکر می‌کرد یك دوربین باشد، راضی شد (نیبور: ۱-۵۰).

رساله‌ی ابوطالب حسینی

دوران پایانی سلسله‌ی صفویه و روزگار بعد از آن، شرایط نامناسبی برای بسیاری از فرهیختگان و اهالی ادب ایجاد کرد. به طوری که بسیاری از آنان ترجیح می‌دادند به کشورهای دیگر مهاجرت کنند. مقارن سال‌های آخر حکومت کریم‌خان، یکی از ایرانیان مهاجرت کرده به هندوستان با نام «ابوطالب حسینی صفوی»، رساله‌ای در

خصوص هیأت جدید، به زبان فارسی می‌نویسد که در آن با ارائه‌ی تصویر نه چندان دقیقی از نجوم جدید به برتری دانشمندان جدید بر قدما تأکید می‌کند. بنابر آنچه ابوطالب حسینی گفته است، او با فرماندار بنگال هم‌صحبت بوده است و با «فلاسفه و ریاضی‌دانان نصاری» (که احتمالاً منظورش همان مقامات کمپانی هند شرقی در بنگال است)، مأنوس بوده است (معصومی همدانی: ۲۵-۱۱۹).

هرچند این رساله به زبان فارسی نگاشته شده است، اما از آن‌جایی که خارج از جغرافیای سیاسی ایران در آن عصر بوده است، مشخص نیست که تا چه اندازه در ایران تأثیرگذار بوده است. آنتوان اولیویه، طبیعی‌دان فرانسوی که در حوالی سال ۱۷۹٦م (یعنی در زمان آقا محمدخان قاجار)، از طرف دولت فرانسه، به ایران آمده است، می‌گوید: «چند سالی است که دریانوردی و فنون بحریه و ریاضی و نجوم و هیأت جدیده و فن طبابت و سایر علوم متداوله در فرنگستان، در ایران رونق و شهرت زیاد گرفته است و باعث افتخار آنان و خجالت عثمانیان شده است» (اولویه: ۱۷۱). از آن جهت که اولیویه در این عبارت، به آشنایی ایرانیان با هیأت جدید اشاره می‌کند، جالب توجه است. این حرف ۲۵ سال پس از نگارش کتاب ابوطالب حسینی بیان شده است (معصومی همدانی: ۱۱۹).

آیا اشاره‌ی اولیویه، به کتاب ابوطالب حسینی بر می‌گردد؟ نمی‌توان اظهار نظر دقیقی در این خصوص کرد. محتمل‌تر آن است که این «رونق و شهرت نجوم جدیده» را در حد اطلاعات شفاهی و غیرمکتوب در نظر بگیریم و نه آشنایی دقیق علمی.

انتشار مجموعه‌ی شمسی

در سال‌های اول سلطنت فتحعلی شاه، کالج فورت ویلیام[۱] در هند تأسیس شد (۱۸۰۱م/ ۱۲۱۵ه.ق). در آن کالج کتابی با نام مجموعه‌ی شمسی به فارسی ترجمه شد (Roebuck: ۱۲۹). ابوالخیر بن مولوی، مترجم این کتاب است که تحت نظارت دبیر شورای کالج (ویلیام هانتر) این کار را انجام داده است.[۲]

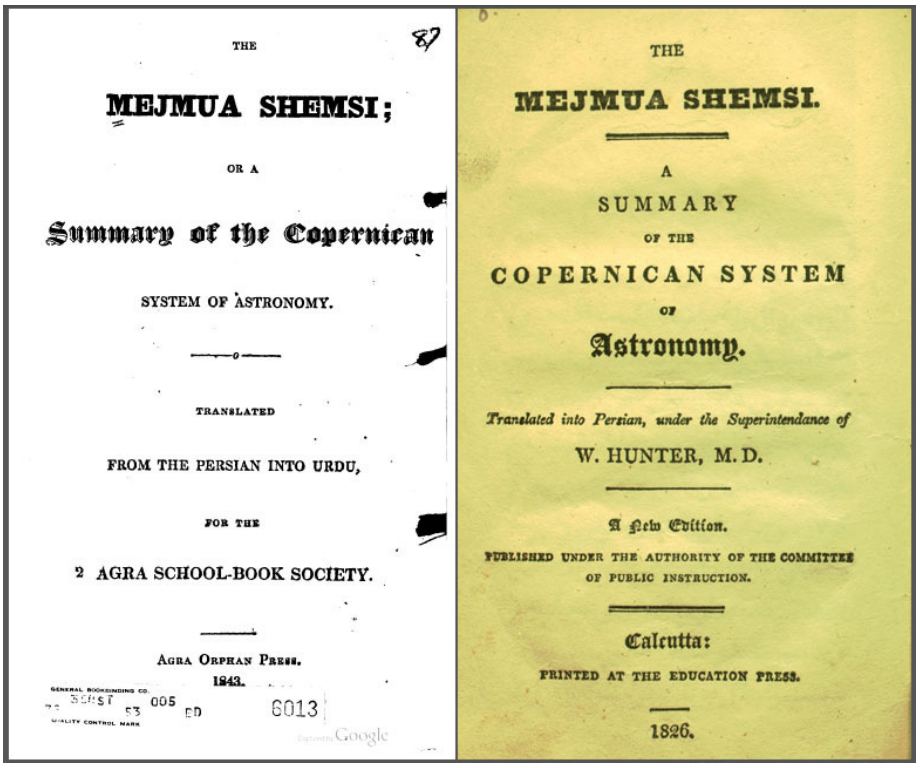
ویلیام هانتر (۱۸۱۲-۱۷۵۵م) در دو بازه‌ی زمانی (از ۱۷۹۸ تا ۱۸۰۲ و از ۱۸۰٤ تا ۱۸۱۱) دبیر جامعه‌ی آسیایی بنگال بوده است. در زمان ایجاد کالج فورت ویلیام در سال ۱۸۰۱، هانتر به عنوان امتحان گیرنده‌ی عمومی به زبان فارسی و هندوستانی منصوب می‌شود (Sidney Lee: ۳۰۵). توماس روبیک در کتاب «تاریخ‌چه‌ی کالج فورت

[۱] Fort William.

[۲] نسخه‌ای از این کتاب چاپی با شماره‌ی ٤۹۷۳ در کتاب‌خانه‌ی ملی موجود است.

ویلیام» که در سال ۱۸۱۹ در کلکته منتشر شده است، فهرستی از کتب منتشر شده، توسط این کالج ارائه می‌دهد. در قسمتی که به کتاب‌های منتشر شده به زبان‌های شرقی در سال ۱۸۰۷ می‌پردازد، از مجموعه‌ی شمسی نام می‌برد و آن را این‌گونه معرفی می‌کند:

> نگاهی مختصر به سیستم کپرنیکی نجوم، با کوشش مولوی ابوالخیر، و با حمایت دکتر ویلیام هانتر. ایشان که دبیر شورای کالج است، در شاخه‌های متعددی از علم و همچنین مطالعات آسیایی مهارت برجسته‌ای دارد. تلاش و توان‌مندی او در انجام وظایف کاری و امور ادبی، این مسئله را به خوبی روشن کرده است. می‌توان امید داشت که این تألیف مفید و مبتکرانه، به همراه دیگر کارهای مقدماتی مناسب، باعث شوند که دانش و برتری علوم پیشرفته‌ی اروپا، در میان مردم بومی هند پخش شود (Roebuck: ۱۲۹).



THE

MEJMUA SHEMSI;

OR A

Summary of the Copernican

SYSTEM OF ASTRONOMY.

TRANSLATED

FROM THE PERSIAN INTO URDU,

FOR THE

AGRA SCHOOL-BOOK SOCIETY.

AGRA ORPHAN PRESS.

1843.

THE

MEJMUA SHEMSI.

A

SUMMARY

OF THE

COPERNICAN SYSTEM

OF

Astronomy.

Translated into Persian, under the Superintendance of

W. HUNTER, M. D.

A New Edition.

PUBLISHED UNDER THE AUTHORITY OF THE COMMITTEE OF PUBLIC INSTRUCTION.

Calcutta:

PRINTED AT THE EDUCATION PRESS.

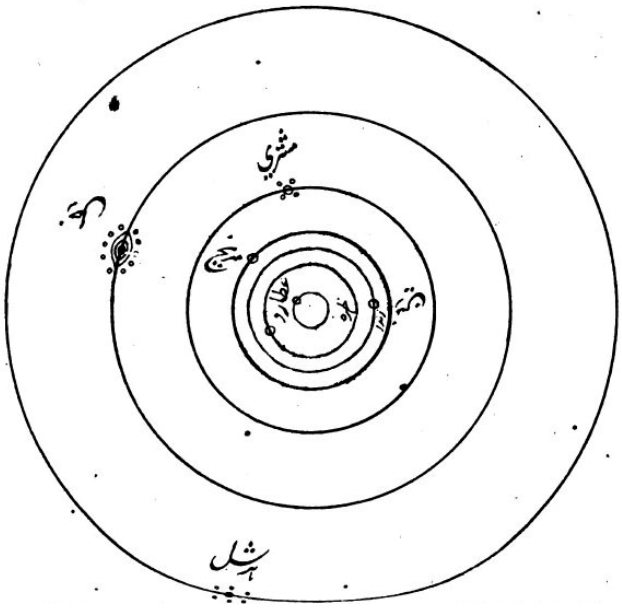
1826.

صفحه‌ی اول از مجموعه‌ی شمسی به زبان فارسی و ترجمه‌ی اردوی آن

مجموعه‌ی شمسی کتاب مختصری (در ۷٤ صفحه) است که با فصولی درباره‌ی کرویت زمین، و حرکت آن آغاز می‌شود. سپس به صورت مجزا به سیارات مختلف می‌پردازد و اطلاعات مختصری درباره‌ی تازه‌ترین نتایج رصدی به خواننده می‌دهد. در انتهای کتاب نیز فصولی درباره‌ی اقمار سیارات، گره مدارها و ویژگی‌های برخی از ستارگان آمده است.

در مقدمه ابوالخیر بن مولوی توضیح می‌دهد که این کتاب حاوی «مسائل غریبه‌ی هیَت» است که نتیجه‌ی تحقیقات «دانشوران انگلستان» است. او می‌گوید که «بعضی فواید و قیود شرح چغمینی که از کتب معتبره‌ی علم ریاضی» است را هم به این کتاب افزوده است. از میان مطالبی که احتمالاً به دست ابوالخیر به متن اصلی افزوده شده، ماجرای اندازه‌گیری طول یک درجه‌ی نصف‌النهار در زمان مأمون است (Hunter ۱۸۲٦: ۹-۱۱). در این کتاب بارها از «داکتر هرشل» نام برده شده است و نام سیاره‌ی اورانس به صورت جرجیس بیان شده است. این نامی است که به افتخار جرج سوم، پادشاه انگلستان گذاشته شده است و در ابتدا در انگلستان رواج داشته است. همچنین ماجرای تلاش ناموفق پادشاه فرانسه برای رد نظر نیوتن (در متن کتاب لوتن) درباره‌ی میزان پخی زمین نقل شده است (Ibid: ۲۲).

متن فارسی این کتاب ساده و روان نیست و اصطلاحات ثقیل بسیاری در آن دیده می‌شود. مثلاً این بند را بخوانید: «سطح ارض قابل تشکلات قسری است و از این جهت به سبب اسباب خارج، تضاریس در سطحش واقع شده، چنان‌چه از جبال و وهاد به مشاهده می‌آید» (Ibid: ٦).نسخه‌ی چاپی‌ای از ترجمه‌ی مجموعه شمسی به زبان اردو موجود است، که در سال ۱۸۴۳ منتشر شده است و ظاهراً برای استفاده در مدارس بوده است. برتری این ترجمه‌ی اردو، اضافه شدن شکل به متن کتاب است (Hunter ۱۸۴۳).



تصویری از ترجمه‌ی اردوی مجموعه‌ی شمسی

با توجه به اینکه «مجموعه شمسی» به صورت گسترده چاپ شده است و نسخه‌های فراوانی از آن وجود دارد، بسیار محتمل است که در ایران نیز به دست عده‌ای از علاقه‌مندان به نجوم رسیده باشد. سر نخی از این

کتاب را می‌توانیم در نقل قولی از سرجان ملکُم که در آن سال‌ها بارها برای مأموریت‌هایی به ایران آماده است، ببینیم. او در کتاب «تاریخ ایران» که در سال ۱۸۱۵م (۱۲۳۰ه.ق.) منتشر شده است، می‌گوید:

> [مردم ایران] از ریاضی کم سر رشته دارند. و نجوم را هم بیشتر به جهت تعیین اوقات و احکام زایجه تحصیل می‌کنند و این عملی است که جمیع ملت از پادشاه و گدا به آن اعتقاد دارند. قواعد بطلمیوس در باب صور و حرکات اجرام سماویه و هیئت و سطح زمین معتقد ایشان است. در این اواخر، مختصری از قواعد کپرنیك با شرح نیوتن در فارسی ترجمه شده است، بلکه سبب ترقّی مردم در این باب شود. و چند نفری هم تحصیل کرده‌اند، لیکن محتمل نیست که این‌گونه انوار دانش به زودی ظلمت‌زدای ابر جهالتی که از قرن های دراز محیط به آفاق این مملکت بوده است، بشود (ملکم: ۹-۸۰۸).

ممکن است کتابی که ملکُم به آن اشاره می‌کند، «مجموعه‌ی شمسی» باشد.[1] با اینکه در متن مجموعه‌ی شمسی دوبار از نیوتن به صورت لوتن و سر اسحاق لوتن نام برده شده است، اما نمی‌شود آن را کتابی «با شرح نیوتن» دانست. به هرحال مشخص نیست چند نفری که کتاب مورد اشاره‌ی ملکُم را خوانده‌اند، چه کسانی بوده‌اند؟

دوران قاجار

از ابتدای تأسیس سلسله‌ی قاجار تا یک قرن بعد از آن، تحولاتی در ایران پدید آمد که آشنایی‌های جزئی و پراکنده با نجوم جدید را تبدیل به کتاب‌ها و رسائل مختلف کرد. برخی از این نوشته‌ها همراه با دقت نظر درباره‌ی علوم و

---

[1] کامران ارجمند تاریخ انتشار اولیه‌ی «مجموعه‌ی شمسی» به زبان فارسی را به اشتباه سال ۱۸۲٦م بیان می‌کند که بعد از تاریخ انتشار کتاب ملکم است. مشخص است که ملکُم نمی‌تواند پیش از انتشار این کتاب، به آن اشاره کرده باشد. ارجمند (احتمالاً) برای حل این تناقض یادآور می‌شود که طبق فهرست کتابخانه‌ی ملی پاریس، این کتاب نخست در سال ۱۸۰۷ به زبان هندی منتشر شده است. (امیر ارجمند، ظهور مدرنیته‌ی علمی در ایران: ٦٤).

حقیقت آن است که کتاب مجموعه‌ی شمسی به زبان فارسی، یک بار در سال ۱۸۰۷م و یک بار در ۱۸۲٦م منتشر شده است. ترجمه‌ی اردوی آن نیز مربوط به سال ۱۸٤۳م است. توماس روباک که خود از دوستان هانتر است و حتی یکی از اثر نیمه‌تمام هانتر را (درباره‌ی ضرب‌المثل‌های فارسی و هندی) بعد از فوت او به اتمام می‌رساند، در کتاب «سالنامه‌ی کالج فورت ویلیام» این مسئله را روشن کرده است (Roebuck: ۱۲۹). پس از انتشار اولیه‌ی این کتاب در سال ۱۸۰۷م، در سال ۱۸۲٦م ویرایش جدیدی از همین ترجمه مجدداً منتشر می‌شود (Dictionary of National Biography: ۳۰۵). ترجمه‌ی این کتاب از فارسی به اردو نیز در سال ۱۸٤۳ منتشر می‌شود که تصویر یک نسخه از آن را که مربوط به کتاب‌خانه‌ی دانشگاه استنفورد آمریکا می‌باشد، بنده در اختیار دارم.

تحولات جدید اروپا بودند. شاید بتوان مهم‌ترین قدم‌های اصلاحی و تجددخواهانه در عصر قاجار را، اصلاحات عباس میرزا، میرزا تقی خان امیرکبیر و میرزا حسین خان سپهسالار دانست. این فعالیت‌ها نهایتاً منجر به آگاهی و شناختی شدند که انقلاب مشروطیت را به وجود آورد (آدمیت: ۱۳).

پیرامده ژوبر که در سال ۱۸۰٦ میلادی (۱۲۲۱ ه.ق.) به عنوان فرستاده‌ی ناپلئون به ایران آمد، در کتاب خاطراتش به خوبی علاقه‌ی مفرط فتحعلی‌شاه و صدراعظمش به پیشرفت‌های جدید اروپایی را توصیف می‌کند. صدر اعظم میرزا شفیع در گفتگو با پیرامده ژوبر، می‌گوید: «ما بی‌گفتگو از تمدن اروپائی دوریم درحالی که غربیان بیش از پیش مرزهای دانش انسانی را توسعه می‌دهند. ایرانیان امروزی همان‌گونه هستند که نیاکانشان در زمان اسکندر بودند. آنها نمی‌توانند به خود ببالند، زیرا که هیچ اختراع مفیدی نکرده‌اند و کشفیات معاصر که به آنها منتقل گردیده، مانند گیاهانی است که بومی کشور نباشند و آنها را وقتی به محل دیگری ببرند دیگر بارور نمی‌شوند» (پیرامده: ۱۷۵). با این حال از نظر پیرامده ژوبر، درمیان ایرانیان هیچکس به اندازه‌ی عباس میرزا (نائب السلطنه) دانش و هنر اروپائی را ارزش‌مند نمی‌شمارد (همان: ۱۳۳).

در سال۱۸۰۷میلادی با برقراری عهدنامه‌ی فین کن‌اشتاین بین ایران و فرانسه، ناپلئون هیأتی را به ریاست یکی از معتمدین خود، ژنرال گاردان، روانه‌ی ایران کرد. این گروه قرار بود در زمینه‌های نظامی به مدد ایران بیاید (شمیم: ٦۳-۵۷). گاسپار درووِیل، یکی از افسران فرانسوی است که به همراه گاردن به ایران می‌آید و بعدها به صورت خصوصی به استخدام ایران در می‌آید. او با شگفتی بسیار، از شخصیت عباس میرزا نام می‌برد و او را شیفته‌ی پیشرفت ایران توصیف می‌کند (درووِیل: ۸۰-۱۷٤). عباس میرزا، بر اساس انگیزه‌های تجددخواهانه‌اش، با ژنرال گاردان قرار می‌گذارد که علاوه بر مساعدت‌های نظامی، هر ساله جمعی از جوانان ایرانی نیز برای تحصیل به پاریس بروند و در آنجا تعلیم ببینند. بنابر دلایل متعددی از جمله به وجود آمدن رابطه‌ی دوستی موقت میان فرانسه و روسیه، ناپلئون در همکاری با ایران سستی نشان می‌دهد و فتحعلی شاه تصمیم می‌گیرد با انگلیسی‌ها وارد مذاکره شود. هیئت نظامی فرانسه به زودی ایران را ترک می‌کند و فرستادن جوانان ایرانی به دانشگاه‌های فرانسه عملی نمی‌شود (محبوبی اردکانی: ۱۲۲).

سفیر انگلیس سرهارفورد، در سال ۱۲۲٤ ه.ق. (۱۸۰۹م) وارد تهران شد و قرار شد که انگلیسی‌ها به آموزش نیروهای نظامی ایرانی بپردازند و در جنگ ایران و روسیه، پشتیبان ایران باشند (شمیم: ۹-٦٦). عباس میرزا این بار با سفیر انگلیس قرار گذاشت تا گروهی از جوانان ایرانی با خرج حکومت ایران در لندن تحصیل کنند (محبوبی اردکانی: ۱۲۲). در سال ۱۲۲٦ ه.ق. (۱۸۱۱م) این موضوع عملی شد و هنگامی که سفیر انگلیس، بعد از مأموریتش به انگلیس باز می‌گشت، با توجه به تمایل شدید عباس میرزا، دو دانشجوی ایرانی را همراه خود به لندن

برد که در رمضان یا شوال ۱۲۲٦ ه.ق. (سپتامبر یا اکتبر ۱۸۱۱م) به لندن رسیدند. مخارج این دو دانشجو به اندازه‌ای که بتوانند به راحتی زندگی کنند، از طرف دولت انگلستان پرداخت می‌شد. قرار بود کاظم (فرزند نقاش‌باشیِ عباس میرزا)، در زمینه‌ی نقاشی و حاجی بابا افشار (پسر یکی از صاحب منصبانِ عباس میرزا)، در زمینه ی طب تحصیل کنند. اولی پس از ۱۸ ماه، به دلیل بیماری سل درگذشت. اما حاجی بابا توانست پیشرفت کند و به دانشگاه آکسفورد برود و تحصیلاتش را تا حدودی ادامه دهد. او پس از بازگشت به ایران در دستگاه عباس میرزا سمت حکیم باشی یافت و گاهی به عنوان مترجم با هیأت‌های ایرانی‌ای که به ممالک اروپایی می‌رفتند، همراه می‌شد (همان: ۹-۱۲۳).

گروه بعدی دانشجویان اعزامی به انگلستان، یک هیأت پنج نفره است که در سال ۱۲۳۰ه.ق. (۱۸۱۵م) رهسپار آن دیار می‌شوند. اعزام این گروه با مشکلات و ناهماهنگی‌های فراوانی همراه می‌شود و این گروه مدتی در انگلیس بدون پول باقی می‌مانند. به این ترتیب تحصیل آن‌ها با مشقت و به کندی پیش می‌رود. نهایتاً پس از ٤ سال، این پنج نفر به ایران بر می‌گردند و هر یک در دستگاه ولیعهد به خدمتی مشغول می‌شوند و رفته رفته به مقامات بالاتری می‌رسند. پس از بازگشت، برخی از این جمع پنج نفره، به تفنگ‌سازی و توپ‌سازی و ترجمه‌ی کتاب از زبان انگلیسی و فرانسوی مشغول می‌شود. اما دو تن که بیش از بقیه فعال هستند، بعدها نیز نام‌شان در تاریخ تحولات اجتماعی حضور دارد: یکی میرزا صالح شیرازی و دیگری میرزا جعفر مهندس (مشیرالدوله‌ی بعدی). اعزام این دانشجویان را می‌توان نقطه‌ی عطفی در تاریخ آشنایی ایرانیان با علم اروپا دانست. چنان‌چه در ادامه اشاره خواهد شد، این گروه در انگلیس دیدار کوتاهی نیز از رصدخانه‌ی ویلیام هرشل داشته‌اند.

پس از دو گروه اول از دانشجویان اعزامی، در دوران فتحعلی شاه و محمد شاه، عده‌ی دیگری هم برای تحصیل یا کارآموزی به روسیه، فرانسه و حتی ایتالیا اعزام شدند. این افراد به دنبال تحصیل صنایع یا مهارت‌های متفاوتی نظیر طب، صنعت چاپ، سرکردگی پیاده و توپ‌خانه، چیت‌سازی، گل‌سازی، بلورسازی، شکر صاف کردن و قندسازی، بودند. به مرور برخی از سرمایه‌داران هم فرزندان خود را با خرج خود به فرنگ فرستادند و به این ترتیب آگاهی‌های ایرانیان از دنیای غرب روز به روز بیشتر می‌شد و گاهی کتاب‌هایی در خصوص برخی مسائل علمی یا تاریخی اروپا به زبان فارسی ترجمه می‌شد. با آغاز صدارت امیرکبیر، ابتدا عده‌ای برای یادگیری صنایعی نظیر بلورسازی، چدن سازی، نجاری، چرخ سازی، شماعی و تصفیه‌ی شکر و تهیه‌ی قند به روسیه فرستاده شدند. سپس او دو تن از حریربافان کاشان را برای یادگیری تهیه‌ی ابریشم با اسلوب تازه به استانبول فرستاد (همان: ۹٦-۱۸۷). اعتماد السلطنه درباره‌ی تلاش‌های امیرکبیر چنین می‌گوید:

> میرزا تقی خان اتابك اعظم، هرچیز را که باعث ترقی دولت و ملت بود، آن را فراهم می‌آورد و چند نفر شاگردان به فرنگستان فرستاد و آنها را موظف ساخت که هریك تحصیل علمی نمایند و به ایران مراجعت کنند و آن شاگردان پس از چندی تحصیل و تکمیل به ایران آمده به هریك به علم خود ماهر و استاد شدند و هندسه و زبان و جغرافیا و طب و ریاضی و نجوم و نقاشی و مشاقی و سایر فنون نظام را تکمیل نموده، اجازه از معلمین آنجا در دست داشتند (اعتماد السلطنه، صدر التواریخ: ۲۱۳).

انتشار روزنامه‌ی وقایع اتفاقیه هم با تلاش امیرکبیر در سال ۱۲٦۷ ه.ق. آغاز شد و گاهی در آن مطالب علمی نیز ترجمه و منتشر می‌شد. مثلاً در میان این مطالب می‌توان به عناوینی نظیر «تحقیقات در هیئت جدید و پی بردن به کمربند زحل» هم اشاره کرد (محبوبی اردکانی: ۵۲-۲٤۷). آخرین اقدام مهم امیرکبیر که پس از درگذشت او به ثمر نشست، دارالفنون بود. ساخت دارالفنون در سال ۱۲٦٦ ه.ق. آغاز شد و یك سال طول کشید. سال بعد امیرکبیر گروهی از معلمین اتریشی را برای تدریس در دارالفنون استخدام کرد. این معلمین در سال ۱۲٦۸ به تهران رسیدند. هریك از استادان اروپایی یکی از محصلین اعزامی ایران به اروپا را که اکنون به ایران بازگشته بودند، برای مترجمی خود انتخاب کردند. علاوه بر هفت شعبه‌ی پیاده‌نظام، توپخانه، مهندسی، سواره‌نظام، پزشکی و جراحی، داروسازی و معدن‌شناسی، که در ابتدا رشته‌های اصلی دارالفنون بودند، تاریخ، جغرافیا، ریاضی، زبان فرانسه و امثال این‌ها نیز، در آن تدریس می‌شد. کارخانه‌ی شمع کافورسازی، آزمایشگاه فیزیك، شیمی، داروسازی و نیز یك چاپخانه و یك کتابخانه از مؤسسات وابسته به دارالفنون به شمار می‌آمدند (شمیم: ۱٤۹).

به این ترتیب نسل به نسل، با تربیت شاگردانی در دارالفنون تعداد افرادی که به زبان‌های بیگانه آشنا بودند و می‌توانستند کتبی را از زبان فرانسوی و انگلیسی به فارسی ترجمه کنند، بیشتر و بیشتر می‌شد. در این دوران انتشار کتاب‌ها و رساله‌های مختلف در خصوص دانش اروپاییان و ترجمه‌ی کتاب‌های مختلفی از زبان‌های اروپایی به اوج خود رسید. نجم الدوله نویسنده‌ی کتاب قانون ناصری نیز یکی از اولین دانش آموزان تربیت یافته در دارالفنون است.

البته باید یادآور شویم که هفت سال اول تأسیس دارالفنون مقارن با صدارت آقاخان نوری (از محرم ۱۲٦۸ه.ق. تا محرم ۱۲۷۵ه.ق.) بود. آقاخان نوری که مخالف اقدامات امیرکبیر و اصلاحات او بود. قصد داشت دارالفنون را تعطیل کند و اساتید آن را به فرنگ برگرداند. ضمناً او با تأسیس تلگراف در ایران مخالف بود. ملکم خان می‌گوید: «چندین سال با مرحوم میرزا آقاخان جنگیدیم که باید تلغراف ساخت... ترتیبِ تلغراف را از برای ایران مشکل و نامناسب و مایه‌ی مرارت می‌دانست» (آدمیت: ۱٦). با این حال پس از برکناری او در سال

۱۲۷۵ه.ق. این مشکلات برطرف شد. دقیقاً در همین سال، چند رساله‌ی ارزشمند در انتقاد سیاسی نوشته شد و هیأت ٤٢ نفره‌ای از شاگردان ایرانی برای آموختن دانش و فنون جدید به فرانسه رفتند (همان: ۱۷). یکی از این محصلین میرزا محمود خان بود که هفت سال در پاریس به تحصیل علم هیئت و نجوم مشغول شد. در خلال خاطراتی که از او و نوادگانش به جا مانده است، از او به عنوان همکار کاشفان سیارک «دانائه»[۱] نام برده شده است.[۲] این سیارک در ایران با نام سیاره‌ی محمودی مشهور شد (محمودی:۷-۳۹٤). متأسفانه او پس از بازگشت، در اموری به کار گرفته شد که هیچ ربطی به دانش نجومی او نداشت.[۳]

[۱] ٦١ Danaë

[۲] در جدول سیارات صغار در کتاب «قانون ناصری» اسم این سیارک آمده است (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ۷۹۳).

[۳] وقتی او در سال ۱۲۸۲ ه.ق. از پاریس عازم تهران می‌شود، در استانبول به خدمت میرزا ملکم خان ناظم الدوله می‌رسد. میرزا ملکم خان از او می‌پرسد که «در پاریس چه تحصیلی کرده‌ای»؟ می‌گوید: «علم نجوم»! میرزا ملکم خان می‌گوید: «وقتی‌که به ایران رسیدی، می‌دانی چه‌کاره خواهی شد؟ قلمدان‌ساز یا تلگرافچی»!(یعنی یک شغل بی‌ربط). میرزا محمود خان بعد از ورود به ایران با درجه سرهنگی به ریاست مرکزی تلگراف‌خانه منصوب گردید. بعدها نیز در مشاغلی نظیر کارپردازی ایران در طرابوزان و بغداد، ریاست مجلس بدایت در وزارت عدلیه و یک دوره نمایندگی مجلس، فعالیت کرد (خانلرخان: سیزده-پانزده مقدمه).

جمعی از دانش‌جویان و معلمان دارالفنون در سال ۱۳۱۹ ه.ق.
(سمت راست میز: ذکاءالملک اول)[1]

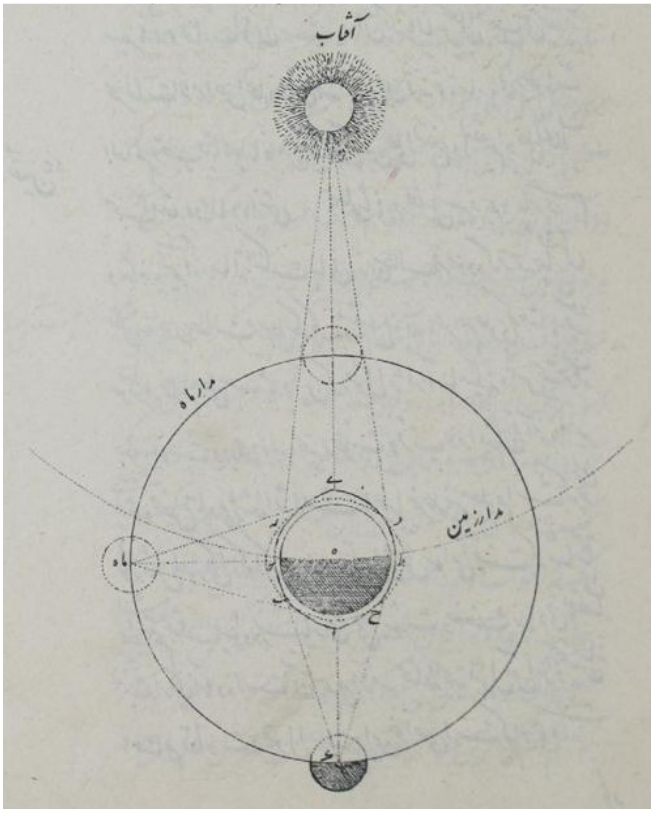
به جز اعزام این هیأت ٤٢ نفره، در همین سال (۱۲۷۵ ه.ق.)، شش وزارت‌خانه‌ی داخله، خارجه، جنگ، مالیه، عدلیه، وظایف و اوقاف تأسیس شدند و هفته‌ی بعد ایجاد «شورای دولت» اعلام شد و مدتی بعد دو وزارت‌خانه‌ی جدید با نام وزارت علوم و وزارت تجارت و صنایع هم افزوده شدند که حکایت از مقتضیات جدید و توجه به علم و صنعت می‌کرد (آدمیت: ٥٤). فریدون آدمیت انتشار چند کتاب در این دوران را از حوادث مهم و تأثیرگذار در تغییر فکر و نگرش فرهیختگان آن دوره می‌داند:

۱- انتشار ***کتاب دیکارت*** (در سال‌های ۱۲۷۰ و ۱۲۷۹ ه.ق.) که ترجمه‌ی رساله‌ی مشهور دکارت گفتار در روش به کار بردن عقل است.

۲- ***فلک السعادة*** نوشته‌ی وزیرعلوم اعتضادالسلطنه (۱۲۷۸ ه.ق.) که در زمینه‌ی رد طالع‌بینی و تأثیر اوضاع آسمان بر زندگی انسان‌ها نوشته شده و حاوی توضیحات فراوانی در خصوص نجوم جدید است.

[1] از عکس‌های آنتوان سوریوگین، در مجموعه‌ی شخصی ناصر حسن زاده.

۳- ***جانورنامه*** نوشته‌ی میرزا تقی خان انصاری کاشانی (۱۲۸۷ه.ق.) که یازده سال بعد از کتاب مشهور داروین اصل انواع، نوشته شده است. (همان: ۲۶-۱۷).[۱]



تصویر ص۶۸ چاپ سنگی «فلک السعادة»

اعتضادالسلطنه، وزیر علوم ناصری در کتاب فلک السعاده، از نجوم جدید با عنوان «هیأت جدیده‌ی صحیحه» نام برد و به این ترتیب پس از گذشت بیش از سه قرن از ارائه‌ی نظریه‌ی خورشید مرکزی توسط کپرنیک و ۱۸۰ سال پس از انتشار کتاب اصول ریاضی فلسفه‌ی طبیعی نیوتن، برای اولین بار یک مقام رسمی ایران، نجوم جدید را به رسمیت شناخت (معصومی همدانی: ۹-۱۲۸). وجه اشتراک این رساله‌ها این بود که خبر از تزلزل آرای متقدمین در علوم طبیعی و فلسفی می‌دادند. نگارش کتاب قانون ناصری نیز در همین حدود زمانی، یعنی در سال ۱۲۸۱ ه.ق. آغاز شد. مجموعاً آنچه در این سال‌ها اتفاق افتاد، علم جدید را در ایران به بخش بسیار وسیع‌تری از جامعه معرفی کرد. چنان که در سال ۱۲۸۸ه.ق. روزنامه‌ی ایران نوشت: «از آن‌جایی که بسیاری از مسائل علمیه برای بعضی از دانشمندان پوشیده بود و همواره بر عقاید سست متقدمین باقی بودند، ... برای تربیت ملت و استحضار اهل فضل از علوم شریفه‌ی مجهولة القدر... در هر یک از روزنامه‌ها چند فصل از مطالب علمیه به طبع

[۱] محتوای این کتاب ارتباطی با مطالب کتاب داروین نداشته است.

خواهد رسید» (آدمیت: ۲۷). ناصرالدین شاه خود سه بار به اروپا سفر کرد و ایرانیان کمابیش با تمدن غربی آشنایی پیدا کردند (شعبانی: ۱-۵۳۰).

اما برخی از برخوردهای نزدیک با ابزار و ادوات نجومی جدید، در دوران قاجار، به شرح زیر است:

دیدار با رصدخانه‌ی ویلیام هرشل

همان‌طور که گفته شد میرزا صالح شیرازی یکی از محصلین ایرانی در دومین گروه اعزامی دانشجویان ایرانی به اروپا (در سال ۱۲۳۰ه.ق.) بود. او در انگلستان علاوه بر تحصیل حکمت طبیعی و تاریخ و زبان لاتین و فرانسه، صنعت چاپ را نیز فرا می‌گیرد و دستگاه چاپی با خود به ایران می‌آورد. او علاوه بر تعلیم شاگردان ایرانی، به ترجمه و بعضی از امور سیاسی هم مشغول می‌شود. او بعدها در دوره‌ی محمدشاه، اولین روزنامه‌ی ایران را با نام کاغذ اخبار یا روزنامه‌ی میرزا صالح شیرازی منتشر می‌کند.

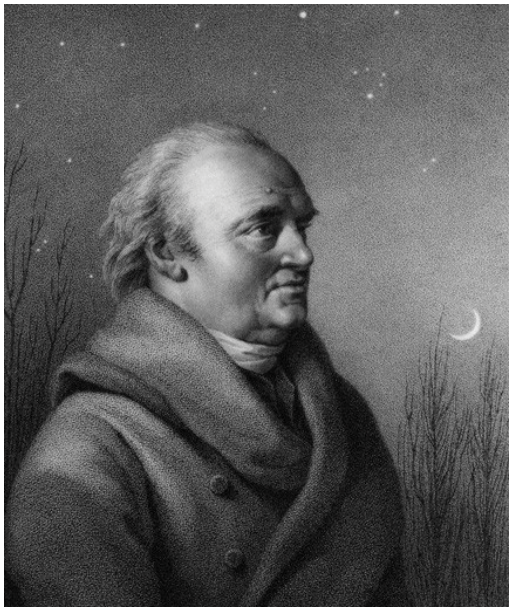
سفرنامه‌ی مفصلی که میرزا صالح شیرازی از خاطرات اقامت در انگلستان نوشته است، ما را متوجه بازدید کوتاه او و میرزاجعفر از رصدخانه‌ی ویلیام هرشل می‌کند. او در قسمتی از سفرنامه‌اش با اشاره به ویلیام هرشل (با عنوان «داکتر منجم از اهالی جرمنی») می‌گوید: «در سال ۱۷۸۱ یکی از سیارگان تازه، مسمی به جارجم سیدس، داکتر منجم از اهالی جرمنی پیدا کرده...میرزا جعفر و بنده به دیدن دوربین مزبور رفتیم» (شیرازی: ۲٦٤).

لازم به توضیح است که هرشل بعد از کشف اورانوس برای قدردانی از پادشاه انگلیس، جرج سوم، نام «Georgium Sidus» به معنای «ستاره‌ی جرج» را بر آن می‌گذارد که در نوشته‌ی میرزا صالح نیز به این نام اشاره شده است.[1] شرح این دیدار به این صورت نقل می‌شود:

> روز چهارشنبه سیم شهر (یعنی سوم نوامبر ۱۸۱۸م) هنگام صبح ناهار کرده، بعد از آن به دیدن سر ولیم هرشل شخص منجم بزرگ انگلند رفته. معزی الیه از اهالی جرمنی است. پادشاه هذه العصر دوربینی ساخته است. یعنی به حمایت سر ولیم هرشل مزبور و اخراجات آن را جارج ثالث کرده. دوربین مزبور چهل پا طول دارد و سه پا عرض آن، که عبارت از سیزده زرع طول و یک زرع دهنه‌ی آن است.

[1] نجم الدوله در قانون ناصری به شرح این ماجرا پرداخته است (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٤-۷٦۲).

در سال ۱۷۸۱ سر ولیم مذکور، سیاره‌ای پیدا کرده است، نام آن را جارجم سیدس گذارده. ستاره‌ی مزبور دوره‌ی فلکی را در هشتاد و دو سال یک دفعه طی می‌کند. و بُعد مسافت او از زمین دو مقابل زحل است. و با چشم بدون دوربین ستاره‌ی مزبور دیده نمی‌شود. داکتر کری کری (معلم میرزا جعفر و میرزا رضا) شرحی در این خصوص به سر ولیم هرشل نوشته و خواهشمند شده که دوربین مزبور را به ما نشان داده باشد. در درب خانه‌ی سر ولیم، نوشته‌ی داکتر کری کری را به نزد سر ولیم فرستاده، معزی الیه به محض خواندن نوشته‌ی مذکوره، پسر خود را به درب خانه فرستاده، ما را داخل به اندرون کرده. عمه‌ای دارد که مشارالیها نیز مهارت تامی در نجوم پیدا کرده. مشارالیها با زن سرولیم نزدیک به ما آمده، تعارفات چند به جا آورده و بعد از آن سر ولیم آمده، پیرمردی لرزان و خیزان، تعارفی کرده و با ما گفتگو کرده و عذر از ما خواست که به علت پیری همراهی به شما نمی‌توانم کنم. پسر من به همراه شما خواهد آمد و آنچه لازمه است از نشان دادن دوربین و تحقیقات نجوم، به شما حالی می‌کند. و خود به خلوت خرامید و ما شکرگذار احسان او شدیم. و به همراه پسر سرولیم به دیدن دوربین مزبور رفته. مثل منجنیق چرخ بلندی ساخته، دوربین مذکوره را در آن بسته و دوربین دیگر که از آن کوچکتر است ساخته. بعد از ملاحظه‌ی دوربین‌ها از پسر سر ولیم جدا شدیم (شیرازی: ۳۵٦).



هرشل در سال ۱۸۱٤ م، نقاشی از جیمز گدبای (James Godby)

این تاریخ مقارن است با ۸۰ سالگی ویلیام هرشل. او چهار سال بعد از این تاریخ فوت می‌کند. ضمناً همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، در نوشته‌ی میرزاصالح شیرازی از خواهر ویلیام هرشل (کارولین هرشل) نیز نام برده شده است که خود صاحب اکتشافاتی در علم نجوم است.

دوربین نجومی در ایران

دو سال پس از اعزام دومین گروه دانشجویان به انگلیس (۱۲۳۲ ه.ق.)، یک نویسنده‌ی آلمانی به نام موریتس دو کوتز بوئه، که در خدمت روسیه بوده است با یک گروه به ایران می‌آید . در خلال سفرنامه‌ای که از او باقی مانده است، متوجه می‌شویم که او پیش از آغاز سفر به مدت دو ماه آموزش‌های نجومی دیده است و در آغاز سفر، در کالسکه‌ای بوده است و با آن آلات و ادوات نجومی و ساعت‌سازی را برای انتقال به ایران حمل می‌کرده اند (دوکوتز بوئه: ۱۰-۹). در میان هدایایی هم که نهایتاً هیئت روس به فتحعلی شاه می‌دهد از دو «دوربین آسمانی مرصع» نام می‌برد (همان: ١٦٥).

مشخص نیست که در ایران، چه اتفاقی برای آن دو دوربین نجومی می‌افتد. دو کوتز بوئه در سفرنامه‌اش ماجرای گفتگویش با یک منجم را نیز بیان می‌کند که از محتوای سخنانشان در می‌یابیم که آن منجم حتی با نجوم قدیم هم به خوبی آشنا نبوده است. دوکوتز بوئه می‌گوید:

> [منجم ایرانی] پرسید در موضوع گردش اجرام سماوی چه گمان می‌کنید؟ آیا می‌گویید آفتاب متحرک است یا ساکن؟ گفتم به قولی که منجمین ما نیز برآنند بی‌حرکت است، گفت ما چنین نمی‌پنداریم، مگر همه چیز برای زمین و سلطان با اقتدار ما خلق نشده؟ آیا طبیعی نیست که زمین مرکز عالم باشد؟ (همان: ۱۵۹).

مجموعاً به نظر می‌رسد که این منجم ایرانی برخورد متعصبانه‌ای داشته و هرگز به دنبال آشنایی با نجوم جدید نبوده است. سؤالات او هم بیشتر برای مجادله و نشان دادن دانش غلط اروپاییان (به زعم خودش) بوده است. با این حال اینکه او از مسئله‌ی گردش اجرام آسمانی سؤال می‌کند، بی‌معنا نیست. مطمئناً پرسیدن این سؤال که «آیا آفتاب متحرک است یا ساکن؟» جهت‌گیری خاصی دارد. به نظر می‌رسد او از نظریه‌ی خورشید مرکزی اطلاع داشته و می‌دانسته که امروزه اروپاییان چنین دیدگاهی دارند، اما این نظریه را به صورت بدیهی غلط می‌دیده است. هدف او هم از پرسیدن سؤال درباره‌ی گردش اجرام سماوی، و سکون آفتاب، این بوده است که دوکوتز بوئه خودش با زبان خودش، این دیدگاه غلط را بیان کند تا در مباحثه شکست بخورد.

دیدار با رصدخانه‌ی جیمز سوث

پس از وفات فتحعلی شاه، یکی از فرزندان او، حسینعلی میرزا بر محمدشاه خروج می‌کند و پس از اعلام سلطنت در شیراز، دستگیر می‌شود. در این هنگام سه تن از فرزندان حسینعلی میرزا از راه خوزستان به عتبات می‌روند و از آنجا راهی انگلیس می‌شوند. از بین این سه برادر، رضا قلی میرزا خاطرات سفر را مکتوب کرده است (رضاقلی میرزا: دو مقدمه).

در مسیر رفت، وقتی که شاهزادگان به بیروت می‌رسند (۱۲۵۱ه.ق.)، به خانه‌ی یک حکیم فرنگی (رِوِرِند اِلی اسمیت[۱]، رئیس هیئت تبشیری آمریکایی در لبنان) می‌روند. رضا قلی، درباره‌ی این حکیم فرنگی چنین می‌گوید:

> اعتقاد او به دلایل چند که اقامه می‌کرد، چنین بود که دریا محیط به کره‌ی ارض نیست. بلکه مثل منطقه احاطه به دور زمین دارد و ینگی دنیا آن طرف آب واقع است و مقابل به این طرف زمین است و کره زمین به خلاف مشهور متحرك و کره‌ی آسمان ثابت است. چون درست ربط در ترکی و فارسی و عربی نداشت، درست مطلب حالی نمی‌شد که با یکدیگر مباحثه کرده و دلایلش را بفهمیم (همان: ۵-۲۷٤).

وقتی شاهزادگان به لندن می‌رسند، از مناطق مختلفی در این شهر دیدن می‌کنند. آن‌ها ضمناً به دیدار یک منجم انگلیسی به نام جیمز سوث[۲] می‌روند و رصدخانه‌ی بزرگ او را می‌بینند. جیمز سوث (۱۸٦۷-۱۷۸۵م) سال‌ها دبیر جامعه‌ی نجومی لندن بوده است و در تهیه‌ی فهرست ۳۸۰ ستاره‌ی دوتایی با هرشل همکاری کرده بود.

---

[۱] Reverend Eli Smith.

[۲] James South.

جیمز سوث در سال ۱۸۵۵م

در متن سفرنامه، رضاقلی میرزا با تعجب از دوربین‌های نجومی نام می‌برد و حیرت خود را از تماشای آسمان به وسیله‌ی دوربین نجومی بیان می‌کند. البته در میان توصیفات او، اشارات اغراق‌آمیز و غیر دقیقی هم دیده می‌شود. مثلاً می‌گوید: «آن دوربین شش هزار مرتبه کواکب را از آنچه بود، بزرگ‌تر می‌نمود و روز روشن هر ستاره را از ثوابت و سیار، قریب بر آفتاب می‌دید». جیمز سوث، درباره‌ی تراش آینه به آن‌ها توضیح می‌دهد و با تلسکوپ، زحل، ماه، یک ستاره‌ی دوتایی در صورت فلکی جاثی و یک خوشه‌ی ستاره‌ای را به آن‌ها نشان می‌دهد. اما به علت ابری بودن هوا، آنها نمی‌توانند به قدر کفایت آسمان را رصد کنند (همان: ۸-٤٦١). رضاقلی میرزا، پس از این دیدار مغتنم، نجوم جدید را چنین توضیح می‌دهد:

> خلاصه‌ی اعتقادی ایشان موافق دلایلِ جسته و آنچه که دیده‌اند این است که کوکب[های] سیار هر یک مثل کره‌ی زمین کره و عالمی می‌باشد مختلف و به علاوه هفت کوکب سیار دیگر استقراء نموده‌اند و زمین را خود یکی از سیارات می‌دانند که مثل سیارات دیگر متحرک است و آفتاب را مرکز می‌دانند که این نُه سیارات به دور آفتاب که مرکز است علی الاتصال در گردش می‌باشند و هریك را حرکتی خاص معین است که بدان واسطه قرب و بُعد از یکدیگر به هم می‌رسانند و بعضی از ستارگان ماه دارند و پاره[ای] ندارند. مثلاً این عالم که متعلق به ما می‌باشد، یك ماه دارد و کوکب عطارد را به جهت قرب جوار آفتاب ماهی به جهت او معین نکرده‌اند و هم‌چنین در کوکب زهره ماهی ملاحظه نشده و مریخ دو ماه دارد و در مشتری چهار ماه دیده‌اند و ما خود در زحل، یعنی قریب به زحل دو ماه دیدیم. یکی به شکل هلال و دیگری قریب به بدر مینمود. و همچنین در سه کوکب دیگر

از سیارات که خود استقراء کرده‌اند، یکی دو ماه و دوتای دیگر را هریك یك ماه دیده‌اند که جمیع این سیارات با کره‌ی ارض که خود یکی از سیارگان باشد، به دور آفتاب حرکت می‌کنند و این آفتاب که متعلق به این زمین و نه سیاره باشد ساکن و به منزله‌ی مرکز خواهد بود و سایر کواکب ثوابت که ملاحظه می‌شود، هریك فی نفسه آفتابی می‌باشند که سیارگانی چند که هریك ماهی علی‌حده دارند، متعلق به آنها می‌باشد. مثل نُه سیاره‌ای که متعلق به این آفتاب است و لیکن از غایت بُعد مکان، سیارگانش مخفی هستند و به چشم دیده نمی‌شود در دوربین‌ها دیده‌اند معاینه مثل همین سیارگانی که به دور آفتاب حرکت می‌کند (همان: ٦-٤٦٥).

فصل دوم: میرزا عبدالغفارخان نجم الدوله

از تولد تا معلمی در دارالفنون

عبدالغفار، پسرکوچک‌تر ملاعلی محمد اصفهانی، ریاضی‌دان معروف دوره‌ی قاجار است. ملا علی محمد، که ملقب به غیاث الدین جمشید ثانی بوده است، آثار فراوانی در ادامه‌ی سنت قدیمی حساب و جبر دوره‌ی اسلامی دارد. ابوالحسن فروغی می گوید ملا علی محمد، دارای چنان نبوغی بود که بدون اطلاع از تحولات غرب، مستقلاً به اختراع لگاریتم دست یافت (فروغی: ۳۸٦). ریشه‌ی این ادعا به شرحی بر می‌گردد که محمدباقر یزدی بر کتاب عیون الحساب (نوشته‌ی پدربزرگش که هم‌نام خود اوست)، نوشته است. او در توضیحات خود به صورت مختصر به لگاریتم اشاره کرده است. علی‌محمد اصفهانی توانسته بود با خواندن این توضیحات متوجه قواعد و کاربردهای لگاریتم شود (مصحفی: ۷-۵۳۰). علاوه بر این ملا علی محمد در زمینه‌ی ادبیات و موسیقی نظری نیز صاحب نظر بود (بامداد، جلد دوم: ٤٨٣).

با استفاده از منابع موجود نمی توان از تاریخ دقیق تولد عبدالغفار آگاهی یافت. ابوالحسن فروغی تاریخ تولد او را ماه ذی‌القعده از سال ۱۲۵۹ه.ق. ذکر می کند (فروغی: ۳۸۷). اما در برخی منابع، تاریخ تولد او ۱۲۵۵ ه.ق. ذکر شده است.[1] خود او در مقدمه‌ی کتاب بدایة الحساب، می‌نویسد: «اکنون که اوایل سال ۱۲۸۸ هجری است... قریب به ۱۲ سال باشد [که] از قبل از سن بیست سالگی، به این خدمت اشتغال دارد» (نجم الدوله، بدایة الحساب: ۵). بنابراین تاریخ تولد او تقریباً اوایل ۱۲۵٦ ه.ق. یا کمی بعدتر است. اما این «کمی بعدتر» نمی‌تواند تا تاریخ ۱۲۵۹ ه.ق. کشیده شود. چرا که در این صورت منطقی‌تر بود که بگوید: «قریب به ۱۲ سال است که از قبل از هفده سالگی، به این خدمت اشتغال دارم». رد پای تاریخ تولد عبدالغفار را می‌توانیم در برخی اشارات دیگر او هم دنبال کنیم. مثلاً در انتهای «اصول اوایل هندسه و عملیات آن» می‌گوید: «این مسئله را مرحوم عبدالرسول خان در سال سنه‌ی ۱۲۷۷ که حقیر عبدالغفار به سن بیست سالگی، تخمیناً بود، سؤال نمودند و جواب آن را از قرار مذکور استخراج نمودم» (نجم الدوله، اصول اوایل هندسه و عملیات آن: ۱۳۲). طبق این حرف، تاریخ تولد او «تخمیناً» ۱۲۵۷ ه.ق. است.

[1] به عنوان نمونه، در مقاله‌ی ناصر پاکدامن، تاریخ تولد او، بدون ارجاع خاصی، ربیع الاول ۱۲۵۵ ذکر شده است (پاکدامن: ۳۲۸).

علیقلی میرزا اعتضادالسلطنه پس از آنکه در سال ۱۲۷٤ه.ق. ریاست دارالفنون را به عهده می‌گیرد، ملا علی محمد (پدر عبدالغفار) را از اصفهان به تهران می‌آورد و از او برای برگزاری امتحانات یا سنجش وضعیت کلی دارالفنون، استفاده می‌کند (پاکدامن: ۳۲۹). به این ترتیب، عبدالغفار که پیش از این نزد پدر علوم ریاضی و هیئت و نجوم قدیم را آموخته بود، وارد دارالفنون می‌شود و در آن انگلیسی و فرانسه و دانش‌های جدید را می‌آموزد. ابوالحسن فروغی درباره‌ی او چنین می گوید که:«کمالِ متانت و صحت اخلاق را با کمالات علمی همراه داشت» (فروغی: ۳۸۷).

عبدالغفار در سال ۱۲۷٦ ه.ق.، یعنی زمانی که یکی از محصلین دارالفنون بود، اولین کتابش را با نام «حل مالاینحل» می‌نویسد. این کتاب در جواب مسائل دشواری است که در آخر خلاصة الحساب شیخ بهایی آمده است (پاکدامن: ۳۳۰).

بر اساس جمله‌ای که از مقدمه‌ی بدایة الحساب نقل کردیم، معلمی عبدالغفار در دارالفنون از حدود سال ۱۲۷٦ ه.ق. آغاز شده است. اما او در مقدمه‌ی بدایة الجبر که در ۱۳۱۹ه.ق. چاپ سنگی شده است، می‌گوید:«حقیر فقیر عبدالغفار که تا امروز قریب چهل سال می‌شود که در مدرسه‌ی مبارکه‌ی دارالفنون مکرر فنون مختلفه‌ی ریاضی را درس گفته، من جمله جبر و مقابله را...» (نجم الدوله، بدایة الجبر، تهران: ۲). بر اساس این جمله، به تاریخ تقریبی ۱۲۷۹ ه.ق. می‌رسیم. در ابتدای نسخه‌های خطی «کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی» که در سال ۱۲۷۸ه.ق. نگارش یافته است، «منصب معلمی در دارالفنون» و حتی «منصب معلمی کل فنون ریاضی» برای عبدالغفار ذکر شده است.[1] ابولحسن فروغی هم، این هنگام را مقارن بیست سالگی عبدالغفار می‌داند (فروغی: ۳۸۷).

فعالیت‌های علمی

گذشته از فعالیت‌های عبدالغفار در دارالفنون، او نزد ناصرالدین شاه شخص شناخته شده‌ای بود و عنوانِ منجمیِ مخصوص سلطنت را به خود اختصاص داده بود (همان: ۳۸۸) و گاهی به امر ناصرالدین شاه کتبی را ترجمه و تألیف می‌کرد. حتی مدتی ناصرالدین شاه شاگرد ویژه‌ی او بود و مطالب کتاب «آسمان در هیئت و نجوم» که به

[1] در نسخه‌های خطی این رساله، این موضوع آمده است (نجم الدوله، کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۹۳۹ دانشگاه تهران؛ نسخه ی خطی ۲۸۱۸۹-۵ کتاب‌خانه‌ی ملی؛ نسخه ی خطی ۱۰۵٦۲-۵. کتاب‌خانه‌ی ملی) در مورد آخر لفظ «معلمی کل» آمده است.

امر ناصرالدین شاه ترجمه شده بود، توسط عبدالغفار به او تدریس می‌شد (همان: ۳۹۲). در سال ۱۲۹۰ ه.ق. عبدالغفار، موفق به کسب لقب «نجم‌الملک» می‌شود. اعتماد السلطنه درباره‌ی این رویداد چنین می‌نویسد: «میرزا عبدالغفار معلّم کل علوم ریاضی، به منصب منجّم‌باشی‌گری و لقب نجم‌الملکی و خلعت همایون سرافراز شد» (اعتماد السلطنه، تاریخ منتظم ناصری: ۱۹٤۹؛ اعتماد السلطنه، مرآة البلدان: ۱۷٤۲).[۱] فروغی وضعیت میرزا عبدالغفار را در این سال‌ها، چنین توصیف می‌کند که «روز و شب یا تدریس می‌کرد یا تألیف می‌فرمود» (فروغی: ۳۸۸).

برای از بین رفتن اختلافات تقویم‌های مختلف، ناصرالدین شاه حکم می‌کند که از سال ۱۲۹۱ ه.ق. به بعد، انتشار تقویم در انحصار عبدالغفار باشد. البته این موضوع به مرور با اعتراضات مختلفی روبه‌رو می‌شود. مثلاً عده‌ای به او معترض بوده‌اند که چرا عرض جغرافیایی دارالخلافه را ۳۵ درجه و ٤۰ دقیقه در نظر گرفته است، در حالی که نظر متقدمین ۳۵ درجه بوده است. عبدالغفار توضیح می‌دهد که او با ابزارهای دقیق به این مقدار رسیده است. اعتراض دیگر به او این بود که چرا از دو سیاره‌ی جدید اورانوس و نپتون نام برده است. چرا که «به عقیده‌ی بعضی از منجمین این مملکت، چنین دو سیاره‌ای موهوم است و افترا. چنان‌چه از منجمی خراسانی مسموع شد که فرنگی‌ها در دوربین خال‌ها تعبیه نموده‌اند و چون شخص دوربین را به سمت آسمان متوجه نماید، به نظر او چنین می‌رسد». و «اگر این دو کوکب حقیقت موجود باشند، پس نظرات و اتصالات و احکام سعد و نحس آن‌ها کجاست؟» (پاکدامن: ٦-۳۳٤).

عبدالغفار در یکی از تقویم‌هایی که همه ساله منتشر می‌کرد، برای اولین بار ایده‌ی سال‌شماری هجری‌شمسی را مطرح کرد. پیش از او تقویم جلالی وجود داشت، که یک تقویم خورشیدی است و آغازش تاج‌گذاری ملک‌شاه سلجوقی است. نجم الدوله بر همان مبنا سال‌شماری هجری شمسی را ابداع کرد و آغاز آن را هجرت پیامبر قرار داد. این پیشنهاد او که اولین بار در سال ۱۲٦۵ هجری شمسی عرضه شد، با استقبال روبه‌رو شد و طی چندین دهه‌ی آینده تقویم رسمی ایران شد (کتابی: ۳٤).

عبدالغفار همواره مورد لطف ناصرالدین شاه بوده است. به عنوان نمونه وقتی در ١٤ جمادی الاولی سال ۱۲۹۷ ه.ق.، سال عام در دارالفنون منعقد می‌شود و صورت مساعی و ترقیات معلمین داده می‌شود، عبدالغفار نشان و حمایل سرتیپ دوم به همراه ۵۰ تومان اضافه مواجب و ٤۰ تومان انعام دریافت می‌کند (اعتماد السلطنه، تاریخ منتظم ناصری: ۲۰۰٦). به گفته‌ی مهدیقلی هدایت، در مراسم تحویل سال هم، اعلان سال تحویل به عهده‌ی

[۱] فروغی زمان این واقعه را (به اشتباه) سال ۱۲۹۵ ذکر کرده (فروغی: ۳۸۸).

عبدالغفار بوده است (هدایت: ۹۰). به این موضوع در کتاب «شرح حال رجال ایران» نوشته‌ی مهدی بامداد نیز اشاره شده است (بامداد، جلد دوم: ۲۷۳).

در انتهای جلد سوم از کتاب تاریخ منتظم ناصری، که در سال ۱۳۰۰ ه.ق. تألیف شده است، فهرستی از تمامی کارگزارن دولتی در آن زمان، نوشته شده است و در این بین نام نجم الدوله در صدر معلمین ایرانی «مدرسه‌ی مبارکه‌ی دارالفنون»، به صورتِ «حاجی نجم الملک سرتیپ دوم و معلم کل علوم ریاضی و منجم باشی» به چشم می‌خورد (اعتماد السلطنه، تاریخ منتظم ناصری: ۲۱۲۹).

عبدالغفار بعدها ملقب به «نجم الدوله» شد. فروغی تاریخ این رویداد را ۱۳۱۳ ه.ق.ذکر می‌کند (فروغی: ۳۹۱)، اما در روزنامه‌ی خاطرات اعتمادالسلطنه، در یادداشت‌های مربوط به سال ۱۳۱۱ه.ق. چنین آمده است:

> «معلم کل علم ریاضی، میرزا عبدالغفار نجم الملک سابق و نجم الدوله‌ی حالیه». که نشان می‌دهد که در آن تاریخ او به لقب نجم الدوله رسیده بوده است (اعتماد السلطنه، روزنامه‌ی خاطرات: ۹٤۰).

اعتماد السلطنه در روزنامه‌ی خاطراتش بارها بیان می‌کند که در دربار ناصرالدین شاه، برای موضوعات مختلف نجومی به عبدالغفار مراجعه می‌شده است. از جمله در نوشته‌ی مربوط به ۸ ذیحجه ۱۲۹۸ه.ق. می‌گوید:

> چون ذوذنب غریبی در اوایل شعبان طلوع کرده بود و من درست از طلوع و غروب آن مطلع نبودم، از نجم الملک خواهش کردم که تفصیل او را بنویسد. این است که نوشته و درج می‌شود: ستاره‌ی ذوذنب بزرگ که در اوایل ماه رجب ۹۸ طلوع نمود. ابتدا در اواخر شب و رفته رفته پیش افتاد تا اواخر ماه شعبان به کلی مخفی شد. همان وقت ستاره‌ی ذوذنب دیگری در طرف مغرب آفتاب ظاهر شد، ولی خیلی ضعیف بود و زود مخفی شد (همان: ۱۲٤).

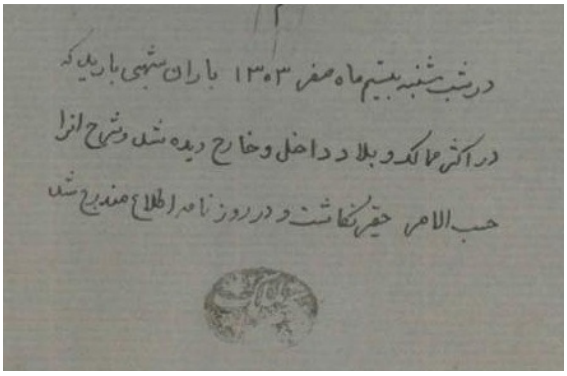
بنا بر توصیه‌ی ناصرالدین شاه، در ماه شعبان همان سال، نجم الدوله رساله‌ی مختصری در همین زمینه با نام ذوات الاذناب و بلید (کرات آتشی) می‌نویسد. که در آن به دیده شدن ذوذنب ماه رجب اشاره شده‌است (نجم الدوله، ذوات الاذناب و بلید: ۱۳).

رساله‌ی دیگری از نجم الدوله با نام در بیان شهب و کرات آتشی موجود است که در سال ۱۳۰۲ ه.ق. نوشته شده است در ابتدای این نسخه گفته شده است:

> اصل منظور، شرح احوال بلیدی است که در شب سه شنبه هشتم شهر شوال سنه‌ی ۱۳۰۲ هجری در افق طهران دیده شد و چون در آن اوقات حقیر در طهران حضور نداشت، رفته

بود به سمت آب گرم لارجان، در آن کوهسارها هوا ابر بود و چیزی دیده نشد، لهذا مشغول می‌شویم به ذکر احوال عموم این نوع کائنات جویه (نجم الدوله، در بیان شهب و کرات آتشی: ۲-۱).

در آخرین صفحه‌ی این کتاب، یادداشتی با دست‌خط و مهر «نجم الملک» وجود دارد که مشخص است بعداً اضافه شده است: «در شب شنبه بیستم ماه صفر ۱۳۰۳ باران شهبی بارید که در اکثر ممالک و بلاد داخل و خارج دیده شد و شرح آن را حسب الامر حقیر نگاشت و در روزنامه‌ی اطلاع مندرج شد» (همان: ٤٥). دقت کنید که در آن تاریخ لقب نجم الدوله، نجم الملک بوده است.


در شب شنبه بیستم ماه صفر ۱۳۰۳ باران شهبی بارید که
در اکثر ممالک و بلاد داخل و خارج دیده شد و شرح آن را
حسب الامر حقیر نگاشت و در روزنامه اطلاع مندرج شد

یادداشت نجم الدوله در انتهای «در بیان شهب و کرات آتشی»

اعتماد السلطنه در خاطره‌ی مربوط به ٢٦ شعبان ۱۳۰۲ ه.ق. می‌نویسد:

امشب شاه بیرون شام خورده بودند و نجم الملک منجم باشی را احضار فرموده که ستاره‌های آسمان را نشانش بدهد (اعتماد السلطنه، روزنامه خاطرات: ٣٦٥).

در خاطرات مربوط به ۱۳ ربیع الثانی ۱۳۰۵ه.ق. می‌گوید:

کتاب‌چه‌ای در شرح حال مریخ ترجمه کرده بودند. پریروز خدمت شاه داده بودم. امروز نجم الملک احضار شد که تحقیقات فرمایند. فایده این شد که سه هزار تومان به توسط مخبرالدوله اسباب رصدخانه به جهت مدرسه ابتیاع نمایند (همان: ٥٣١).

اعتماد السلطنه در توضیح برخی اتفاقات سعی می‌کند، مقام علمی نجم الدوله را بی‌ارزش جلوه دهد. مثلاً در نوشته‌ی مربوط به ۲۱ صفر ۱۳۰٦ می‌گوید:

حاجی نجم الملک منجم باشی که از معلمین مدرسه‌ی دارالفنون است و بعضی اطلاعات از هندسه دارد، اما ناقص، [و] فقط چیزی که او را جلوه می‌دهد ریش انبوه فلفل نمکی است، مأمور به بستن سد اهواز شد. تفصیلی هم در این باب امین السلطان نوشت که در

روزنامه بنویسم. من از حالا عقیده‌ی خودم را می‌گویم. اولاً نجم الملک مرد بستن این سد نیست. البته دویست هزار تومان به گردن دولت خرج می‌اندازد، یا کلیةً سد بسته نخواهد شد، یا اگر هم چیزی ساخته شود، در طغیان آب کارون معدوم می‌شود. خلاصه به من چه؟! (همان: ۵۹۹)

یا در نوشته‌ی مربوط به ۲۵ جمادی الثانی ۱۳۰۸ می‌گوید:

بندگان همایون، ناهار منزل صرف فرمودند. سر ناهار بودم. فرمودند نجم الملک را از شهر خواستم بیاید منزل تو منزل کند. شب که بالا می‌آیی همراه بیاور که مسئله‌ای نجومی در یکی از روزنامه‌ها نوشته‌اند. چون مطالب علمی دارد، او ترجمه کند. من هم منزل آمدم. شب نجم الملک را همراه خودم بالا بردم. یک فصلی که راجع به ستاره‌ی مریخ بود و ترجمه‌ی او خیلی سهل بود، قریب دو ساعت مطالعه کرد و آخر نفهمید و نتوانست عرض کند. بندگان همایون از این فقره بسیار تعجب فرمودند. چنین تصور می‌فرمایند [که] هرکس ادعای دانستن چهار کلمه فرانسه می‌کند، همه چیز می‌فهمد. به قدرت سلطنت [می‌توان] دنی را عزیز (شاید اشاره به عزیز السلطان) نمود اما نمی‌توان علم به عامی بیاموزند (همان: ٤-۷۳۳).

در تاریخ ۱۱رمضان ۱۳۱۱ه.ق. نیز می‌گوید:

ما ایرانی‌ها کجا مهندس داریم، معلم کل علم ریاضی میرزا عبدالغفار نجم الملک سابق و نجم الدوله‌ی حالیه است، که هرّ را از برّ فرق نمی‌دهد، و در تقویم امسالش با وجود اینکه زیج پدرش است، در تعیین روز نوروز خبط کرده است (همان: ۹٤۰).

البته این اظهارنظرهای اعتمادالسلطنه را صرفاً باید به حساب حسادت و کینه‌توزی او گذاشت.[1] چرا که او به عنوان مسئول دارالترجمه، نجم الدوله را که به تألیف و ترجمه‌ی کتاب‌های متعددی اقدام می‌کرد، رقیب خود می‌دانسته است. مرحوم ایرج افشار درباره‌ی این خصلت اعتمادالسلطنه می‌گوید:

از وضعیت رفاهی زندگی و مقدار مواجبش گلایه داشت و این موضوع را بارها در خاطراتش بیان می‌کند. گاهی هم دلیل برخی تملق‌های خودش را حفظ مقرری خود بیان می‌کند. اظهارنظرهای او در مورد فعالیت‌های علمی یا ترجمه‌های اطرافیانش اغلب با تمسخر همراه است و در مورد کارهای خود با خودبزرگ‌بینی سخن گفته است. از جمله اینکه «هر وقت نور آفتاب گرفته شود، علم من هم نهان خواهد شد». یا «باز کتاب

[1] متأسفانه در کتاب «شرح حال رجال ایران»، در مدخل «عبدالغفار نجم الدوله» بیش از هر چیز همین گفته‌های جانبدارانه‌ی اعتمادالسلطنه بیان شده است (بامداد، جلد دوم: ٤-۲۷۳).

می‌دهند به محمدطاهر میرزا که به قدر شاگرد من نمی‌فهمد، ترجمه کند» (همان: پانزده-شانزده مقدمه).

رفتارهای غیراخلاقی اعتماد السلطنه باعث شده است که حتی برخی مورخین با دیده‌ی تردید به اصالت آثار او نگاه کنند. تا آنجا که علامه قزوینی و ادوارد براون معتقدند بسیاری از کتاب‌های اعتماد السلطنه در واقع نوشته‌ی افراد دیگری است که اجیر کرده‌ی او بوده‌اند (اعتماد السلطنه، مرآة البلدان: مقدمه).

نظر درست‌تر درباره‌ی جایگاه علمی نجم الدوله، حرفی است که ابوالحسن فروغی گفته است:

> هر کس در این بلاد، اطلاعی مختصر یا مفصل از علوم ریاضی دارد، شاگرد باواسطه یا بی‌واسطه‌ی حاجی نجم الدوله می‌باشد. از جهت دیگر کتب و رسائل عدیده‌ای از السنه‌ی خارجه ترجمه کرد یا شخصاً مناسب موقع و مقام تألیف فرمود. و بر مصنفین اهل فن پوشیده نمی‌باشد که تألیفات آن مرد کار، تماماً متین و از شائبه‌ی اغلاط و خطایای علمی مصون است و این شرط در تألیفات و تصنیفات این دوره، چندان ملحوظ نیست (فروغی: ۲-۳۹۱).

برخی از اشارات او در کتب نجومی‌اش گواه بر این موضوع است که او دوربینی داشته است و با آن گاه به رصد پدیده‌های نجومی می‌پرداخته است. چنان که در قانون ناصری به این مسئله اشاره کرده‌است (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس: ٤۹٦). به جز استفاده از دوربین، گفته‌ی دیگری از نجم الدوله نشان می‌دهد که او روی بام دارالفنون یک ساعت آفتابی ساخته بوده است:

> در پاریس برای تعیین ظهر حقیقی آلت بسیار خوبی متداول است که آن را توپ عمارت سلطنت گویند (یعنی توپی که در عمارت دولتی قرار داده شده). و آن عبارت از توپی است که در روی آن شیشه‌ی عدسی دوربینی قرار داده‌اند که کانونش در سطح نصف النهار واقع شده و هنگام زوال، اشعه‌ی آفتاب چون از شیشه عبور نمود، جمع می‌شوند و وارد می‌گردند بر مهتاب توپ و همان‌دم توپ آتش می‌گیرد... شبیه آلت مذکور را حقیر عبدالغفار به امر شاه شهید در روی بام مدرسه‌ی مبارکه‌ی دارالفنون ترتیب داده. یعنی اول خط نصف‌النهار را به دقت مشخص نمود و بعد ساعات قبل و بعد از ظهر را به افق طهران آن‌جا مشخص نمود و رسم کرد و شاخص و توپی نصب نمود که وقت زوال را همه کس برای ادای اذان بداند و سایر ساعات روز را هم به رؤیت آن صفحه بفهمد و هنوز دایر است و برقرار (نجم الدوله، بدایة النجوم: ۲-۵۱).

گذشته از فعالیت‌های نجومی نجم الدوله، او در چندین زمینه‌ی دیگر نیز خدمات شایسته‌ای ارائه کرده است. از جمله‌ی این اقدامات می‌توان به نقشه‌برداری‌های او از سطح تهران نام برد که از سال ۱۲۸٦ه.ق. تا ۲۳

سال بعد ادامه یافت (پاکدامن: ۴۰-۳۳۸). در سال ۱۲۸٤ه.ق. نیز او به همراه هشت تن از شاگردان دارالفنون نخستین سرشماری جمعیت و مسکن تهران را انجام داد. نتیجه‌ی این سرشماری در قالب رساله‌ی «تشخیص نفوس دارالخلافه» منتشر شد (نجم الدوله، تشخیص نفوس دارالخلافه: ۸۵-۳٤۸؛ کتابی، سه اثر از نجم الدوله). در این رساله موانع و مشکلاتی که در ابتدا برای انجام سرشماری پیش روی گروه بوده است، توضیح داده شده است و سپس به تفکیک اطلاعات مختلفی از این قبیل بیان شده است: تعداد افراد صاحب خانه و اجاره نشین در محلات مختلف،تعداد مردان، زنان و اطفال با تفکیک بازه‌های سنی، تعداد اشخاص تهرانی الاصل، قاجار، آذربایجانی، اصفهانی و ... طلاب،نظامیان، زرتشتیان، یهودیان و ارامنه. تعداد خانه‌ها، مغازه‌ها، مساجد، تکایا، حمام‌های عمومی، کاروان‌سراها، یخچال‌ها، کوره پزی‌ها و اصطبل‌ها.

این اطلاعات در قالب تعدادی جدول در این رساله در دسترس است. انتهای کتاب نیز از لحاظ توضیحاتی که در خصوص ضرورت توجه به علم آمار و نظریه‌ی مالتوس در باب جمعیت می‌دهد، بسیار مترقی و حائز اهمیت است.

زندگی خصوصی

برادر بزرگ‌تر میرزا عبدالغفار، با نام میرزا عبدالوهاب، مشهور به «منجم باشی»، به استخراج تقویم مشغول بود و در سال ۱۲۸۹ ه.ق. در گذشت. او ضمناً اولین قرآن دارای کشف الآیات را در ایران منتشر کرد که ترجمه‌ای از کشف الآیات فلوگل[1]، مستشرق آلمانی بود (بامداد، جلد ششم: ۱۵۲).

از عبدالوهاب فرزندی به نام میرزا محمودخان به یادگار ماند. پدر عبدالغفار، ملا علی محمد نیز در سال ۱۲۹۳ ه.ق. درگذشت (فروغی: ۳۸۸). اعتماد السلطنه در خصوص اواخر عمر ملاعلی محمد می‌گوید:

> در حضرت وزیرعلوم محلی منیع دارد و اینک از ضعف هَرَم و عروض فلج به ضرورت از منزل بیرون می‌آید (اعتماد السلطنه، مرآة البلدان: ۱۲۱).

خود نجم الدوله پسری نداشت. اما خواهرزاده‌اش میرزا علی‌خان و برادرزاده‌اش میرزا محمودخان (فرزند میرزا عبدالوهاب) را مانند فرزند تربیت می‌کرد (فروغی: ۳۸۹). میرزا علی خان در زمینه‌ی طب و جراحی مهارت یافت و به دکتر میرزا علی خان ناصرالحکما مشهور شد و «اعلم الممالک» لقب گرفت. کتاب معروف «حفظ

[1] Gnstave Flugel

صحت» از اوست. میرزا محمود خان نیز با کوشش نجم الدوله، به تحصیل نجوم پرداخت تا جانشین پدرش در استخراج تقویم شود. او منجم و ریاضی‌دان دوم مملکت شد و هنرهای دیگری نظیر عکاسی را نیز آموخت. با اینکه از طرف دولت لقب «منجم باشی» گرفت، اما «سلیقه‌ی لطیف»اش زیر بار استخراج تقویم نمی‌رفت و بیش از یک سال به این کار نپرداخت. با این حال عبدالغفار ، تقویم خود را به اسم او منتشر می‌کرد (همان: ۳۹۰). در سال ۱۳۱۳ ه.ق. برای تشویق میرزا محمود خان، لقب «نجم الملک» به او تعلق می‌گیرد. به دلیل حوادث ناگواری که پس از این زمان روی می‌دهد، عبدالغفار نجم الدوله، در ایام پیری قیم و مربی دو پسربچه (از نواده‌های دختری اش) می‌شود (همان: ۳۹۱).

در ایام پیری نجم الدوله، رفتارهای میرزا محمودخان نیز تا حدودی موجب رنجش او می‌شود. چرا که میرزا محمودخان به دلیل «ناملایمات روحی» از مشاغل علمی رنجیده بود و دیگر اطاعت عمو را نمی‌کرد. در نهایت هم پس از چند سال زندگی پر زحمت، در اوایل سال ۱۳۲٦ ه.ق. فوت می‌کند (همان: ۳۸۹). مهدی بامداد در شرح حال رجال ایران اشاره می‌کند که نجم الدوله از مریدان و علاقه‌مندان فقیر محمدعلی خبوشانی (از مشاهیر متصوفه) بوده است (بامداد، جلد ششم: ۲٤۲). نجم الدوله در چهاردهم جمادی الاولی ۱۳۲٦ ه.ق. دار فانی را وداع کرد (همان: ۳۸۹) و در صفاییه شهرری دفن شد.[۱] میرزا محمودخان فسائی، متخلص به «نعمت»، مادهٔ تاریخ فوت نجم الدوله را در قطعه‌ی زیر بیان کرده است:

آسمان مجد نجم الدوله چون رفت از جهان

خلقی اندر سوگ او گشتند محزون و ملول

اوستادان در ریاضی و اندر احکام نجوم

داشتند آن نیک اختر را به استادی قبول

قول بودش صدق در تأثیر کوکب سر به سر

گفته‌ی او گوییا از آسمان کردی نزول

سالها بودی به جدّ و جهد در سیر و سلوک

[۱] گزارشی درباره‌ی محل کنونی مزار نجم الدوله به قلم احمد مسجد جامعی در ۱۳۹۳/۰۷/۲۹ در صفحه ی ١٦ روزنامه ی ایران منتشر شده است.

عاقبت از لطف حق پیش آمدش راه وصول

بود بی پروا چو پروانه پی شمع جمال

تا که اندر کوی جانان یافت پروانه‌ی دخول

چون مسیح از دار فانی شد مجرّد بر فلک

آنکه در وصف کمالاتش بُدی حیران عقول

بهر تاریخ وفاتش نعمت غم‌دیده گفت:

آفتاب عمر نجم الدوله را آمد افول (فسایی: ۱۵).

فرزند محمودخان، ابوالقاسم نجم یکی از سیاست‌مداران دوران معاصر شد. او مدتی وزیر مختار ایران در کشورهای آلمان و ژاپن بود و مدتی نیز سفیر ایران در افغانستان و فرانسه بود. در کابینه‌ی اول ابراهیم حکیمی در سال ۱۳۲٤ به وزارت پیشه و هنر و بازرگانی انتخاب شد و در کابینه‌ی دوم ابراهیم حکیمی سمت وزارت خارجه را یافت. آخرین سمت رسمی او طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۳٦ استانداری خوزستان بود. فرزند او عباس نجم نیز در وزارت امور خارجه مشغول به فعالیت بود و پیش از انقلاب سفیر ایران در فیلیپین شد.

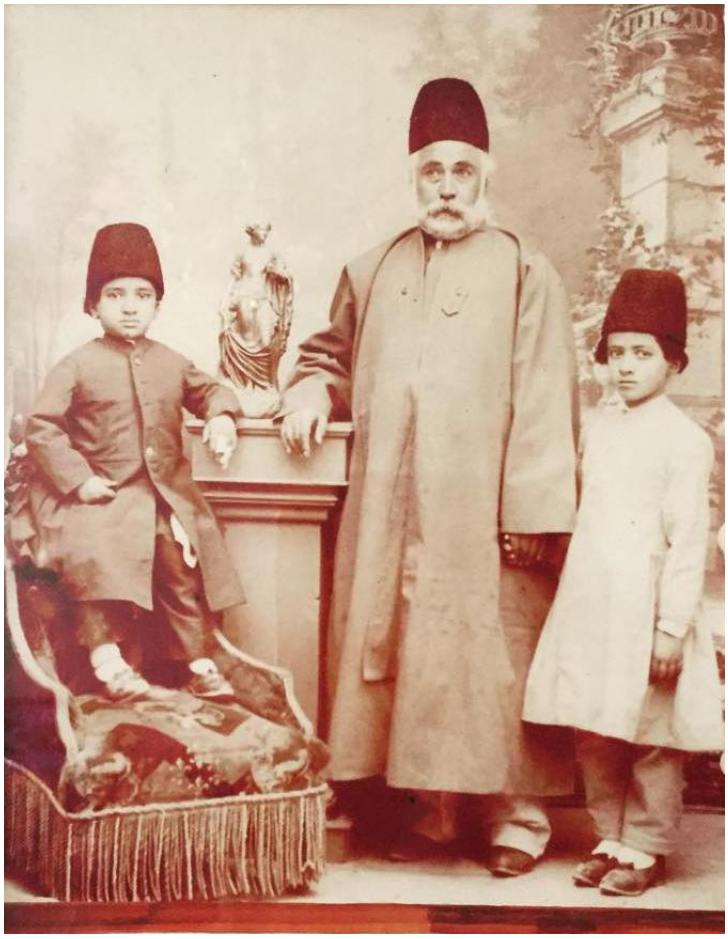
یکی از اطفالی که در انتهای عمر، نجم الدوله به پرورش و تربیتش مشغول بود، میرزاحسین نجم است که بعدها ملقب به علیم الدوله شد. تاریخ تولد علیم الدوله ۱۲۷٤/۷/۱ (ربیع الثانی ۱۳۱۳ه.ق.) است.[۱] فرزندان و نوه‌های علیم الدوله، با فامیلی «نجم»، هم اکنون ساکن تهران هستند و برخی از این عزیزان در جمع‌آوری تعدادی از تصاویر و اسناد مربوط به خاندان نجم به بنده کمک کردند. تصاویری که در ادامه می آید، همگی از اسناد شخصی این خاندان است، که با لطف و محبت آن‌ها را در اختیار بنده گذاشتند.[۲]

[۱] شناسنامه‌ی ایشان در اختیار فرزندشان «صادق نجم» است که تصویری از آن را نیز در اختیار بنده قرار داده‌اند.

[۲] به صورت ویژه باید تشکر کنم از جناب آقای «هانی نجم» و سرکار خانم دکتر «سهیلا نجم» از نوه‌های علیم الدوله و جناب آقای «صادق نجم» و خانم «طاهره نجم (نجمی خانم)» از فرزندان علیم الدوله. همچنین دکتر «علی مختارمعصومی» نوه‌ی ابوالقاسم نجم.

از راست به چپ: حسین نجم (علیم الدوله)، نجم الدوله، ناصرالحکما[1].
ردیف بالا: خدمتکار.
(از مجموعه‌ی عکس‌های شخصی خاندان نجم)
(تاریخ تقریبی عکس: ۱۳۲۰ ه.ق.)

[1] نام افراد بر اساس گفته‌ی فرزندان و نوادگان علیم‌الدوله است.



از راست به چپ: ، ناصرالحکما، نجم الدوله، حسین نجم (علیم الدوله).
(از مجموعه‌ی عکس‌های شخصی خاندان نجم).

(تاریخ تقریبی عکس: ۱۳۱۷ ه.ق.)

تصویر یکی از دختران نجم الدوله با نام منورخانم

(از مجموعه‌ی عکس‌های شخصی خاندان نجم).

فهرست آثار:

از طریق منابع متعددی می‌توانیم به فهرست نسخ خطی و آثار منتشر شده‌ی نجم الدوله دست بیابیم. نجم الدوله چندین بار در زمان حیاتش فهرستی از آثار خود تهیه کرده است. از جمله در ابتدای کتاب کفایة الحساب در سال ۱۲۹۱ ه.ق. (نجم الدوله، کفایة الحساب: ۵-۷). و انتهای جلد اول از کشکول شیخ بهایی که مربوط به سال ۱۳۲۱ ه.ق. است(شیخ بهایی: ۱-۱۵۰؛ شیخ بهایی: ۲٤٤). در انتهای مقاله‌ی ابوالحسن فروغی هم فهرستی از آثار او آمده است. با یک مقایسه‌ی اولیه بین این فهرست‌های متعدد می‌توانیم نوشته‌های میرزا عبدالغفار نجم‌الدوله را در سه دسته‌ی اصلی طبقه‌بندی کنیم (پاکدامن: ۵-۳۹٤؛ کتابی: ۵۱-٤۷). با این توضیح که این فهرست تقویم‌های سالانه و نوشته‌هایی را که گاهی ضمیمه‌ی این تقویم‌ها می‌شدند (مانند سفرنامه‌ی حج[1]) شامل نمی‌شود:

الف) کتب چاپ سنگی:

[1] این سفرنامه به صورت ضمیمه‌ی تقویم سال ۱۲۹۸ ه.ق. منتشر شده است (کتابی: ۲۱۳-۱۸۷).

۱- حلّ ما لاینحل (در پاسخ به مسئله‌های دشوار در انتهای خلاصة الحساب شیخ بهایی)، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۷٦ ه.ق.

۲- تشخیص نفوس دارالخلافة، تهران، ۱۲۸٤ ه.ق. (متن این کتاب در سال ۱۳۵۳ در شماره‌ی بیستم فرهنگ ایران زمین (پاکدامن، صص۳٤۸ تا ۳۸۵) منتشر شده است.)

۳- کفایة الحساب، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۱ ه.ق. (در ٤٦٦ص و در بمبئی نیز چاپ شده است).

٤- اصول مثلثات مستقیمة الخطوط، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۱ ه.ق. (در ۱۵۹ص، در ۱۲۹۲ه.ق. در ۱۱۰ صفحه به صورت چاپ سنگی در تهران تجدید چاپ شد).

۵- جداول لگاریتم، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۲ ه.ق.

٦- اصول هندسه، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۲ ه.ق. (در سال‌های ۱۳۱۸، ۱۳۱۹ و ۱۳۳۳ ه.ق. تجدید چاپ شد)

۷- علم جغرافیا، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۷ ه.ق.

۸- اصول علم جغرافی، طبیعی و سیاسی، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۸ ه.ق. (۲۸۸ صفحه)

۹- کفایة الجغرافیا در اصول علم جغرافیا، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۸ ه.ق. (۲۸۳ صفحه)

۱۰- فروع علم جغرافیا، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۰۱ ه.ق.

۱۱- نقشه‌ی دارالخلافه‌ی طهران، ۱۳۰۹ ه.ق.

۱۲- اصول اوایل هندسه و عملیات آن، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۱۷ ه.ق. (۱۳٦ صفحه)

۱۳- وسیط الحساب، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۱۸ ه.ق. (٤۰۸ صفحه)

۱٤- بدایة الجبر در اصول جبر و مقابله تا آخر درجه‌ی دوم ، مخصوص مدرسه‌ی مبارکه‌ی دارالفنون و مکاتب ابتدائیه، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۱۹ ه.ق. (۳۲۰ صفحه)

۱۵- کفایة الهندسه، به انضمام مثلثات مستقیمة الخطوط، تهران، چاپ سنگی. (چاپ دوم مبسوطتر از چاپ اول)

۱٦- رساله‌ی تطبیقیه، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۱ ه.ق. (۸۰ صفحه)

۱۷- مجموعه‌ی علم ایرانی، تهران، ۱۳۲۳ ه.ق.

۱۸- سفرنامه‌ی خوزستان[1](الرحلة الخوزیه)

۱۹- بدایة النجوم، تهران، ۱۳۱۹ ه.ق. (۱۷٦ صفحه)

۲۰- بدایة الحساب به انضمام دو سه هزار مسئله، تهران، چاپ سنگی.

۲۱- بدایة الحساب بی مسائل به اسلوبی دیگر

۲۲- نقشه‌ی جغرافیا با شرح آن

۲۳- کفایة الجغرافی، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۱۹ ه.ق. (۲۹٤ صفحه)[2]

ب) نسخ خطی:

۱- نهایة الحساب

۲- مثلثات کروی

۳- جبر و مقابله

٤- علم مخروطات

٥- جرثقیل (در علم تعدیل قوی که شعبه‌ی اصلی جراثقال باشد و مشتمل بر خواص قوی و شرح آلات مفرده از قبیل پیچ و قرقره و اهرم‌ها و میزان و قپان و غیره، ترجمه‌ی کتابی از تصنیفات پوانسو)

٦- نقشه برداری

۷- در علم نقشه کشی و مساحت اراضی و تسویه و علم تسطیح

۸- تسویه و تراز

۹- هندسه‌ی دسکریپتیو (=ترسیمی)

---

[1] این سفرنامه به کوشش محمد دبیرسیاقی منتشر شده است.

[2] تا شماره‌ی ۲۰ بر اساس فهرستی است که احمد کتابی بر اساس فهرست پاکدامن تهیه کرده است (کتابی: ۹-٤۸) و موارد ۲۱ و ۲۲ بر اساس فهرستی است که نجم الدوله در انتهای جلد اول کشکول شیخ بهایی آورده است (شیخ بهایی: ۱-۱٥۰). مورد ۲۳ با موارد ۸، ۹ و ۱۰ متفاوت است و نسخه‌ای از آن در کتابخانه مجلس موجود است.

۱۰- قلعه سازی ابدی و فوری و محاصره و مدافعه

۱۱- راه سازی و پل سازی و ...

۱۲- کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی (۱۲۷۸ ه.ق.)

۱۳- در علم رنگ‌آمیزی و ساختن الوانی که در نقشه کشی به کار آیند.

۱٤- قانون ناصری در دو جلد (۱۲۸٤ ه.ق.)

۱۵- ترجمه‌ی آسمان (در هیئت و نجوم جدید که به امر ناصرالدین شاه ترجمه شد و مطالب آن به او تدریس می‌شد)

۱٦- هیئت جدید (که در دارالفنون تدریس می‌شد)

۱۷- لگاریتم

۱۸- علم برآورد

۱۹- اصول حکمت[و] فلسفه

۲۰- فیزیک شیمی

۲۱- رساله در قواعد تلگراف[1] (در تعیین ابعاد مابین بلاد تلگرافی مملکت ایران)

۲۲- نقشه کشی عملی

۲۳- نقشه‌های قم، کاشان، بروجرد، خرم آباد، شوشتر، دزفول و فلاحیه. نقشه‌های تپوگرافی از طهران الی عراق (اراک) و خوزستان و شط العرب (اروند رود) و بختیاری و اصفهان.

۲٤- علم بخارات

۲۵- تکافؤ قُوا که «ستاتیک» گویند

۲٦- اصولی در فیزیک

۲۷- در علم تدابیر جنگی

۲۸- در علم تسطیح اجزای قلعه‌ی نظامی

[1] کتابخانه مجلس، شماره بازیابی ۷٦۵ و ۲۱۵۰.

۲۹- در علم تسطیح تصویری اجسام بر دو سطح قائم، ترجمه‌ی کتابی از تصنیفات لوفبور دوفورسی

۳۰- ذوات الاذناب و بلید (۱۲۹۸ ه.ق.)

۳۱- در بیان شهب و کرات آتشی (۱۳۰۲ ه.ق.)[1]

ج) تصحیحات و آثار چاپی:

۱- کتاب فلاحت، مؤلف نامعلوم، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۳ ه.ق. (٦٣ ص) (بخشی از مجموعه‌ی چند جلدی علم فلاحت و زراعت).

۲- ارشاد الزراعة، قاسم بن یوسف ابونصری هروی، همراه کتاب علم فلاحت مربوط به دوره‌ی مغول (=الاحیاء و الآثار، منسوب به خواجه رشیدالدین فضل الله)، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سربی، ١٣٢٤ ه.ق. (بخشی از مجموعه‌ی چند جلدی علم فلاحت و زراعت).

۳- کتاب فلاحت (در پیوند درخت)، ترجمه از فرانسه، به اهتمام نجم الدوله (ضمیمه‌ی مجموعه‌ی فلاحتی)، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۰ ه.ق. (۳۰ ص) (بخشی از مجموعه‌ی چند جلدی علم فلاحت و زراعت).

٤- اسرارنامه، همراه پندنامه، شیخ فریدالدین عطار نیشابوری، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۸ ه.ق.

٥- منطق الطیر، شیخ فریدالدین عطار نیشابوری، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۲۹۸ ه.ق.

٦- منتخب مرصاد العباد، شیخ نجم رازی (دایه)، به انضمام مبدأ و معاد خواجه نصیر، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۰۱ ه.ق.

۷- معیار الاشعار، خواجه نصیرالدین طوسی، از روی نسخه‌ی میرزا علی محمد اصفهانی، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۰ ه.ق. (٢١٤ صفحه)

۸- حل المسائل جبر (هزار مسئله)، رضا نجمی تبریزی (مهندس الممالک)، به دستور نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۳ ه.ق. (٦٢ صفحه)

---

[1] تا شماره‌ی ۲۳ بر اساس فهرستی است که احمد کتابی بر اساس فهرست پاکدامن تهیه کرده است (کتابی: ۹-٤٨) و موارد ٢٤، ٢٥ و ٢٦ در انتهای جلد اول کشکول شیخ بهایی آمده است (شیخ بهایی: ۱-۱۵۰). به موارد ۲۷، ۲۸ و ۲۹ در کفایة الحساب اشاره شده است (نجم الدوله، کفایة الحساب، ۷-۵). ۳۰ و ۳۱ هم رساله‌های کوچکی هستند که نسخ‌خطی‌ای از آن‌ها موجود است.

۹- کشکول شیخ بهایی، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۲۱ ه.ق.

۱۰- شرح فصوص الحکم قیصری.

۱۱- عیون اخبار الرضا.

۱۲- رجال میر مصطفی.

۱۳- لوایح جامی به انضمام شرح قصیده‌ی میرفندرسکی و شرح مجذوبعلی شاه بر دعای حضرت امیر.

۱٤- عوارف المعارف مشتمل بر رسائل عرفا.

۱۵- شرح خلاصه‌ی معتمدالدوله.

۱٦- نقد الرجال، آقا میرمصطفی تفرشی، به اهتمام نجم الدوله، تهران، چاپ سنگی، ۱۳۱۸ ه.ق. (٤۲۷ صفحه)[1]

[1] تا شماره‌ی ۸ بر اساس فهرستی است که احمد کتابی بر اساس فهرست پاکدامن تهیه کرده است (کتابی:۹-٤۸). به موارد ۹ تا ۱٤ در کشکول شیخ بهایی اشاره شده است (شیخ بهایی: ۱-۱۵۰). مورد ۱۵ در ابتدای تقویم ۱۳۱۳ قمری (دانشگاه تهران، شماره‌ی ٤٦۲۵/۳-ف) آمده است. چاپ سنگی مورد ۱٦ هم در کتابخانه مجلس موجود است.

اعلان فروش برخی از کتاب‌های نجم الدوله در ابتدای تقویم ۱۳۱۳ قمری
(دانشگاه تهران، شماره‌ی ۴۶۲۵/۳-ف)

فصل سوم: قانون ناصری

معرفی کتاب

قانون ناصری، کتابی است دوجلدی از میرزا عبدالغفار نجم الدوله که به مباحث مختلفی از نجوم و هیأت جدید می‌پردازد. نگارش این کتاب بعد از ۱۲۸۱ ه.ق. آغاز شده است و تا ۱۲۸٤ ه.ق. به طول انجامیده است. حجم این کتاب که از هشت باب و یک مقدمه و خاتمه تشکیل شده، بسیار بالاست، به گونه‌ای که در نسخه‌های خطی مختلفی که از آن موجود است، معمولاً حدود ۱۰۰۰ صفحه را به خود اختصاص داده است.[1] طبق توضیحات مقدمه‌ی کتاب، نجوم الدوله در ماه رمضان ۱۲۸۱ ه.ق. از طرف ناصرالدین شاه، مأمور به نگارش کتابی در زمینه‌ی نجوم جدید می‌شود و رساله‌ی مختصری طی ماه رمضان به نگارش در می‌آورد، اما از آن‌جایی که نتیجه‌ی کار را لایق هدیه به ناصرالدین شاه نمی‌بیند، پس از رمضان ۱۲۸۱ ه.ق. شروع به نگارش کتاب مفصل‌تری با نام قانون ناصری می‌کند و بر مبنای فصول کتاب اولیه، تمام موضوعات را شرح و بسط می‌دهد و در نهایت بعد از سه سال، در شعبان ۱۲۸٤ آن را به پایان می‌رساند. علت به درازا کشیده شدن نگارش کتاب، مشغولیت‌های مختلفی بوده است که طی این مدت نجم الدوله در دارالفنون داشته است. چنان‌که خود او می‌گوید:

> حقیر همه روزه مباحثات چند در مدرسه‌ی مبارکه داشتم. از اصول ریاضی و جغرافی و نجوم و ضمناً لغت انگلیسی را با قلیلی از ایطالی بر لغت فرانسه‌ی قدیم خود ملحق ساختم و علاوه بر کتبی که سابق ترجمه و تألیف نموده بودم،در عرض این مدت چند کتاب نیز برای متعلمین خود نوشتم، از قبیل علم مثلثات مستقیمة الخطوط و علم نقشه کشی و مسّاحی و تسطیح و علم جغرافی و هر وقت مجالی به چنگ می‌آوردم، مشغول به این کتاب می‌شدم و لهذا سه سال به طول انجامید (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ۷-٦).

او ۳۵ سال پس از نگارش قانون ناصری، در مقدمه‌ی کتاب بدایة النجوم، چنین می‌گوید:

> آنقدر که حقیر در علم هیأت و نجوم جدید چیز نوشته، در سایر علوم هنوز ننوشته. من جمله در سال ۱۲۸٤ به امر شاهنشاه شهید کتابی در علم هیأت نوشت به اندازه‌ی شش هزار بیت. بعد آن را بسط داد شد شانزده هزار بیت در دو مجلد و آن را قانون ناصری نام نهادم (نجم الدوله، بدایة النجوم: ۳).

[1] مثلاً در نسخه‌ی مجلس ۸۹۵ صفحه و در نسخه‌ی آستان قدس ۱۲۲٤ صفحه است.

بسیاری از اشارات دیگر در قانون ناصری نیز مؤید این نکته است که نگارش نهایی قانون ناصری در سال ۱۲۸٤ ه.ق. به پایان رسیده است. از جمله وقتی سخن از گذر سیاره‌ی زهره است، می‌گوید: «منجمان از حالا مترصد عبور هفت سال بعد از این‌اند تا اختلاف منظر به وجه اکمل و ادق مشخص شود» (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ۷۱۵). که منظور از «هفت سال بعد»، گذر سال ۱۲۹۱ سیاره‌ی زهره است.[۱]

قانون ناصری ارائه دهنده‌ی یک تصویر بدون عیب و دقیق از نجوم و فیزیک جدید است. مثلاً در این کتاب صرفاً به بیان قوانین کپلر بسنده نشده است، بلکه با استدلال‌های هندسی تلاش می‌شود که این قوانین با استفاده از قانون جاذبه‌ی نیوتن، اثبات شوند. نجم الدوله در آغاز کتابش می‌گوید:

> ...در اول رمضان ۱۲۸۱، کمر خدمت بر میان جان بسته، به تألیف آن شروع نمودم. و چون در ایران -صانها الله عن الحدثان- هنوز کتابی در این علم نوشته نشده بود، جز دو رساله‌ی بسیار مختصر کهنه که قدیم به لغت فارسی ترجمه نموده‌اند و از کثرت عبارات غیر مأنوسه و مبهمه هیچ‌کس نتواند از آن فایده برد. با خود گفتم هر چند کتاب خود را مختصر نویسم، تازگی خواهد داشت و عموم ناس از آن بهره‌مند خواهند شد. پس همت خود را مصروف نموده تا آخر همان رمضان، کتابی نوشتم قریب به شش هزار بیت. که مشتمل بود بر اصول مطالب هیأت و نجوم، ولی به طور اجمالی. ثانی الحال با خود اندیشه کردم که چنین کتاب[ـی] لایق پیشگاه حضور مبارک نیست. باید کتابی تألیف نمود که مشتمل باشد بر جمیع مطالب به طریق تفصیل. پس ترتیب همان کتاب را اختیار نمود، ولی مطالب را شرح و بسط داد و ابواب و فصولی چند در ضمن مندرج نمود و در اثبات احکام کلیه و مسائل مهمه جمیع وجوهی را که به تدریج ضبط شده بود در این کتاب جمع آوری نمود. و اکنون از روی انصاف می‌توان ادعا نمود که چنین کتاب جامعی در علم هیأت هنوز تألیف نشده، حتی در مملکت اروپا (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ۳-۲).

اگر از بیان اغراق‌آمیز نجم‌الدوله که حتی کتاب خود را از کتب اروپایی هم برتر می‌داند، بگذریم، می‌توانیم بگوییم که قانون ناصری اولین کتاب آموزشی مفصل در این زمینه به زبان فارسی است و نشان می‌دهد که نجم الدوله برای نگارش آن صرفاً به توصیفات عمومی و روزنامه‌وار از نجوم جدید بسنده نکرده است، بلکه دقیقاً کتب

[۱] در جدول ص۷۱۰ از نسخه‌ی کتابخانه‌ی ملی به این گذر اشاره شده است.

منبع و استنباطی فیزیکی و نجومی را از زبان‌های انگلیسی و فرانسوی خوانده است و این کتاب را بر مبنای آن‌ها رشته‌ی تحریر در آورده است.

برخی از نوشته‌های قانون ناصری مشخص‌گر این نکته است که تا حدی که امکانات به نجم الدوله اجازه می‌داده است، خود او نیز پدیده‌های نجومی را رصد می‌کرده است. هنگامی که او در این کتاب، به اقمار مشتری اشاره می‌کند، می‌گوید:

> هرگز ممکن نشود که هر چهار [قمر مشتری] در یک سمت افتند و از زمان اختراع دوربین تا کنون چند نوبت آن حالت مشاهده شده، من جمله آخر شوال ۱۰۹۲، بیست و یکم محرم ۱۲۱۷، عشر اول رمضان ۱۲٤۱، عشر اول رمضان ۱۲۵۹ و نوبت اخیر شب پنجشنبه ۲۱ ربیع الثانی ۱۲۸٤ بود، ٦ ساعت [و] ۳۱ دقیقه از شب گذشته و حقیر خود با دوربین مشاهده کردم (همان: برگه ٤۹٦).

در جایی دیگر از این کتاب، وقتی به توصیف شکل ظاهری حلقه‌ی زحل می‌پردازد، می‌گوید: «شکل بیضی‌اش در سال ۱۲۷۲ به کمال عرض رسید و باز در سال ۱۲۸۰ محو شد و بالفعل صفحه‌ی شمالی‌اش به صور مختلفه مرئی است» (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٤-۷۵۳). با توجه به اینکه نجم الدوله به دوربین دسترسی داشته است، به نظر می‌آید بیان جزئیات چنین پدیده‌هایی تا حدودی مبتنی بر تجربه‌ی رصدی خود اوست.

علت نام‌گذاری این کتاب، تقلید از کتاب قانون مسعودی ابوریحان بیرونی بوده است که به دلیل هدیه شدن به مسعود غزنوی چنین نامی داشته است. نجم الدوله توضیح می‌دهد که پیش از آثار او، تنها دو اثر در زمینه‌ی هیأت جدید وجود داشته است. «دو رساله‌ی بسیار مختصر کهنه که قدیم به لغت فارسی ترجمه نموده‌اند و از کثرت عبارات غیر مأنوسه و مبهمه، هیچ‌کس نتواند از آن فایده برد» (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ۳). شاید یکی از این رساله‌ها، مجموعه‌ی شمسی بوده است که می‌دانیم در سال ۱۸۰۷م (۱۲۲۲ ه.ق.) در کلکته توسط «ابوالخیر بن مولوی» ترجمه شده بود (Roebuck: ۱۲۹).

قانون ناصری آن‌قدر مفصل و مبسوط است که قطعاً بسیاری از مطالب آن پیش از آن در هیچ کتاب فارسی دیگری بیان نشده است. مثلاً مجموعه‌ی شمسی حتی فاقد مطلبی در خصوص دنباله‌دارهاست. چه برسد به مطالب تخصصی‌تری مانند ابیراهی نور. ضمن اینکه بسیاری از جزئیاتی که نجم الدوله در خصوص اکتشاف سیارات صغار جدید بیان می‌کند، آن‌قدر به‌روز هستند که قطعاً پیش از او به زبان فارسی ترجمه نشده‌اند. نجم الدوله در برخی از قسمت‌های کتابش به همین تازگی مطالب اشاره می‌کند. مثلاً در خصوص ذوات الاذناب بیان

می‌کند که:«چون تاکنون احدی از متقدمین و متأخرین مملکت ما متعرض ماهیت این نوع سیارات نگشته‌اند و حکما آن را از جمله‌ی کائنات و حوادث جو می‌شمردند، تفصیل احوال آن‌ها خالی از لزوم و فایده نیست» (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ١١٤٨٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٣-٨١٢). به صورت کلی‌تر می‌توان گفت که مطالب قانون ناصری از چند حیث، نسبت به کتاب‌های قبلی فارسی (درباره‌ی نجوم جدید) ارزش‌مندتر است:

١- به روز بودن مطالب:

بهترین نمود این موضوع را می‌توان در قسمت سیارات صغار مشاهده کرد. مطالب این فصل ترجمه‌ای از فصل ٢ از مقاله‌ی ٢٥ کتاب نجوم همگانی نوشته‌ی آراگو (Arago, *Astronomie populaire*, Vol. ٤: ١٤٥-٨٠) است. در کتاب آراگو تا سیارک ٤٢ آمده است که مربوط به سال ١٢٧٢ ه.ق. (٩ سال پیش از آغاز نگارش قانون ناصری) است. اما نجم الدوله به همین حد کفایت نکرده است و اطلاعات سیارک‌هایی که از سال ١٢٧٢ه.ق. تا ١٢٧٩ ه.ق. (٢ سال پیش از آغاز نگارش قانون ناصری) کشف شده‌اند، را هم به دست آورده و به آن‌ها افزوده است.

او چنین می‌گوید:

> از تفصیل مذکور چنین مستفاد می‌شود که عدد سیارات صغار عالم شمسی در تزاید است و همه ساله چند عدد بر آن اضافه می‌شود. چنان چه از سال ١٢١٥ تا دو سال قبل از تسوید این کتاب که حقیر آگاهی داشت، تزاید عدد از قراری است که ذکر می‌شود» (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ١١٤٨٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٧٩٠).

سپس به ٧٩ سیارک اشاره می‌کند. اما ٨ صفحه بعد، باز هم این اطلاعات را تکمیل می‌کند و می‌گوید:

> در ماه سپتامبر فرانسه، ١٨ عدد از این اجرام به آن ٧٩ سابق اضافه شده است (همان: ٧٩٨).

در جدولی که در انتهای فصل سیارات صغار آمده است، می‌بینیم که تا سیارک ٥٢ (کشف شده در سال ١٢٧٤ه.ق.) اطلاعات جدول نسبتاً کامل است، اما پس از آن تا سیارک ٧٥، این جدول مانند یک پازل نیمه کاره ادامه یافته و نجم الدوله هر اطلاعاتی را که احیاناً از طریق روزنامه‌ها یا طرق دیگر به گوشش رسیده است (مانند نام کاشف، تاریخ کشف و ...) نوشته و هرچه را نمی‌دانسته، خالی گذاشته است (همان: ٤-٧٩١).

۲- بیان جزئیات:

همان‌گونه که از حجم بالای کتاب قانون ناصری، مشخص است، نجم الدوله در این کتاب، تنها به یک گزارش کلی از نجوم جدید اکتفا نکرده است، بلکه در بسیاری از موارد وارد جزئیات دقیقی شده است. این جزئیات گاهی درباره‌ی تاریخ اکتشافات جدید و مناقشات مربوط به آن‌هاست. تا حدی که می‌توان کتاب او را منبعی برای اطلاع از تاریخ اکتشافات نجومی در نیمه‌ی اول قرن ۱۹ میلادی قلمداد کرد. و گاهی اثبات محاسباتی برخی از مطالب علمی جدید. به عنوان نمونه صرفاً به بیان قوانین کپلر و قواعد نیوتن اکتفا نکرده است. بلکه با مثال‌های عددی نحوه‌ی سقوط آزاد و نحوه‌ی حرکت پرتابه‌ای را که فقط دارای سرعت افقی است، شرح داده‌است، سپس با محاسبات عددی نشان داده است که می‌توان حرکت ماه را مشابه حرکت پرتابه دانست. آنگاه با استدلالی هندسی اثبات کرده است که اگر قانون اول کپلر صحیح باشد، نیروی گرانش خورشید شعاعی است. سپس با استدلال هندسی دیگری ثابت کرده است که مدار یک سیاره دقیقاً بر روی یک صفحه قرار دارد (همان: ۸۸-۶۷۷).

نمونه‌ی دیگری از این جزئیات را می‌توانیم در قسمت اقمار مشتری مشاهده کنیم. در این بخش به صورت مفصل روش اندازه‌گیری اختلاف طول جغرافیایی دو ناظر از طریق رصد گرفت‌های اقمار مشتری شرح داده شده است. سپس روش اندازه‌گیری سرعت نور از طریق گرفت‌های اقمار مشتری با مثال‌های عددی توضیح داده شده است. آنگاه توضیحاتی درباره‌ی تاریخ یافتن سرعت نور آورده است (همان: ۹-۷۴۰).

محتوای کتاب

جدول زیر بر اساس فهرستی است که در ابتدای کتاب آمده است (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ۲۵-۸) و باب‌ها، فصول و موضوعات (در متن کتاب نمره‌ها) را به خوبی نشان می‌دهد:

باب‌ها	فصول	موضوعات
مقدمه		• تعریف خط و سطح و بعضی از اشکال هندسیه • تعریف دایره و درجه و اجزای آن • نسبت محیط به قطر / مساحت دایره • تعریف زاویه و متعلقات آن • ثبوت بعضی از احکام هندسیه • تعریف کره و مثلث قوسی و مساحت کره • تعریف قطع ناقص و قطع مکافی • تعریف بعضی از رموز و اصطلاحات
باب اول: در احوال کواکب ثوابت	**فصل اول:** **در احوال کواکب ثوابت**	• کواکب و کره‌ی فلک و ابعاد مقوسه • حرکت یومیه‌ی مرئیه‌ی کواکب • خط منتصب و سمت الرأس و سمت القدم و افق • دوربین نجومی و طول‌یاب • قوس ارتفاع کوکب و بُعد سمت الرأس • غایت ارتفاع کواکب و سطح نصف النهار و مرور کواکب به دایره‌ی نصف النهار • تعیین خط نصف النهار/ دوربین نصف النهار و ساعت‌آویز نجومی و دایره‌ی جداریه • محور عالم و مدارات یومیه • شبانه‌روز نجومی • ارتفاع قطب در طهران و در پاریس

	فصل دویم: **در اثبات حرکت وضعیه‌ی زمین در حول محور خود**	• توجیه حرکت یومیه‌ی فلک بر فرض حرکت زمین • ایرادات بر فرض حرکت زمین و جواب آن‌ها • مقویات مذهب جدید • آثار وقوع حرکت وضعی زمین • تاریخ استنباط حرکت وضعی زمین • دلیل اول حرکت زمین • دلیل دویم • دلیل سیم در شاقول و آلت ژیرسکپ
	فصل سیم: **مطالب مختلفه در خصوص کواکب**	• معرفت بُعد و میل کواکب • فهرست کواکب و کره‌ی مصنوعه‌ی فلک • صور فلکیه و کواکب مشهوره • تعداد صور فلکیه • عددکواکب صور بطلمیوس و اقدار آنها • تقسیم کواکب به اقدار مختلفه و عدد کواکب مرئیه با چشم • دستور یافتن صور در آسمان • کواکب متناوبه و زمانیه • کواکب رنگین • حقیقت نور ثوابت و حجم آن‌ها • لحظات کواکب • کثرت بُعد ثوابت از زمین • کواکب سحابی و مجرّه • حرکات خاصه‌ی کواکب

باب دویم: در احوال زمین	**فصل اول:** **در اثبات کرویت شکل زمین**	• در بیان آنکه بسیط زمین مستوی نیست • در بیان آن‌که سطح ظاهر زمین به تقریب کروی است[1] و تکیه بر محلی ندارد
	فصل دویم: **در معرفت دوایر عظام و صغار مشهوره و عرض جغرافی**	• قطبین زمین و خط استوا و خط نصف النهار • تعریف طول و عرض جغرافی • تعیین عرض بلد • وجوه مختلفه در تعیین طول بلد • در تحقیق مبداء شبانه‌روز
	فصل سیم: **در معرفت شکل حقیقی زمین و مقدار طول درجات نصف النهار به حسب واحد طول**	• مساحت طول درجات نصف النهار • ابعاد زمین و فرونشستگی قطبین و مأخذ متر
	فصل چهارم: **در معرفت نقشه‌های جغرافی**	• کره‌ی مصنوعه‌ی ارضیه • زیگ و نیرنگ نقشه • تصویر مستقیم • تصویر مایل • ترسیم زیگ • صحت و سقم تصویر مایل • تصویر اُمالُ گرافی • قاعده‌ی گسترش • قاعده‌ی گسترش در نقشه‌ی مملکت فرانسه • نقشه‌ی بحریه

[1] رض: نیست

	فصل پنجم: در تعریف کره‌ی هوا	• تعریف کره‌ی هوا و آلت بارمتر • فایده‌ی وجود کره‌ی هوا • انطفاء نور و انکسار شعاع
باب سیم: در احوال شمس	**فصل اول: در آن‌چه تعلق داشته باشد به حرکت مرئیه‌ی آفتاب**	• حرکت خاصه‌ی مرئی شمس • دایره‌ی منطقة البروج و اعتدالین و انقلابین و بروج • قطر مرئی آفتاب و تغییرش به حسب اوقات • صورت مدار مرئی آفتاب در حول زمین • اصول سطوح و لوازم آن • مبداء ابعاد نجومی • رصد وقت اعتدال و تنظیم ساعت‌آویز نجومی • تغییر بعد نجومی آفتاب
	فصل دویم: در معرفت واحد زمان و تعیین مقدار آن	• اختلاف شبانه‌روزهای شمسی حقیقی • تعریف زمان وسطی • مبداء شبانه‌روز و تعدیل الایام
	فصل سیم: در معرفت ساعت آفتابی	• ساعت افقی • ساعت قائم نصف النهاری • ساعت قائم منحرف
	فصل چهارم: در معرفت هفته و ماه و سال	• سال شمسی • تحقیق هفته و ترتیب ایام آن و مبداء آن • تحقیق ماه • معرفت ماه‌های مصری و یونانی و رومی • انواع سال شمسی • سال مصریان و سال واهی • سال یونانی و دوره‌ی منطس

		• سال رومی و سال عیسوی و تصرف گرگوار • قاعده‌ی شناختن ماه‌های سی روزه و سی و یک‌روزه‌ی سال مسیحی • در معرفت سال یهود • سال مسلمانان • سال چینیان • مبداء سال و تعریف قرن و مأته
	فصل پنجم: در معرفت تواریخ	• (تاریخ عالم • تاریخ المپی • تاریخ بنای رمه • تاریخ بخت نصر • تاریخ رومی • تاریخ عیسوی • تاریخ هجری • تاریخ فرس • تاریخ جلالی • اعیاد و ایام متبرکه‌ی اهل اسلام • اعیاد و ایام متبرکه‌ی نصاری و یهود • قاعده‌ی حساب و اعتبار سنین قبل از تاریخ • فصول اربعه
	فصل ششم: در بیان اختلاف طول ایام و لیالی	• کلیات احوال لیل و نهار • تغییر طول لیل و نهار افق مشخص • تغییر طول لیل و نهار هر شبانه‌روز[1] در آفاق مختلفه • قاعده‌ی استخراج ساعات ایام سال در آفاق مختلفه

[1] رض: شبان روز

		• صبح و شفق • عمده‌ی اسباب اختلاف هوا در هر موضع مشخصی از زمین • تقسیم صفحه‌ی زمین به اقالیم و مناطق مشهوره	
	فصل هفتم: در معرفت بُعد آفتاب از زمین و ابعاد خود آن جرم و حرکت وضعیه‌اش	• اختلاف منظر آفتاب • قطر آفتاب و حجمش و جوهرش و کثافتش • کلف‌های آفتاب و حرکت آن‌ها و حرکت وضعیه‌ی آفتاب • چگونگی کلف‌های آفتاب و ماهیت آن جرم	
	فصل هشتم: **در چند مطلب مختلفه که مربوط‌اند به آفتاب**	• ضوء منطقی • طول و عرض نجومی • تقدیم اعتدالین و لوازم آن • حرکت اوج و حضیض • تناقص میل کلی	
	فصل نهم: **در استخراج اختلاف منظر قمر و سیارات**		
	فصل دهم: **در اثبات حرکت انتقالی زمین در حول آفتاب**	• توجیه حرکت انتقالی آفتاب بر فرض حرکت زمین • تاریخ یافتن حرکت انتقالی زمین و هیأت بطلمیوس و کپرنیک و تیک برائه • چهار دلیل در حرکت انتقالی زمین • دلیل پنجم: عدول ثوابت • دلیل ششم: اختلاف منظر ثوابت	
باب چهارم	**فصل اول:** **در معرفت اهله‌ی قمر**	• قطر مرئی قمر و اهله‌ی آن و توجیه اهله • هلال و بدر و تربیع و نظرات خمس	

		• تهجیر قمر
	فصل دویم: **در حرکت خاصه‌ی قمر**	• قرص قمر و رصد قطر مرئی‌اش و بُعد و میل مرکزش • صورت مدار قمر • ادوار مختلفه‌ی قمر و ماه هلالی • عقدتین قمر و رجعت آن‌ها • رقص محور مدار قمر • حرکت حضیض قمر • فاصله‌ی قمر از زمین
	فصل سیم: **در آن‌چه مربوط باشد به خود جرم قمر**	• ابعاد باطنه‌ی جرم قمر و جوهر آن • کلف‌های قمر و حرکت وضعی‌اش • تزلزل عمومی جرم قمر • تزلزل طولی و عرضی و یومی قمر • جبال قمر و ارتفاعات آن‌ها • ماهیت جرم قمر • فقدان آب و هوا در حول جرم قمر
	فصل چهارم: **در معرفت خسوف و کسوف**	• تعریف خسوف و کسوف و سبب آن‌ها و تعریف ظل و شبه ظل • خسوف قمر و چگونگی آن و تأثیر شبه ظل • مداخلت هوا در خسوفات قمر • کسوفات آفتاب کلی و جزئی و حلقة النور • توجیه اهله‌ی کسوف آفتاب • کسوف واقع نشود جز در مقارنه • حالاتی که در اوقات کسوف اتفاق می‌افتد • تاریخ خسوف و کسوف و قاعده‌ی متقدمین و متأخرین در استخراج آن‌ها

		• بیان کثرت وقوع کسوف و خسوف نسبت به همدیگر به اعتباری • کسوف کواکب در ورای جرم قمر • تعیین طول بلد از روی بعد قمر از کواکب • فایده‌ی کسوفات شمس و قمر و کواکب در تصحیح تواریخ قدیم
باب پنجم: در احوال سیارات و اقمار آن‌ها	**فصل اول:** **در کلیات**	• اسامی سیارات عظام و ابعاد اوسط آن‌ها از آفتاب • حرکات سیارات به نظر ساکنان زمین • حرکات سیارات به نظر ساکنان آفتاب • بیان قواعد سه‌گانه‌ی کپلر و سیاره بودن زمین • معرفت قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی عالم و قواعد آن • میل مدارات سیارات از منطقة البروج • سیارات سفلیه و سیارات علویه و شرح اصطلاحات
	فصل دویم: **در احوالات سیارات سفلیه**	• حرکت مرئی سیاره‌ی سفلیه به نظر ساکنان زمین • صورت حرکت زهره بر سطح فلک • توجیه رجعت و اقامت سیاره‌ی سفلیه • احوال و خصوصیات زهره • اهله‌ی زهره • عبور زهره از برابر قرص آفتاب • تعیین اختلاف منظر آفتاب به رصد عبور زهره از برابر قرص او • در خصوص قمر زهره • احوال و خصوصیات عطارد و اهله‌ی آن و عبورش از برابر آفتاب

	فصل سیم: در احوال سیارات علویه	• حرکت مرئیه‌ی سیارات علویه به نظر ساکنان زمین • احوال و خصوصیات مریخ • احوال و خصوصیات مشتری • اقمار مشتری و خسوف آن‌ها • تعیین طول بلد به رصد خسوف اقمار مشتری • تاریخ یافتن سرعت نور • تعیین سرعت نور به رصد خسوف اقمار مشتری • احوال زحل • معرفت حلقه‌ی زحل • معرفت اقمار زحل و تاریخ یافتن آن‌ها • احوال اورانوس • تاریخ یافتن اورانوس • اقمار اورانوس • احوال نبتون و قمرش • تاریخ یافتن نبتون • معرفت قاعده‌ی بُد
	فصل چهار: در معرفت سیارات صغار	• تفصیل سیارات صغار به ترتیب زمان یافتن آن‌ها • تاریخ سیارات صغار و احوال آن‌ها • کلیات اوضاع عالم شمسی و توافق حرکات سیارات و اصول مدارات آن‌ها
باب ششم: در احوال ذوات الاذناب	**فصل اول: کلیات**	• تعریف ذوات الاذناب و هسته و گیسو و ذنب آن‌ها • قلت جوهر ذوات الاذناب • شکل مدارات ذوات الاذناب
	فصل دویم: در معرفت ذوات	• در معرفت ذوذنب هاله • ذوذنب انک • ذوذنب گامبارپابیه‌لا و انشقاق آن

	الاذناب دوریه	• ذوذنب فای
	فصل سیم: **در معرفت ذوات الاذناب طویل الدور**	
	فصل چهارم: **در بعضی از خصوصیات ذوات الاذناب**	• ذوات الاذنابی که در وسط النهار با چشم دیده شده‌اند • ده مسئله در خصوص ذوات الاذناب
باب هفتم: در معرفت حقیقت شهب و کرات آتشی و سقوط اجسام	**فصل اول:در معرفت شهب**	• ظهور شهب در لیالی مختلفه • ظهور شهب در سنین مختلفه • باریدن شهب
	فصل دویم: **در معرفت کرات آتشی**	
	فصل سیم: در معرفت سقوط اجسام	• تفصیل اجزای احجاری که بر زمین فرود آمده‌اند • سبب نزول اجسام • خرابی و هلاکتی که سقوط اجسام سبب شده‌اند
باب هشتم: در جزر و مد و زلزله و هیئت عامه	**فصل اول:** **در احوال جزر و مد**	• تعریف جزر و مد و بلند دریا و پست دریا • تغییر انخفاض و ارتفاع جزر و مد • تأخیر یومی جزر و مد • استقرار بنادر • اسباب ظهور جزر و مد • مقدار قوتی که سبب ظهور مد دریا شود • مداخلت حرکت وضعی زمین و حرکت انتقالی ماه در امور جزر و مد

		• تأثیر آفتاب در جزر و مد • ترکیب دو قوت آفتاب و ماه و قوت نتیجه • تأخیر ساعت جزر و مد
	فصل دوم: **در سبب زلزله**	
	فصل سیم: **در هیأت عام**	• هیأت عالم به نظر راصدی که در مرکز آفتاب و بر سطح ظاهرش باشد • اوضاع فلک به نظر راصد عطاردی • هیأت عالم به نظر راصد مشتری • هیأت عالم به نظر راصد زحلی • هیأت عالم به نظر راصد قمری
خاتمه		• در تعداد رصدخانه‌های معمور • تاریخ یافتن بعضی از مطالب نجومیه‌ی مشهوره • تاریخ یافتن بعضی از آلات رصدیه‌ی معروفه

اثبات قضایای فیزیکی

در ابتدای باب پنجم پس از معرفی قوانین کپلر چند اثبات محاسباتی و هندسی وجود دارد، که به بیان آن‌ها می‌پردازیم. نکته‌ی جالب این است که ترتیب قانون اول و دوم کپلر که در ابتدای باب پنجم بیان شده است، با شکل امروزی آن فرق دارد. ضمن اینکه در قانون سوم کپلر به جای اینکه از نیم محور بزرگ بیضی استفاده شود، از «فاصله‌ی متوسط سیاره از آفتاب» اسم برده شده است. پس از بیان این قوانین سه‌گانه، به قانون جاذبه‌ی نیوتن و قضیه‌ی پوسته‌ی گرانشی اشاره می‌شود و این قضایا مطرح می‌شوند:

۱- حرکت دایره‌ای ماه به دور زمین، نتیجه‌ی نیروی گرانش زمین است:

اثبات این مسئله در صفحات ٦٧٨ تا ٦٨٤ نسخه‌ی کتابخانه‌ی ملی آمده است. اگر بخواهیم اثبات نجم الدوله را با زبان امروزی بیان کنیم، چنین است:

سرعت یک جسم در حال سقوط (v)، از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$v = gt = \frac{F_g}{m}t$$

بنابراین اگر کل مدت حرکت t باشد، می‌توانیم سرعت متوسط را به این صورت به دست آوریم:

$$\bar{v} = \frac{v_۲ + v_۱}{۲} = \frac{gt + ۰}{۲} = \frac{gt}{۲} = \frac{F_g}{۲m}t$$

بنابراین سرعت متوسط متناسب است با نیروی گرانشی: «سرعت حرکتش به نسبت قوه‌ی محرکه است». پس میزان سقوطش از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$x = \bar{v}t = \frac{F_g}{۲m}t^۲ \qquad \text{(رابطه‌ی ۱)}$$

وقتی یک توپ را در نزدیکی سطح زمین، به صورت افقی شلیک می‌کنیم، به صورت یک خط مستقیم حرکت نمی‌کند. بلکه به مرور در راستای عمودی پایین می‌آید. میزانی که این توپ در مدت ۱ ثانیه در راستای عمودی پایین می‌آید دقیقاً برابر است با میزان سقوط آزاد یک توپ در مدت ۱ ثانیه. این مقدار بر حسب تجربه ٤.٩ متر است. حال فرض می‌کنیم که در محل مدار ماه، به ماه یک سرعت افقی داده‌ایم و ماه دارد به دلیل نیروی گرانش زمین سقوط می‌کند. میزان سقوط ماه در مدت ۱ ثانیه را با x_m و نیروی گرانش در مدار ماه را با $F_g{}'$ نشان می‌دهیم. طبق رابطه‌ی ۱:

$$\frac{x_m}{٤.٩\ m} = \frac{F_g{}'}{F_g}$$

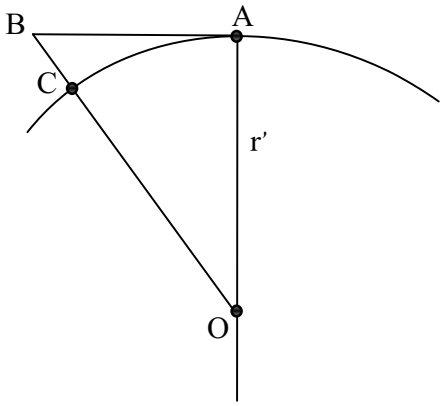
نسبت نیروی گرانش در مدار ماه ($F_g{}'$) به نیروی گرانش بر روی سطح زمین (F_g) را می‌توانیم طبق قانون جاذبه‌ی نیوتن این‌گونه جای گذاری کنیم:

$$\frac{x_m}{۴.۹\ m} = \frac{F_g{}'}{F_g} = \left(\frac{r}{r'}\right)^۲$$

که در رابطه‌ی بالا r شعاع زمین (۱۰۱۵ فرسنگ) و r' شعاع مداری ماه (۶۱۰۱۸ فرسنگ) است. با استفاده از این مقادیر:

$$x_m = ۰.۰۰۱۳۵۲\ m$$

حال با توجه به اینکه مدار ماه به دور زمین دایره‌ای است، محاسبه می‌کنیم که در مدت ۱ ثانیه ماه چقدر نسبت به خط مستقیم سقوط می‌کند(BC):



$$BC = OB - OC = \frac{r'}{Cos(AOB)} - r'$$

با داشتن دوره‌ی تناوب ماه، می‌توانیم زاویه‌ی (AOB) را محاسبه کنیم (میزانی که ماه در ۱ ثانیه به دور زمین می‌چرخد). با جای گذاری این مقدار و شعاع مداری ماه، مقدار زیر به دست می‌آید:

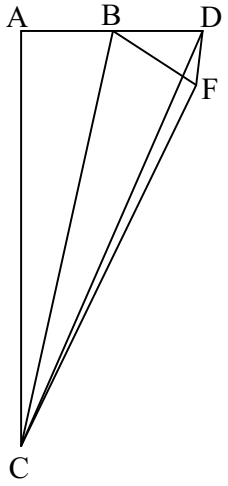
$$BC = ۰.۰۰۱۳۶۵\ m$$

به این ترتیب متوجه می‌شویم که «آنچه قمر ما را بر قرار داشته است در مداری که حول زمین دارد، قوتی است که همه روزه تأثیرش را در سطح زمین می‌بینیم، یعنی قوتی است که سبب سقوط اجسام ثقال می‌شود».

۲- اگر قاعده‌ی اول کپلر بر قرار باشد، نیرویی که به سیارات وارد می‌شود همیشه در راستای خورشید است:

اثبات این مسئله در صفحات ٦٨٥ تا ٦٨٧ نسخه‌ی کتابخانه‌ی ملی آمده است. نجم الدوله برای این قضیه یک اثبات هندسی ارائه می‌دهد، که در آن از هندسه‌ی دیفرانسیلی استفاده شده است. به این معنی که در این اثبات فرض شده است که نیرو به صورت پیوسته تغییر نمی‌کند. بلکه می‌توانیم در زمان‌های کوچک نیرو را ثابت فرض کنیم.

تصور کنید که در شکل زیر، سیاره در مدت زمان کوچکِ t از نقطه‌ی A به B برود. اگر نیروی گرانشی وجود نداشت، با سپری شدن مجدد این زمان سیاره از نقطه‌ی B به D می‌رسید:



اکنون می‌دانیم که به دلیل وجود نیروی گرانش، سیاره در مدت زمانِ t دوم از B به F می‌رود. طبق قاعده‌ی اول کپلر:

$$S_{ABC} = S_{BCF}$$

به این ترتیب متوجه می‌شویم که:

$$S_{BCD} = S_{BCF}$$

با توجه به اینکه قاعده‌ی این دو مثلث (یعنی خط BC) یکسان است، ارتفاع‌های آن‌ها باید با هم برابر باشد. بنابراین نتیجه می‌گیریم که DF و BC موازی هستند. با توجه به اینکه DF جهت نیروی وارد شده به سیاره در

زمان دوم است، نتیجه می‌گیریم که «قوتی که از خارج، سیاره را تحریک می‌کند، متوجه باشد به سمت مرکز آفتاب».

اصطلاحات

پیش از بیان احوال سیارات، نجم الدوله اصطلاحات نجومی مورد نیاز را معرفی کرده است (صفحات ٦٩١ تا ٦٩٥). برخی از این اصطلاحات معادل‌هایی هستند که او برای لغات اروپایی قرار داده است. در جدول این اصطلاحات را ملاحظه می‌کنید[1]:

واژه‌ی به کار رفته در «قانون ناصری»	واژه‌ی امروزی	معادل انگلیسی
سیارات سفلیه (داخله)	سیارات داخلی	Inner Planets
سیارات علویه (خارجه)	سیارات خارجی	Outer Planets
طول شمسی مرکز	طول دایرة البروجی خورشیدمرکزی (=طول سماوی خورشیدمرکزی)	Heliocentric Longitude
عرض شمسی مرکز	عرض دایرة البروجی خورشیدمرکزی (=عرض سماوی خورشیدمرکزی)	Heliocentric Latitude
طول ارضی مرکز (طول رسمی)	طول دایرة البروجی زمین‌مرکزی	Geocentric Longitude

[1] برای معادل‌های انگلیسی از این منبع استفاده شده است: طباطبایی، واژه نامه‌ی نجوم و احکام نجوم.

	(=طول سماوی زمین‌مرکزی)	
عرض ارضی مرکز (عرض رسمی)	عرض دایرة البروجی زمین‌مرکزی (=عرض سماوی زمین‌مرکزی)	Geocentric Latitude
عقدتین مدار	گره‌های مدار	Orbital Nodes
عقده‌ی صاعد	گره‌ی صعودی	Ascending Node
عقده‌ی هابط (ذنب)	گره‌ی نزولی	Descending Node
دوره‌ی نوبتی	دوره‌ی تناوب گرهی	Nodical Period
دوره‌ی نجومی	دوره‌ی تناوب نجومی	Sidereal Period
دوره‌ی اجتماعی	دوره‌ی تناوب هلالی	Synodic Period

غیر از این بخش در سایر قسمت‌های کتاب قانون ناصری نیز با معادل‌هایی که باید برای لغت‌های تازه انتخاب می‌شدند، روبه‌رو هستیم. مثلاً «جوهر» به معنای «جرم» به کار رفته است یا از واژه‌ی «قوت مایله» به عنوان معادل «نیروی گریز از مرکز» استفاده شده است.

منابعِ «قانون ناصری»

نجم‌الدوله مدعی است که «چنین کتاب جامعی در علم هیئت هنوز تألیف نشده، حتی در مملکت اروپا که غالب علوم به درجه‌ی کمال رسیده و نکته‌اش این است که حقیر در اکثر کتب معتبره که در این علم به لغت فرانسوی و انگلیسی نوشته شده، تتبّع دارد... در هیچ‌کدام مطالب مهمّه را چنین بسط نداده‌اند» (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ٤-۳). این ادعای او همراه با فهرستی از کتاب‌های عمومی نجوم به زبان انگلیسی و فرانسه بیان شده است که در دسترس نجم‌الدوله بوده است و احتمالاً باید منبع مطالب قانون

ناصری را در آن‌ها جستجو کرد. البته خود او این کتاب‌ها را نه به عنوان منابع، بلکه به عنوان کتبی که هیچ کدام به قوت کتاب او نیستند، می‌آورد:

۱- چهار جلد کتاب نجوم، نوشته‌ی اراگو، رئیس سابق رصدخانه‌ی دولتی پاریس

۲- دو جلد کتاب نجوم علمی و عملی، نوشته‌ی فرانکر.

۳- کتاب یک جلدی نجوم، نوشته‌ی هرشل انگلیسی.

٤- کتاب یک جلدی نجوم نوشته‌ی دلویه ، معلم مدرسه‌ی پلی تکنیک پاریس.

٥- کتاب دو جلدی نجوم نوشته‌ی بوسه کولانو

٦- کتاب یک جلدی هیأت نوشته‌ی کیکمن، معلم علوم ریاضی در پاریس (همان: ٤-۳).

در بین کتاب‌های بالا، شباهت مطالب قانون ناصری به کتاب نجوم همگانی آراگو[۱] به حدی زیاد است که می‌توان مهم‌ترین منبع مطالب «قانون ناصری» را همین کتاب دانست.[۲] البته در برخی موارد هم، مطالب قانون ناصری عیناً ترجمه‌ی کتاب آراگو هستند. نجم الدوله هرچند این موضوع را به صراحت بیان نمی‌کند، اما آن را کتمان هم نمی‌کند. او می‌گوید:

> تحریر این کتاب مستطاب را اگر نتوان تصنیف واقعی گفت، کم از تصانیف رسمیه نیست. چرا که تصنیف واقعی آن است که شخص خود مبتکر و مخترع مطالب و معانی باشد و ظاهر است که چنین تصانیف نادر است. اما تصانیف رسمیه با تألیف مرادف‌اند و در حقیقت این کتاب هم تألیف است و بعضی فقراتش ترجمه (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ آستان قدس رضوی: ٦).

کتاب نجوم همگانی آراگو در اواسط قرن ۱۹ میلادی، در چهار جلد منتشر شده است (Arago, *Astronomie populaire*) و دارای مطالب مفصل‌تری نسبت به کتاب قانون ناصری است. مثلاً برخی از مطالب کتاب آراگو، مانند فصل اپتیک آن، ما به ازایی در کتاب قانون ناصری ندارد. با اینکه اغلب مطالب قانون ناصری ترجمه‌ای از این کتاب است، اما از لحاظ چیدمان مطالب هرگز مانند کتاب آراگو نیست. فصل‌بندی قانون ناصری و تقدم و تأخر بعضی مطالب در آن به طور کلی با کتاب آراگو متفاوت است. گاهی مطالب موجود در

---

[۱] Astronomie populaire.

[۲] به عنوان نمونه ص۲٥۱ از نسخه‌ی رضوی دقیقاً ترجمه‌ی ص۳۸۹ از جلد اول کتاب آراگو است و ص۲۹۱ از نسخه‌ی رضوی ترجمه‌ی ص٤۳٦ و٤۳۷ از جلد اول کتاب آراگو است

قانون ناصری خلاصه شده‌ی برخی از مطالب آراگو است. مثلاً اطلاعات مربوط به دنباله‌دار هالی که در فصل دوم از باب ششم آمده است، خلاصه‌ای از مطالب فصل ٦ از مقاله‌ی ١٧ کتاب آراگو است (Arago, *Astronomie populaire, Vol.* ٢: ٢٧٨-٨٧). در مجموع نیز مطالب مفصلی که در این مقاله از کتاب آراگو آمده است، (از ص٢٦١ تا ٤٨٣ جلد دوم) در قانون ناصری خلاصه شده است.

	قانون ناصری	**کتاب‌های آراگو**
باب پنجم: در احوال سیارات و اقمار آن‌ها	فصل اول: در کلیات	نجوم همگانی، مقاله‌ی ٢٣
	فصل دویم: در احوالات سیارات سفلیه	نجوم همگانی، مقاله ی ١٨ و ١٩
	فصل سیم: در احوال سیارات علویه	نجوم همگانی، مقاله‌ی ٢٤، ٢٧، ٢٩، ٣٠ و ٣١
	فصل چهار: در معرفت سیارات صغار	نجوم همگانی، مقاله‌ی ٢٥
باب ششم: در احوال ذوات الاذناب.	فصل اول: کلیات	نجوم همگانی، مقاله‌ی ١٧، فصل ١ تا ٥
	فصل دویم: در معرفت ذوات الاذناب دوریه	نجوم همگانی، مقاله‌ی ١٧، فصل ٦ تا ٩
	فصل سیم: در معرفت ذوات الاذناب طویل الدور	نجوم همگانی، مقاله‌ی ١٧، فصل ١٢
	فصل چهارم: در بعضی از خصوصیات ذوات الاذناب	نجوم همگانی، مقاله‌ی ١٧، فصل ١٣ و «رساله‌ای درباره‌ی دنباله‌دارها»

نجم الدوله تا حد ممکن سعی کرده است، مطالب کتاب آراگو را در قانون ناصری بومی‌سازی کند. گذشته از واژه‌های معادلی که به کار برده است، تمام تاریخ‌های میلادی نیز به تاریخ هجری قمری تبدیل شده اند.

قسمت «در معرفت ابعاد حلقه» (ص٧٥٤ نسخه ملی)، دقیقاً اطلاعات جدول ص٤٣٩ از جلد٤ کتاب آراگو است. جدول فاصله و دوره‌ی تناوب اقمار زحل که در نمره‌ی ٣٤٥، «در معرفت اقمار» آمده است، دقیقاً ترجمه‌ی جدول ٤٦٠ از جلد٤ کتاب آراگو است و جدول تاریخ کشف اقمار زحل (نمره‌ی ٣٤٦، ص٧٦٠ از نسخه‌ی ملی) در ص٤٦٦ از جلد٤ کتاب آراگو آمده است. در این جدول‌ها تاریخ‌های میلادی به تاریخ هجری قمری تبدیل شده است. با بررسی این قسمت‌ها می‌توان متوجه شد که نجم الدوله چه واژه‌های فارسی را معادل کلمات فرانسوی

قرار داده است. مثلاً «دوره‌ی نجومی» را معادل «Révolution sidérale» و «بُعد» را معادل «Distance» قرار داده است. یا دوره‌ی تناوب‌هایی مانند $۱^{j}۸^{h}۵۳^{m}۷^{s}$ را به صورت $۱^{\text{روز}}۸^{\text{عت}}۵۳^{\text{قه}}۷^{\text{نیه}}$ نوشته است.

واحدهای اندازه‌گیری اروپایی هم همگی به واحدهای رایج در ایران (ذرع و فرسنگ) تبدیل شده‌اند تا برای مخاطب ایرانی قابل استفاده باشند. مثلاً اعدادی که در خصوص فاصله‌ی میماس از زحل، بر حسب فرسنگ فرانسوی در کتاب آراگو آمده است(جلد ٤، ص٤٦٦)، در قانون ناصری (نمره‌ی ٣٤٦، ص٧٦٠ از نسخه‌ی ملی) بر حسب فرسنگ بیان شده است. نحوه‌ی این معادل سازی را از حاشیه‌ای که بر یکی از صفحات قانون ناصری نوشته شده است، در می‌یابیم:

> ذرعی که ما اختیار کردیم، به طولی است که در عصر شاه عباس وضع شده و ما آن را به زحمات بسیار به دست آوردیم و ذرع شایع زمان ما، اندک کوتاه‌تر از اوست. بلکه در بازار ممکن نیست که دو ذرع به یک طول بیابیم و طول وسطیِ ذرع‌های رسمی یک متر و چهل میلی‌متر است. و حال آن‌که ما کسر را چهل و پنج میلی‌متر گرفتیم و یک متر معادل است با پانزده گره و چهار عشر گره از ذرع رسمی و حال آن‌که ما کسر را سه عشر کره گرفتیم و این اختلاف در فرسنگِ شش هزار ذرعی به بیست و نه ذرع می‌رسد (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ١٢٢١٤ آستان قدس رضوی: ٧١).

به این ترتیب متوجه می‌شویم که هر ذرع در نظر نجم الدوله، ١.٠٤٥ متر است. با توجه به اینکه او بارها تأکید می‌کند که فرسنگی که او به کار می‌برد، ٦ هزار ذرع است (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ١١٤٨٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٧٣١)، متوجه می‌شویم که هر فرسنگ نجم الدوله برابر است با ٦٢٧٠ متر.

تصاویری نیز که در کتاب نجم الدوله آمده است، عمدتاً از روی کتاب آراگو ترسیم شده است. مثلاً تصویر ص٦٩٩ از نسخه‌ی ملی دقیقاً تصویر ص ٢١٢ از جلد٢ کتاب آراگو است. شکل ص٤٨٧ از جلد دوم آراگو دقیقاً در مورد عطارد در قانون ناصری هم آمده است. شکل ص٣٥٧ از جلد دوم آراگو دقیقاً در خصوص گذر زهره در قانون ناصری آمده است. تصویر ص١١٧ در نسخه‌ی مجلس دقیقاً مشابه تصویر ص٤٦ از جلد٣ آراگو است. در بسیاری از شکل‌های باب ٥ و ٦ از قانون ناصری مرکز دایره با حرف س نشان داده شده که دقیقاً در شکل‌های مربوطه در کتاب آراگو با C نشان داده شده است.

در انتهای فصل چهارم از باب شش قانون ناصری، سؤال و جواب‌هایی در زمینه‌ی دنباله‌دارها و تأثیر آن‌ها بر روی کره‌ی زمین آمده است که منبعش کتابی از آراگو، در زمینه‌ی دنباله‌دارها است (Arago, A popular treatise

on comets). جالب است که نجم الدوله این سؤال و جواب‌ها را در سال ۱۲۹۸ ه.ق. عیناً در رساله‌ی کوچک ذوات الاذناب و بلید نیز آورده است (نجم الدوله، ذوات الاذناب و بلید).

نمونه‌ای از ترجمه‌ی نجم الدوله از کتاب آراگو:

Presque tous les satellites se meuvent dans des courbes parallèles au plan de l'anneau. L'orbite du dernier seulement est inclinée à ce plan d'environ 12° 14′. A l'époque de sa découverte, le huitième satellite disparaissait presque totalement quand il décrivait la partie orientale de son orbite ; il était, au contraire, très-visible dans le reste de sa course ; de là résultait la double conséquence que ce satellite n'était pas également lumineux dans tous les points de sa surface, et qu'il tournait sur lui-même, puisqu'il montrait toujours à la Terre la portion de son globe la plus obscure dans sa digression orientale ; on devait en conclure que dans cette même position il présentait sa région brillante à la planète, et qu'il tournait sur lui-même en un temps égal à celui de sa révolution autour de Saturne. Cette loi de l'égalité des temps de révolution et de rotation, nous l'avons déjà trouvée dans la Lune et dans les satellites de Jupiter : elle paraît donc une loi générale applicable à tous les satellites. En examinant attentivement le tableau précédent, sir John Herschel a fait une remarque que nous devons consigner ici, car elle influera beaucoup sur les valeurs des perturbations des satellites de Saturne, déduites de la théorie.	آراگو(ج٤، صص٤٦٠ و ٤٦١)
مدارات جمیع اقمار موازی هستند با سطح حلقه، به جز قمر آخر که قریب ۱۲ج ۱٤قه مایل است. قمر	قانون

ناصری (مل، صص ۷۵۶ و ۷۵۷)	هشتم در همان اوقاتی که یافته شد، چون به قطعه‌ی شرقی مدار خود می‌رسید، به کلی محو می‌شد و در مابقی محیط خوب ظاهر بود. پس از این حالت دو حکم استنباط گردید:اول آن‌که تمام صفحه‌ی این قمر به یک ضوء نیست، دویم آنکه در حول خود دوران می‌کند، چون که همیشه در کمال بُعد شرقی، صفحه‌ی تاریک‌ترش به سمت زمین واقع می‌شد و بنابراین در همان موضع صفحه‌ی روشن‌ترش مواجه کوکب بود. پس لازم آمد که دوره‌ی حرکت وضعی‌اش برابر باشد با دوره‌ی حرکت انتقالی‌اش و حکم اتحاد دوره‌ی حرکت انتقالی را با دوره‌ی حرکت وضعی در خصوص ماه زمین و در خصوص اقمار مشتری ثابت نمودیم، پس ظاهر آن است که این قاعده در حرکت همه‌ی اقمار عمومیت داشته باشد. بعضی از منجمان بعد از تأمل در جدول فوق روابط ذیل را فی‌مابین ادوار چهار قمر اول یافته‌اند:
توضیح	نجم الدوله به جای نام بردن از سِر جان هرشل، از «بعضی از منجمان» استفاده کرده است.
آراگو(ج٤، ص ٤٦١)	Le temps de la révolution du troisième satellite est double du temps de la révolution du premier. La durée de la révolution du quatrième est double de la durée de la révolution du second.
قانون ناصری (مل، ص ۷۵۷)	مدت یک دوره‌ی قمر سیم به تحقیق برابر است با مضاعف دوره ی قمر اول، و دوره‌ی قمر چهارم، مضاعف دویم است. و هر گاه قمر سیم را خارج کنیم در ۲۳۲.۸ روز، قمر اول ۲۴۷ دور می‌زند و قمر دویم ۱۷۰ دور و قمر چهارم ۸۵ دور. و هر گاه عدد ادوار را مضاعف کنیم در ٤٦٥ روز [و] ۱۸ ساعت، قمر اول ٤٩٤ دور می‌زند و قمر دویم ۳٤۰ دور و قمر سیم ۲٤۷ دور و قمر چهارم ۱۷۰ دور و مابین ادوار اجتماعیه‌ی سه قمر اول مشتری، سابق رابطه ذکر شد و آن را می‌توان به عبارت ذیل ادا نمود: در مدت ٤۳۷ روز [و] ۳ عت ٤٤ قه قمر اول ۲٤۷ دور می‌زند و در سه دقیقه کمتر از آن مدت قمر دویم ۱۲۳ دور و در ۹ دقیقه کمتر از همان مدت، قمر سیم ٦۱ دور می‌زند.
توضیح	عبارت موجود در کتاب آراگو، صرفاً جمله‌ی اول است. مابقی را نجم الدوله از منبع دیگری افزوده است. احتمالاً به همین دلیل به جای اینکه از هرشل نام ببرد، از «بعضی از منجمان» نام برده است.

آراگو(ج٤، ص ٤٦١)	L'anneau dont la planète est entourée empêche d'observer les éclipses des satellites de Saturne, et les passages de leurs ombres sur le corps de la planète ne peuvent même être remarqués que dans des circonstances fort rares. Je trouve cependant que le 2 novembre 1789, William Herschel vit nettement l'ombre du sixième satellite parcourir le disque brillant de la planète, observation qui suffirait à elle seule pour prouver que Saturne n'est pas lumineux par lui-même.
قانون ناصری (مل، ص ۷۵۸)	وجود حلقه مانع از رصد خسوف اقمار است و نیز از رؤیت عبور ظل آن‌ها از روی قرص کوکب به جز در حالات نادره. ولیکن در ۱۳ صفر ۱۲۰٤ هرشل واضح دید حرکت ظل قمر ششم را از برابر قرص درخشان کوکب و به همین رصد ثابت گشت که زحل به ذاته منیر نیست.
توضیح	تاریخ ۲ نوامبر ۱۷۸۹ به ۱۳ صفر ۱۲۰٤ تبدیل شده است.

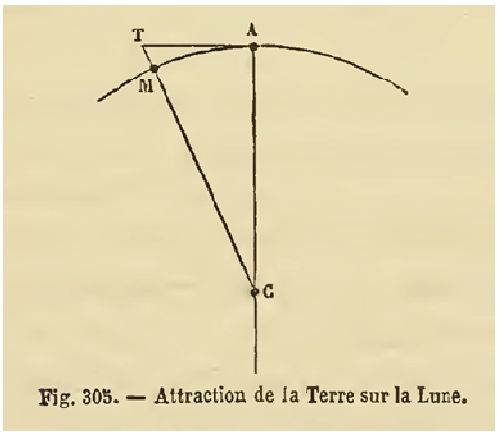
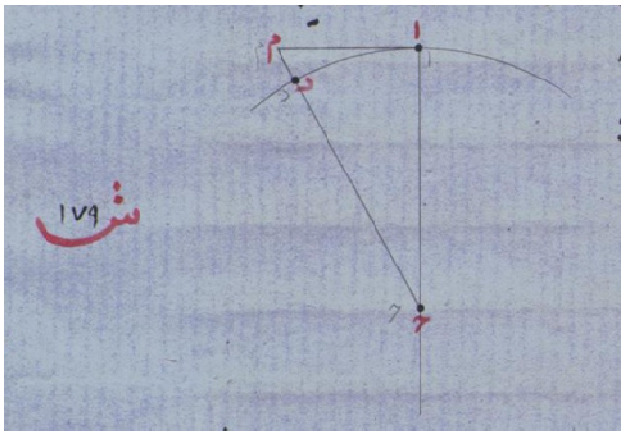


Fig. 305. — Attraction de la Terre sur la Lune.



شکل ۳۰۵ کتاب آراگو و شکل ۱۷۹ قانون ناصری

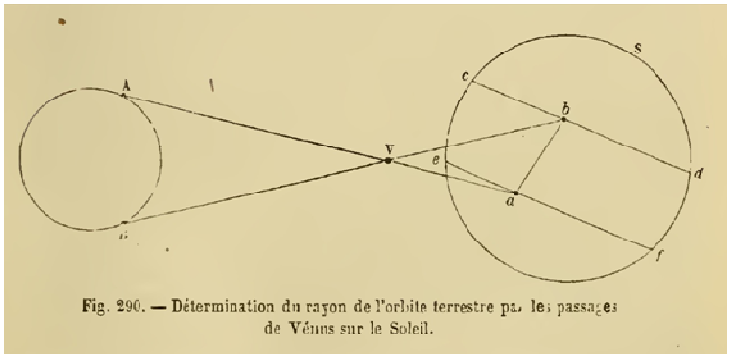
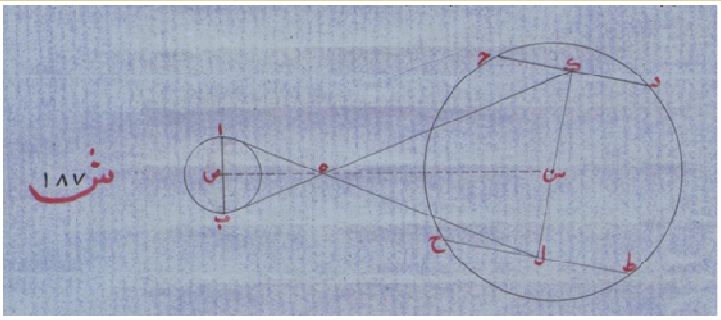


Fig. 290. — Détermination du rayon de l'orbite terrestre par les passages de Vénus sur le Soleil.



شکل ۲۹۰ کتاب آراگو و شکل ۱۸۷ قانون ناصری

فصل چهارم: تصحیح باب پنجم و ششم

مقدمه‌ی تصحیح

نسخه‌های متعددی از کتاب «قانون ناصری» موجود است که برخی از آن ها به قرار زیر است:

۱- کتابخانه‌ی ملی، با شماره‌ی ۱۱۸٤۸.

تنها جلد دوم کتاب است و تاریخ کتابت با تاریخ نگارش اثر (۱۲۸٤ه.ق.) یکسان است. خوش خط و خوانا است و دارای شکل است. ۲۰۸ برگ.

۲- کتابخانه‌ی آستان قدس رضوی، با شماره‌ی ۱۲۲۱٤.

کاتب محمدتقی و تاریخ پایان کتابت محرم ۱۳۰۹ه.ق. است. کاملاً خوانا است اما فاقد شکل. در ٦۰٦ برگ.

۳- کتابخانه‌ی آیت الله مرعشی نجفی، با شماره‌ی ۸۰۷۳ و ۸۰۷٤.

این دو نسخه، به ترتیب جلد اول و دوم قانون ناصری و ۲۱۵ و ۲۱۷ برگ هستند. ضمناً دارای شکل است.

٤- کتابخانه‌ی ملک، با شماره‌ی ۳٤٤٤ و ۳۲٦۰.

این دو نسخه به ترتیب جلد اول و دوم کتاب هستند. کاتب علی بن فضل الله مهندس تفرشی است و با خط شکسته‌ی نستعلیق نگاشته شده است که بعضی از قسمت‌های آن را به سختی می‌توان خواند. تاریخ پایان کتابت جلد اول ۱۵ ربیع الاول ۱۳۰۸ ه.ق. و پایان کتابت جلد دوم ۷ رجب ۱۳۰۸ ه.ق. است. این دو جلد به ترتیب ۱٤٤ و ۱٤٦ برگ هستند.

۵- کتابخانه‌ی مجلس، با شماره‌ی ٦۹۹۸.

توسط شاگرد مؤلف (نصرت طبیب قوچانی) کتابت شده است. تاریخ پایان کتابت پنجشنبه ٦ رجب ۱۲۸۸ ه.ق. است. به خط شکسته‌ی نستعلیق و در ٤۵۹ برگ.

۵- کتابخانه‌ی آستان قدس رضوی، با شماره‌ی ۹۸۸٤.

با نسخ خوش و در ۲۲۰ برگ نوشته شده است.

٦- کتابخانه‌ی شخصی آیت الله حسن زاده آملی.

از میان نسخه‌های بالا، دسترسی به ۵ نسخه‌ی اول امکان پذیر بود. از آنجایی که تاریخ کتابت نسخه‌ی کتابخانه‌ی ملی با تاریخ نگارش اصل اثر یکسان است، احتمال می‌رود که نسخه‌ی اولیه‌ی نجم الدوله باشد. این نسخه به عنوان نسخه‌ی اساس در نظر گرفته شد و متن آن با نسخه‌های ۲ و ۳، مقابله شد. در تصحیح نسخه از علائم اختصاری زیر استفاده شده است:

	علامت اختصاری
کتابخانه‌ی ملی، با شماره‌ی ۱۱۸٤۸	**مل**
کتابخانه‌ی آیت الله مرعشی نجفی، با شماره‌ی ۸۰۷٤	**نج**
کتابخانه‌ی آستان قدس رضوی، با شماره‌ی ۱۲۲۱٤	**رض**

بحثی درباره‌ی این سه نسخه:

الف) نسخه‌ی مل از لحاظ دقت نظر علمی به وضوح از سایر نسخه‌ها، صحیح‌تر است. به عنوان مثال در این نسخه قضیه‌ی پوسته‌های گرانشی چنین بیان شده است: «هرگاه دو جسمی که جاذب و مجذوب هم‌دیگراند کروی شکل باشند، تأثیر هر کدام هم‌چنان خواهد بود که فرض کنیم جوهرش در مرکزش جمع شده باشد... مشروط بر آن که اجزای هر کره متشابه باشند و یا اقلّا اجزای مختلفه در طبقات متحدة المرکز مرتب باشند». در نسخه‌های نج و رض، کلمه‌ی «متحدة المرکز» به اشتباه «مختلفة المرکز» نوشته شده است که به وضوح مفهوم علمی را نادرست جلوه می‌دهد (نجم الدوله، قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ٦۷۷). چنین اشتباه فاحشی را در تعریف «مقابله» نیز می‌بینیم که در نسخه‌های نج و رض، به اشتباه «مقارنه» نوشته شده است (همان: ٦۹٤). این مثال‌ها فراوان هستند. در جدول زیر به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

صفحه (از نسخه‌ی مل)	**مل**	**نج و رض**
٦۹۲	محاط است در مدار زمین	محاط است در زمین
٦۸۰	زرع	ضرب

۷٤۸	دکارت	کادرت
۷٦٥	حوت	چون
۷٦٦	هوایی بر او احاطه دارد	هوایی بر او احاطه ندارد
۷۸۱	بخار رقیقی	بخار حقیقی
۷۹۹	به سایر کواکب تعلق می‌گیرد	به سایر کواکب تعلق نمی‌گیرد
۸۳٤	یکی از فضلای معروف به کاردان	یکی از فضلای معروف کاردان

می‌توان از این مثال‌های متعدد، نتیجه گیری کرد که نسخه‌های نج و رض هم‌خانواده هستند و احتمالاً از روی نسخه‌ی یکسانی کتابت شده‌اند که ریشه‌ی این اشتباهات در آن نسخه است.

ب) در نسخه‌های نج و رض، برخی از اصطلاحات و واژه‌ها به صورت ساده‌تر و ملموس‌تر نوشته شده‌اند. همچنین سه تاریخ میلادی که در صفحه‌ی ۷۰۹ مل آمده است، در نسخ نج و رض به هجری قمری تبدیل شده‌اند. همچنین جدول صفحه‌ی ۷۱۰ مل در نسخ نج و رض تکمیل شده‌اند. جالب است که در نسخه‌ی ٦۹۹۸ مجلس که توسط شاگرد نجم الدوله نوشته شده است (در سال ۱۲۸۸ ه.ق.) ، این جدول هنوز ناقص است. برخی از تمایزهای نج و رض با مل که به نوعی ویرایش متن نجم الدوله هستند، از این قرار است:

صفحه (از نسخه‌ی مل)	**مل**	**نج و رض**
٦۷۸	بر همین نهج	بر همین نحو
٦۷۸	قهراً	قسراً
٦۷۸	به جهت اجسام جامده	برای اجسام جامده
۷۰۱	احتراق	مقارنه
۷۰٤	جدیدالبنا	جدید

۷۰۸	جوزهرین	عقدتین
۷۱۱	فرنگستان	اروپا
۷۲۰	ینگی دنیا	آمریکا
۷۲۰	شش صدیک	شش صدم

ج) نسخه‌ی نج به صورت جداگانه دارای ایرادات و اشکالات ویژه‌ای است. مثلاً وقتی در نسخه‌ی مل شکل ۱۸٤ با حروف مختلف علامت‌گذاری شده‌است (نجم الدوله، قانون ناصری. نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی: ۹۹-٦۷۰)، نج بارها «’د» را به صورت «د» نوشته است. در بسیاری از صفحات جمله‌هایی را به صورت کامل جا انداخته است.[1] به طوری که متوجه می‌شویم که کاتب آن حتی از مقدمات مبحث نیز بی‌اطلاع بوده است. مثلاً میل اورانوس را که کمتر از ۱ درجه است، به اشتباه ٦۰ درجه نوشته است. در حالی در ادامه‌ی متن آمده است: «محض تسهیل و اختصار، آن میول قلیله را منظور نمی‌آوریم» (همان: ۱-٦۹۰).

نمونه‌هایی از این ایرادات نسخه‌ی نج را در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

صفحه (از نسخه‌ی مل)	مل	نج
٦۷۸	ابعادش تغییر پذیرد	ابعادش پذیرد
٦۸۹	کپلر	کپکر
٦۹۰	کلیات احوال سیارات	کلمات احوال سیارات
٦۹۳	طول شمسی‌مرکز	طول شمسی
٦۹۳	قطع نظر کنید	قطع کنید
٦۹٥	مقارنه	مقاربه
٦۹۷	به سمت او نزدیک می‌شود	به سمت او نزدیک نزدیک می‌شویم

[1] مثلاً بخش‌هایی که به صفحات ۷۰۲، ۷۰٥، ۷۱۹ و ۷۷۹ نسخه‌ی مل مربوط است.

۷۰۱	به صفر رسد	به صفر نرسد
۷۷۳	۰.۰۸	۰.۵۸
بارها (از ۸۰۰ تا ۸۲۰)	ذوذنب	دوذنب
۸۱۹	۷٦ سال (تناوب دنباله‌دار هالی)	۷۱ سال

شیوه‌ی تصحیح:

۱) از نشانه‌های علامت‌گذاری مانند نقطه، ویرگول، دونقطه و ... استفاده کرده‌ام.

۲) جاهایی که احساس کرده‌ام در نوشته اصلی، حرف اضافه یا جمله‌ی کوتاهی جا افتاده است و وجودش برای خوانش صحیح ضروری است، آن را درون قلّاب ([]) اضافه کرده‌ام.

۳) وقتی یکی از نسخه‌ها فاقد کلمه یا جمله‌ای بودند، آن را در پاورقی با استفاده از علاومت «-» مشخص کرده‌ام. مثلاً «نج: - را» یعنی «را» در نسخه‌ی کتابخانه‌ی آیت الله مرعشی نجفی موجود نیست.

٤) در نسخه‌های خطی اعداد گاهی با عدد و گاهی با حروف نوشته‌اند که شکل اصلی آن‌ها در تصحیح رعایت شده است.

۵) بالای اعدادی که در دستگاه شصتگانی در نسخ خطی نوشته شده‌اند، «درجه»، «ساعت»، «دقیقه» و «ثانیه» به ترتیب با علامت اختصاری «جه»، «عت»، «قه» و «نیه» (البته بدون نقطه) آمده‌اند که من آن‌ها را به همین شکل (البته با نقطه) نوشته‌ام. اعداد شصت‌گانی گاهی از چپ به راست و گاهی از راست به چپ نوشته شده‌اند. مثلاً گاهی به صورت ۲جه ۲۵قه ٤۱نیه و گاهی به صورت نیه٤۱ قه۲۵ جه۲ نوشته شده است که من نیز به همین شکل آن‌ها را ضبط کرده‌ام.

٦)کلمه‌ی «به» در اکثر موارد به صورت «ب» به ابتدای کلمه‌ی بعد چسبیده بود که من آن‌ها را جدا نوشته‌ام. مانند «بتجربه» که به صورت «به تجربه» نوشته شده است.

۷) همزه‌ی روی «ه» با استفاده از «ی» منفصل نوشته شده است. مثلاً «قوه جاذبه» به صورت «قوه‌ی جاذبه» نوشت شده است. همچنین در نسخه‌ی خطی گاهی «ای» بعد از حرف «ه» نوشته نشده است که آن را اضافه کرده‌ام. مثلاً «در هیچ نقشه نیامده» به صورت «در هیچ نقشه‌ای نیامده» نوشته‌ام.

۸) جدانویسی تا حد ممکن رعایت شده است. مثلاً «اینست» را به صورت «این است» و «میشود» را به صورت «می‌شود» نوشته ام.

۹) بعضی از قسمت‌های نوشته، مانند عنوان باب‌ها و نمره‌ها و ارجاعات به شکل‌ها و نمره‌ها ... با رنگ قرمز نوشته شده‌است، که من آن‌ها را به صورت **تیره** نوشته‌ام. برای یک‌دست بودن متن، این کار در مواردی هم که عنوان یا ارجاعی درون متن قرمز نشده است، رعایت شده است. مثلاً «ش۱۸۰» (حتی اگر قرمز نبوده باشد) به صورت «**ش ۱۸۰**» نوشته شده است.

۱۰) حرف گ بدون سرکش و گاهی با گذاشتن سه نقطه در بالای آن مشخص شده است که به صورت امروزی و با سرکش نوشته شده است. مثلاً «هر کاه» به صورت «هر گاه».

۱۱) حرف «پ» گاهی با یک نقطه نوشته شده است که شکل صحیح آن را به کار برده‌ام. در جاهایی که شک داشته‌ام که آیا منظور حرف «ب» است یا «پ»، شکل اصلی آن را نگه داشته‌ام. مانند «نبتون» که به همین صورت نوشته شده است.

۱۲) برخی از کلماتی که با «ة» نوشته شده‌اند، چون امروزه به صورتی دیگر در فارسی نوشته می‌شوند، آن‌ها را با «ت» نوشته ام. مثل «مشابهة» که آن را به صورت «مشابهت» نوشته‌ام.

۱۳) در متن نسخه‌ی خطی حرف «ه» در آخر برخی لغات، به هنگام چسبیدن به حرف بعدی حذف شده است، مانند «نقشهای فلکی» که من به صورت «نقشه‌های فلکی» نوشته‌ام.

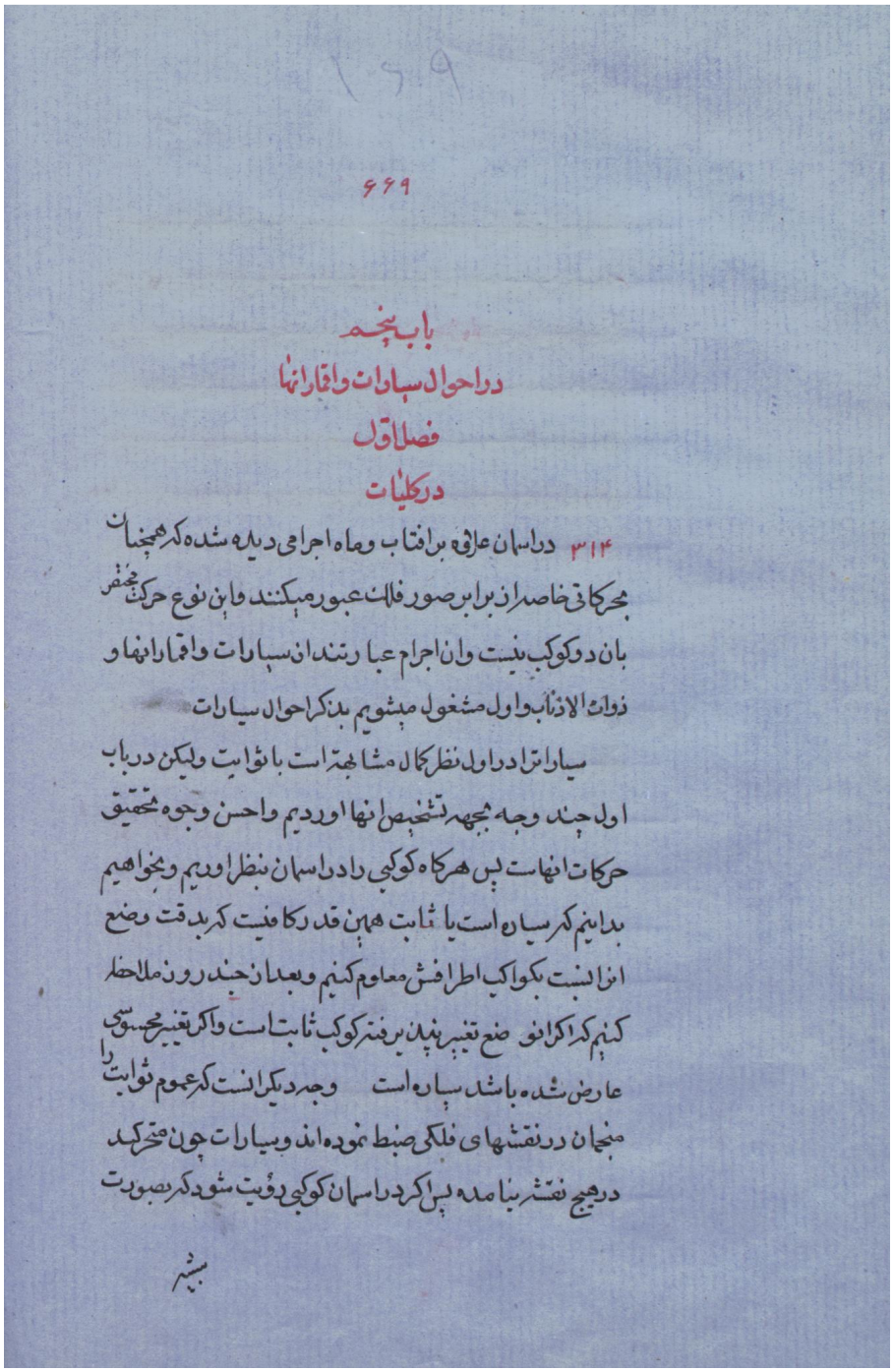
۱٤) برخی از کلمات مانند «قوة»، «دوم»، «نیوتن»، «متر»، «جزو» و ... به صورت مکرر در نسخه‌های بدل به صورت‌های دیگر مانند «قوه»، «دویم»، «نیوطن»، «مطر»، «جزء» و ... نوشته شده بودند که در این موارد به تفاوت نسخه‌ها اشاره نشده است.

۱۵) در شکل‌ها حرف «ج» به صورت «حـ» (بدون نقطه) نوشته شده‌اند که برای اجتناب از اینکه با «ح» اشتباه گرفته شوند، من آن‌ها را به صورت «ج» نوشته‌ام.

۱۶) در جایی که به وضوح نسخه‌ی اساس کلمه‌ای را اشتباه نوشته است، یا قسمت مهمی از نوشته را جاانداخته است، متن اصلی را بر اساس نسخه‌های بدل نوشته‌ام و در پاورقی به تفاوت نسخه‌ی اساس اشاره کرده‌ام. مثلاً در جدول صفحه‌ی ۸۰۷ از نسخه‌ی کتابخانه‌ی ملی دوبار جای کلمه‌ی «جوهر» خالی گذاشته شده است (شاید برای اینکه بعداً با رنگ قرمز نوشته شود) یا در صفحه‌ی ۶۸۷، به اشتباه به شکل ۱۸۰ با عبارت «ش ۱۸۱» اشاره شده است که باعث بدفهمی مطلب نیز خواهد شد.

۱۷) تمام شکل‌ها دقیقاً مشابه با شکل‌های نسخه‌ی مل ترسیم شده‌اند.

۱۸) آغاز هر صفحه‌ی نسخه‌ی مل با استفاده از عددی که بین دو «/» قرار گرفته، مشخص شده است. مثلاً «/۷۰۰/» نشان دهنده‌ی آغاز صفحه‌ی ۷۰۰ در مل است.



۶۶۹

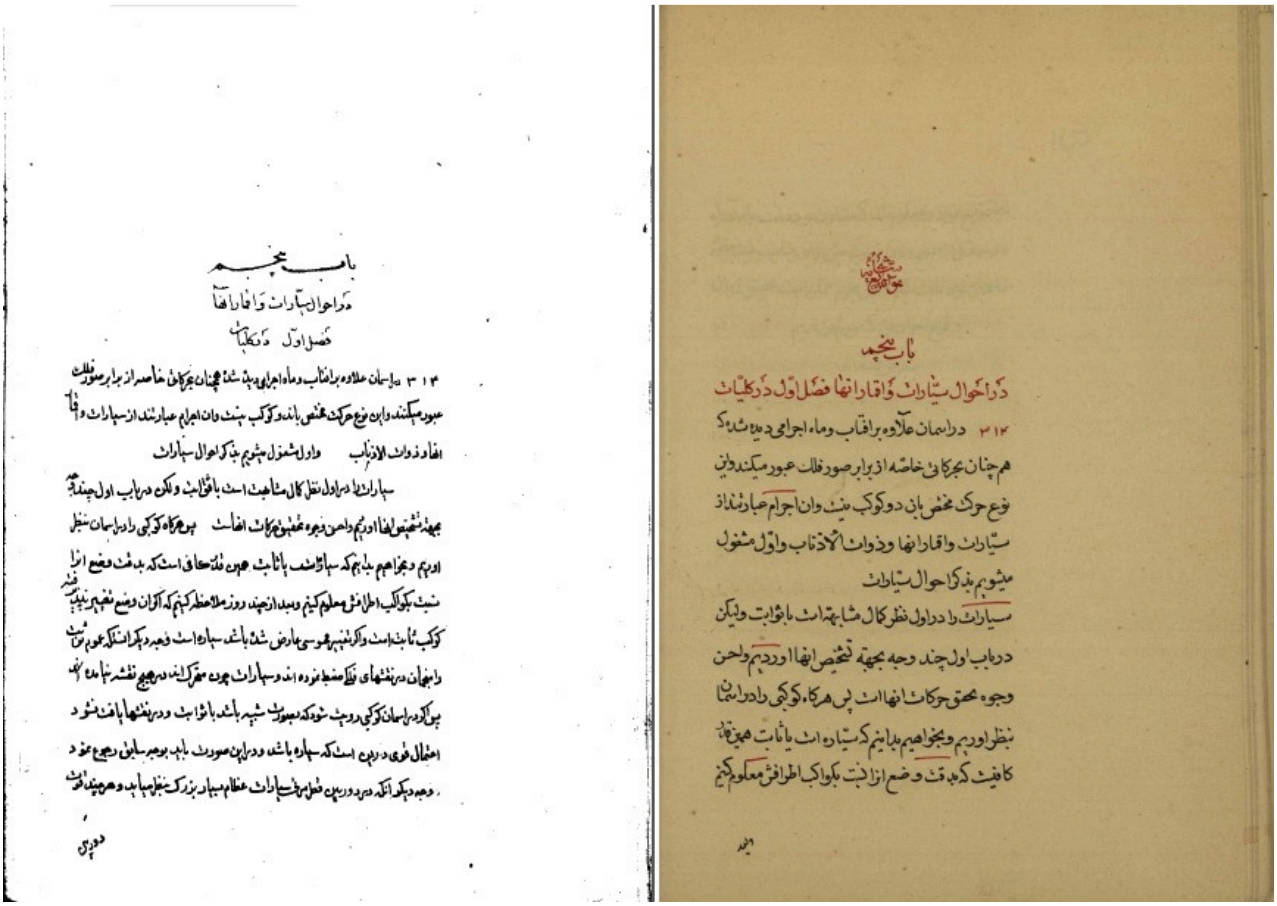
باب پنجم
در احوال سیارات و اقارانها
فصل اول
در کلیات

۳۱۴ در اسمان علاوه بر افتاب و ماه اجرامی دیده شده که همچنان
بحرکاتی خاصه از برابر صور فلک عبور میکنند و این نوع حرکت مخصوص
بان دو کوکب نیست و ان اجرام عبارتند از سیارات و اقارانها و
ذوات الاذناب و اول مشغول میشویم بذکر احوال سیارات

سیارات را در اول نظر کمال مشابهت است با ثوابت ولیکن در باب
اول چند وجه بجهة تشخیص انها اوردیم و احسن وجوه تحقیق
حرکات انهاست پس هرگاه کوکبی را در اسمان بنظر اوریم و بخواهیم
بدانیم که سیاره است یا ثابت همین قدر کافیست که بدقت وضع
انرا نسبت بکواکب اطرافش معلوم کنیم و بعد از چند روز ملاحظه
کنیم که اگر انوضع تغییر پذیرفته کوکب ثابت است و اگر تغییر محسوسی
عارض شده باشد سیاره است وجه دیگر انست که عموم ثوابت را
منجمان در نقشهای فلکی ضبط نموده اند و سیارات چون متحرکند
در هیچ نقشه نیامده پس اگر در اسمان کوکبی رؤیت شود که بصورت

بیشتر

ابتدای باب پنجم از نسخه‌ی مل.



باب پنجم
در احوال سیارات و اقارانها
فصل اول در کلیات

۳۱۴ در اسمان علاوه بر افتاب و ماه اجرامی دیده شده که هم چنان بحرکات خاصه از برابر صور فلک عبور میکنند و این نوع حرکت مختص باند و کوکب ثابت و ان اجرام عبارتند از سیارات و اقمار ذوات الاذناب و اول مشغول میشویم بذکر احوال سیارات

سیارات را در اول نظر کمال مشابهت است با ثوابت و لکن در باب اول چند وجه تخصیص انها اوردیم و لحن وجوه محرکات انهاست پس هر کاه کوکبی را در اسمان بنظر اوریم و بخواهیم بدانیم که سیاره است یا ثابت همین قدر کافیست که دقت کنیم در وضع ان از ثوابت بکواکب اطرافش معلوم کنیم که اکر ان وضع تغییر پذیرد کوکب ثابت است و اکر نه سیاره است و بعد از چند روز ملاحظه کنیم که اکر ان وضع تغییر پذیرد کوکب ثابت است و اکر نه سیاره است و بعد دیکر انکه عموم ثوابت را میتوان در نقشهای فلکی ضبط نموده اند و سیارات چون متحرکند در هیچ نقشه نیامده پس اکر در اسمان کوکبی رویت شود که بصورت شبیه باشد با ثوابت و در نقشها یافت نشود احتمال قوی در این است که سیاره باشد و در این صورت باید بوضع سابق رجوع نمود و وجه دیکر انکه در دوربین قطر هیئت سیارات عظام بسیار بزرک بنظر میاید و هر چند ثوابت

باب پنجم
در احوال سیارات و اقارانها فصل اول در کلیات
۳۱۴ در اسمان علاوه بر افتاب و ماه اجرامی دیده شده که هم چنان بحرکات خاصه از برابر صور فلک عبور میکنند و این نوع حرکت مختص باند و کوکب ثابت و ان اجرام عبارتند از سیارات و اقارانها و ذوات الاذناب و اول مشغول میشویم بذکر احوال سیارات
سیارات را در اول نظر کمال مشابهت است با ثوابت و لکن در باب اول چند وجه تخصیص انها اوردیم و لحن وجوه محرکات انهاست پس هر کاه کوکبی را در اسمان بنظر اوریم و بخواهیم بدانیم که سیاره است یا ثابت همین قدر کافیست که دقت و ضع ان از ثابت بکواکب اطرافش معلوم کنیم

ابتدای باب پنجم در نسخه رض(سمت راست) و نج (سمت چپ).

متن باب پنجم و ششم

/٦٦٩/

[1]باب پنجم: در احوال سیارات و اقمار آنها

فصل اول: در کلیات

٣١٤

در آسمان علاوه بر آفتاب و ماه، اجرامی دیده شده که[2] همچنان به حرکاتی خاصه از برابر صور فلک عبور می‌کنند و این نوع حرکت مختص به آن دو کوکب نیست و آن اجرام عبارت‌اند از: سیارات و اقمار آنها و ذوات الاذناب. و اول مشغول می‌شویم به ذکر احوال سیارات:

سیارات را در اول نظر کمال مشابهت است با ثوابت ولیکن[3] در باب اول، چند وجه به جهت تشخیص آن‌ها آوردیم و احسن وجوه تحقیق حرکات آن‌هاست. پس هرگاه کوکبی را در آسمان به نظر آوریم و بخواهیم بدانیم که سیاره است یا ثابت، همین‌قدر کافی‌ست که به دقت وضع آن را نسبت به کواکب اطرافش معلوم کنیم و بعد از چند روز ملاحظه کنیم که اگر آن وضع تغییر نپذیرفته، کوکب ثابت است و اگر تغییر محسوسی عارض شده باشد، سیاره است. وجه دیگر آن است که عموم ثوابت را منجمان در نقشه‌های فلکی ضبط نموده‌اند و سیارات چون متحرک‌اند، در هیچ نقشه‌ای نیامده [اند]. پس اگر در آسمان کوکبی رؤیت شود که به صورت /٦٧٠/ شبیه باشد با ثوابت و در نقشه‌ها یافت نشود، احتمال قوی در این است که سیاره باشد و در این صورت باید به وجه سابق رجوع نمود. وجه دیگر آن که در دوربین، قطر مرئی سیارات عظام بسیار بزرگ به نظر می‌آید. و هرچند قوت دوربین بیشتر باشد بزرگ‌تر. و ثوابت همیشه در دوربین نقطه‌ای بیش نمی‌نمایند. وجه دیگر آن که با دیده‌ی ما، ثوابت صاحب لحظاتند[i] و سیارات را چندان لحظه نیست و جمیع این وجوه در باب اول به تفصیل ذکر شده.

---

[1] {در ابتدای رض جمله‌ی ناخوانایی نوشته شده است: «هو الله ... شأنه}.

[2] نج: - که

[3] نج: ولکن

۳۱۵ در اسامی سیارات عظام و ابعاد اوسط آنها از آفتاب:

عدد سیارات عظام به انضمام زمین هشت است. **ن۳۱۹**. و ما اسامی این سیارات هشت‌گانه را با ابعاد اوسطشان از آفتاب، به حسب نصف قطر اوسط مدار زمین، در جدول آوردیم و علاماتی را که منجمان ایران و فرنگستان به جهت آن‌ها قرار داده‌اند، نیز ضبط نمودیم.[۱]

سیارات عظام	علامات ایرانی	علامات فرنگی	ابعاد اوسط سیارات از آفتاب، به حسب نصف قطر مدار زمین	سیارات عظام	علامات ایرانی	علامات فرنگی	ابعاد اوسط سیارات از آفتاب، به حسب نصف قطر مدار زمین
عطارد	د	☿	۰/۳۸۷۰۹۸۵	مشتری	ی	♃	۵/۲۰۲۷۹۸[۲]
زهره	ه	♀	۰/۷۲۳۳۳۱۷	زحل	ل	♄	۹/۵۳۸۸۵۲
ارض	ص[۳]	♁	۱/۰۰۰۰۰۰۰	اورانوس	س	♅	۱۹/۱۸۲۷۳۰
مریخ	ح[۴]	♂	۱/۵۲۳۶۹۱۰	نپتون	ن	♆	۳۰/۰۴۰۰۰۰

علاوه بر این هشت سیاره، منجمان عصر ما سیارات صغار عدیده‌ای به تدریج[۵] /۶۷۱/ یافته‌اند. که در مقام خود شرح می‌دهیم. و در زمان قدیم زمین را از سیارات نمی‌دانستند و آفتاب و ماه را در سلک آن‌ها مندرج می‌ساختند و عدد سیارات نزد ایشان هفت بود و نیّر اعظم و اصغر و پنج سیاره‌ی واقعی یعنی عطارد و زهره و مریخ و مشتری و زحل، و این هر پنج از قدیم معروف بوده. چون که با چشم مرئی هستند و تاریخ هیچ‌کدام در کتب

---

[۱] رض: {برخی از اعداد جدول ناخونا}.

[۲] رض: ۵.۲۰۲۷۹۷

[۳] نج و رض: ض

[۴] نج و رض: خ

[۵] نج و رض: - به تدریج

مورخین ضبط نیست. و اُورانُوس را ویلیامس هِرشِل[ii] در بات[1]، روز[2] ۱۳ مارث ۱۷۸۱ مسیحی مطابق با ۱۸ ربیع الاول ۱۱۹۵ هجری یافت و نِپتُون را موسیو لُوِریه[iii] رئیس رصدخانه‌ی پاریس، اول ژوَن ۱۸٤٦ عیسوی[3]، مطابق با ۷ جمادی الاخر ۱۲٦۲[4] هجری از وجودش خبر داد و موسیو گال[iv]، منجم پِرُوسی در بِرْلَن، ۳ شوال[5] او را یافت و سیارات صغار از سال ۱۲۱۵ به تدریج دیده شده‌اند[6] و اکثر آنها را به خصوص در این سنوات رؤیت نموده‌اند.

۳۱٦ در حرکت[7] سیارات به نظر ساکنان زمین

چگونگی حرکات سیارات را به همان وجه معلوم کنند که در خصوص حرکت مرئی آفتاب و ماه ذکر شد. پس باید همه روز[ه]، بُعد و مِیل هر سیاره را رصد نماییم و از روی آنها[8] طول و عرض یومی را استخراج کنیم و به حسب آن‌ها موضع مرئی کوکب را روز به روز بر صفحه‌ی کره‌ی مصنوعه نشان کنیم و چون[9] این اعمال را به جا[10] آوریم، اول ظاهر می‌شود که کوکب به حرکتی خاصه[11] متحرک است و بعد از آن تفصیل ذیل به ثبوت می‌رسد:

---

[1] نج: باب

[2] نج: - روز

[3] مل: عیسی

[4] نج: ۱۲٦۳

[5] نج: سوال

[6] نج و رض: شدند

[7] نج و رض: حرکات

[8] نج و رض: از آن روی

[9] رض: حون

[10] نج و رض: جای

[11] نج و رض: حرکت خاصی

در سطح کره‌ی مصنوعه که به مرکز زمین توهم شده، مدار مرئی سیارات را هیچ مشابهت نیست با دو مدار نیرین که سابق بر آن سطح رسم شده بود. چرا که /٦٧٢/مدار هر سیاره به شکل لولب[1] است و گاه از مغرب به سمت مشرق بر توالی متوجه است و گاه بر خلاف توالی از مشرق به سمت مغرب. و چون سیاره را چند روز متوالی رصد کنیم و ابتدا مستقیم باشد، یعنی طولش بر توالی ترقی کند، بعد از مدتی می‌بینیم که حرکت طولی به تدریج بطئی می‌شود[2] و آخر چندی توقف می‌کند و در این صورت کوکب را مقیم گویند و حالتش را اقامت. و بعد راجع می‌شود. یعنی آن حرکتِ بر توالی مبدل می‌شود به حرکت بر خلاف توالی. و طول کوکب روی به تناقص می‌نهد و ساعت ممرش همه روز مقدم می‌شود بر ساعت ممر کواکبی که روز سابق به اتفاق او مرور کردند به دایره‌ی نصف النهار. و بعد از چند روزی حرکت راجع روی به بطیء[2] می‌گذارد تا کوکب باز مقیم شود و بعد[3] استقامت عود کند و به ترتیب مذکور مبدل شود به اقامت و بعد به رجعت و هکذا بی شمار. ولیکن در هر سیاره، مجموع حرکات بر توالی بیشتر است از مجموع حرکات بر خلاف توالی و لهذا کوکب به مقدار فضل[4] این حرکت[5]، محیط فلک را طی کند. با وجود آن همه احوال و به سبب این احوال است که صورت مدارش بر صفحه‌ی کره‌ی مصنوعه غیر منتظم[6] گردید و آن‌چه ذکر شد در همه‌ی سیارات به نظر رسیده و از این جهت منجمان[7] آن‌ها را متحیره گویند و مدار هر سیاره بر صفحه‌ی آن[8] کره نیمه‌اش در شمال منطقة البروج افتاده و نیمه‌اش در جنوب و بنابراین همچنان که طولش تغییر می‌پذیرفت، عرضش نیز متغیر شود ولیکن از حد مشخص قلیلی[9] تجاوز نکند.

---

[1] نج و رض: مدار هر سیاره لولب شکل

[2] نج و رض: بطؤ

[3] نج و رض: بعد از

[4] نج و رض: آن فضل

[5] نج و رض: - این حرکت

[6] نج و رض: غیر منظم

[7] نج: - منجمان

[8] نج و رض: بر سطح آن

[9] نج و رض: حد مشخص نزدیکی

سیارات عظام چندان[1] از دایره منطقة البروج دور نشوند و عروض شمالی یا جنوبی‌شان با همه‌ی تغییراتی که دارند، از هشت درجه تجاوز نکنند و به عبارة اخری /٦٧٣/ خارج نشوند از آن منطقه که معروف است به منطقة البروج. **ن ١٤٣**[2]. و دو عدد از این سیارات، عطارد و زهره، به نظر ما در ضمن حرکت طولی خود، همراهی می‌کنند آفتاب را در حرکت انتقالیه که حول[3] منطقة البروج دارد و هر کدام از آن دو گاه در سمت غربیِ آفتاب می‌افتد و گاه در سمت شرقی‌اش. ولیکن تا حدی مشخص[4] از او دور می‌شوند و سه سیاره‌ی دیگر گاه در شمال منطقه می‌افتند و گاه در جنوب. و در طول منطقه گاه مستقیم‌اند و گاه راجع. ولیکن ملازمت آفتاب را اختیار ننموده‌اند و اختلاف مابین طول هر کدام و طول آفتاب از صفر درجه می‌رسد به سیصد و شصت درجه.

پس این بی‌انتظامی و آن حالات غریبه که در حرکات سیارات ملاحظه شد، مدت‌ها منجمان را مشغول داشت و به جهت[5] توجیه آن‌ها چند نوع هیئت وضع نمودند و به وجود افلاک عدیده قائل شدند، چنانچه در فصل دهم از باب سیم ذکر شد،[6] و عاقبت به مقصود نرسیدند. تا چون[7] آفتاب را به جای زمین، مرکز جمیع حرکات قرار دادند. به وجه احسن و اکمل همه‌ی حالات و خصوصیات واضح و مبرهن گردید.

٣١٧ در حرکات سیارات به نظر ساکنان آفتاب

اکنون بر همه کس معلوم شده که بی‌انتظامی حرکات سیارات همین به ظاهر است نه آنکه حقیقت داشته باشد. و سببش خروج زمین است از مرکز آن حرکات. و در واقع هر سیاره را حول آفتاب مدار مستوی قریب الاستداره است و صورت آن مدار خطی است بیضی[8] نه چندان مستطیل. و آفتاب در یکی از دو کانونش واقع

---

[1] رض: چند

[2] نج و رض: ن١٤٤

[3] نج و رض: در حول

[4] نج و رض: حد مشخصی

[5] نج و رض: و برای

[6] نج و رض: بدون این جمله

[7] نج و رض: تا آن وقت که

[8] نج: بیضا

است. پس /٦٧٤/ اگر شخصی در مرکز آفتاب نشیند، هر سیاره را در حول خود، همیشه بر توالی بروج متحرک می‌بیند، همچنان که ما قمر را در حول زمین. و چنانچه عن قریب مبین می‌شود، همین دورافتادگیِ زمین از آفتاب که مرکز حرکات سیارات است، کافی است[1] در توجیه همه‌ی بی‌انتظامی‌ها[2] که به نظر ما در آن حرکات عارض می‌شوند و بالفعل مناسب آن است که مشغول شویم به ذکر قواعد عمومیه[3]ی حرکات سیارات.

در بیان قواعد کپلر[vi]

۳۱۸

حرکات خاصه‌ی[4] جمیع سیارات بر وفق قواعد سه گانه‌ی کپلر است. و اگرچه آن‌ها را تاکنون در چند موضع کتاب آورده‌ایم[5]، ولیکن[6] این مقام اَنسب[vii] است:

قاعده‌ی اول

هر سیاره[7] در حول آفتاب، مداری مستوی بر وجهی طی نماید که نصف قطر متحرکش، که خط واصل مابین مرکزش و مرکز آفتاب باشد، در ازمنه‌ی متساویه قطاعات متساویه پیماید. یعنی که نسبت مابین سطوح[8] قطاعاتی که به حرکت آن نصف قطر در ازمنه‌ی متخلفه توهم شوند، مثل نسبت مابین آن[9] ازمنه است.

---

[1] نج: بدون است

[2] نج و رض: بی‌انتظامی‌هایی

[3] نج و رض: عمومی

[4] نج و رض: - خاصه

[5] نج و رض: آوردیم

[6] نج: ولکن

[7] نج: هر سیاره‌ای که

[8] نج و رض: - سطوح

[9] نج و رض: - آن

قاعده‌ی دویم

مدار هر سیاره در حول آفتاب، خطی است بیضی[۱]. چنان که آفتاب بر یکی از دو کانونش باشد.

قاعده‌ی سیم

نسبت مجذور زمانِ یک‌دور حرکتِ هر سیاره در حول آفتاب، به مجذور زمان[۲] یک‌دور حرکت سیاره‌ی دیگر، مثل نسبت مکعب فاصله‌ی متوسطه‌ی[۳] سیاره‌ی اول است[۴] از آفتاب به مکعب فاصله‌ی متوسطه‌ی[۵] سیاره‌ی دیگر.

/۶۷۵/

این قواعد سه گانه را به رصد معلوم نموده‌اند و ابتدا کِپْلِر دو قاعده‌ی اول را وضع نمود، بعد از آنکه به دقت رصد کرد حرکات سیارات، به خصوص مریخ را که استطاله‌ی مدار بیضی‌اش اندک[ـی] بیشتر از سایر است و سنجید نتایج ارصاد خود را با آنچه تیکْ بِرائه[viii] در خصوص همان کوکب یافته بود. و آن وقت من باب تحقیق دو قاعده را در سایر سیارات و در زمین جاری ساخت و معلوم نمود که جمیع خصوصیات حرکات آن اجرام بر فرض مرکز بودن آفتاب، موافق است با هر دو. و بُعد ابعاد اوسط[۶] سیارات را از آفتاب سنجید با مدت ادوار نجومی آنها تا قاعده‌ی سیم استنباط گشت و این ارصاد و اعمال کپلر مدت ۱۷ سال به طول انجامید.

بی‌فایده است در این مقام تفصیل قواعد رصدیه که منجمان معمول دارند در تعیین قانون حرکت هر سیاره در حول آفتاب، همچنان که کپلر در خصوص مریخ معمول داشت، و همین قدر[۷] گوییم[۱] که اگر راصد در آفتاب

---

[۱] نج: بیضا

[۲] نج: - زمان

[۳] نج و رض: مکعب بُعد اوسط

[۴] نج: سیاره‌ی اوست

[۵] نج و رض: بُعد اوسط

[۶] نج و رض: متوسط

[۷] نج و رض: - قدر

بود، تحقیق این مسئله اشکالی نداشت و حال که ما در زمین هستیم باید به دستوری که در خصوص آفتاب و ماه ذکر شده، روز به روز به رصد معلوم کنیم موضع هر سیاره و موضع آفتاب را نسبت به مرکز زمین و به ترکیب آن مقادیر، اوضاع کوکب را نسبت به آفتاب مشخص کنیم. پس اگر آن اوضاع به[۲] همدیگر نزدیک باشند، روابط مابین‌شان[۳] به دست می‌آید. یعنی قاعده‌ی حرکت سیارات نسبت به آفتاب معلوم می‌شود.

۳۱۹ زمین ما سیاره است

در باب سیم دو قاعده‌ی اول کپلر را /٦٧٦/ ابتدا در حرکت مرئی آفتاب ثابت نمودیم و بعد از آن به طریق برهان بیان کردیم که حرکت انتقالی آفتاب را حقیقتی نیست و در واقع زمین را حول آفتاب مداری ست به عینه مساوی با مدار مرئی او. و در این خصوص فصلی مشبع و دلایلی عدیده آوردیم. پس بنابر این حرکت انتقالی زمین را در حول آفتاب کمال موافقت است با همان دو قاعده. و قاعده‌ی سیم چون رابطه‌ای است مابین حرکات سیارات مختلفه، بعد از آن که زمین را در سلک سیارات[٤] مندرج سازیم و حرکت آن را به حرکات سایر بسنجیم معلوم می‌شود که آن قاعده نیز فی‌مابین[٥] او و[٦] یک یک از مابقی جاری ست. و سابق اشارتی رفت که اگر خواهیم این قاعده را بر فرض سکون زمین در حرکت نیرین جاری کنیم، لازم آید که مدت دور آفتاب عوض یک سال، ٤٧٥ سال باشد. و حال آن که اگر زمین را متحرک دانیم، هر سه قاعده در حرکات جمیع سیارات به انضمام زمین موافق است. پس در این صورت هیچ شبهه‌ای در سیاره بودن زمین و در حرکت انتقالی‌اش حول آفتاب باقی نمی‌ماند.

در معرفت قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی عالم

---

[۱] نج: گویی

[۲] نج و رض: نسبت به

[۳] نج و رض: مابین ایشان

[٤] نج و رض: را جزء سیارات

[٥] نج و رض: نیز مابین

[٦] نج: - و

بعد از آن که نیوتن[ix] در قواعد کپلر تعمق نمود، خواست معلوم کند علتی را که در سیارات مؤثر گشته و هر کدام را بر وفق قواعد کلیه‌ی کِپْلِرْ در عالم سیر می‌دهد. پس به اعمال زیاد یافت آن علت[۱] را، که مبنای وجود عالم شمسی است و تفصیل آن در این کتاب نگنجد. و بر وجه مختصر نتایج افکار او از قراری ست که ذکر می‌شود.

نیوتن سه قاعده در تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی عالم یافته است و هر سه /۶۷۷/ در عبارت ذیل مندرج است:

هر دو جسم صغیری که در عالم فرض کنیم،چون دو جوهر فرد، به هر فاصله‌ای باشند به سمت همدیگر میل می‌کنند، مثل آن که جاذب و مجذوب هم‌دیگر باشند، و دو قوتی که از آن‌ها به ظهور می‌رسد، متخالفی الجهت‌اند. در طول خط مستقیمی که واصل باشد مابین آن دو جسم. و درجه‌ی هر کدام به نسبت مقدار جوهر جسمی است که آن قوه[۲] در او عارض شده و به عکس نسبت مجذور فاصله‌ی مابین آن دو جسم تغییر پذیرد. و چون آفتاب و سیارات و سایر اجرام فلکیه اجسام صغار نیستند و هر کدام عظیم‌اند و به تقریب کروی شکل[۳]، نیوتن ثابت نمود که ذرات هر کدام ذرات دیگر را به قانون مذکور جذب می‌کند[۴] و علاوه بر آن، در خصوص چنین اجسام حکم ذیل را اضافه نمود:

هرگاه دو جسمی که جاذب و مجذوب هم‌دیگراند کروی شکل باشند، تأثیر هر کدام هم‌چنان خواهد بود که فرض کنیم جوهرش در مرکز[۵]ش جمع شده باشد. و آن مرکز که به صورت نقطه‌ای ست هندسی[۶] و در معنی مشتمل است بر جوهر تمام کره، کره‌ی دیگر را به سمت خود جذب نماید. یعنی که هر کره، کره‌ی دیگر را به سمت مرکز خود جذب می‌کند و به عبارة اخری در طول خط مستقیم واصل مابین مرکزین. مشروط بر آن که

---

[۱] نج و رض: یافت علتی

[۲] نج و رض: - آن قوه

[۳] نج و رض: - شکل

[۴] نج و رض: می‌کنند

[۵] مل: مرکر

[۶] مل: هندسیه

اجزای هر کره متشابه باشند و یا اقلّا اجزای مختلفه در طبقات متحدة المرکز[1] مرتب باشند و این هر سه قاعده را در ضمن مثالی توضیح می‌کنیم:

قاعده‌ی اول

در هر جوهر فرد، قوه‌ی جاذبه موجود است و قوه‌ی جاذبه‌ی هر جسم که مرکب باشد از آن افراد، به نسبت مقدار جوهر اوست. هرگاه جسمی را از دست /٦٧٨/ رها کنیم، می‌بینیم که به سمت زمین می‌افتد و حال آن که به جهت[2] اجسام جامده سکون و حرکت یکی است و در آن‌ها قوای نفسانیه[3] خلق نشده که به حالتی دون حالت دیگر[4] میل کند. پس چگونه می‌شود که حرکت کنند و از فوق به تحت فرود آیند و بیفتند؟[5] جز در صورتی که قوه‌ی جاذبه[6] آن‌ها را قهراً[7] بر آن دارد. پس چنین قوه‌ای موجود است و مرکب است از اصولی که در ذراتِ کره‌ی زمین جلوه‌گر شده‌اند و به عدد آن ذرات‌اند و حاصل آن اصول از قوه‌ی جاذبه‌ی زمین است. پس آن قوت کل که محرک جسم مجذوب است، چون حاصل جمع[8] قوای جزئیه‌ای است[9] که از هر جوهر فرد جسم جاذب به ظهور رسیده، درجه‌اش متناسب می‌باشد با عدد آن جواهر[10] و بنابراین اگر فرض کنیم که کره‌ی زمین بدون آن که ابعادش تغییر پذیرد، کثافتش به مقدار صد یکِ خود[11] زیاد شود[1]، یعنی که در همین حجم، جوهرش صد یک[2]

---

[1] نج و رض: مختلفة المراکز

[2] نج و رض: حال آنکه برای

[3] نج: قوای نفسانی
رض: قوای فضایی

[4] نج و رض: دون حالتی

[5] نج و رض: حرکت کنند و بیفتند و از فوق به تحت فرود آیند.

[6] رض: قوه‌ی خارجه

[7] نج و رض: قسراً

[8] نج: جمیع

[9] نج: جزئیة است

[10] رض: جوهر

[11] نج و رض: مقدار یک صدم

بفزاید. قوه‌ی جاذبه‌اش در اجسام[۳] واقعه بر سطحش به مقدار صد یک[٤] آنچه اول داشت، ترقی می‌کند. و اگر شخصی سؤال کند که چون بالفرض مقدار جوهر زمین تغییر[٥] پذیرد، تغییر قوه‌ی جاذبه‌اش را چگونه معلوم توان نمود؟ گوییم که به تغییر جوهر، البته تغییری در سرعت نزول اجسام به ظهور خواهد رسید، زیرا که هرگاه مدت سقوط جسم را قلیل فرض کنیم، سرعت حرکتش به نسبت قوه‌ی محرکه است و آن قوت به نسبت جوهر است. پس سرعت جسم متناسب است با جوهر زمین. و بالفعل چون جسم ثقیلی را رها کنیم، مدت ثانیه‌ی اول ٤.٩ متر فرود می‌آید. پس اگر جوهر زمین به مقدار صد یک بفزاید[٦]، سرعت نزول جسم به همان نسبت ترقی کند و به جای ٤.٩ متر، خواهد بود ٤.٩ به اضافه‌ی ٠.٠٤٩ متر. /٦٧٩/ یعنی ٤.٩٤٩ متر. پس ملاحظه کنید که از روی سرعت چگونه مقدار جوهر مشخص شود.

حال[۷] گوییم که هر چند از سطح زمین بالاتر رویم، سرعتی که جسم هابط[x] به قوه‌ی جاذبه‌ی زمین در عرض یک ثانیه دارد، روی به تناقص[۸] نهد و به تجربه رسیده که در قلل جبال عظیمه، آن سرعت کمتر از سطح دریا[۹] است. پس هر چند فاصله بیشتر باشد، قوه‌ی جاذبه[۱۰] که علت ظهور سرعت است و لاینفک است از ذرات[۱۱]، ضعیف‌تر می‌شود و نیوتن[۱۲] ثابت نمود که چون فاصله دو برابر شود، قوه‌ی جاذبه[۱۳] دو ضرب در دو، یعنی چهار

---

[۱]نج و رض: گردد

[۲]نج و رض: یک صدم

[۳]نج: همه‌ی اجسام

[٤]نج و رض: مقدار صدم

[٥]نج: - تغییر

[٦]نج و رض: به مقدار صدم بیفزاید

[۷]نج و رض: و حال

[۸]مل: روی بتاقص

[۹]نج و رض: کف بحر

[۱۰]نج: قوة جاذبه

[۱۱]رض: آن ذرات

[۱۲]رض و نج: نیوطن

[۱۳]نج: قوة جاذبه

مرتبه ضعیف‌تر باشد از آن که در فاصله‌ی یک[1] بود. و چون فاصله سه برابر شود، قوت جاذبه[2] سه ضرب در سه یعنی نه مرتبه ضعیف‌تر گردد. و چون ده برابر شود، ده ضرب در ده یعنی صد مرتبه ضعیف‌تر شود[3]. و این است مقصود ما از قاعده‌ی دویم نیوتن که گفتیم[4] قوه‌ی جاذبه به عکس نسبت مجذور فاصله تغییر کند. و در فوق اشاره نمودیم که از روی مساحت سرعت، مقدار جوهر را معلوم توان نمود. پس به حکم قاعده‌ی دوم باید نیز فاصله را که در آنجا سرعت مساحت می‌شود، منظور داشت. پس لازم است که چند کلمه گفتگو کنیم در خصوص مساحت آن فاصله در صورتی که اجسام جاذبه، صاحب ابعاد باشند.

هر گاه جسم صغیر[5] را به فاصله ده ذرع[6] از سطح زمین بلند کنیم و[7] در آنجا رها نماییم، فرود می‌افتد و معلوم است که نزولش بر مقتضای تأثیر هر کدام از ذرات کره‌ی زمین است. ولیکن فاصله‌ی آن‌ها از جسم ثقیل برابر نیست. مثلاً ذراتی /٦٨٠/ که بر سطح زمین در تحت او واقع هستند، ده ذرع[8] فاصله دارند و ذراتی که در حول مرکزند ٦١٢٠٤١٤[9] ذرع[10] به علاوه‌ی ده ذرع[11] فاصله دارند و ذراتی که در سمت مقابل واقع‌اند قریب به مضاعف[12] عدد مذکور. پس در حقیقت محال به نظر می‌آید که حاصلی بتوان برگرفت از مجموع قوای جاذبه‌ی

---

[1] نج و رض: واحد

[2] رض: قوه‌ی جاذبه

[3] نج و رض: می‌شود

[4] نج و رض: گفتیم که

[5] نج: صغیری

[6] مل و نج: ذرع

[7] نج: - و

[8] نج: زرع

[9] نج: ١٢٠٤١٤

رض: {ابتدا ١٢٠٤١٤ بوده ولی بعداً با رنگی دیگر ٦ به اول آن افزوده شده}.

[10] نج و رض: ضرب

[11] نج: زرع

[12] نج و رض: ضعف

آن همه ذرات بیشماری که به فاصله‌های مختلف واقع‌اند و در واقع اگر جسم جاذب، شکل بی‌نظمی داشته باشد، حل این مسئله از محالات است. ولیکن[1] اگر کروی شکل باشد، حساب کمال سهولت [را] دارد. زیرا که آن وقت بر وفق قاعده‌ی سیم نیوتن، حاصل تأثیر قوای جاذبه‌ی اجزائی که در حجم کره به نسبت پراکنده‌اند، در نقطه‌ی خارجه هم چنان است که جمیع آن اجزا در مرکز کره جمع شده باشند. پس مادام که جسم جاذب به تقریب کروی شکل باشد، لازم نیست منظور آوریم فاصله‌های مختلفه‌ی ذراتِ آن را از نقطه[2]ی مجذوبه. و همین قدر کافی است که بُعدِ آن نقطه را از مرکز کره مشخص کنیم.

تا این مقام معلوم شد قاعده‌ی تأثیر کره‌ی ما در جسمی که به حالت سکون باشد. و حال[3] باید بیان کنیم که چگونه جذب می‌کند جسمی را که در حالت حرکت است.

فرض می‌کنیم که توپی را بر سر بلندی قرار دهیم و آن را به استقامت خطی افقی[4] قراول رویم[5]. پس چون گلوله از او خارج گشت به طور افقی سیر می‌کند، ولیکن هر کس داند که به قلیل مدتی از آن خط خارج می‌شود و به تدریج نزول می‌کند، تا بر زمین افتد. و هیچ شبهه‌ای نیست در اینکه نزول تدریجی گلوله /٦٨١/ از تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی زمین است. ولیکن معلوم نیست که آیا به سبب حرکت انتقالیِ گلوله، تغییری در تأثیر آن قوه عارض گشته یا نه. و ما به تجربه، مختصر این مسئله را تحقیق می‌کنیم.

فرض می‌کنیم که در برابر[6] توپ، دیوار قائمی بنا نموده باشیم[7] به فاصله‌ای که گلوله بعد از خارج شدن درست در عرض یک ثانیه به آن‌جا رسد، و به دقت نشان می‌کنیم نقطه‌ای از آن دیوار را که محور توپ به آن‌جا منتهی می‌شود و آن نقطه‌ای است که گلوله اگر به استقامت سیر می‌کرد و زمین جذبش نمی‌کرد، آنجا[8] منتهی

---

[1] نج: ولکن

[2] رض: آن نقطه

[3] نج: حا

[4] نج و رض: و به استقامت خط افقی آن را

[5] نج: دویم

[6] نج و رض: مقابل

[7] نج و رض: باشند

[8] نج و رض: به آنجا

می‌شد. و فاصله‌ی قائمه‌ی آن نقطه‌ی نشانه، از نقطه‌ای که در واقع گلوله دیوار را خرق می‌کند و البته پست‌تر است، مقیاس تأثیر[1] قوه‌ی جاذبه است در جسمی که با کمال سرعت افقی مدت یک ثانیه سیر نموده و به تجربه این فاصله[2] را ٤.٩ متر یافته‌اند. و آن مقداری است که چون گلوله را بلند کنیم و رها نماییم به آن اندازه مدت یک ثانیه می‌افتد.

حال[3] اگر بخواهیم، دیوار را قدری دورتر از توپ قرار می‌دهیم و فرض می‌کنیم که گلوله بعد از دو ثانیه به او رسد. پس نقطه‌ای که حال گلوله دیوار را خرق می‌کند، بسیار پست‌تر از نقطه‌ی نشانه است. و فاصله‌ی مابین آن دو نقطه به تحقیق برابر است با مسافت قائمی که جسم در مدت دو ثانیه از آنجا[4] می‌افتد، در صورتی که به حالت خود او را واگذارده باشند.

پس به حکم کلی، قوه‌ی جاذبه‌ی زمین در همه‌ی اجسام به یک نحو تأثیر کند، خواه به حالت سکون باشند و خواه به حالت حرکت. مشروط بر آن[5] که مقدار تأثیر را در جهتی اعتبار کنیم که قوه‌ی جاذبه عمل کرده.

/٦٨٢/ این قاعده‌ی چهارم و قاعده‌ی دویم را، که عبارت از ضعف قوه‌ی جاذبه باشد به نسبت ترقی مجذور فاصله، ممکن است در حرکت قمر تحقیق کنیم. و[6] قمر نزد منجمان حکم گلوله را دارد که در بدو خلقتِ عالم، با کمال قوه در فضا[7] انداخته شده، تا بی‌نهایت دوران کند در حول زمین. همچنان که بالفعل اگر هوا موجود نبود و گلوله را در نزدیک سطح زمین با سرعت وافی به طور افقی می‌انداختیم، چنین می‌شد.

---

[1] رض: تأثیر مقیاس

[2] نج: فاضله

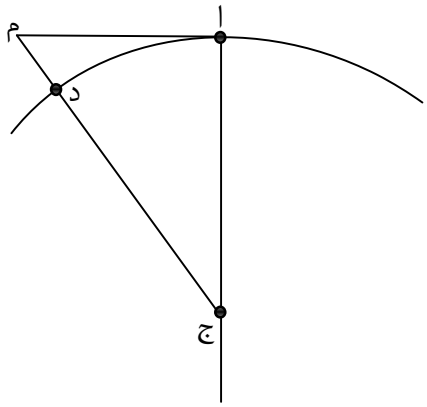
[3] نج و رض: و حال

[4] نج و رض: - از آن جا

[5] نج و رض: این

[6] نج و رض: - و

[7] نج و رض: جو



ش ۱۷۹

فرض می‌کنیم که[۱] ج [در] ش۱۷۹، نقطه‌ای باشد که مرکز زمین در آنجا قرار گرفته و قمر در حول او از یمین به سمت یسار دوران کند و ا موضع او باشد بالفعل.[۲] پس قمر چون از این نقطه تجاوز نمود، سیر کند در طول جزو اصلی از مدار خود که بر نقطه‌ی ا گذشته[۳] یعنی حرکت کند بر استقامت خط مماس ام و مع ذلک نصف قطر جم را بر نقطه‌ی م قطع نکند[۴] (و من باب ربط این مثال به مثال سابق، می‌توانیم به جای نصف قطر بگوییم دیوار قائم جم). بلکه در حقیقت تقاطع بر نقطه‌ی د واقع می‌شود و ظاهر است که قمر بی‌سبب از امتداد حرکت ام خارج نمی‌شود، مگر آن که بگوییم قوتی قهراً[۵] او را از جاده‌ی خود خارج ساخته. بلی این قوه، قوه‌ی جاذبه‌ی زمین است که در نقطه‌ی ج واقع شده و قمر ما را[۶] در عرض مدتی که از نصف قطر جا به نصف قطر جدم رسیده،

---

[۱] نج و رض: - که

[۲] نج: و بالفعل

[۳] نج و رض: از مدار خود که مرور نموده باشد، بر نقطه‌ی ا.

[۴] نج: یعنی قطع نکند.

[۵] نج و رض: قسراً

[۶] نج: - را

جذب کرده[1] و به مقدار مد فرود انداخته و آن مقدار فاصله‌ی نقطه‌ی نشانه‌ی م است از نقطه‌ی د که گلوله‌ی /٦٨٣/ قمر به او برخورده. و[2] ثبوت این حکم موقوف است به رصد و حساب[3]. و تفصیلش از این قرار است:

به حساب استخراج می‌کنیم مقدار زاویه‌ای را که حادث شود مابین نصف قطر جا که در وقت مشخص واصل است از زمین به ماه و نصف قطر جد که بعد از مدت یک ثانیه به همان کوکب منتهی می‌شود و طول نصف قطر جا به حسب فرسنگ و متر معلوم است و بعد از آن به ازای زاویه‌ی اجد که قوس حرکت ماه است در مدت یک ثانیه، استخراج می‌کنیم فاصله‌ی نقطه‌ی م را که طرف خط مماس است از نقطه‌ی د که واقع است بر قوس اد یعنی به حساب جزئی معلوم می‌کنیم مسافتی را که قمر در مدت یک ثانیه به سمت زمین فرود آمده[4] و آن مسافت به حسب متر این است: ۰.۰۰۱۳٦۰ .

از طرف دیگر مسافتی را که جسم در عرض یک ثانیه طی می‌کند در صورتی که آن را نزدیک سطح زمین رها کنیم، یعنی در موضعی که ۱۰۱۵ فرسنگ از مرکز دور باشد ٤.۹ متر است. پس اگر مقدار سقوط آن را به سمت زمین در بُعد قمر بخواهیم، یعنی ٦۱۰۱۸ فرسنگ از مرکز دورش کنیم و آن‌جا رها نماییم[5]، باید عدد ٤.۹ را[6] به نسبت مجذور فاصله تنزل دهیم و آن وقت به حساب جزئی معلوم می‌شود که سقوط ماه در هر ثانیه به سمت زمین ۰.۰۰۱۳۵۲ متر است و این عدد مساحت قطعه‌ی دم است و کمال قرب [را] دارد به آنچه اول به وجه دیگر مشخص نمودیم. و بنابراین مبرهن شد که آنچه قمر ما را بر قرار داشته است در مداری که حول زمین دارد، قوتی است که همه روزه تأثیرش را در سطح زمین می‌بینیم، یعنی قوتی است /٦٨٤/ که سبب سقوط اجسام ثقال می‌شود. و آن ثقل به سبب اوست و اختلاف در همین است که در بُعد ماه به نسبت مجذور فاصله ضعیف شده. بدون آنکه حرکت قمر در او مداخله‌ای داشته باشد.

---

[1] نج و رض: نموده

[2] نج و رض: - و

[3] نج و رض: موقوف به رصد و حساب است

[4] نج و رض: به سمت زمین افتاده

[5] نج و رض: کنیم

[6] نج: - را

نیوتن به اعمال مذکوره از وجود قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی باخبر شد و قواعد تأثیرش را استنباط نمود و ثابت کرد که چون قوه‌ی جاذبه از نقطه‌ای ساطع گشت و به عکس مجذور فاصله[1] تأثیر کرد، البته جسم مجذوب را در مداری بیضی و[2] در قطع مکافی[3] سیر می‌دهد. بر وجهی که نقطه‌ی منشاء ظهور قوت کانونی است که[4] از آن مدار باشد و حرکاتی که به واسطه‌ی چنین قوتـ[ـی] عارض شوند، کمال مشابهت [را] دارند[5] با حرکات سیارات. چه از حیثیت سرعت و چه از حیثیت صورت مدار. پس نیوتن به جهت[6] تحقیق فقره‌ی اخیر تا آنکه سِرّ بقای وجود عالم شمسی آشکار شود، حرکت قمر را اختیار نمود و بر وفق قواعد مقرره باید این[7] کوکب در مدار خود برپا ماند به قوت جاذبه‌ای که مایل باشد به سمت مرکز زمین. و این قوت باید به تحقیق برابر[8] باشد با قوتی که در سطح زمین اجسام را فرود می‌اندازد، بعد از آن که به نسبت مجذور فاصله ضعیف شده باشد. و چون نیوتن از روی نصف قطر حقیقی زمین و بعد ماه و سایر مقادیر لازمه اعمال را با کمال دقت به انجام رسانید، صحت خیال بزرگ او به ثبوت پیوست.

پس بر مقتضای قواعد نیوتن، چون قوه‌ی جاذبه‌ی آفتاب را ترکیب کنیم با سرعت سیر مستقیمی که در بدو خلقت به هر سیاره داده شده، آن سیاره به قوت نتیجه /٦٨٥/ در حول آفتاب دوران می‌کند و قانون آن حرکت را چون از روی قواعد مذکوره استخراج کنیم، بعینه قواعد کپلر استنباط می‌شود. و بنابراین قواعد کپلر اگر تاکنون وضع نشده بود، از اصول نیوتن نتیجه می‌شد.

---

[1] نج و رض: عکس نسبت مذکور فاصله (به وضوح اشتباه است. مج همین طور است!)

[2] نج و رض: یا

[3] نج: قطع مکانی

[4] نج و رض: - است که

[5] نج و رض: دارد

[6] نج و رض: برای

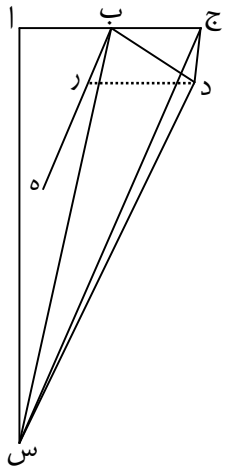
[7] نج و رض: که این

[8] نج و رض: مساوی

تنبیه: در خصوص قاعده‌ی اول کپلر[1]:

قانونی که نیوتن وضع نمود در خصوص استخراج قواعد قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی از روی قواعد کپلر و در خصوص استخراج[2] قواعد کپلر از روی قواعد قوه‌ی جاذبه، هر دو مبتنی هستند بر مراتب اعلای علوم ریاضیه و ذکر هیچ‌کدام در این کتاب مناسب نیست. نه به طور اجمال و نه به طریق تفصیل. ولیکن مقام اول هر کدام از این دو مسئله را می‌توان سیر کرد، چون از اصول هندسه و از جرائقال اولی خارج نیست، پس می‌گوییم[3]:

به رصد معلوم شده که سیارات در طول خطوط مستقیمه سیر نمی‌کنند و هر کدام را در حول آفتاب مداری است منحنی شکل و از این حکم لازم آید که آنها را علی الاتصال قوتی محرک باشد و الّا بر مقتضای طبیعت در طول خطوط مستقیمه سیر می‌کردند و چون این مطلب مسلم شد، نیوتن از قاعده‌ی اول کپلر، استنباط نمود که آن قوه‌ی محرکه‌ی سیارات مستدام ممتد است به سمت مرکز آفتاب.



ش ۱۸۰

برهان: فرض می‌کنیم س مرکز آفتاب باشد، [در] شکل ۱۸۰ و اب فاصله‌ای باشد در کمال صغر که سیاره‌اش در منتهی کوتاهی زمان پیماید. یعنی به وهم زمان را به اجزای بسیار کوتاه ن قسمت می‌کنیم و اب طولی

---

[1] نج: - تنبیه: در خصوص قاعده‌ی اول کپلر

[2] نج: - قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی از روی قواعد کپلر و در خصوص استخراج

[3] نج و رض: گوییم

باشد که در یکی از آن اجزا طی می‌شود و نیز فرض می‌کنیم که آن قوه‌ی محرکه بر سر هر یک از آن اجزا مؤثر شود نه لاینقطع. پس اگر کوکب به حالت طبیعی خود بود و قوتی در حرکتش مداخلت[۱] نداشت /٦٨٦/ به استقامت در لحظه‌ی دویم[۲] ن فاصله‌ی دیگر به اندازه‌ی اب می‌پیمود و آن ب‌ج باشد. ولیکن چون منحنی سیر می‌کند، باید البته به او قوتی رسیده باشد تا با قوت ب‌ج ترکیب شده، در لحظه‌ی دویم[۳] فاصله‌ی ب‌د[٤] را قطع کند که قطعه‌ای است از مدارش و مایل است نسبت به اب و ما استقامت آن قوه‌ی مجهوله را ب‌هـ فرض می‌کنیم و ب‌ر مسافتی باشد که کوکب به این قوت تنها در لحظه‌ی دویم[٥] ن طی می‌کند. بنابر آن که قوت[٦] دیگر مداخلت[۷] نداشته باشد و ب‌د قطر متوازی‌الاضلاعی[۸] باشد که بر دو ضلع ب‌ج و ب‌ر رسم کنیم. پس موافق قاعده‌ی اول کپلر، مساحت مثلث اب‌س معادل است با مساحت مثلث ب‌دس و دو مثلث اب‌س و ب‌ج‌س چون بر ارتفاع واحدند و قاعده‌ی اولی اب مساوی[۹] با ب‌ج، به حسب مساحت متساوی هستند و آن وقت مساحت مثلث ب‌دس مساوی می‌شود با مثلث ب‌ج‌س. و این دو مثلث بر قاعده‌ی واحده‌ی ب‌س هستند، پس باید بر ارتفاع واحد نیز باشند و لهذا ج‌د موازی می‌شود با ب‌س و چون موازی هست[۱۰] با ب‌ر که ضلع مقابل اوست از متوازی الاضلاع، لازم می‌آید[۱۱] که استقامت قوت ب‌هـ منطبق باشد بر ب‌س. یعنی قوتی که از خارج، سیاره /٦٨٧/ را تحریک

---

[۱] نج و رض: مداخلتی

[۲] نج و رض: ثانی

[۳] نج و رض: ثانی

[٤] رض: دب

[٥] نج و رض: ثانی

[٦] نج: قوتی باشد

رض: قوتی

[۷] نج: مداخلتی

[۸] نج و رض: متوازی الاضلاع

[۹] نج و رض: مساوی است

[۱۰] نج و رض: است

[۱۱] نج و رض: لازم آید

می‌کند، متوجه باشد به سمت مرکز آفتاب. و این نتیجه پاره‌ای بود از قواعد قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی که نیوتن از قواعد کپلر استخراج نمود و هو المطلوب.

اما مقام اول مسئله‌ی دویم که عکس مسئله‌ی اول باشد، این است که[1] اگر در واقع قوه‌ی محرکه‌ی کوکب مستدام به سمت مرکز ثابت آفتاب متوجه باشد، باید مدار کوکب مستوی باشد و سطوح قطاعاتی که به حرکت نصف قطر متحرک نقطه‌ای، در ازمنه‌ی متساویه به وهم رسم می‌شود، متساوی باشند و به عبارة اخری، وسعت آن سطوح به نسبت ازمنه‌ای باشد که در مدت‌شان سطوح[2] رسم می‌شوند.

برهان: چون فرض شد که قوه‌ی محرکه، لحظه به لحظه تأثیر کند نه به طور اتصال، مدار کوکب مرکب می‌شود از خطوط مستقیمه‌ی مقطعه‌ی اب و بد و غیره که از[3] هم میل دارند و هر چند آن لحظه‌ها[4] کوتاه‌تر باشند، اینها اقصرند. پس گوییم اولاً دو خط اب و بد [در] **ش ۱۸۰**[5] در سطحی هستند که مرور کند بر نقطه‌ی س و بر اب که اول سمت حرکت است. و آن سطح س‌اب است. چرا که س‌ب و ب‌ج که قطعه‌ای است از استقامت اب هر دو در آن سطح واقع‌اند و بد قطر متوازی الاضلاعی است که رسم شود بر دو ضلع ب‌ج و قطعه‌ای از ب‌س. پس لازم آید که سطح دوم س‌بد واقع باشد بر سطح اول س‌اب. و به همین نهج[6] ثابت می‌کنیم که سطح سیم بر سطح دوم واقع است و هکذا سایر سطوح. پس تمام مدار در همان سطح س‌اب[7] واقع می‌شود و بنابراین مستوی است و هو المطلوب[8].

---

[1] نج: - که

[2] نج و رض: - سطوح

[3] نج: آن

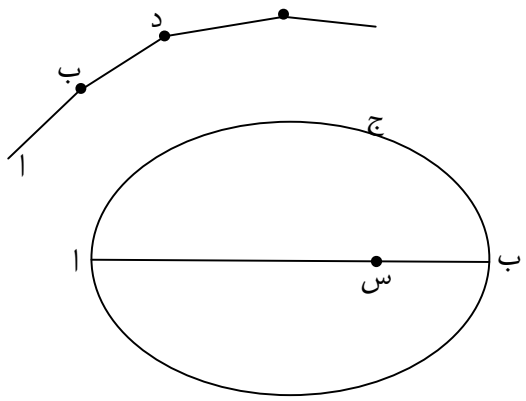
[4] نج و رض: لحظات

[5] مل: ش۱۸۱

[6] نج و رض: نحو

[7] نج: اس‌ب

[8] نج و رض: فهو المطلوب



ش ۱۸۱

ثانیاً بعد از آنچه ذکر شد، زود معلوم می‌شود که مساحت مثلث س‌دب معادل است با س‌ب‌ج و این مساحت با مثلث س‌اب. و بنابراین قطاعاتی /٦٨٨/ که در ازمنه‌ی متساویه توهم می‌شوند، به حسب مساحت، متساوی هستند. و حال گوییم که اگر بنابر فرض ما قوه‌ی محرکه به طور انفصال لحظه به لحظه تأثیر می‌کرد، محیط[۱] مدار، به شکلِ کثیرالاضلاعی مثل اب‌د... می‌شد [در] **ش۱۸۱**. که اضلاعش به حسب کوتاهی طول لحظه‌ها[۲] کوتاه بود یعنی هرچند مدت آن لحظه‌ها[۳] کوتاه‌تر باشد، اضلاع اقصر می‌شوند. پس اگر خواهیم که فرض ما با حقیقت موافق شود،باید طول زمان ن را بی‌نهایت قصیر بگیریم. یعنی قوه‌ی محرکه را لاینقطع مؤثر دانیم. چنانچه در واقع همین‌طور هست[٤] و آن‌وقت طول هر ضلع نیز بی‌نهایت قصیر می‌شود و بنابراین محیط مدار منحنی،نه کثیرالاضلاع. و در خصوص شکل این منحنی بنابر قاعده‌ی دویم نیوتن که گفته تأثیر قوه‌ی جاذبه به عکس نسبت مجذور فاصله‌ی مابین دو جرم جاذب و مجذوب است[٥]، در جراثقال[٦] مبرهن گشته که هر کوکب که در بدو خلقت به استقامت رانده شده و آفتاب او را به سمت خود جذب کرده، باید در حول آفتاب مدار بیضی شکل

---

[۱] نج و رض: و محیط

[۲] نج و رض: لحظات

[۳] نج و رض: لحظات

[٤] نج و رض: است

[٥] نج: مجذوب است است

[٦] نج و رض: علم جراثقال

سربسته مثل اجب [در] **ش۱۸۱** [را] طی کند. و لهذا به نوبت بازگشت کند به مقام اول خود و[۱] به عبارت اخری مبنای قواعد نیوتن بر این است که در بدو خلقت هر سیاره به قوت[۲] در فضا انداخته شده و بر مقتضای طبیعت به نسبت آن قوت مستقیمانه سیر کرده /٦٨٩/ تا قوه‌ی جاذبه‌ی آفتاب او را ربوده[۳] و به ترکیب آن دو قوت مدارش حول آفتاب به[٤] شکل بیضی واقع شده.

۳۲۱

حرکات اجرام کثیری در عالم مطابق است با قواعد تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی. مثلاً قمر به آن قواعد مجذوب زمین است و در حولش دوران می‌کند، همچنان که سیارات در حول آفتاب. و حرکتش موافق است با قواعد کپلر[٥] و این مطلب در نمره‌ی سابق به تفصیل بیان شد. و کُرات عدیده‌ای چند، از قبیل قمر در حول بعضی سیارات عظام، موافق همان قواعد نیوتن حرکت می‌کنند[٦] و به این اعتبار آن‌ها را اقمار سیارات گویند. چنان چه در مقام[۷] خود شرح می‌دهیم و بالجمله در بعضی اقطار آن فضای غیر متناهی به اقصی بُعد، کواکبی به نظر آمده که در حول کواکب دیگر دور می‌زنند. یعنی کواکب مُثناة. و در جمله‌ی آن حرکات[۸] آن‌چه تاکنون به دقت رصد شده، موافق است با قواعد کپلر و نیوتن. و در زمین قوتی که سبب سقوط اجسام می‌شود، نوعی است از آن قوت عمومی و من باب تمیز، آن را قوه‌ی مرکزیه گویند و این را قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی. و بعد از معرفت آن قوت، مشکلات بسیار و مسائل بی‌شمار حل گردید. بر وجهی که اگر آن مشکلات را به تأثیر این قوه نسبت نمی‌دادند، به هیچ قسم توجیه نمی‌شدند[۹]. مثلاً تعدیلاتی را[۱] که متقدمین و متأخرین در حرکت سیارات و قمر و در حرکت

---

[۱] نج: - و

[۲] نج: قوب

[۳] نج: ربود

[٤] نج و رض: - به

[٥] نج: کپکر

[٦] نج و رض: می‌کند

[۷] نج و رض: محل

[۸] نج و رض: در جمله‌ی حرکات آن‌ها

[۹] نج و رض: نمی‌شد

ذوات الاذناب یافته‌اند، خواه به رصد و خواه به حکم حساب، به هیچ نحو[۲] توجیه نتوانند[۳] شد، جز آنکه بگوییم که آن اجرام در مدارات خود، همدیگر را جذب می‌کنند و به آن سبب اختلافی در اوضاع و ابعاد مدارات عارض می‌شود. و اگر نه چنین بود، باید بر وفق قواعد کپلر، /۶۹۰/ حرکت کنند و در این صورت آن[۴] اختلافات توجیه نمی‌شود. و حال آن که اگر به قوه‌ی جاذبه نسبت دهیم، مقادیرشان از روی قواعد نیوتن استخراج می‌شود و با رصد کمال موافقت [را] می‌بینیم [که] دارند. و دیگر از فواید قوه‌ی جاذبه، تعیین مقدار جوهر آفتاب و سیارات است و کثافت زمین و کثافت سیارات و قوه‌ی مرکزیه[۵] در سطح آفتاب و در سطح سیارات و در سطح زمین و استخراج اختلاف منظر آفتاب از روی تعدیلات حرکت قمر. و از لوازم او، تزلزل قمر است و تقدیم اعتدالین و رقص محور زمین و جزر و مد بحار و غیره. چنانچه در **ن۲۵۳** ذکر شد[۶] و بیان[۷] این همه مطالب به طریق تفصیل، ما را از مقصود خارج می‌کند و بعضی از آن‌ها را تاکنون پراکنده شرح داده‌ایم و بعضی دیگر را در مقامات[۸] خود بیان می‌کنیم.

بعد از آن‌که[۹] ذکر شد، چگونگی حرکات سیارات خوب معلوم گردید. و حال مشغول می‌شویم به بعضی[۱۰] مقدمات و به کلیات[۱۱] احوال سیارات عظام و بعد از آن به ترتیب هر کدام را مخصوصاً عنوان می‌کنیم.

---

[۱] نج و رض: - را

[۲] نج و رض: وجه

[۳] نج و رض: نتواند

[۴] نج: از

[۵] نج و رض: مرکزی

[۶] نج و رض: - چنانچه در **ن۲۵۳** ذکر شد

[۷] نج و رض: و ذکر

[۸] نج و رض: مقام

[۹] نج و رض: آنچه

[۱۰] نج و رض: بعضی از

[۱۱] نج: کلمات

۳۲۲ میول مداراتِ این سیارات از منطقة البروج بسیار قلیل است. و درجات آن‌ها به حسب ارصاد دقیقه چنین است: میل مدار عطارد ۷ج ۰ق ۹نیه[۱]، میل زهره ۳ج ۲۳ق ۳۰نیه[۲]، میل مریخ ۱ج ۵۱ق ۶نیه، میل مشتری ۱ج ۱۸ق ۴۷نیه، میل زحل ۲ج ۲۹ق ۳۳نیه[۳]، میل اورانوس ۰ج ۴۶ق ۲۸نیه[۴]، میل نبتون ۱ج ۴۶ق ۵۹نیه.

بنابراین در مقام معرفت خصوصیات عمده‌ی حرکات سیارات، محضِ/۶۹۱/ تسهیل و اختصار، آن میول قلیله را منظور نمی‌آوریم و فرض می‌کنیم که همه‌ی سیارات و زمین در نفس منطقة البروج حول آفتاب بگردند و به عبارة اخری مدار اصلی هر سیاره را بدل می‌کنیم به تصویر آن مدار بر سطح منطقة البروج و حرکت تصویر سیاره را در آن مدار رعایت می‌کنیم. و چون طول تصویر سیاره با طول خود سیاره برابر است، هر مطلب که به عرض کوکب تعلق نداشته باشد، فرض مذکور[۵] در او جایز است. و علاوه بر آن، چون مدارات همه‌ی سیارات عظام، قریبة[۶] الاستداره‌اند، همه‌ی آن‌ها را دوایر حقیقی فرض می کنیم، که از[۷] مرکز آفتاب رسم شده باشند. و در این صورت، آنچه در حرکت سیارات نسبت به ساکنان زمین و نسبت به آفتاب مطلوب باشد، به آسانی معلوم می‌شود، اگر چه اندک اختلاف[۸] با حقیقت داشته باشد. ولیکن بعد از حصول نتیجه، می‌توان هر مدار را به شکل و وضع واقعی خود توهم نمود و آن‌وقت کسانی که طالب تحقیق باشند و به تقریبِ ما اکتفا نکنند، زودتر می‌رسند به

---

[۱] نج: ۷ج ۰ق ۴۷نیه

[۲] نج: ۳ج ۱۳ق ۳۰نیه

[۳] نج: ۲ج ۲۹ق ۲۳نیه

[۴] نج: ۶۰ج ۴ق ۲۸نیه

[۵] نج و رض: فرض ما

[۶] نج و رض: قریب

[۷] نج: بر

رض: به

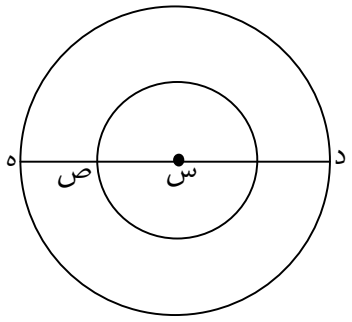
[۸] نج و رض: اختلافی

مقصود تا آنکه بخواهند یک مرتبه با رعایت همه‌ی جزئیات، آن درجه را درک کنند. و چون این مطلب معلوم شد، به تعریف بعضی اصطلاحات نجومیه[1] پردازیم.

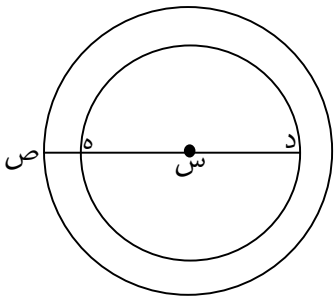
۳۲۳

سیارات بر دو نوع‌اند: سفلیه و علویه. و بعضی گویند: داخله و خارجه. و سفلیه سیاراتی باشند که اقرب از ما هستند به آفتاب. یعنی واقع‌اند مابین آفتاب و زمین. و به حسب شمار دو عددند[2]: عطارد و زهره. و مابقی سیارات معروفه علویه‌اند. یعنی دورتر از ما هستند از آفتاب.

پس مدار عطارد و زهره، نسبت به مدار زمین چون دایره‌ی س‌دهـ است، /۶۹۲/ نسبت به دایره‌ی س‌ص [در] **ش ۱۸۲** و مدارات سیارات علویه محیطند بر مدار زمین، چون دایره‌ی س‌دهـ [در] **ش ۱۸۳** و از روی این دو شکل، معلوم می‌شود که مدار هر سیاره‌ی سفلیه محاط است در مدار[3] زمین و مدار هر سیاره‌ی علویه محیط است بر آن. و از این جهت[4] نوع اول را بعضی[5] داخله گویند و نوع ثانی را خارجه.



ش ۱۸۳



ش ۱۸۲

[1] نج و رض: نجومی

[2] نج و رض: دو اند

[3] نج و رض: – مدار

[4] نج و رض: از این بابت

[5] نج و رض: بعضی نوع اول را

هر وقت نسبت به ساکنان زمین، طول سیاره‌ای با طول آفتاب مساوی شود، آن را در مقارنه یا در احتراق گویند. مانند اوضاع ص وَ هـ وَ س[1] یا ص وَ س وَ د[2] [در] **ش۱۸۲**، یا اوضاع ص وَ س وَ د[3] [در] **ش۱۸۳**. و معلوم است که در این صورت، سیاره واقع گشته بر دایره‌ی عرض آفتاب.

هر وقت قوس مابین الطولین سیاره و آفتاب، ۱۸۰ درجه باشد، سیاره را در مقابله گویند. چون اوضاع هـ وَ ص وَ س [در] **ش۱۸۳**. و در این صورت آن سیاره واقع است در نصف دیگر دایره‌ی عرض آفتاب.

مقصود ما از طول، نسبت به ساکنان زمین در این تعریفات، همان طول رسمی است که در **ن۲۳۰** ذکر کردیم و در مقام دیگر اشاره نمودیم که هر وقت/۶۹۳/ منجمان خواهند اوضاع متتالیه‌ی[xi] سیاره را به همدیگر بسنجند نه به اوضاع زمین، و شکل مدارش[4] را تصور کنند، مواضع او را نسبت به آفتاب معلوم کنند و در این صورت طول و عرض و بعد و میل دیگر اختیار کنند، غیر از آن‌چه تاکنون معمول می‌داشتیم. و آن مواضع را بلاواسطه از روی چنین قسمی به آفتاب مربوط سازند و آفتاب را مرکز منطقة البروج گیرند و به وهم از آن مرکز، حرکات سیارات را در مدارات خود رصد کنند. و آن نقطه را رأس زوایای طول و عرض جدید گیرند و من باب تمیز، این نوع طول و عرض را[5] شمسی‌مرکز، گویند. و مبداء طول را نقطه‌ای گیرند از محیط منطقة البروج و آن را به مرکز آفتاب وصل کنند. پس طول شمسی مرکز[6] هر کوکب سیار یا ثابت، قوسی است از منطقة البروج، محصور مابین نقطه‌ی مبداء مفروض و طرفِ تصویرِ[7] نصفِ قطرِ متحرکِ واصل مابین مرکز آفتاب و مرکز کوکب، بر سطح منطقة البروج. و جهت طول را ابتدا از نقطه‌ی مبداء بر توالی اعتبار کنند. و بنابراین طول شمسی مرکز هر سیاره‌ای به عینه قوس حرکت تصویر اوست در حول آفتاب.

---

[1] نج و رض: ص‌ه‌س

[2] نج و رض: ص‌س‌د

[3] نج و رض: ص‌س‌د

[4] نج و رض: مدار آن

[5] نج: - را

[6] نج: - مرکز

[7] نج و رض: تسطیح

عرض شمسی مرکز هر سیاره، زاویه‌ای حادثه است[1]، مابین نصف قطر متحرکی که از آفتاب به آن کوکب وصل شود و مابین تصویر آن نصف قطر بر سطح منطقة البروج. و درجات این عرض در سیارات بسیار قلیل است. چون که محصور است مابین صفر درجه و میل کلی مدار. [رجوع کنید به] **ن۳۲۲**. و هر وقت گوییم که سیاره‌ای را در محیط تصویر مدارش سیر دهید، مقصود ما این است که از عرض قلیل مذکور، قطع نظر[2] کنید.

/٦٩٤/

هرگاه طول شمسی مرکز سیاره برابر باشد با طول شمسی مرکز کوکبی، گوییم این دو کوکب نسبت به هم در مقارنه‌اند و هرگاه قوس مابین الطولین آنها ۱۸۰ درجه باشد، گوییم در مقابله[3]اند. و هر گاه ۹۰ درجه یا ۲۷۰ درجه باشد، گوییم در تربیع‌اند.

دوره‌ی نجومی هر سیاره، عبارت از زمان مفارقت اوست، از مقارنه با کوکب ثابتی تا معاودتش[4] به همان مقارنه. و چون طول و عرض شمسی مرکز در میان آمد[5]، منجمان من باب تمیز، طول و عرض رسمی را که مربوط است به زمین، طول و عرض[6] ارضی مرکز گویند.

در اوقات مقارنه‌ی آفتاب و سیاره، هر دو در یک سمت زمین، واقع[7] می‌شوند. رجوع کنید به دو شکل سابق. و در مقابله، آفتاب در یک سمت زمین است و سیاره در سمت مقابلش[8]. [رجوع کنید به] **ش۱۸۳**. و لهذا در نظر ثانی، بُعد کوکب از آفتاب بیش از فاصله‌ی زمین[9] است.

---

[1] نج و رض: است حادثه

[2] نج: - نظر

[3] نج و رض: مقارنه

[4] نج: معاوتش

[5] نج:در میان‌اند

[6] نج:ـ طول و عرض

[7] رض: واقعی

[8] نج و رض: مقابل آن

[9] نج و رض: بیش از بعد زمین

از آنچه ذکر شد، لازم آید که سیاره‌ی سفلیه را مقابله نباشد، ولیکن او را دو مقارنه است. پس هر وقت واقع شود مابین آفتاب و زمین، مانند اوضاع ص وَ هـ وَ س[1] [در] **ش ۱۸۲**، مقارنه را سفلی گویند و هر وقت نسبت به ما در آن سمت آفتاب باشد، علیا. مانند اوضاع ص وَ س وَ د [در] **ش ۱۸۲**.

هرگاه عظیمه‌ای بر آفتاب و بر سیاره‌ای گذرانیم، اقصر قوسی از آن دایره را که محصور باشد مابین دو کوکب، بُعد شمسی سیاره گوییم.

عقدتین هر سیاره دو نقطه‌ی فصل مشترک مدار اوست با سطح منطقة البروج. /۶۹۵/ و آن دو عقده شبیه است[2] به جُوزهرین قمر. و رأس، عقده‌ای است که کوکب چون از آن گذرد، شمالی شود و آن را صاعد نیز گویند. و عقده‌ی دیگر را ذنب یا هابط گویند. و این دو عقده را چون جوزهرین حرکت بطئی در محیط منطقة البروج است[3]. و هر وقت سیاره صاحب عرض نباشد، دلیل است بر اینکه به یکی از دو عقده‌ی خود رسیده و قاعده‌ی رصد آن‌وقت چنان است که در خصوص تشخیص اوقات اعتدال ذکر شد. **ن ۱۵۲**.

دوره‌ی نوبتی هر سیاره عبارت از زمان مفارقت اوست از عقده، تا معاودتش به همان عقده. و[4] در عرض این مدت کوکب محیط مدار خود را طی می‌کند.

دوره‌ی نجومی هر سیاره، عبارت از زمان[5] مفارقت اوست از دایره‌ی عرض کوکب ثابتی، تا معاودتش به همان دایره‌ی عرض. و مرکز آن دایره، آفتاب فرض شده نه زمین. و[6] به سبب حرکتی که عقده‌ی کوکب در محیط منطقة البروج دارد، دوره‌ی نجومی را اختلاف قلیلی با دوره‌ی نوبتی است. و این حرکت مشابه است با تقدیم اعتدالین.

---

[1] نج و رض: ص‌ه‌س

[2] نج و رض: شبیه‌اند

[3] نج و رض: حرکت بطئی است در محیط منطقة البروج

[4] نج: - و

[5] نج: ـ زمان

[6] نج و رض: - و

دوره‌ی اجتماعی هر سیاره، عبارت از زمان مفارقت اوست از مقارنه[1]ی مشخصی[2] که با آفتاب داشته باشد، تا معاودتش به همان مقارنه‌ی مشخص. یا از مقابله‌ای است تا[3] مقابله‌ی دیگر. و این دو نظر نسبت به ساکنان زمین معتبر است، نه نسبت به آفتاب.

فصل ۲: در احوال سیارات سفلیه

در تعریفات ذکر شد[4] که سیارات سفلیه یا داخله سیاراتی هستند که به آفتاب نزدیک‌تر از ما باشند[5] و به عبارة اخری، مدارات‌شان محاط باشد در مدار زمین /٦٩٦/ و نیز اشارت شد که این نوع سیارات را هرگز با[6] آفتاب نظر تقابل نیست. چرا که در مقارنه باید بُعدش از آفتاب بیش از زمین باشد. و عدد آن‌ها منحصر است به[7] دو کوکب[8] عطارد و زهره. و حال مقصود ما تفصیل احوال آن‌هاست، یکان یکان.

در معرفتِ حرکت مرئی هر یک از دو سیاره‌ی سفلیه به نظر ساکنان زمین و غایت بُعد شرقی و غربی هر کدام از آفتاب:

۳۲٤ در این نمره، که مقصود بیان چگونگی حرکات سیارات سفلیه است، به جای کلمه‌ی سیاره همه جا زهره می‌گوییم. چرا که عدد آن‌ها از دو تجاوز نمی‌کند و آن‌چه در خصوص این کوکب بگوییم، به عینه تعلق می‌گیرد به عطارد. پس در آخر به جهت معرفت حرکت کوکب ثانی، کافی است که لفظ زهره را بدل کنیم به عطارد.

---

[1] نج: مقاربة

[2] رض: شخصی

[3] نج: تا به

[4] نج: شده

[5] نج: باشد

[6] نج و رض: به

[7] نج و رض: در

[8] مل: - کوکب

پس گوییم که زهره در مقارنه‌ی سفلی، رؤیت نشود و ما در **ش ۱۸٤** ابتدا از همان مقارنه‌ی د، او را در محیط مدارش د'د''د'''د سیر می‌دهیم و موضع ناظر نسبت به او ص است و چون در این حالت نسبت به ما مواجه آفتاب است، در اشعه‌ی او محو می‌شود و با[۱] اوست در[۲] مدت روز فوق الافق و مدت شب تحت الافق. و چندی بعد از از آن طرف صبح در مشرق، اندک[ـی] قبل از طلوع آفتاب نمایان می‌شود و روز به روز همان وقت صبح[۳] ارتفاعش را از افق در تزاید می‌بینیم. و لهذا چنان می‌نماید که به تدریج از آفتاب به سمت مغرب دور شود. زیرا که میان دو کوکب، هر کدام در حرکت یومیه بر دیگر تقدم جوید، یعنی قبل از او طلوع و غروب کند، غربی است. و بعد از مدتی بُعد از ترقی[٤] می‌افتد و زهره را تا چند روز نسبت به آفتاب مقیم می‌پنداریم. و بعد /٦٩٧/ به سمت او نزدیک[٥] می‌شود[٦] و روز به روز طرف صبح ارتفاعش را در تناقص می‌بینیم.

از این قرار چون مطلع زهره به تدریج نزدیک شود به مطلع آفتاب، در آخر هر دو کوکب به هم ملحق می‌شوند و باز سیاره در اشعه‌ی آفتاب مفقود می گردد و چند روز مرئی نمی‌شود و آن وقت در مقارنه است و معلوم است که آن[۷] مقارنه‌ی علیا است. و بعد از چندی[۸] کوکب ظاهر می‌شود. لیکن این نوبت اول شب در سمت مغرب، اندک[ـی] بعد از غروب آفتاب و در روزهای بعد[۹]، همان وقت غروب[۱۰] ارتفاعش به تدریج فزاید و مغیب[xii]اش از مغیب آفتاب، در تأخیر باشد. و لهذا به نظر ما از او دور شود. لیکن این مرتبه به سمت مشرق و

---

[۱] نج: ما

[۲] نج و رض: - در

[۳] نج: صبح را

[٤] نج: ا ترقی

[٥] نج: نزدیک نزدیک

[٦] نج: می‌شویم

[۷] نج: که از

[۸] نج و رض: چند روز

[۹] نج: و در روزهای شب بعد

رض: و روزهای وی بعد

[۱۰] نج و رض: غروب آفتاب

مدتی بعد سیاره را باز نسبت به آفتاب مقیم بینیم[۱] و بعد از[۲] اقامت به سمت او معاودت نماید و همه روز وقت غروب آفتاب ارتفاعش در تناقص باشد تا آنکه به او غروب کند[۳] و چندی مخفی باشد و آن اوقات مقارنه‌ی جدیده[٤] باشد و ظاهر است که آن مقارنه‌ی سفلی است و از آن مقام اوضاع مذکور به ترتیب عود کند و هکذا بعد از آن بی‌شمار.

۳۲۵: در بیان صورت حرکت زهره بر سطح فلک

چون حرکت زهره را از مقارنه‌ی سفلی با آلات نجومی به وجه ادق رصد کنیم، نتیجه ذیل استنباط می‌شود: طول کوکب اول با طول آفتاب مساوی است و بعد زود[٥] کمتر می‌شود و اختلافش تا مدتی می‌فزاید[٦] و بنابراین سیاره از آفتاب به سمت مغرب دور می‌شود. و آن وقت فاصله‌ی چند روز بر قرار می‌ماند و کوکب نسبت به آفتاب مقیم به نظر می‌آید و بعد به سمت او میل می‌کند[۷] و اختلاف طول به تدریج می‌کاهد /٦۹۸/ تا به کلی مرتفع شود و دیگر بار[۸] سیاره در دایره[۹]ی عرض آفتاب واقع گردد و نظر مقارنه[۱۰]ی جدیده[۱۱] حاصل کند. و ظاهر است که آن مقارنه علیاست و بعد از آن اختلاف مابین دو طول عارض می‌شود ولیکن این نوبت فضل از جانب طول زهره است و به تدریج ترقی می‌کند و به نظر ما تا[۱۲] چندی کوکب از آفتاب به سمت مشرق دور می‌شود. و آن وقت توقف

---

[۱] نج و رض: می‌بینیم

[۲] نج و رض: پس از

[۳] نج: کنید

[٤] نج و رض: جدید

[٥] نج و رض: بعد از آن

[٦] نج و رض: می‌افزاید

[۷] نج و رض: می‌نماید

[۸] نج و رض: باز

[۹] نج: در دایره سیاره

[۱۰] رض: مقانه

[۱۱] نج و رض: جدید

[۱۲] نج و رض: - تا

کرده، نسبت به آفتاب مقیم می‌نماید و بعد بُعد روی به تناقض نهاده تا به کلی منفی شود و دو طول باز برابر شوند و در این صورت سیاره از مشرق[1] به سمت آفتاب میل می‌کند و او را ملاقات می‌نماید و نظر مقارنه‌ی سفلی عود می‌کند و از آن‌جا دوره‌ی مذکوره ابتدا می‌شود.

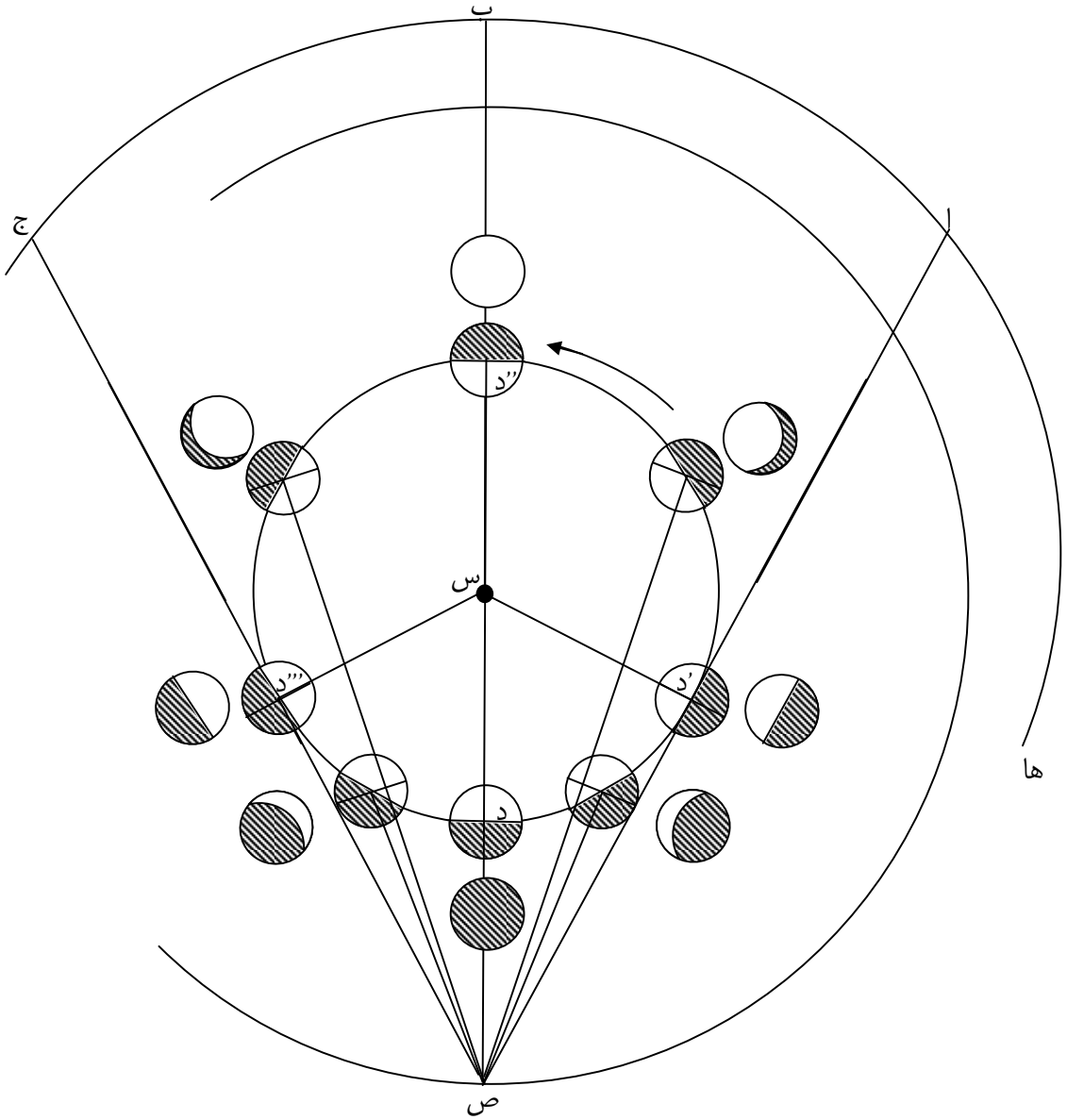
چنین نوسان مرئی را که گاه به سمت مغرب آفتاب است و گاه به سمت مشرقش، بُعد شمسی[2] سیارات سفلیه گوییم و چون سیاره در سمت مغرب آفتاب افتد، بُعد را غربی گوییم و چون در سمت مشرق افتد، شرقی و غایت آن بُعد در عطارد هرگز از ۲۸ درجه تجاوز نکند و در زهره از ٤٨ درجه.

۳۲٦ :در توجیه حالات سه‌گانه‌ای که هر یک از دو سیاره‌ی سفلیه را در حرکت مرئیه[3]ی خود عارض می‌شود.

[1] نج و رض: سمت مشرق

[2] نج: بُعد شمسی بُعد شمسی

[3] نج و رض: مرئی



ش ۱۸٤

در **ش ۱۸٤**، دایره‌ی س‌د مدار سیاره است و دایره‌ی س‌ص مدار زمین و حرکت هر دو در جهت سهم است. و به نظر شخصی که در آفتاب باشد، هر دو حرکت شرقی است. یعنی از یمین به یسار و چون بعد زمین از آفتاب بیش از بعد کوکب است، بر مقتضای قاعده‌ی سیم کپلر مدت دوره‌اش زیادتر از دوره‌ی او است و لهذا بُهت کوکب که سرعت وسطیش[1] /٦٩٩/ باشد، بیشتر از بهت زمین است. و در این صورت به جهت معرفت

[1] نج و رض: وسطی

آن‌ها[1] اولی آن است که زمین را در موضع ص ساکن فرض کنیم و سیاره را به فضل سرعت /۷۰۰/ حقیقی خود، بر سرعت زمین در مدارش متحرک دانیم و نظر به اتحاد مراکز مدارات، قوس حرکت سیاره نسبت به آفتاب، به نظر ساکنان زمین به سبب این فرض تغییر نمی‌کند و حالت او همچنان است که در واقع اتفاق می‌افتد. پس راصد را در موضع ص ساکن فرض می‌کنیم و می‌گوییم:

چون سیاره از مقارنه‌ی سفلای د به سمت ’د[2] سیر کند، زاویه‌ای در نقطه‌ی ص، مابین او و آفتاب حادث شود و به تدریج بفزاید، تا آن وقت که او به نقطه‌ی ’د رسد، زاویه‌ی مذکور که[3] بعد شمسی است، برسد به[4] س‌ص’د. و به ازای آن، موضع مرئی سیاره در سطح فلک از نقطه‌ی ب سیر می‌کند تا نقطه‌ی ا. و دور می‌شود از موضع مرئی آفتاب که به حسب فرض ما[5] در نقطه‌ی ب[6] ساکن است و از این جهت در مقارنه‌ی سفلی به نظر ما سیاره از آفتاب به سمت مغرب دور می‌شود. و مقدار این دوری که در حقیقت اختلاف طول دو کوکب است، و اول صفر درجه بود، می‌رسد به قوس با و از روی شکل ظاهر می‌شود که بعد سیاره از آفتاب باید اول به سرعت افزاید و بعد هرچند[7] نزدیک‌تر شود به نقطه‌ی ’د، بطئی در قدر افزایش عارض شود. و نقاطی از مدار که در حول ’د[8] باشند، چون به تقریب در حول خط مماس ص’د هستند، مواضع مرئی، همه در فلک به تقریب نقطه‌ی ا هست[9]. پس در عرض مدتی که سیاره در این مواضع سیر کند، به نظر ساکن آید. یعنی قلیلی قبل از رسیدن به نقطه‌ی د که مقام اول گوییم و اندک[ـی] بعد از گذشتن از آنجا، موضع مرئی کوکب نسبت به موضع مرئی آفتاب مقیم باشد و در آن مدت، اختلاف طول آنها تغییر نکند. و تا این مقام سیر شرقی سیاره منتهی گشت /۷۰۱/ و

---

[1] نج و رض: در این صورت برای معرفت اوضاع آن‌ها

[2] نج: د

[3] نج: - که

[4] نج: - به

[5] نج: فرض یا

[6] نج: - ب

[7] نج: هرچه

[8] نج: د

[9] نج: نقطه است

رض: نقطه‌ی ا است.

محل اقامتش رسید. و بعد از آن چون از ’د[1] به سمت ’’د تجاوز کند، بعد مابین دو کوکب از س‌ص’د[2] روی به تناقص می‌نهد، تا به صفر رسد[3] و موضع سیاره از موضع مرئی ا به سمت مشرق سیر می‌کند تا رسد به موضع ب. و در عرض این مدت اختلاف طول با متناقص می‌شود تا به صفر. و لهذا به نظر ما سیاره در جهت مشرق به آفتاب نزدیک می‌شود و در احتراق[4] علیی بر ’’د به او ملحق می‌گردد. و تجاوز نموده، در سمت مشرقش می‌افتد و علی الاتصال از او دور می‌شود، تا رسد به نقطه‌ی ’’’د، و طول دو کوکب باز مختلف می‌شود. ولیکن[5] چون سیاره در مشرق آفتاب است، طولش بیشتر است، و فضل آن از صفر درجه متزاید می‌شود تا ب‌ج. و ابتدا بُعد به سرعت ترقی می‌کند و بعد بطئی در او عارض می‌شود، تا آن‌گاه که کوکب نزدیک شود به ’’’د، و آن وقت به کلی قطع می‌شود و در این موضع که مقام ثانی‌اش[6] گوییم، کوکب باز نسبت به آفتاب مقیم می‌نماید. چنان که در خصوص ’د ذکر شد و چون از این مقام متجاوز نمود و به سمت د متوجه گشت، بُعد متناقص می‌شود و تا رود[7] شدید شود و اختلاف طول ب‌ج به صفر رسد و سیاره نوبت دیگر نظر مقارنه سفلی حاصل کند و آن وقت دوره‌ی مذکور به ترتیب عود کند.

موافق تفصیل مذکور، حالاتی که سیاره‌ی سفلیه را در حرکت مرئیه[8] نسبت به ساکنان زمین عارض می‌شود، خوب توجیه و توضیح شد، ولیکن ابتدا زمین را در موضع ص ساکن فرض نمودیم، و حال در **ش ۱۸۵** زمین ص

---

[1] نج: از آن از د چون

رض: از آن از ’د چون

[2] نج: س‌ص‌د

[3] نج: نرسد

[4] نج و رض: مقارنه

[5] نج: ولکن

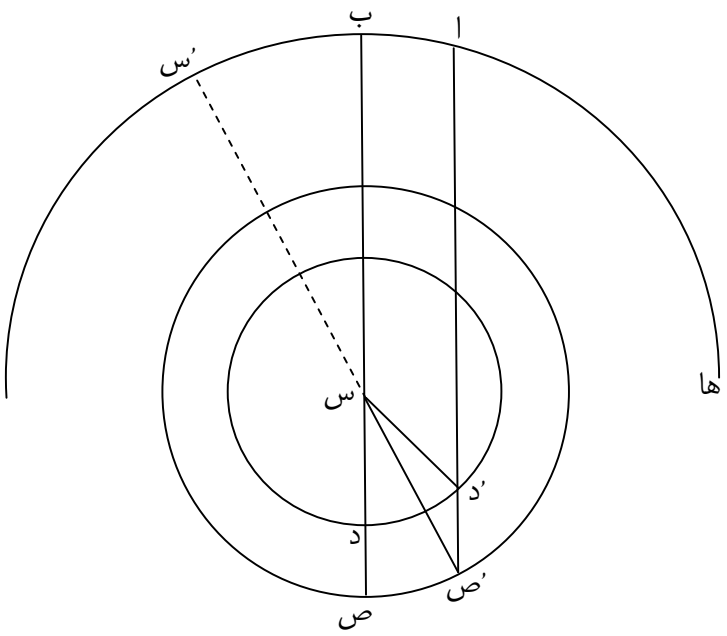
[6] نج و رض: ثانی

[7] نج: دور

[8] نج: سیاره‌ی سفلی دارد و حرکت مرئی

رض: سیاره‌ی سفلی را در حرکت مرئی

و سیاره د، هر دو را به حالت حرکت در حول آفتاب س تصور می‌کنیم و /۷۰۲/ می‌گوییم: در مقارنه‌ی سفلی، زمین در[۱] ص است و سیاره بر د. و بعد چون زمین بر ’ص[۲] رسد و سیاره بر ’د، و حرکت دومی حول آفتاب اسرع از حرکت اولی است، سه جرم بر استقامت خطی واقع نمی‌شوند. و راصد در نقطه‌ی ’ص کوکب را به زاویه‌ی س’صا از آفتاب دور می‌بیند و این همان زاویه‌ای است که بُعد شمسی سیاره‌اش نام نهادیم. و در این مدت بُعد مذکور از صفر درجه ترقی نموده تا قوص س’صا، و طول دو کوکب س وَ د، اول برابر بودند و مقدار هر کدام هاب بود و در آخر مختلف می‌شوند و اختلاف آن‌ها در موضع ثانی می‌رسد به ها’س-هاا=ا’س.



ش ۱۸۵

و چنین بُعد در عرض مدت حرکت انتقالی زمین و سیاره، مقدارش تغییر می‌پذیرد. پس اگر خواهیم جمیع احوال آن را معلوم کنیم، باید در **ش ۱۸۵**، مواضع متناظره‌ی آن دو کره را مشخص کنیم. و آنچه در خصوص دو موضع[۳] متناظر ’ص و’د ذکر شد، در خصوص آن‌ها تکرار کنیم تا ابعاد دیگر مانند س’ص’د به دست آید. و

[۱] نج و رض: بر

[۲] نج: ص

[۳] نج: - متناظره‌ی آن دو کره را مشخص کنیم. و آنچه در خصوص دو موضع

آن‌وقت آن‌ها را به همدیگر بسنجیم و محض آن‌که[1] این عمل سهل باشد وضع همه را بر وجهی[2] تغییر دادیم که ضلع س‌ص در آن‌ها مشترک باشد [در] **ش ۱۸٤**. و آن‌وقت میل ضلع متحرک ص'د را به او[3] بسنجیم[4] و به جز این، تصرف دیگر در /۷۰۳/ شکل مذکور نشد.

در احوال و خصوصیات زهره

۳۲۷ این سیاره همان کوکب درخشانی[5] است که عوام الناس کوکب مسائی و کوکب صباحی و ستاره‌ی شبان گویند. پس اگر قبل از طلوع آفتاب در سمت مشرق نمایان شود، ستاره‌ی صبح و شبانش[6] گویند. و بعد از آن‌که مخفی شود و مقارن[7] غروب آفتاب در سمت مغرب ظاهر شود، کوکب مسائی و قبل از ترقی علم نجوم، مردم گمان می‌کردند که آن‌ها دو[8] کوکب مختلف‌اند.

سابق ذکر شد که کمال بُعد شرقی و[9] غربی‌اش به ٤۸ درجه می‌رسد. دوره[10]ی اجتماعیه‌اش[11] ۵۸٤ شبانه[12]روز باشد و آن مدتِ یک نوسان کامل اوست و در عرض این مدت نسبت به ثوابت نیز گاه مستقیم باشد و گاه راجع و

---

[1] نج: این‌که

[2] رض: وجهی که

[3] نج: آن‌وقت میل ضلع متحرک ص'د را به او آن‌وقت میل ضلع متحرک ص'د را به او

[4] نج و رض: بسنجیدیم

[5] نج: بدرخشانی

[6] نج و رض: شبان

[7] نج: متقارن

[8] نج: که از دو

رض: که آن دو

[9] نج: به

[10] نج و رض: و دوره

[11] نج و رض: اجتماعیش

[12] نج و رض: - شبانه

مدت استقامتش ٥٤٢ شبانه[1]روز است و رجعتش ٤٢ شبانه[2]روز و در مدت یک سال، تقریباً از برابر جمیع صور بروج عبور کند[3].

۳۲۸ در معرفت اهله‌ی زهره- این کوکب در مدت دوره‌ی اجتماعیه‌اش به صور مختلفه در نظرها نمایان شود و آن صور را چون مشابهت تمام با اهله‌ی قمر است، اهله‌ی زهره‌اش[4] نامیم، [در] **ش١٨٦**. و به دلیل نیز مبرهن می‌شود که زهره صاحب اهله است، چرا که هرگاه در **ش١٨٤** و به دستوری که در خصوص قمر [در] **ش١٥٧** ذکر شد، بسنجیم، نصف مستنیر[xiii] [5]جرم سیاره را[6] که مواجه آفتاب است، با نصفی[7] که مواجه زمین است، ظهور اهله به ثبوت می‌رسد و تفاوت در همین است که اینجا جرم منیر در داخل مدار جرم مستنیر واقع است و راصد ص در خارج مدار و میان/٧٠٤/ این اهله اختلاف[8] کلی به نظر رسیده، مثلاً در مقارنه‌ی علیا چون تمام جزو[9] مستنیر به سمت زمین است، کوکب به صورت دایره‌ی صغیر منیر تمامی است و در احتراق[10] سفلی چون کوکب واقع است مابین آفتاب و زمین، تمام نصف مظلمش مواجه ماست و به کلی غیرمرئی. مگر آن وقت که از برابر قرص شمس گذرد و به شکل دایره‌ی صغیر مظلمی بر صفحه‌ی آن به نظر آید، ولیکن چنین حالت[ـی] بسیار نادر است **ن٣٣٠** . و مابین دو مقارنه‌ی اول به صورت هلال روشن وسیعی ظاهر شود و حدبه[xiv]اش به سمت آفتاب باشد و آن‌وقت اگر حوالی غروب باشد، جوف[xv][11] حدبه به سمت مشرق است و اگر حوالی صبح باشد، به

---

[1]نج و رض: - شبانه

[2]نج و رض: - شبانه

[3]نج و رض: می‌کند

[4]نج و رض: زهره

[5]نج: - نصف مستنیر

[6]نج: - را

[7]نج و رض: به آن نصفی

[8]نج و رض: اختلافات

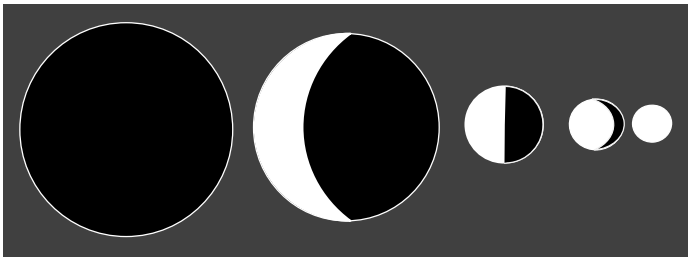
[9]نج و رض: جزء

[10]نج و رض:مقارنه

[11]رض: چون

سمت مغرب. و به تدریج عرض هلال فزاید تا در تربیع ’د[1] [در] **ش ۱۸٤**، به نصف دایره رسد و تا رود ترقی کند و چون به موضع ”د رسد، قرص تمام باشد و بعد از آنجا تا ’د و[2] تا د بر خلاف ترتیب مذکور آن اهله نمایان شود.

صورت اهله‌ی زهره



ش ۱۸٦

تنبیه: تا مدتی بعد از اختراع دوربین، گالیله[xvi] را به خیال نرسیده بود که دوربینی[3] به سمت زهره اندازد و معلوم کند که این سیاره را هلالی هست یا نه. و عاقبت در[4] اواسط رجب ۱۰۱۹ در شهر فلورانس در آن ضمن که با دوربین جدیدالبنایی[5] آسمان را تفحص می‌کرد، بر حسب اتفاق نظرش به زهره افتاد و یافت که[6] او را مانند قمر اهله است.

/۷۰۵/

---

[1] نج: د

[2] نج: تا ’د و

[3] نج: دوربین

[4] نج و رض: - در

[5] نج و رض: جدیدی

[6] نج: - که

۳۲۹ زهره گاه چنان منیر و متلألی[۱] است که در وسط النهار با چشم دیده می‌شود. ولیکن این حالت وقتی ظاهر نشود که کوکب قرص تمام به نظر آید. زیرا که آن وقت بسیار از زمین دور است و علاوه بر آن بر[۲] استقامت شعاع آفتاب است و بعد از قرص تمام، هر چند به زمین نزدیک‌تر شود، عرض هلال درخشانش ضعیف‌تر می‌شود، لیکن قطر مرئی سیاره به سرعت ترقی می‌کند. پس به حسب قاعده باید ما بین دو مقارنه موضعی باشد که چون کوکب به آن‌جا رسد، وسعت هلالی که هم مستنیر است و هم مرئی، بزرگ‌تر از سایر مواضع باشد. و به حساب استخراج شده که آن موضع قریب ٤٠ درجه از آفتاب بُعد شرقی یا غربی دارد و زهره[۳] ٦٩ روز قبل یا بعد از مقارنه‌ی سفلی به آن‌جا می‌رسد و قطر مرئی‌اش آن وقت ٤٠ ثانیه است و عرض هلال ١٠ ثانیه. و در این موضع وسعت جزو[٤] مستنیر ربع مظلم است و در هر ۲۹ ماه یک‌مرتبه در سمت مشرق یا مغرب آفتاب نمایان شود، و انسب جمیع اوقات در رؤیت او هر هشت سال یک مرتبه اتفاق می‌افتد.

در بعضی از شب‌ها[٥] که ماه‌تاب[٦] نباشد، ضوء[۷] این سیاره ظل انداخته است، پس می‌توان به قیاس آن ضوء را زهره‌تاب گفت. آورده‌اند که وقتی ناپلیون[xvii] وارد شهر لوکزامبورگ گشت و متحیر شد از اینکه توجه ازدحام خلق به سمت موضعی از آسمان[۸] بیشتر است تا سمت[۹] حضرت او و کوکبه[xviii]اش. پس از سبب آن سؤال نمود، معلوم

---

[۱] رض: متلالؤ

[۲] نج: - بر

[۳] نج: - ٤٠ درجه از آفتاب بُعد شرقی یا غربی دارد و زهره

[٤] نج و رض: جزء

[٥] نج و رض: و در بعضی شب‌ها

[٦] نج و رض: مهتاب

[۷] نج و رض: و ضوء

[۸] رض: از آن

[۹] نج و رض: به سمت

شد که در آن موضع آسمان با[1] وجود آنکه وسط النهار بود، کوکبی نمایان شده و آن کوکب زهره بوده و[2] بعضی از منجمان در جزو مظلم صفحه‌ی زهره ضوئی شبیه به تهجیر قمر دیده‌اند و[3] هنوز وجهش معلوم نشده.

/۷۰٦/

میل زهره و بُعد اوسط آن را سابق ذکر نمودیم و صورت مدارش بسیار شبیه است به دایره و خروج[4] مرکزش ۰.۰۰۷ است و بُعد حضیض شمسی‌اش[5] بنابر آن‌که بُعد اوسط زمین واحد باشد، ۰.۷۱۸ است و بُعد اوج شمسی‌اش ۰.۷۲۸ .

اما نسبت به زمین بُعدش بسیار مختلف شود، چنان‌چه در مقارنه‌ی سُفلی د [در] **ش ۱۸٤**، کمال قرب حاصل کند و هیچ سیاره به آن مقام نرسد، و آن‌وقت ٦۲۲۱ هزار فرسنگ از ما دور باشد و در مقارنه‌ی علیای ''د در بُعد ابعد باشد و قریب ٤۱٤۷۰ هزار فرسنگ از ما دور باشد و آن شش هفت برابر بُعد اقرب است و از این اختلاف لازم آید که قطر مرئی کوکب نیز بسیار تغییر پذیرد و هر چند هلال ضعیف‌تر باشد، کوکب بزرگ‌تر به نظر می‌آید و ما تغییر وسعت قرص و اهله‌ی آن را موافق آن‌چه رصد شده در شکل ثبت[6] نمودیم.

قطر مرئی زهره در بُعد ابعد ۹.٦ ثانیه است و در بُعد اوسط ۱۸.۸ ثانیه و[7] بُعد اقرب ٦۱.۲ ثانیه و در بعد آفتاب ۱٦.۹[8] ثانیه و چون مقدار اخیر را بسنجیم به ۱۷.۱٤ ثانیه که قطر مرئی زمین است در نظر ساکنان آفتاب و مضاعف اختلاف منظر آفتاب است، معلوم می‌شود که نصف قطر زهره قریب ۰.۹۸۵ نصف قطر زمین است.

---

[1] نج: یا

[2] نج: - و

[3] نج و رض: که

[4] نج و رض: خارج

[5] مل: شمسی است

[6] نج: رصد شد به نسبت در شکل

رض: رصد شده به نسبت در شکل

[7] نج و رض: و در

[8] نج: ٦.۹

منجمان معروف به رصدِ بعضی کلف[xix]ها که بر قرص زهره نمایان است، ثابت نموده‌اند که این سیاره مانند زمین در حول محور خود از مغرب به سمت مشرق دوران می‌کند و مدت دوره‌اش[۱] ۲۳ عت ۲۱ قه ۱۹ نیه است و میل آن محور از منطقة البروج ۱۵ درجه. پس بنابراین طول شبانه‌روز زهره به تقریب برابر است با شبانه‌روز ما و سال /۷۰۷/ زهره که دوره‌ی نوبتی‌اش باشد[۲]، به تقریب ۲۲۵ روز است و دوره‌ی نجومی‌اش ۲۲٤ روز [و] ۱٦ ساعت [و] ٤۹ دقیقه، [و] ۷ ثانیه است و تغییر فصول در کره‌ی زهره[۳] شدیدتر از این‌جاست و هکذا تغییر طول لیل و نهار. زیرا که میل دایره‌ی استوای او[٤] از سطح مدارش که نظیر میل کلی ماست، ۷۵ درجه باشد[٥] و حال آن‌که[٦] در زمین ۲۳ درجه [و] ۲۸ دقیقه است.

زهره را با زمین[۷] کمال مشابهت است، زیرا که علاوه بر نزدیکی طول شبانه‌روز، نصف قطر و حجم و جوهر اوسطش قریب به همین اجزای زمین است. نصف قطرش معادل ۰.۹۸۵ نصف قطر زمین است، یا هزار فرسنگ و حجمش ۰.۹۵۷ از[۸] حجم زمین و هنوز به تحقیق معلوم نشده که زهره را در قطبین خود[۹] فرونشستگی هست یا نه.

بر جرم زهره هوایی به مثل[۱۰] هوای زمین محیط گشته و دلیلش[۱۱] صبح و شفقی است که در سطح کوکب به نظر رسیده، مانند[۱۲] صبح و شفق زمین که به سبب وجود هوا حادث گشته و در آن‌جا جبالی یافته‌اند بسیار ارفع[۱] از

---

[۱] نج و رض: یک دوره‌اش

[۲] نج: - باشد

[۳] نج: - زهره

[٤] رض: و

[٥] نج: - باشد

[٦] نج: - آن‌که

[۷] نج: زمین نیز

[۸] نج و رض: - از

[۹] نج و رض: - خود

[۱۰] نج و رض: هوایی مانند

[۱۱] نج و رض: دلیل بر آن

[۱۲] نج و رض: چون

آن‌چه در زمین دیده می‌شود. اعظم آن[۲] جبال ٤٤ هزار زرع مرتفع است و آن $\frac{۱}{۱٤٤}$ جزو نصف قطر سیاره است[۳] و حال آن که ارتفاع اعظم جبال زمین $\frac{۱}{۷٤۰}$ جزو نصف قطر اوست. پس معلوم می‌شود که ارتفاع جبال زهره قریب پنج[٤] برابر ارتفاع جبال زمین است.

۳۳۰ در عبور زهره از برابر قرص آفتاب: هرگاه موافق فرض سابق، مدار زهره در سطح منطقة البروج می‌بود، در هر مقارنه‌ی سفلی بر نقطه‌ی د [در] **ش۱۸٤**[٥] حادثه‌ی غریب خوش‌منظری واقع می‌شد و آن حادثه این بود که سیاره را در طول /۷۰۸/ خط ص‌س بر قرص آفتاب[٦] می‌دیدیم و آن وقت قطر مرئی زهره با وجود آن‌که در[۷] بُعد اقرب است، چون یک دقیقه بیش نیست و حال آن‌که قطر آفتاب قریب **۳۲** دقیقه است، قرص چنان منکسف نمی‌گردد که در وقت عبور قمر از برابرش به نظر می‌رسد. بلکه سیاره هم‌چون[۸] دایره‌ی صغیر مظلمی به قطر یک دقیقه بر مرکز[۹] می‌افتد و در آن مدت که کوکب به حرکت خاصه از برابر آفتاب می‌گذرد، ما دایره‌ی صغیر را در روی قرص به سمت مغرب متحرک می‌بینیم. چرا که در مقارنه‌ی سفلی جهت سیر زهره باید چنین باشد و این حادثه مدتی به طول می‌انجامد چون که در عرض آن مدت باید طول کوکب قریب **۳۲** دقیقه بکاهد.

---

[۱] نج: رافع

[۲] نج: و اعظم از

رض: و اعظم آن

[۳] نج: - است

[٤] نج: - جزو نصف قطر اوست. پس معلوم می‌شود که ارتفاع جبال زهره قریب پنج

[٥] نج: ش۱٤۸

[٦] نج: - آفتاب

[۷] نج و رض: کوکب در

[۸] نج و رض: سیاره چون

[۹] نج و رض: مرکزش

چون در واقع زهره بر سطح منطقة البروج سیر نمی‌کند و مدارش قریب[1] ۳ درجه [و] ۲٤ دقیقه مایل است، حالت مذکور در هر مقارنه‌ی سفلی ظاهر نمی‌شود و به ندرت اتفاق می‌افتد و آن‌وقت که کوکب به دایره‌ی عرض آفتاب می‌رسد و نظر مقارنه دست می‌دهد، غالب آن است که بر خلاف فرض ما خط ص‌س منطبق نیست بر خط ص‌هـ واصل مابین او و زمین، بلکه زاویه‌ای حادث شود مابین آن‌ها که مقدارش از صفر درجه تا ۳ق۲۳ثیه دور زند، پس اگر آن زاویه که عرض زهره است، صفر باشد، یعنی کوکب در مقارنه‌ی سفلی بر یکی از جوزهرین‌اش[2] باشد، فرض وقوع یافته و حادثه ظاهر می‌شود و زهره از برابر قرص آفتاب عبور می‌کند و قریب به یکی از اقطارش را طی می‌نماید و چنین حادثه‌ای را عبور مرکزی زهره گوییم و مدتش از هفت ساعت تجاوز کند و اگر آن زاویه‌ی عرض هـص‌س صفر نباشد، بلکه کمتر باشد از نصف قطرِ /۷۰۹/ مرئی آفتاب، حادثه باز رخ می‌دهد. ولی[3] دایره‌ی صغیر مظلم در طول قطر سیر نمی‌کند و وتری از اوتارش را می‌پیماید و آن وتر به حسب کوچکی و بزرگی زاویه، قرب و بُعد از مرکز دارد و طولش مختلف شود و اگر در مقارنه‌ی سفلی عرض کوکب بیشتر از نصف قطر مرئی آفتاب باشد، حادثه به هیچ‌وجه نمودار نمی‌شود و تمام آنچه ذکر شد به اندک تأمل واضح می‌شود.

عبور زهره از برابر قرص آفتاب به نوبت اتفاق افتد و قاعده‌ی استخراج اوقات آن چنان است که در خصوص کسوف و خسوف رسمی نیرین ذکر شد[4] ولیکن به ندرت این حادثه روی دهد. چنان چه از تاریخ اختراع دوربین تاکنون سه نوبت دیده شده: ۲ دسمبر ۱٦۳۹ مسیحی و ۵ ژوَن ۱۷٦۱ و ۳ ژوَن ۱۷٦۹[5] و بعد از هر عبور تا ۸ سال، اقلاً نباید انتظار عبور دیگر کشید، پس اگر در سال هشتم اتفاق بیفتد[6]، عبور سیم البته بعد از ۱۱۳$\frac{۱}{۲}$ ± ۸ سال[7] دیگر خواهد بود، و دوره‌ی ظهورش چنین است: ۸ سال، ۱۲۱$\frac{۱}{۲}$سال[8]، ۸ سال، ۱۰۵$\frac{۱}{۲}$ و بیان این نکته، آن است که

---

[1] نج و رض: قریب به

[2] نج و رض: عقدتین

[3] نج: ولیکن چون

رض: ولیکن

[4] نج و رض: شده

[5] نج و رض: ششم شعبان ۱۰٤۹، اول ذیقعده ۱۱۷٤، آخر محرم ۱۱۸۳

[6] نج: نیفتد

[7] نج و رض: ۸ ± ۱۱۳$\frac{۱}{۲}$ سال

[8] نج: - دیگر خواهد بود، و دوره‌ی ظهورش چنین است: ۸ سال، ۱۲۱$\frac{۱}{۲}$سال

اگر عقدتین[1] زهره دو[2] نقطه‌ی مشخصی[3] بودند از منطقة البروج، و در محیط آن دایره حرکتی نداشتند، هر هشت[4] سال[5] یک نوبت این واقعه اتفاق می‌افتاد، بدون استثناء. زیرا که چون ۸ برابر ۳٦٥ روز، معادل است با ٥ برابر ٥٨٤ روز که دوره‌ی اجتماعیه[6]ی کوکب است، اگر در یکی از مقارنات سفلی زهره بر یکی از عقدتین خود باشد، بعد از هر هشت[7] سال در مقارنه‌ی پنجم به آن‌جا می‌رسد ولیکن آن دو[8] نقطه را در محیط منطقة البروج حرکت بطئی است و به آن سبب بی‌انتظامی در دوره‌ی عبور به ظهور /۷۱۰/ رسیده و آن‌چه از این حادثه تا پانصد سال دیگر واقع شود، به حسب تاریخ مسیحی و هجری در جدول ثبت افتاد:[9]

---

[1] نج و رض: این عقدتین

[2] نج: در

[3] مل و نج و رض: شخصی

[4] نج و رض: ۸

[5] مل: سالی

[6] نج و رض: اجتماعی

[7] نج و رض: ۸

[8] رض: - دو

[9] در ستون سوم و چهارم جدول، در نسخه‌ی مل تنها دو عدد اول که مربوط به سال ۱۲۹۱ و ۱۳۰۰ هجری قمری است، نوشته شده است و سنین بعدی که به تاریخ جلالی نوشته‌اند در نسخه‌های نج و رض موجود است. این اطلاعات از این نسخه‌ها به جدول اضافه شده‌اند. در حاشیه‌ی نسخه‌ی رض و نج این توضیحات با اندکی تفاوت آمده است:

«**تنبیه:** در تشخیص اوقات از تاریخ هجری عدول نموده، غالب آنها را به حسب سنین جلالی نوشته‌ایم. از آن جهت که اگر می‌خواستیم به حسب تاریخ هجری حقیقی بنویسیم، معرفت تقویم نیرین و استخراج رؤیت هلال مقتضی می‌شد برای پانصد سال مدت. و این عمل ممکن نبود». (به نقل از حاشیه‌ی ص۱۲۸ سمت چپ، از نسخه‌ی نج).

عبور زهره از برابر قرص آفتاب[1]			
شهور مسیحی[2]	سنین مسیحی	شهور هجری[3]	سنین هجری[4]
۸[5] دسمبر	۱۸۷٤	۲۹[6] شوال	۱۲۹۱[7]
٦ دسمبر	۱۸۸۲	۲۸[8] محرم	۱۳۰۰[9]
۷ ژون	۲۰۰٤	۱۹ خرداد	۹۲٦ جلالی
٥ ژون	۲۰۱۲	۱۷ خرداد	۹۳٤ جلالی
۱۰ دسمبر	۲۱۱۷	۲۵ آذرماه	۱۰۳۹ جلالی
۸ دسمبر[10]	۲۱۲٥	۲۳ آذرماه	۱۰٤۷ جلالی
۱۱ ژون	۲۲٤۷	۲۳ خرداد	۱۱٦۹ جلالی
۸ ژون	۲۲٥٥	۲۰ خرداد	۱۱۷۷ جلالی
۱۲ دسمبر	۲۳٦۰	۲۷ آذرماه	۱۲۸۲ جلالی
۱۰ دسمبر	۲۳٦۸	۲۵ آذرماه	۱۲۹۰ جلالی

[1] نج و رض: تاریخ عبور زهره از برابر قرص آفتاب به حسب

[2] نج و رض: - مسیحی

[3] نج و رض: - هجری

[4] نج و رض: - هجری

[5] نج و رض: ۹

[6] نج و رض: ۲۸

[7] نج و رض: ۱۲۹۱ هجریه

[8] نج و رض: ۲٤

[9] نج و رض: ۱۳۰۰ هجریه

[10] رض: ۸ ژون دسمبر

چون طول عقده[1]ی رأس زهره در این عصر قریب ۷۵ درجه است و طول ذنب[2] قریب ۲۵۵ درجه، وقوع حادثه مقارن باشد با وقتی که تقویم آفتاب به یکی از آن دو درجه رسد و آن در جوزاست یا در قوس.

قریب به آن‌چه در خصوص عبور زهره ذکر شد، به عطارد تعلق می‌گیرد، چون که او نیز از برابر آفتاب می‌گذرد.

۳۳۱: در تعیین اختلاف منظر آفتاب به رصد عبور زهره از برابر قرص او: چون نسبت حقیقی مابین ابعادی که سیارات از آفتاب دارند، در دست هست[3]، اگر بُعد حقیقی سیاره مثلاً زمین معلوم باشد، با کمال سهولت ابعاد حقیقی سایر سیارات از آفتاب و از همدیگر استخراج می‌شود. و تعیین بُعد مابین آفتاب و زمین موقوف است به معرفت اختلاف منظر آفتاب **ن۲۲۳** /۷۱۱/ و به جهت تعیین اختلاف منظر، تا کنون چند قاعده وضع شده، لیکن وجه ادق و اصح مبتنی به رصد عبور زهره است از برابر[4] قرص او، و این وجه را هاله منجم انگلیسی وضع نموده. پس در سال ۱۱۷٤ که عبور ثانی بود، زهره را رصد نمودند و چون آن‌طور که شاید دقیق نگشت، مترصد عبور سال ۱۱۸۳ شدند و در آن سال از جمیع دول فرنگستان[5]، منجمان کامل به اطراف و اکناف عالم پراکنده گشتند و با نهایت دقت حالات و چگونگی[6] آن را رصد نمودند و قوس اختلاف منظر را از روی هر رصد استخراج کردند و نتایج را به اختلافات قلیله[7]، مختلف یافتند. پس مقدار اوسط را که ۸.۵۷ ثانیه شد، اختیار

---

[1] نج و رض: - عقده

[2] نج و رض: ذنبش

[3] نج و رض: است

[4] نج: روی

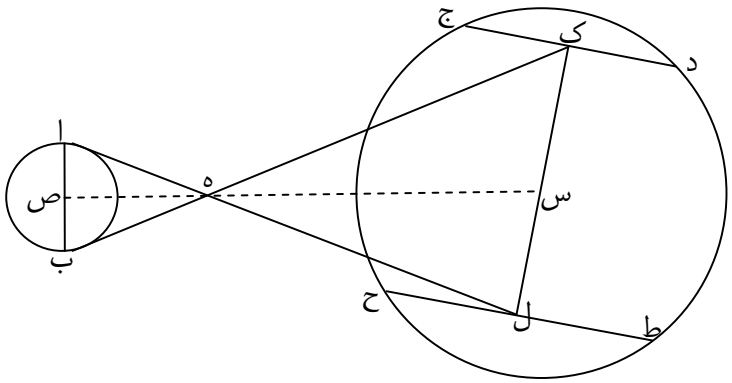
[5] نج و رض: اروپا

[6] نج و رض: خصوصیات

[7] نج و رض: قلیل

کردند و ما آن را در **ن۲۲۳** به جهت[1] اختلاف منظر افقی در بُعد اوسط ذکر نمودیم و حال مقصود ما بیان این قاعده‌ی بدیعه[2] است، ولی به نحو[3] اجمال :

سابق ذکر شد که چون بُعد مابین آفتاب و زمین را واحد فرض کنیم، بعد زهره از آفتاب ۰.۷۲۳۳۳۱ است. پس بعد همان کوکب از زمین در مقارنه‌ی سفلی چنین می‌شود: ۰.۲۷۶۶۶۹. و نسبت بُعد اول با بُعد دویم چنین $\frac{۰.۷۲۳۳۳۱}{۰.۲۷۶۶۶۹}$ و آن معادل است با $۲\frac{۳}{۵}$. پس معلوم می‌شود که در اوقات عبورش نسبتِ بُعدِ زهره از آفتاب، به بُعدش از زمین $۲\frac{۳}{۵}$ است. یعنی ه‌س=۲.۶ ه‌ص. یا آن‌که $\frac{\text{ه‌س}}{\text{ه‌ص}} = ۲.۶$[4]. **ش۱۸۷**.



ش ۱۸۷

پس اگر دو راصد به فاصله‌ای در دو موضع زمین قرار بگیرند، به نظر هر کدام زهره وتری از قرص آفتاب را طی می‌کند و آن غیر وتری است که به نظر دیگر پیموده می‌شود. مثلاً به نظر راصد ا در طول وتر ح‌ط سیر می‌کند و به نظر راصد /۷۱۲/ ب در طول وتر ج‌د. و اگر راصد[5] اول موضع کوکب را بر ل ببیند، راصد دویم همان وقت کوکب را بر ک به نظر می‌آورد. و محض تسهیل و اختصار مطلب، فرض می‌کنیم که زمین صاحب حرکت

---

[1] نج و رض: در **ن۲۲۳** برای

[2] نج و رض: بدیع

[3] نج و رض: ولیکن به طور

[4] نج و رض: $\frac{\text{ه‌س}}{\text{ه‌ص}} = ۳.۶$

[5] نج: - راصد

وضعی نباشد و زهره نقطه‌ی هندسیه[1] باشد. یعنی قطر مرئی‌اش صفر باشد و دو راصد ا و ب قرار بگیرند بر طرفین آن قطری از زمین که عمود باشد بر سطح منطقة البروج. پس هر راصد مدت عبور کوکب را از برابر قرص آفتاب رصد کند و در جداول تقویم داخل شده، بُهت کوکب را در آن روز برگیرد و از روی آن دو عدد، طول وتری را که به نظر او کوکب پیموده، به حسب درجه استخراج کند و چون طول هر دو وتر معلوم گشت، فاصله‌ی مابین آن‌ها که خط کـل باشد، به آسانی مشخص می‌شود و بعد از آن مقدار زاویه‌ای که در زمین موتر[2] باشد به او[3]. و توضیح این مطلب چنان است که قوس حرکت یومیه‌ی زهره را در روز مقارنه‌ی سفلی از جداول تقویم برگیرند و به تناسب استخراج کنند مدتی را که آن کوکب قوسی[4] معادل با قطر مرئی آفتاب طی می‌کند. و به آن مدت بسنجند[5] طول زمانی را که به نظر هر راصد وتری از قرص آفتاب پیموده[6]، تا نسبت طول هر وتر به قطر /۷۱۳/ معلوم شود، و آن وقت با مقیاس دایره رسم کنند تا قرص آفتاب باشد و دو وتر حـط و جـد را به حسب طولی که دارند، وصل کنند و فاصله‌ی مابین آن‌ها را با پرگار گرفته، بسنجند به قطر دایره، تا نسبت قوس کـل به قطر مرئی آفتاب به دست آید و از آن نسبت، چنین استنباط می‌شود که قوس کـل به نظر ساکنان زمین ٤٥ ثانیه است و منجمان به همین دستور رفتار کنند. لیکن به عمل حساب نه به هندسه تا[7] نتیجه دقیق‌تر شود[8]. و بباید دانست که در شکل، محض توضیح مطلب، تناسب اجزای[9] منظور نشده، چرا که اگر قطر دایره س را ۳۲ دقیقه فرض کنیم، باید طول فاصله‌ی کـل چهل و پنج ثانیه باشد، و حال آن‌که چندان برابر رسم شده.

---

[1] نج و رض: هندسی

[2] نج: برتر

[3] نج: باشد باد

[4] نج و رض: قوس

[5] نج و رض: سنجید

[6] نج و رض: پیموده شده

[7] نج و رض: تا آنکه

[8] نج و رض: باشد

[9] نج و رض: اجزاء

بعد از تقدیم[1] این مقدمات، می‌گوییم که دو مثلث ه‌کـل و اب‌هـ متشابه‌اند، چون که در وقت رصد هر دو کوکب آفتاب و زهره در سطح منطقة البروج‌اند و دو وتر جد و حط موازی هستند با آن سطح. پس ضلع کـل عمود می‌شود بر همان سطح و موافق فرض سابق قطر اب نیز بر آن عمود است و بنابراین آن ضلع و این قطر متوازی[2] هستند و دو مثلث متساوی الزوایا می‌شوند و متشابه. و آن‌وقت این تناسب نتیجه می‌شود:

کـل:اب=هـل:اهـ و اب=۲ن و هـل:اهـ= هـس:هـص

پس کـل:۲ن=هـس:هـص و ابتدا ثابت شد که $\frac{\text{هـس}}{\text{هـص}} = ۲.٦$

پس $\frac{\text{کـل}}{\text{۲ن}} = ۲.٦$ یا آنکه: $\frac{\text{کـل}}{\text{ن}} = ۵.۲$.

پس معلوم شد که نسبت کـل به نصف قطر زمین ۵.۲ است و قوس کـل یا زاویه‌ی مؤثّره به خط کـل در فاصله‌ی زمین از آفتاب ٤٥ ثانیه است و /۷۱٤/ زاویه‌ی موتره به نصف قطر زمین در همان فاصله‌ی اختلاف منظر آفتاب است و چون این دو مقدار را در تساوی به جای کـل و ن قرار دهیم، چنین استنباط می‌شود که نسبت ٤٥ ثانیه به اختلاف منظر آفتاب[3]، معادل است با ۵.۲ . پس اختلاف منظر آفتاب، معادل است با خارج قسمت ٤٥ ثانیه بر ۵.۲، یعنی:

$$\text{اختلاف منظر}[4] = \frac{٤٥^{\text{نیه}}}{۵.۲} = \frac{٤۵۰}{۵۲} = ۸^{\text{نیه}}.٦۵$$

تنبیه: در مقدمه‌ی قاعده فرض نمودیم که دو شخص راصد به تبعیت حرکت وضعی زمین، متحرک نباشند و هر کدام بر طرفی از آن قطر زمین باشد که عمود است بر سطح منطقة البروج و قطر مرئی زهره محسوس نباشد، ولیکن هیچ کدام لازم نیست و همه محض اختصار و تسهیل مطلب بود و[5] دو راصد در هر موضع زمین باشند، قاعده جاری است و همین قدر کافی‌ست که از هم دیگر دور باشند و بلکه محض تدقیق ممکن است که چند نفر

---

[1] نج و رض: ترتیب

[2] نج و رض: موازی

[3] نج و رض: - آفتاب

[4] نج و رض: فر {حروف آخر اختلاف منظر}

[5] نج و رض: - و

در اماکن متفرقه به اتفاق رصد کنند، چنان‌چه در عبور سال ۱۱۸۳ منجمان بسیار[۱] در اطراف[۲] عالم پراکنده گشتند و هر کدام به دقت تمام مدت عبور زهره را رصد نمودند و به ترکیب آن ارصاد، قوس اختلاف منظر را مختلف یافتند. مابین ۸.۷۸[۳] ثانیه و ۸.۳۹ ثانیه دور می‌زد و[۴] اکثر منجمان مقدار اوسط ۸.۵۹[۵] را اختیار نمودند به ازای نصف قطر استوایی زمین و در مقام عمل حرکت وضعی زمین و قطر مرئی زهره را با تعدیلات چند منظور می‌آورند و تفصیل آن در زیجات جدیده مندرج است.

فواید[۶] عبور زهره در اول نمره ذکر شد و علاوه بر آن ندرت وقوعش/۷۱۵/ مزید بر اعتبارش گشته و منجمان از حالا مترصد عبور هفت سال بعد از این‌اند تا اختلاف منظر به وجه اکمل و ادق[۷] مشخص شود.

۳۳۲ در خصوص قمر زهره: قمر عبارت است از سیاره‌ی فرعیه که دَوَران کند در حول سیاره‌ی اصلیه و آن را در حرکت[۸] انتقالیه‌اش به گرد آفتاب ردیف و همراه باشد، چون قمر ما که در حول سیاره‌ی زمین دوران می‌کند و به ملازمت او حول آفتاب می‌گردد و عطارد و مریخ را قمری نیست و در مقام خود[۹] ذکر می‌کنیم که مشتری را چهار قمر است و زحل را هشت و اورانوس را هشت و نپتون را اقلاً یکی.

و اما زهره چون عِظَم[xx] این سیاره قریب به زمین است و زمین صاحب یک قمر است، قیاس اقتضا کند که آن را هم قمری باشد و بعضی هم گمان برده‌اند که او را[۱۰] قمری هست. چنان‌چه قوانین طبیعی بر این حکم دلالت

---

[۱] نج: - بسیار

[۲] نج: اکناف

[۳] نج: ۸.۷۱

[۴] نج: - و

[۵] نج: ۸.۵۹ ثانیه

[۶] نج و رض: و فواید

[۷] نج و رض: به وجه ادق و اکمل

[۸] نج: حرکات

[۹] نج: - خود

[۱۰] نج و رض: را هم

کند و چند[1] تن از راصدان ادعای رؤیت کرده‌اند و به رصد آن‌ها میل مدارش از منطقة البروج ۶۳ درجه است و خروج مرکز بیضی آن مدار ۰.۲ و مدت یک دور حرکتش به گرد سیاره ۱۱.۲ شبانه‌روز و قطر جرمش ۰.۲۸ قطر زمین. ولیکن هنوز در وجود این قمر یقین حاصل نشده و صحت اعدادی که ذکر شد، متفق علیه نیست.

در احوال و خصوصیات عطارد

۳۳۳ این سیاره را با زهره مشابهت تمام است، به[2] جز آن‌که اصغر از اوست و به آفتاب نزدیک‌تر و از ما دورتر و کمال بعد شمسی‌اش نیز کمتر از زهره است و به سبب این /۷۱۶/ قرب جوار، تابش[3] اشعه‌ی آفتاب مانع از ظهور اوست در آفاق شمالی. به[4] جز[5] بعضی از اوقات که اندک بعد از غروب آفتاب در سمت مغرب یا اندک قبل از طلوع در سمت مشرق نمایان شود و متقدمین این کوکب را نیز مانند زهره دو کوکب مختلف می‌دانستند و به دو اسم او را می‌خواندند. آپُلُن یعنی رب النوع روز و عطارد یعنی رب النوع دزدان.

کمال بُعد شمسی عطارد به سمت مشرق یا به سمت مغرب از ۱۶ درجه [و] ۱۲ دقیقه باشد، تا ۲۸ درجه [و]۴۸ دقیقه و غالب ۲۳ درجه است. و چون به ۱۶ تا ۲۰ درجه رسد، مقیم باشد و دوره‌ی اجتماعی[6]اش از ۱۵۶ روز باشد تا ۱۳۰ روز و در عرض این مدت از کمال بُعد شرقی به کمال بُعد غربی رسد و باز به مقام اول معاودت کند. و از برابر صور مختلفه‌ی بروج قریب یک سال گذرد و سرعت سیرش نسبت[7] به ثوابت بسیار مختلف باشد و گاه مستقیم سیر کند و گاه راجع و در مدت دوره‌اش قریب ۲۳ روز نسبت به آن‌ها راجع باشد.

---

[1] نج: چندین

[2] نج و رض: - به

[3] نج و رض: تا تابش

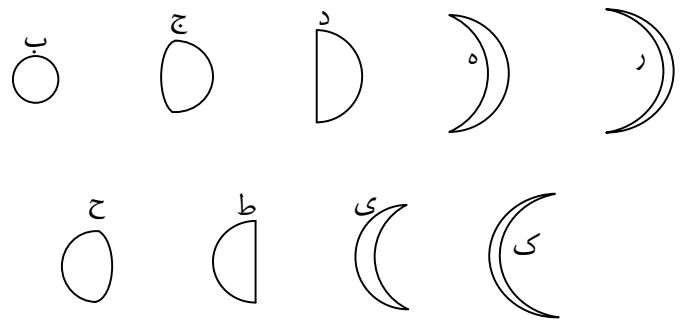
[4] نج و رض: - به

[5] نج و رض: جز در

[6] نج و رض: اجتماعیه

[7] نج: - نسبت

در اهله‌ی عطارد: فرض می‌کنیم که راصد با دوربین بسیار قوی عطارد را نظر کند اول شبی که از تحت شعاع آفتاب خارج می‌شود. پس آن را تقریباً به صورت دایره‌ی تمامی خواهد دید. ب [در] **ش۱۸۸**. و هر چند از آفتاب دورتر شود، طرف غربی به استداره‌ی خود باقی می‌ماند، لیکن[۱] طرف شرقی بیضی[۲] شکل می‌شود [مانند] ج، و می‌رسد به مقامی قریب به غایت بُعد شرقی که در آن‌جا شبیه است به تربیع اول ماه و آن وقت طرف غربی‌اش باز مستدیر است /۷۱۷/ و طرف شرقی‌اش خطی است مستقیم، عمود بر خط واصل مابین مرکز آفتاب و[۳] مرکز کوکب د و بعد ضلع مستقیم مقعر می‌شود، شبیه[۴] به بیضی[۵] که حدبه‌اش به سمت مغرب باشد، هـ [در شکل]. مانند صورت ماه قبل از تربیع[۶] اول و بالجمله آن شبی که در تحت شعاع آفتاب فرو رود، به شکل هلال بسیار دقیقی[۷] است که ضلع غربی‌اش نصف دایره باشد و ضلع شرقی‌اش قوس بیضی[۸] بسیار شبیه به نصف دایره. و جوف این قوس به سمت مشرق است، ر [در شکل].[۹]



ش ۱۸۸

[۱] نج: لکن

[۲] نج: بیضا

[۳] نج: به

[۴] نج و رض: مشابه

[۵] نج: بیضا

[۶] نج: بیع

[۷] نج و رض: دقیق

[۸] نج: بیضا

[۹] {در شکل نج، حرف ر، و نوشته شده است}.

و چون تأمل کنیم تا آن صبح که از تحت شعاع آفتاب بیرون آید، اهله‌ی مذکوره بر خلاف ترتیب سابق عود کنند[۱] و ضلع شرقی‌اش[۲] در این دور قوس دایره باشد و ضلع غربی‌اش[۳] قوس بیضی[٤] که حدبه‌اش گاه به سمت مغرب باشد [در] ح، و[٥] گاه به سمت مشرق[٦] [در] ی و ک و مابین این دو حالت، ضلع غربی خط مستقیم است ط و بعد کوکب عود می‌کند به صور ک و ی و ط و ج و ب[۷] و غیره. که به ترتیب و به نسبت نموده شده‌اند، ولیکن[۸] این اهله به[۹] مثل اهله‌ی زهره واضح نیستند.

ظهور[۱۰] این اهله و اهله‌ی زهره از لوازم حرکت انتقالی سیاره است در حول آفتاب و توجیه نشوند به[۱۱] جز در صورتی که بگوییم سیاره به حالت حرکت، نور خود را از آفتاب کسب می‌کند و به سمت ما منعکس می‌نماید [در] **شکل ۱۸٤**[۱۲].

/۷۱۸/

۳۳٤ بیضی[۱] مدار عطارد بسیار مستطیل است و خروج مرکزش از خمس بُعد اوسطش تجاوز می‌کند. بُعد اوسطش از آفتاب ۰.۳۸۷۱ است، بنابر آن‌که بُعد زمین واحد باشد. و خروج مرکزش نسبت به بُعد اوسطش ۰.۲۰٦

---

[۱] نج و رض: کند

[۲] نج و رض: شرقی

[۳] نج و رض: غربی

[٤] نج: بیضا

[٥] نج: - و

[٦] نج و رض: مشرق باشد

[۷] نج: صور ک ر ی ر ط، ح، ب

[۸] نج: ولکن

[۹] نج: - به

[۱۰] نج و رض: و ظهور

[۱۱] نج و رض: - به

[۱۲] رض: - **شکل ۱۸٤**

است و میل مدارش از سطح منطقة البروج ۷ درجه [و] ۵ ثانیه، و دوره‌ی نجومی‌اش ۸۷ روز [و] ۲۳ ساعت [و] ۱۵ دقیقه [و] ٤٥ ثانیه[۲]، و آن‌چه در **ن ۳۲٤** و **ن ۳۲۵** در خصوص زهره بیان کردیم، به عطارد نیز[۳] تعلق می‌گیرد.

عطارد نیز مانند زهره از برابر قرص آفتاب عبور می‌کند و آن بیشتر از عبور زهره اتفاق می‌افتد. ولیکن فایده‌ی عبور زهره بر آن مترتب نیست، چون که آن قرب جواری که عطارد با[٤] آفتاب دارد، مانع از این است که به واسطه‌ی عبورش بتوان اختلاف منظر آفتاب را مشخص نمود.

و عبور عطارد را به وجوه ذیل می‌توان تحقیق نمود: کلف حادث به سمت مغرب حرکت می‌کند، همچنان‌که خود عطارد قبل از زمان خفا حرکت می‌کرد و سرعت سیرش نیز قریب به سرعت اوست و قطرش مساوی است با قطری که سیاره‌ی منیر داشت، در آن شبی که تحت الشعاع شد و این کلف هرگز مشبّه[٥] نشود با کلف‌هایی که بر صفحه‌ی آفتاب اغلب پراکنده می‌بینیم. چرا که آن‌ها مدت مدیدی قریب ١٤ روز می‌پیمایند اوتاری از قرص آفتاب را که در طول آن‌ها متحرک‌اند و کلف نادر معهود، وتر خود را در عرض چند ساعت طی می‌کند و آن کلف‌ها چون به کنار قرص رسند، نسبت به سایر اوقات /۷۱۹/ بسیار بطی السیرند و حال آن‌که کلف ما همه جا به یک سرعت است، چه در مرکز باشد و چه در کنار. و کلف‌های آفتاب همیشه اضلاعشان مغشوش و بی نظم[٦] است و کلف ما که به وساطت عطارد حادث شده، همیشه مستدیر است و در حولش چیزی نیست که بتوان تشبیه نمود به آن مواضع ضعیفة النوری[۷] که محیطند بر کلف‌های آفتاب و معروف‌اند به شبه ظل. و دیگر آن‌که کلف ما سیاه است و ظلمتش بیشتر از کلف‌های آفتاب است به آن سبب که عطارد جرمی است به ذاته کثیف و از خود هیچ نور ندارد و حال آن‌که سیاهی آن کلف‌ها به سبب دیگر است.

---

[۱] نج: بیضا

[۲] نج و رض: ثانیه است

[۳] نج و رض: – نیز

[٤] نج و رض: به

[٥] نج و رض: شبیه

[٦] نج: مغشوش و غیر منظم

رض: مغشوش و غیرمنتظم

[۷] نج و رض: ضعیف النور

اول شخصی که عبور عطارد را درک نمود، محققاً گاساندی[xxi] است در ۷ نومبر ۱٦۳۱ مسیحی[۱] (مطابق با ۱۲ ربیع الاخر سال ۱۰٤۱)[۲]. و آنچه بعد رؤیت شده[۳] از این قرار است: در سنین ۱٦۵۱ و ۱٦٦۱ و ۱٦۷۷ و یازدهم نومبر ۱٦۹۰، سیم نومبر[٤] ۱٦۹۷، ششم مه ۱۷۰۷، نهم نومبر ۱۷۲۳، یازدهم نومبر ۱۷۳٦، دویم مه ۱۷٤۰، پنجم نومبر ۱۷٤۳، ششم مه ۱۷۵۳، ششم نومبر ۱۷۵٦، دهم نومبر ۱۷٦۹، دوازدهم نومبر ۱۷۸۲، چهارم مه ۱۷۸٦، پنجم نومبر ۱۷۸۹، هفتم مه ۱۷۹۹، نهم نومبر ۱۸۰۲، پنجم مه ۱۸۳۲، هشتم مه ۱۸٤۵[۵]، هشتم نومبر ۱۸٤۸ و عبور اخیر یازدهم نومبر ۱۸٦۱ بوده و آن‌چه بعد از این اتفاق خواهد افتاد، تا چهل سال دیگر این است[٦]: چهارم نومبر ۱۸٦۸[۷] (بیستم رجب ۱۲۸۵[۸]) ، ششم مه ۱۸۷۸ (ششم[۹] جمادی الاولی ۱۲۹۵)، هفتم نومبر ۱۸۸۱ (وسط[۱۰] ذی الحجه ۱۲۹۸)، نهم[۱۱] /۷۲۰/ مه ۱۸۹۱[۱۲]، دهم نومبر ۱۸۹٤ [و] چهارم نومبر ۱۹۰۱.

---

[۱]نج: در ۱۲ ربیع الاخر ۰٤۱

رض: در ۱۲ ربیع الاخر ۱۰٤۱

[۲]{ توضیحات پرانتز در حاشیه‌ی نسخه‌ی مل آمده است. در نج و رض حاشیه‌ای وجود ندارد}.

[۳]نج و رض: آنچه بعد رؤیت شده به حسب تاریخ مسیحی

[٤]نج: - ۱٦۹۰ سیم نومبر

[۵]نج: - ۱۸٤۵

[٦]نج و رض: - این است

[۷] {نوشته های درون پرانتز که تاریخ‌های هجری قمری هستند، در نسخه‌ی مل زیر تاریخ‌های میلادی نوشته شده‌اند. در نسخه‌های نج و رض تاریخ‌های هجری قمری جایگزین تاریخ‌های میلادی شده اند}

[۸]نج: ۱۲۸۵ هجری

[۹]نج و رض: سیم

[۱۰]نج و رض: اواسط

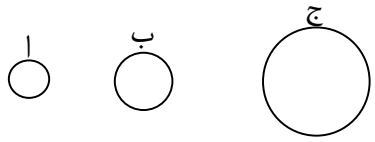
{در رض بالای اواسط عدد ۱۵ نوشته شده}

[۱۱]نج و رض: و نهم

[۱۲]نج و رض: ۱۸۹۱ مسیحی

از آن تاریخ که در بلاد مختلفه‌ی اروپا و ینگی دنیا[1] تقاویم کواکب را استخراج می‌کنند و سه سال قبل در معرفة الاوقات[2] فرانسوی منطبع می‌سازند، به آسانی می‌توان معلوم نمود که در فلان سنه عبوری واقع می‌شود یا نه. پس اگر عرض کوکب از نصف قطر آفتاب تجاوز کند، حادثه اتفاق می‌افتد و ظاهر است که در وقت عبور کوکب در هر بلد که آفتاب تحت الافق باشد، حادثه در آن‌جا رؤیت نشود و در صورتی که آفتاب فوق الافق باشد، چگونگی هوا و ابر مداخلت در شرط رؤیت حادثه دارند.

بُعد اوسط عطارد را[3] از آفتاب، به حسب بُعد اوسط زمین، سابق ذکر نمودیم و همان بُعد به حسب فرسنگ **۹۳۸۲** هزار فرسنگ است[4] و بُعد اقربش از آفتاب **۷٤٤۳** هزار فرسنگ است و بُعد ابعدش **۱۱۳۲۲** هزار فرسنگ. و بُعد ابعدش از زمین **۳۲۵۳۸** هزار فرسنگ است و بُعد اقربش **۱۱۹۳۳** هزار فرسنگ و قطر مرئی عطارد از ٤.٤ ثانیه باشد تا **۱۲** ثانیه و در بُعد اوسط آفتاب ٦.۷۵ ثانیه. پس قطر حقیقی‌اش **۷۹۳** فرسنگ باشد یا قریب دو خمس قطر زمین و حجمش شش صد یک[5] یا $\frac{۱}{۱٦}$ حجم زمین. و قرص عطارد در بُعد ابعد از زمین و در بُعد اوسط و در بُعد اقرب مثل دایره ا است[6] به دایره ب، به دایره‌ی ج [در] **ش ۱۸۹**. و قوت حرارت و نور آفتاب در عطارد هفت برابر آن چیزی است که در زمین می‌بینیم.



ش ۱۸۹

/۷۲۱/

---

[1] نج و رض: اروپا و آمریکا

[2] نج و رض: معرفة الازمنه

[3] نج: - را

[4] نج و رض: به حسب فرسنگ این است: **۹۳۸۲** هزار فرسنگ

[5] نج و رض: شش صدم

[6] رض: دایره است

و چون این کوکب به آفتاب نزدیک است، قوت تلألؤاش مانع از این است که کلفی در سطح او به نظر آید ولیکن در عبور سال[۱] ۱۲۱۳ سه نفر از راصدان از اماکن[۲] مختلفه‌ی زمین، بر قرص مظلمش[۳] نقطه‌ی کوچک منیری به نظر آوردند[٤] و استدلال کردند[٥] که هنوز بر صفحه‌ی این سیاره، جبال آتش فشان باقی است و به رصد دو شاخ هلال عطارد معلوم گشته است که این کوکب در عرض ٢٤ ساعت [و] ٥ دقیقه [و] ٢٨ ثانیه یک دور[٦] حول محور خود دَوَران می‌کند و به رصد منطقه‌اش معلوم گشته است که دایره‌ی استوایش قریب ۷۰ درجه از سطح مدارش میل دارد و آن نظیر ۲۳ درجه میل کلی ما است. پس باید تغییر فصول و تغییر طول لیل و نهار در آن‌جا شدیدتر باشد و چند منجم جبال عظام و هوای بسیار غلیظ به عطارد نسبت می‌دهند ولیکن هرشل به ارصاد دقیقه[۷]ی خود هیچ علامت از وجود جبل در آن‌جا نیافته است.

فصل ۳[۸]: در احوال سیارات علویه

سیارات علویه چنان‌چه سابق ذکر شد، سیاراتی باشند که دورتر[۹] از زمین‌اند به[۱۰] آفتاب و آن‌ها را خارجه گفته‌اند[۱۱] از آن جهت که مدارات‌شان /۷۲۲/ احاطه دارند بر مدار زمین و وضع هر سیاره‌ی علویه‌ی د نسبت به مدار زمین[۱] چنان است که در **ش ۱۹۰** دیده می‌شود.

---

[۱] نج: - سال

[۲] نج: ماکن

[۳] نج و رض: مظلم او

[٤] نج و رض: آورده‌اند

[٥] نج و رض: کرده‌اند

[٦] نج و رض: دوره

[۷] نج و رض: دقیق

[۸] نج و رض: **فصل سیوم**

[۹] مل و رض: دوتر

[۱۰] نج و رض: از

[۱۱] نج و رض: خارجه نیز گویند

سیارات علویه‌ی عظام به حسب عدد پنج‌اند: مریخ، مشتری، زحل، اورانوس و نبتون[۲]. و شرح احوال همه[۳] به ترتیب عن قریب ذکر می‌کنیم:

۳۳۵ در معرفت حرکات مرئیه‌ی سیارات علویه به نظر[٤] ساکنان زمین و توجیه اقامت و رجعت آن‌ها:

سیارات علویه چون دوری‌شان از آفتاب بیشتر از دوری زمین است، در هر دوره‌ی اجتماعیه یک نوبت نظر مقابله دارند بر موضع د و نوبت دیگر نظر مقارنه بر موضع ’د[٥] [در] **ش۱۹۰**. و ما اوضاع مرئیه‌ی آن‌ها را از مقابله شروع کرده، ذکر می‌کنیم:[٦]

---

[۱] نج و رض: ارض ص

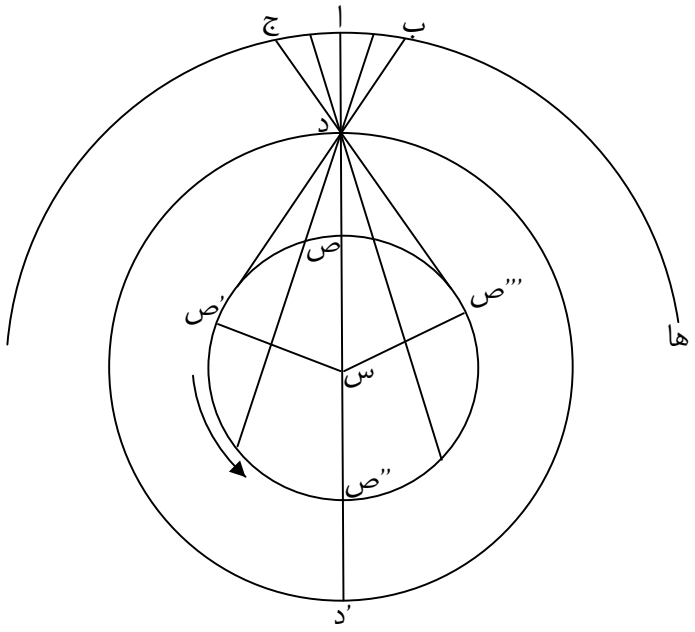
[۲] نج و رض: مریخ و مشتری و زحل و اورانوس و نبتون

[۳] نج و رض: همه را

[٤] نج و رض: سیارات علویه نسبت به

[٥] نج: د

[٦] { در نسخه‌ی نج، حرف د در شکل نوشته نشده است}



ش ۱۹۰

در مقابله‌ی کوکب، د[۱] نیم‌شب[۲] به دایره‌ی نصف النهار می‌گذرد. چون که آن وقت دایره‌ی ساعتی‌اش نسبت به ما مقابل است با دایره‌ی ساعتی آفتاب س. و در تمام شب فوق /۷۲۳/ الارض است و چون از مقابله تجاوز کرد[۳]، به سمت مغرب سیر می‌کند و حرکتش راجع است. چرا که هر گاه سیاره‌ی د را در نقطه‌ای از مدار خود ساکن فرض کنیم و زمین را در مدار خود متحرک دانیم، به فضل سرعت حقیقی خود بر سرعت کوکب نظر به اتحاد مراکز مدارات اوضاع مرتبه‌ی سه جرم به عینه همان طور خواهد بود که در واقع مدت یک دوره‌ی اجتماعیه از مقابله تا مقابله‌ی دیگر اتفاق می‌افتد. پس در مدتی که زمین از ص تا ′ص[۴] سیر کند، ظاهر است که موضع مرئی سیاره در فلک از نقطه‌ی ا به سمت مغرب سیر می‌کند تا نقطه‌ی ب. و بنابراین حرکت او راجع است و مرورش به دایره‌ی نصف النهار قبل از نیمه شب واقع می‌شود و به تدریج نزدیک می‌رود[۵] به شش ساعت از ظهر

---

[۱]رض: ′د

[۲]نج و رض: نیمه شب

[۳]نج: کرده

[۴]نج: ص

[۵]نج و رض: می‌شود

گذشته، زیرا که در عرض مدتی که زمین از ص تا ’ص[1] سیر می‌کند، چون هر یک از مواضعش را وصل کنیم به نقطه‌ی س و به نقطه‌ی د، و خط ص‌س را امتداد دهیم تا در نقطه‌ی ’س با دایره‌ی منطقة البروج هاب‌ا تقاطع کند، ظاهر است که موضع مرئی ا از[2] سیاره و موضع مرئی آفتاب علی الاتصال به همدیگر نزدیک می‌شود و اختلاف طول دو کوکب از ۱۸۰ درجه روی به تناقص می‌نهد تا به ۹۰ درجه رسد (مبداء طول نقطه‌ی ها فرض شده و جهتش هاب‌ا)[3]. و دو ساعت ممر آن‌ها به هم نزدیک می‌شوند و چون مدتی بر این منوال بگذرد، حرکت راجع بطئی شود و آخر منقطع گردد و کوکب چند روز نسبت به ثوابت[4] مقیم نماید، زیرا که هر چند زمین به موضع ’ص[5] نزدیک‌تر شود، خطوط واصله‌ی مابین مواضع او و مرکز کوکب /۷۲٤/ به تدریج به هم نزدیک‌تر می‌شوند و نقاط حول ’ص[6] به تقریب بر استقامت خط مماس ’ص‌د واقع‌اند. پس وقتی که زمین به این نقاط رسد، موضع مرئی سیاره از نقطه‌ی ب دور نمی‌شود و کوکب در آن موضع فلک مقیم به نظر می‌آید و در این حالت شش ساعت از زوال[7] گذشته به دایره‌ی نصف النهار می‌گذرد. چون که در موضع ’ص زاویه‌ی ب’ص’س مساوی است با ۹۰ درجه. پس آن وقت نقطه‌ی ب در طول منطقة البروج ۹۰ درجه بُعد دارد از موضع مرئی ’س آفتاب.

و بعد از آن اقامت، کوکب شروع می‌کند به حرکت، ولیکن این مرتبه به سمت مشرق سیر می‌کند و مستقیم است، زیرا که چون زمین از موضع ’ص تجاوز کند و به سمت ”ص توجه نماید، ظاهر است که موضع مرئی ب سیاره در طول منطقه به سمت ا عود می‌کند و ساعت ممرش نزدیک می‌شود به ساعت ممر آفتاب و اگر بتوانیم قریب شش ساعت از ظهر گذشته او را در سمت مغرب رؤیت کنیم، سایر ایام در همان ساعت ارتفاعش را از افق غربی روی به تناقص می‌بینیم، زیرا که در عرض مدتی که زمین از ’ص به سمت ”ص سیر می‌کند، اگر بعضی مواضعش را به آفتاب و به کوکب وصل کنیم و خطوط واصله را امتداد دهیم تا به منطقة البروج منتهی شوند، ظاهر می‌شود که زاویه‌ی حادثه مابین دو خط ص‌س و ص‌د ابتدا از ۹۰ درجه در تناقص است تا به صفر. و این زاویه

---

[1] نج: ص

[2] نج و رض: - از

[3] { پرانتز در متن نسخه‌هاست}

[4] نج و رض: کوکب نسبت به ثوابت چند روز

[5] نج: ص

[6] نج: ص

[7] نج و ض: ظهر

اختلاف طول دو کوکب است، پس هرچند کوچک‌تر شود در[1] ساعت ممر، آن‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند و بعد از آن‌که کوکب قدری به آفتاب نزدیک شد، تحت الشعاع می‌شود و چند روز مخفی[2] می‌ماند و آن‌وقت در احتراق است و با آفتاب به دایره‌ی نصف النهار[3] مرور /۷۲۵/ می‌کند، و با او طلوع و غروب می‌نماید. زیرا که واقع است بر استقامت خط واصل مابین آفتاب و زمین، یعنی بر ص‌س که در[4] دایره‌ی ساعتی آفتاب است و بعد از چند روز کوکب از سمت مشرق اندک[ـی] قبل از طلوع آفتاب نمایان می‌شود و مطلعش به تدریج[5] بر مطلع آفتاب تقدم می‌جوید و روز به روز آن وقت که آفتاب طلوع می‌کند، ارتفاع او روی به تزاید است و به استقامت در جهت شرقی سیر می‌کند، زیرا که بعد از مقارنه‌ی ''ص، چون زمین به سمت '''ص[6] حرکت کند، موضع مرئی ا سیاره به سمت ج متحرک نماید و بعد از آن‌که مدتی مستقیم سیر کرد، بطوء در[7] حرکتش عارض شود و رفته رفته ضعیف شده، از حرکت می‌ماند و مدت چند روز مابین ثوابت اقامت دیگر اختیار می‌کند و در آن حالت شش ساعت از نیمه شب گذشته به دایره‌ی نصف النهار می‌گذرد، زیرا که در آن مدت که زمین از ''ص به سمت '''ص متوجه است، اگر موضعش[8] را به آفتاب و به کوکب وصل کنیم، ظاهر می‌شود که زاویه‌ی دص‌س یعنی اختلاف طول سیاره و آفتاب، از[9] صفر درجه روی به تزاید است تا ۹۰ درجه. پس موضع ا که غربی س است، شش ساعت از نیمه شب گذشته به دایره‌ی نصف النهار مرور می‌کند و چون کوکب از[10] مقام ثانی گذشت، حرکت می‌کند ولیکن این مرتبه به سمت مغرب یعنی به رجعت. چون که در مدت حرکت زمین از '''ص به سمت ص، موضع مرئی ج به سمت ا بازگشت می‌کند و ساعت ممر نیز نزدیک می‌شود به نیمه شب. زیرا که زاویه‌ی دص‌س از ۹۰ درجه ترقی می‌کند

---

[1] نج و رض: دو

[2] نج و رض: مختفی

[3] نج و رض: - به دایره‌ی نصف النهار

[4] نج: در این

[5] نج و رض: و به تدریج مطلعش

[6] نج: ''ص

[7] مل: در در

[8] نج و رض: مواضعش

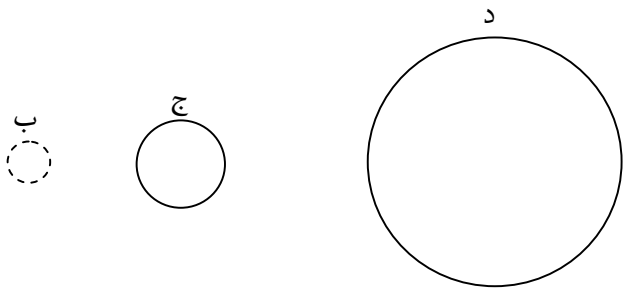
[9] مل: ار

[10] نج و رض: از آن

تا به[1] ۱۸۰ درجه رسد و مدت توقف لَیلی کوکب در فوق الارض روی به تزاید می‌نهد و آخر در نیمه شب به نصف النهار می‌گذرد و نوبت /۷۲٦/ دیگر، نظر تقابل حاصل می‌کند و بعد از آن آنچه تا به حال ذکر شد، به ترتیب عود می‌کند.

در احوال و خصوصیات مریخ

۳۳٦ در جمله‌ی سیارات علویه، این کوکب به حسب ترتیب ابعاد متزایده که از آفتاب دارند، اول درجه است. یعنی از همه نزدیک‌تر است به او و تلألؤاش کمتر از زهره است و به لون سرخ حادّش تشخیص داده شود و ظهور لحظات در ضوءاش محسوس است. اقامت این کوکب وقتی است که بُعد شرقی یا غربی‌اش از آفتاب به ۱۳۷ درجه رسد و قوس استقامتش در احتراق نصف شود و قوس رجعتش در مقابله و طول این قوس ۱٦ درجه باشد و کوکب آن را مدت ۷۳ روز طی نماید. اقل مقدار قطر مرئی مریخ در مقارنه ۳.۳ ثانیه باشد و اکثر مقدارش در مقابله ۲۳.۵ ثانیه و در بُعد اوسط آفتاب نه[2] ثانیه و هر گاه وسعت قرص کوکب را در بُعد ابعد ب فرض کنیم [در] **ش۱۹۱**، در بُعد اقرب د می‌شود[3] و در بُعد اوسط آفتاب ج.



ش ۱۹۱

و چون بُعد اوسط آفتاب[4] را از زمین[5] واحد فرض کنیم، کمال قرب مریخ از زمین ۰.۵۲ است و کمال بُعدش ۱.۵۲ و دوره‌ی نجومی‌اش که مفارقتش از کوکب ثابتی باشد، تا معاودتش به همان کوکب ٦۸٦.۹۸ شبانه‌روز

---

[1] نج و رض: - به

[2] نج و رض: ۹

[3] نج و رض: است

[4] نج: آفتا

[5] نج و رض: - از زمین

است و دوره‌ی اجتماعی‌اش که[1] مفارقتش از وضع مشخص[2] با آفتاب باشد تا معاودتش به همان وضع، ۷۷۹ شبانه‌روز و میل مدارش از منطقة البروج /۷۲۷/ یک درجه و[3] ۵۱ دقیقه [و] ٦.۲ ثانیه و از معدل النهار ۲٤[جه] ٤٤[قه] ٤٤[نیه][4] و بُعد اوسطش از آفتاب ۱.۵۲٤ و بُعد اقربش ۱.۳۸۲ و بُعد ابعدش ۱.٦٦٦ و خروج مرکزش به نصف قطر اطول مدارش ۰.۰۹۳ ،چون که در جمله‌ی سیارات قدیم استطاله‌ی بیضی مدار این کوکب از همه بیشتر است.

مریخ در مقابله بسیار درخشان است و هرچند به آفتاب نزدیک‌تر شود، از تلألؤاش می‌کاهد و در نزدیک احتراق دیده نشود به[5] جز با دوربین. و اما اهله‌اش چون کوکب از احتراق بیرون آید به صورت دایره‌ی تمام است و در مقابله و چند روز قبل و بعد نیز به[6] همان صورت است ولیکن آن وقت که فاصله‌اش از مقابله بسیار شد هلالش محسوس شود و آن نه هلال واقعی است و نه ماه در تربیع اولش، بلکه در عین کمال مشابه[7] است با[8] ماه سه روز قبل از بدر و این حالت در تربیع به ظهور رسد و ضلع مستدیرش همیشه به سمت آفتاب باشد، پس آن اهله به شکل[9] بیضی باشند و به طور[10] کلی فاصله‌ی مستقیم کوکب هرچند از آفتاب بیشتر باشد اهله‌اش ضعیف‌تر باشند[11]،

---

[1] نج و رض: یعنی

[2] نج و رض: معین

[3] مل: - و

[4] نج و رض: ۲٤ درجه، ٤٤ دقیقه، ٤٤ ثانیه

[5] نج و رض: - به

[6] نج: - به

[7] نج و رض: شبیه

[8] نج و رض: به

[9] مل:شکلی

[10] نج: ظهور

[11] نج: - باشند

رض: است

چنان‌چه در سایر علویات به هیچ‌وجه هلالی محسوس نشود و به رؤیت این اهله ثابت شد[1] که مریخ نیز کسب نور از آفتاب می‌کند و به رصد کلف‌های ثابتی که بر[2] صفحه‌ی اوست معلوم گشت[3] که این کوکب در مدت ۲۴ عت ۳۹ قه ۲۲ نیه یک دور حول محورش دوران کند[4] و آن محور ۶۱ قه ۱۸ نیه میل دارد از سطح مدار و ۵۹ جه ۲۷ قه از سطح منطقة البروج. پس لازم آید که تغییر فصول مریخ نزدیک باشد به تغییر فصول ما. چرا که میل محور زمین از مدارش ۶۷ درجه و نیم است و جرم /۷۲۸/ مریخ کره‌ی حقیقی نیست، بلکه شلجمی است و فرونشستگی هر قطبش $\frac{1}{30}$ است و به عبارة اخری نسبت قطر قطبی‌اش به قطر استوایی‌اش مثل ۱۸۷ است به ۱۹۷.

نصف قطر اوسط مریخ پانصد فرسنگ است یا ۰.۵۲ نصف قطر زمین و حجمش ۱۴ صد یک[5] حجم زمین است و حرارت و نور آفتاب در آن‌جا $\frac{4}{9}$ آن چیزی است که در زمین می‌بینیم.

در قطبین این کوکب کلف‌های روشنی دیده شده، بسیار شبیه به برف و یخ، و تغییراتی که به رصد[6] در مقدار آن‌ها به حسب فصول یافته‌اند، مؤید این احتمال است. و چون کلف‌های ثابتی که در تمام صفحه‌ی مریخ پراکنده است، هرگز تا کنار قرص مرئی نیستند و آن[7] اطراف منیر به نظر می‌آید و تغییرات شدید دیده شده در مناطق مختلفه که بر آن کلف‌ها محیطند به این سه سبب استنباط نموده‌اند که بر کوکب هوای غلیظ احاطه دارد و به رصد معلوم شده که در جمله‌ی $668\frac{2}{3}$ شبانه‌روزی که سال شمسی مریخ از آن مرکب است، ۳۷۲ شبانه‌روز تابستان است در نصف شمالی آنجا و ۲۹۶ شبانه‌روز زمستان و مقصود از شبانه‌روز اینجا مدت یک‌دور حرکت وضعی مریخ است در حول محور خود.

---

[1] نج و رض: شده

[2] نج: - بر

[3] نج و رض: گشته

[4] نج و رض: می‌کند

[5] نج و رض: ۱۴ صدم

[6] مل: رسد

[7] رض: از

در[1] خصوص لون مریخ، یونانیان و رومیان قدیم، هر وقت از لون سرخ کوکبی حرف می‌زدند آن سیاره را مقیاس قرار می‌دادند و هنوز هم در آسمان کوکبی سرخ‌تر از او یافت نمی‌شود و تا کنون دو سه هزار سال است که تغییر[2] در او به ظهور نرسیده و ظاهر آن است که این لون به سبب جنس ماده‌ای است که[3] در مواضع مختلفه‌ی کوکب موجود باشد. و بعضی از منجمان و طبیعی‌دانان گویند که خاک آنجا /۷۲۹/ سرخ رنگ است و شعاع آفتاب از[4] چنین خاک به سمت ما منعکس می‌شود و دیگران گویند که نباتات آنجا همه به این رنگ‌اند و بعضی دیگر گویند که هوای مریخ شعاع آفتاب را به این رنگ آورد و این مسئله به تحقیق معلوم نشده. همین قدر گوییم که حدت این[5] لون به چشم بیشتر است تا در دوربین و هر قدر دوربین[6] قوی‌تر باشد، آن ضعیف‌تر است.

در احوال و خصوصیات مشتری

۳۳۷ در عالم شمسی ما این کوکب به چند وجه بر سایر سیارات تفوق و رحجان دارد:اول از حیثیت تلألؤاش که گاه گاه[7] بر ضوء زهره غالب است. دویم از حیثیت حجمش که قریب هزار و پانصد برابر زمین است. سیم از حیثیت فوایدی که بر اقمارش مترتب است.

در ضوء این کوکب لحظاتی[8] به نظر نمی‌رسد[9] به[10] جز در بعضی حالات نادره و اقامتش وقتی‌ست که بُعد شرقی یا غربی‌اش[1] از آفتاب به ۱۱۵ درجه رسد و قوس رجعتش قریب ۱۰ درجه است و مدت سیرش در طول این

---

[1] نج و رض: و در

[2] نج و رض: تغییری

[3] نج: - که

[4] نج و رض: در

[5] نج و رض: - این

[6] نج و رض: هرچند این

[7] نج و رض: که گاه

[8] نج و رض: لحظه

[9] نج و رض: نرسیده

[10] نج و رض: - به

قوس به ۱۲۱ روز می‌رسد ولیکن دو عدد اخیر به حسب موضع کوکب در مدار خود تغییر پذیرد و میل مدارش از منطقة البروج یک درجه [و] ۱۸ دقیقه [و] ۵۲[۲] ثانیه است و مدت دوره[۳]ی نجومی‌اش ۴۳۳۲.۵۸ شبانه‌روز یا قریب ۱۲ سال. و دوره‌ی اجتماعی[۴]اش ۳۹۹ شبانه‌روز و در عرض این مدت ۲۷۸ شبانه‌روز مستقیم است و ۱۲۱ شبانه‌روز[۵] راجع و میل مدارش از معدل النهار ۲۳ درجه [و] ۱۸ دقیقه [و] ۲۸ ثانیه و بُعد اوسطش از آفتاب ۵.۲۰۳ و بُعد اقربش ٤.۹۵۳ و بُعد ابعدش ۵.٤۵۳ /۷۳۰/ و خروج مرکزش نسبت به بُعد اوسطش ۰.۰٤۸ و قطر مرئی این کوکب خوب[٦] محسوس است و تغییرپذیر[۷] و اکثر مقدارش در اوقات مقابله باشد و اقلش[۸] در اوقات مقارنه. و به سبب آن همه اختلافی که در وسعت قرص او به نظر آمده، معلوم می‌شود که بُعدش[۹] از زمین بسیار مختلف شود و در بُعد اوسط، قطر اطولش ۳۸.٤ ثانیه باشد و در بُعد اقرب ٤٦ ثانیه و در بُعد ابعد ۳۰ ثانیه و هر گاه در بُعد اوسط آفتاب می‌آمد آن قطر را ۳[قه]۱۷[نیه] می‌دیدیم.

---

[۱]نج و رض: غربی

[۲]نج: ۵۱

[۳]نج و رض: یک دوره

[٤]نج و رض: اجتماعیه

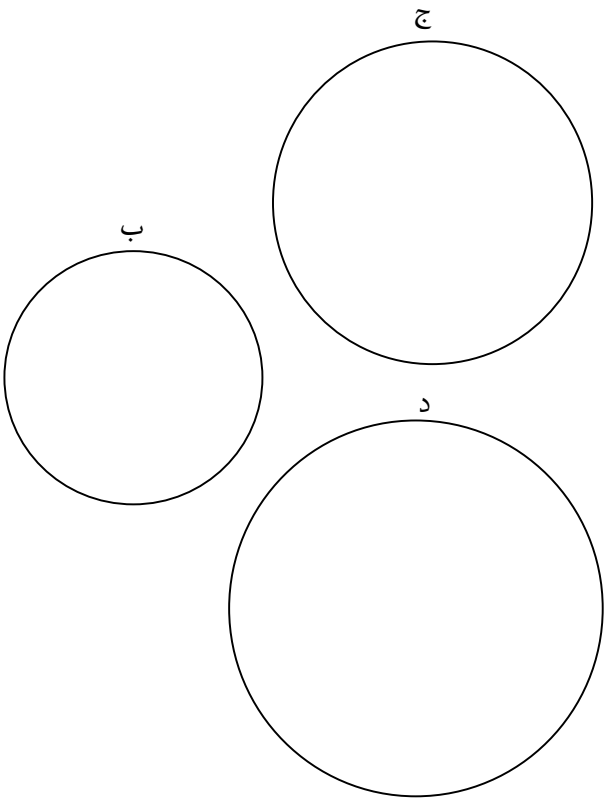
[۵]نج و رض: ۱۲۱ روز

[٦]نج و رض: بسیار

[۷]نج و رض: پذیرد

[۸]نج و رض: اقل آن

[۹]نج و رض: بعد او



ش ۱۹۲

/۷۳۱/

و از اینجا استنباط می‌شود که قطر حقیقی‌اش[۱] ۱۱.۲ برابر قطر زمین است و حجمش بنابر آن‌که کروی‌اش[۲] فرض کنیم ۱٤۱٤ برابر[۳] حجم زمین است[٤] و چون وسعت قرص او را در بُعد ابعد از زمین ب فرض کنیم [در] **ش ۱۹۲**، به آن نسبت در بُعد اقرب د می‌شود[٥]. و در بعد اوسط ج. و[٦] قطر اطول مشتری به حسب فرسنگ شش

---

[۱] نج: حقیقش

[۲] نج و رض: حجمش در صورتی که کروی

[۳] مل: برا

[٤] نج و رض: - است

[٥] نج و رض: است

[٦] نج و رض: - و

هزار ذرعی ۲۲۸۳۵ فرسنگ است و حرارت و نور آفتاب در آن‌جا ۲۷ مرتبه ضعیف‌تر از اینجاست و به نظر ساکنان آن‌جا قطر مرئی زمین ٤ ثانیه است و قطر آفتاب ٦ دقیقه و قرص آفتاب ۲۷ مرتبه کوچک‌تر است از آن‌که[۱] به نظر ما می‌نماید و مقدار جوهر این کوکب $\frac{۱}{۱۰۵۰}$ جوهر آفتاب است و[۲] ۳۳۸ برابر جوهر زمین است.

در خصوص حرکت وضعی مشتری، به حرکت کلف‌هایی که بر سطح این کوکب حادث می‌شود، ثابت شده که آن را از مغرب به مشرق حرکتی است و مدتش بسیار اقصر از مدت حرکت وضعی سیارات سفلیه و مریخ است. چرا که به طور اوسط صفحه‌ی مرئی‌اش در مدت ۹عت ۵۵قه ۲٦نیه یک دور دَوَران کند و بباید دانست که از حرکت یک یک از کلف‌ها آن عدد استنباط نمی‌شود و از اینجا لازم آید که آن‌ها را حرکت خاصی[۳] باشد و[٤] یا آنکه در هوای محیط بر کوکب تولید شوند و محور آن حرکت به تقریب عمود است بر سطح مداری که کوکب حول آفتاب دارد و به تحقیق ۸٦جه ٥٤قه از آن سطح میل دارد و میل همان محور از سطح منطقة البروج ۸۸جه۱۳قه[٥] هست.[٦]

در خصوص مناطق مشتری و هوای او: علاوه بر کلف‌هایی که واسطه بودند در تعیین مدت یک‌دور حرکت وضعی کوکب در[۷] قرص او، چند منطقه‌ی مظلمه[۸] دیده شده که محیطند بر تمام جرم او و همه‌ی آن‌ها موازی هستند با سطح منطقة البروج /۷۳۲/ و بعبارة اخری عمودند بر محور دورانش و در هر دوربینی مرئی باشند و این مناطق به ندرت محو[۹] شوند و باز عود کنند به جز دو منطقه‌ی وسیع ثابت. و قطع نظر از سبب ظهور

---

[۱] نج و رض: آن‌چه

[۲] نج و رض: - و

[۳] نج و رض: خاصه

[٤] نج و رض: - و

[٥] نج:۸۸جه ۱۳ دقیقه

[٦] نج و رض: است

[۷] نج و رض: بر

[۸] نج و رض: مظلمی

[۹] نج و رض: محسوس

این دو منطقه در تمام سطح مشتری، مواد مظلمه[۱] هست که بالطبع مایلند که به صورت مناطق موازیه با دو منطقه‌ی استوائیه[۲] در آیند.

و در سبب ظهور آن‌ها آرای منجمان چندان اختلاف ندارند[۳]. بعضی گویند ریاحی مدام در آن‌جا می‌وزد و ابخره‌ی استوائیه و ابرها را به شکل مناطق ممتد می‌سازد و بعضی گویند که[٤] منطقه‌ی مظلمه‌ی[٥] جنوبیه[٦] چنین توجیه نشود. بلکه در آن‌جا ماده‌ای گسترده است که شعاع آفتاب را کمتر منعکس می‌کند. مثلاً مایعی در طول استوا ممتد است و از طرف شمال و جنوب منتهی است به اشیائی[۷] جامده که شعاع را بیشتر منعکس می‌کنند[۸] و برخی[۹] نوشته‌اند که منطقه‌های روشنی که محصورند مابین منطقه‌های مظلمه[۱۰]، اقالیمی هستند که در آن‌جا هوا ممتلی[xxii] است از ابر. و مناطق مظلمه[۱۱] اقالیمی هستند که در آن‌جا هوا بسیار صاف و شفاف است و شعاع آفتاب از درون آن عبور نموده به جرم کوکب منتهی می‌شود و از آنجا به سمت ما منعکس می‌گردد و به ارصاد دقیقه[۱۲] معلوم شده که حقیقتِ واقع از این مذاهب خارج نیست و در هر صورت بر جرم مشتری هوای غلیظی احاطه دارد.

---

[۱] نج و رض: مظلمی

[۲] نج و رض: استوایی

[۳] نج و رض: ندارد

[٤] نج و رض: که آن

[٥] نج و رض: مظلم

[٦] نج و رض: جنوبی

[۷] نج و رض: اشیاء

[۸] نج و رض: می‌کند

[۹] نج و رض: بعضی

[۱۰] نج و رض: مظلم

[۱۱] نج و رض: مظلم

[۱۲] نج و رض: دقیق

در فرونشستگی قطبین مشتری: به ارصاد عدیده معلوم شده که این کوکب در قطبین فرو نشسته است و طول قطرش در جهت محور اقصر است از قطر استوایی. و نسبتش به او مثل ۱۷ هست[۱] به ۱۸ و فرونشستگی‌اش $\frac{۱}{۱۶}$ نصف قطر استوایی است. دیگران[۲] تحقیق کرده‌اند در اینکه آیا بیضی است یا شلجمی و معلوم /۷۳۳/ شده[۳] که شکل ثانی است. و این کوکب چون بسیار از آفتاب دور افتاده[۴]، اهله‌اش چندان محسوس نمی‌شوند[۵] ولیکن به وجه دیگر ثابت شده که نور خود را از آفتاب کسب می‌کند.[۶]

۳۳۸[۷] در خصوص اقمار مشتری: اقمار مشتری بر منجمان قدیم مجهول بود و کشف او یکی از نتایج اول استعمال دوربین است در تحقیق احوال کواکب. گالیله روز ۱۰ شوال سال[۸] ۱۰۱۸ در شهر پادُوْ با دوربین جدید خود سه کوکب کوچک حول سیاره[۹] دیده[۱۰]، دو عدد به سمت مشرق و یکی به سمت مغرب و روز بعد هر سه را به سمت مغرب دید و روز دیگر از آن جمله دو عدد بیشتر نیافت و هر دو به سمت مشرق قرص واقع بودند و چون ممکن نبود که ظهور این حالت را به حرکت خاصه‌ی سیاره نسبت دهد، لازم آمد که آن کواکب صغار را به حرکات خاصه متحرک داند و من باب تحقیق این حادثه غریب روز ۱۶ به دقت نظر انداخت و چهار کوکب یافت

---

[۱] نج: ۱۷ ست

رض: ۱۷ است

[۲] نج و رض: و دیگران

[۳] نج و رض: شده است

[۴] نج و رض: افتاده است

[۵] نج و رض: نمی‌شود

[۶] مل: می‌کنند.

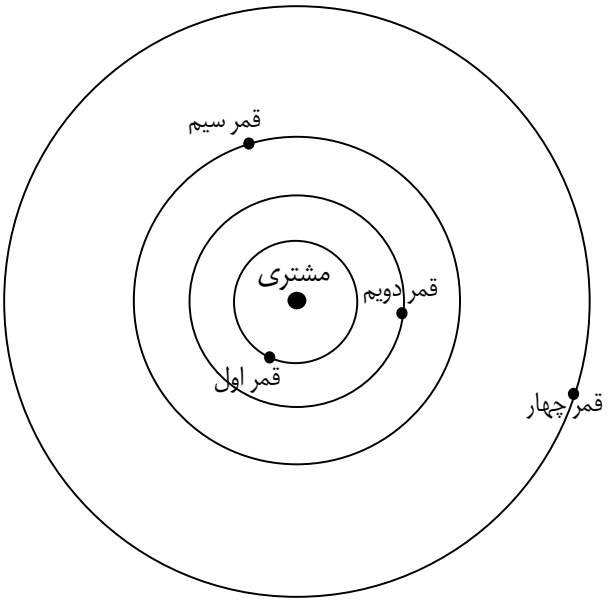
[۷] نج: - **۳۳۸**

[۸] نج و رض: - سال

[۹] نج و رض: سیاره‌ی مشتری

[۱۰] نج و رض: دید

و[1] بالجمله بر او ثابت شد که در آسمان کوکبی هست که حول او سیارات فرعیه دوران کنند همچنان که سیارات قدیم در حول آفتاب می‌گردند. و اکنون مشتری را چون با دوربین نظر کنیم همان اقمار را به صورت نقاط منیر می‌بینیم در حالتی که اوضاعشان نسبت به سیاره با کمال سرعت متغیر شود. مثلاً هر چهار را گاه در سمت مشرق او می‌بینیم و گاه در سمت مغرب و به تقریب بر استقامت خط مستقیمی که[2] سطح منطقة البروج باشد و گاه دو عدد از[3] آنها را در مشرق و دو عدد را در مغرب و گاه سه عدد را در یک سمت و به تقریب بر خط /۷۳٤/ مستقیم و چهارم را تنها در سمت دیگر و بعضی از آن‌ها را مستقیم و بعضی دیگر را راجع و در حقیقت این اقمار حول سیاره از مغرب به مشرق هم‌چنان دوران می‌کنند در مدارات نزدیک به دایره که خود سیاره حول آفتاب. و در مدت حرکت انتقالی‌اش او را ملازم‌اند و سطوح مدارات آن‌ها را چندان میلی از سطح استوای کوکب نیست و از این جهت تصویر آن مدارات به ظاهر خطوط مستقیمه باشند و اقمار را در طول آن‌ها به حالت نوسان ببینیم.



ش ۱۹۳

[1] نج و رض: - و

[2] نج و رض: که در

[3] نج و رض: - از

و به حسب اصطلاح قمر اول[1] آن است که از همه نزدیک‌تر باشد به مشتری و قمر چهارم آن است که از همه دورتر باشد و قمر دویم و سیم آن‌ها هستند که به همان ترتیب واقع باشند مابین اول و چهارم. و صورت آن مدارات[2] به نسبت ابعاد متوسطه که از مشتری[3] در **ش۱۹۳** نموده شده[4] و آن‌چه تا کنون به ارصاد دقیقه در خصوص آن‌ها یافته‌اند در جدول ثبت شد.

/۷۳۵/

اقمار مشتری	مدت یک‌دوره‌ی نجومی آنها[5]			بُعد اوسط از مرکز مشتری	میل مدارات از دایره‌ی استوای مشتری			اقطار مرئیه	اقطار مرئیه	انصاف اقطار
	۱روز	۱۸عت	۲۸قه	٦.۰٥	۰جه	۰قه	۰نیه	۱.۰۲نیه	۳۳نیه	۰.۳۲
قمر اول	۱	۱۸	۲۸	٦.۰٥	۰	۰	۰	۱.۰۲	۳۳	۰.۳۲
قمر دویم	۳	۱۳	۱٤	۹.٦۲	۰	۲۷	٤۹	۰.۹۱	۱۸	۰.۲۷
قمر سیم	۷	۳	٤۳	۱٥.۳٥	۰	۱۲	۲۰	۱.٤۹	۱۸	۰.٤۷
قمر چهارم	۱٦	۱٦	۳۲	۲٦.۰۰	۲	۰	۰	۱.۲۷	۹	۰.۳۳

شرح جدول:[6] ستون دویم[7] بُعد اوسط هر قمر است از مرکز مشتری بنابر آنکه نصف قطر استوایی کوکب واحد باشد و ستون پنجم اقطار مرئیه‌ی اقمار است به نظر ساکنان زمین در بُعد اوسط مشتری که پنج برابر بعد اوسط زمین است و ستون ششم همان اقطار مرئیه است به نظر ساکنان مشتری و ستون هفتم انصاف اقطار حقیقیه‌ی[8] اقمار است[1] بنابر آن‌که نصف قطر زمین واحد باشد و قطر اولی ٦۲۷ فرسنگ است و قطر دویم ٥٦۳ و

---

[1] نج: - اول

[2] نج و رض: مدارات را

[3] مل و رض و نج: آفتاب

[4] نج و رض: شد

[5] نج و رض: مدت دوره‌ی نجومیه

[6] {در نسخه‌های نج و رض، شرح جدول پیش از جدول آمده است}.

[7] نج و رض: سیم

[8] نج و رض: حقیقی

قطر سیم ۹۱۹ و قطر چهارم ۷۸٦. پس معلوم می‌شود که حجم قمر دویم قریب به حجم قمر ما است و حجم سایر بسیار بزرگ‌تر و چون مقدار جوهر مشتری را واحد فرض کنیم،جوهر اقمار چنین می‌شود:قمر اول ۰.۰۰۰۰۱۷، قمر دویم ۰.۰۰۰۰۲۳، قمر سیوم ۰.۰۰۰۰۸۸، قمر چهارم ۰.۰۰۰۰٤۳ و قمر سیوم که هم بزرگ‌تر است و هم جوهرش بیشتر، کثافتش معادل است با کثافت خود کوکب[۲] و قمر دوم کثیف‌تر است و به رصد کسف اقمار معلوم گشته که مدار قمر اول و دویم بسیار نزدیک است به دایره[۳] و مدار قمر سیم بیضی شکل است ولیکن خروج مرکزش متغیر شود /۷۳٦/ و مدار چهارم چندان مستطیل نیست و آن طرفی[٤] از اقطار اطول این بیضی‌ها که به سیاره اقرب‌اند[٥] با ثوابت مشخصه مسامِت نیستند[٦] و آن‌ها[۷] را بر توالی بروج حرکت است و به عبارة اخری خط عقدتین هر مدار که عبارت از فصل مشترک او باشد با مدار سیاره در جهت مشرق متحرک است.

چون دقت کنیم در ستون دویم و سیوم جدول مذکور، معلوم می‌شود[۸] نسبت مابین مجذورات ازمنه‌ی ادوار اقمار مثل نسبت مابین[۹] مکعبات[۱۰] ابعاد آن‌هاست از مرکز مشتری. و آن به عینه قاعده‌ی سیم کپلر است و به ارصاد دقیقه نیز معلوم شده که هر کدام از اقمار حول محور خود دوران می‌کنند[۱۱] و مدت یک‌دور حرکت وضعی‌شان برابر است با مدات[۱۲] یک‌دور حرکت انتقالی همان قمر در حول سیاره و بنابراین حالتی که در خصوص قمر زمین

---

[۱]نج: - اقمار است

[۲]کثافتش معادل با کثافت خود کوکب است

[۳]نج و رض: نزدیک به دایره است

[٤]نج: آن طر

[٥]نج و رض: اقرب است

[٦]نج و رض: نیست

[۷]نج و رض: و آن

[۸]نج و رض: می‌شود که

[۹]نج و رض: - مابین

[۱۰]نج: مکعباب

[۱۱]نج: می‌کند

[۱۲]نج و رض: مدت

گفتیم در آن‌ها نیز به ظهور می‌رسد یعنی که همیشه نصف شخصی[1] از جرم آن‌ها به سمت مشتری است و هرگز تغییر نکند و همین حکم را در خصوص اقمار زحل ذکر خواهیم نمود و آن‌وقت در حرکات اقمار حکم عام می‌شود و محققان چون دقت تمام نمودند در مدت ادوار اقمار و در اوضاعی که به حسب طول نسبت به همدیگر پیدا می‌کنند دو قاعده‌ی کلیه[2] استنباط نموده‌اند:

قاعده‌ی اول: حرکت وسطی قمر اول به اضافه‌ی مضاعف حرکت وسطی قمر سیوم برابر است با ثلثة[3] امثال حرکت وسطی قمر دوم.

قاعده‌ی دویم: طول وسطی قمر اول منهای سه برابر طول قمر دویم و به اضافه‌ی دو برابر طول قمر سیوم همیشه معادل است با ۱۸۰ درجه. و از این قاعده[4] چنین استنباط می‌شود که هرگز ممکن نیست که[5] سه قمر اول به اتفاق منخسف گردند. **ن۳۳۹**.

/۷۳۷/

در رؤیت اقمار مشتری با دیده‌ی بی دوربین: بعضی بر آنند که در اوقات مناسب می‌توان اقمار مشتری را با چشم رؤیت نمود و در جواب این مسئله صراحتاً گوییم که اگر چنین باشد، باید قایل شد بر اینکه متقدمین[6] آن‌ها را دریافته بودند و حال آن‌که این حکم به ثبوت نرسیده و بعضی از مردمان خارج از علم ادعای رؤیت کرده‌اند ولیکن بعد از تحقیق معلوم شده که خطا گفته‌اند و یا به خطا رفته‌اند و در امکان یا عدم امکان رویت هوا را هیچ مداخلت نیست. چنان‌چه منجمی در موضعی که ۲۶۰۰ ذرع از کف بحر مرتفع بود، هر چند دقت کرد چیزی نیافت ولیکن نمی‌توان انکار مطلق کرد رؤیت اقمار را چون که قمر اول و به خصوص سیوم مانند

---

[1] نج و رض: شخص

[2] نج و رض: کلی

[3] نج و رض: ثلاثه

[4] نج و رض: از قاعده‌ی دویم

[5] نج و رض: - که

[6] مل: متقدیم

کواکب قدر ششم هستند و این طبقه از کواکب را به اتفاق منجمان ممکن است با چشم رؤیت کنند. به خصوص مردمانی که صاحب دیده‌ی حاد باشند و در اوقات مناسب به دقت نظر افکنند. چنان چه وقتی در سیبری صیادی خطاب به منجمی سیاح کرده و اشاره به مشتری گفت: «دیدم که این کوکب درشت، کوکب کوچکی را فرو برد و قلیل مدتی بعد از آن بیرون انداخت»، پس شاید که آن قمر سیوم بوده که در ظل داخل شده و بعد خارج گشته و بعضی از منجمان جوان قمر سیوم را به تحقیق با چشم[1] دیده‌اند و[2] گاه اتفاق افتد که چون مشتری را با دوربین نظر کنیم، عاری از اقمار نماید و آن وقتی ممکن است که بعضی از آن‌ها نسبت به ما در وراء جرم واقع شوند و بعضی در قدّام بر خود قرص ولیکن هرگز ممکن نشود که هر چهار در یک سمت افتند و از زمان اختراع دوربین تا کنون چند نوبت آن حالت مشاهده شده، من جمله آخر شوال ۱۰۹۲، /۷۳۸/[3] بیست و یکم محرم ۱۲۱۷، عشر اول رمضان ۱۲٤۱، عشر اول رمضان ۱۲۵۹ و نوبت اخیر شب پنجشنبه ۲۱ ربیع الثانی ۱۲۸٤ بود، ٦ ساعت [و] ۳۱ دقیقه از شب گذشته و حقیر خود با دوربین مشاهده کردم.

در خصوص لون اقمار: این اقمار با وجود آن‌که همه کسب نور از آفتاب می‌کنند همیشه به یک لون و به یک ضوء نیستند و آن یا به سبب طبیعت و خاصیت ماده[4] و جوهرشان است یا به سبب تأثیر هوایی که بر آن‌ها محیط است و هرشل به رصد یافت که لون قمر اول سفید است ولیکن قوتش مختلف شود و لون قمر دویم گاه سفید خاکستری است و گاه سفید مایل به آبی و قمر سیم همیشه سفید است و قمر چهارم گاه نارنجی است و گاه مایل به سرخ[5] و دیگران این قمر را مایل به آبی دیده‌اند و سیم را زرد و اول و دوم مایل به آبی هستند. به خصوص وقتی که نزدیک باشند به قمر سیم.

در خصوص ضوء اقمار: ترتیبی که باید در اقمار از حیثیت ضوء قرار داد بسیار مختلف شود. قمر سیم اغلب حدّت ضوءاش بیش‌تر است و قمر چهارم گاه چندان ضعیف می‌شود که به کلی مختفی گردد و به ارصاد

---

[1] نج و رض: را با چشم به تحقیق

[2] نج و رض: - و

[3] {صفحه‌ی ۷۳۸ از نسخه خطی مل موجود نیست. بنابراین این صفحه از روی رض (برگه‌ی ٤۹٦) نوشته شده‌است.}

[4] رض: ماه

[5] نج: سرخی

جدید قمر سیم آن وقت که در کمال ضوء باشد، مشابهت به کواکب قدر پنجم و ششم و سایر ضوءشان بسیار تغیر[۱] پذیرد و مابین قدر ششم و قدر هفتم دور زنند و ضوء قمر اول از همه بیشتر تغیر[۲] کند و قسینی[xxiii] در تغیر[۳] ضوء اقمار دوری ثابت کرده و ابتدای آن از وقتی باشد که قمر نسبت به مشتری و به آفتاب نظر مقابله حاصل کند.

۳۳۹[٤] در خسوف اقمار مشتری: چون به مشتری و به اقمارش نسبت دهیم آنچه را که در /۷۳۹/ **ن۲۹٦** در خصوص زمین و قمرش ذکر شده، معلوم می‌شود که باید در وراء آن جرم نسبت به آفتاب مخروط ظل خالصی موجود باشد و آن مخروط اعظم و اطول باشد از مخروط ظل زمین، چرا که نصف قطر مشتری قریب یازده برابر نصف قطر زمین است و بُعدش از آفتاب قریب پنج برابر بُعد زمین و بنابراین هر وقت آن اقمار در وراء سیاره افتند، منخسف می‌شوند، هم‌چنان که قمر ما در وراء زمین. و هروقت از برابر قرص عبور کنند، یعنی حایل شوند مابین آفتاب و کوکب، اظلالشان[٥] بر صفحه‌ی او می‌افتند[٦] و به نظر ساکنانی که در آن سایه‌ها[۷] محاط می‌شوند، کسوف آفتاب واقع می‌شود و به نظر ما آن اظلال با کلف‌های رسمی مشتری مشتبه نشوند[۸]. چون که آن‌ها مستدیرند و سیاه و محیط‌شان محسوس و سرعت سیرشان در مرکز و در محیط قرص یکی است و مدت توقف‌شان بر صفحه‌ی قمر[۹] مساوی است با مدتی که از حرکت خاصه‌ی قمر استخراج شود و چون این اظلال خوب سیاه رنگ‌اند، معلوم می‌شود که هیچ نوری از خود مشتری نمی‌رسد به آن موضعی که در برابرش قمر حایل

---

[۱] نج: تغییر

[۲] نج: تغییر

[۳] نج: تغییر

[٤] نج: **۳۳٥**

[٥] نج و رض: ظلشان

[٦] نج و رض: می‌افتد

[۷] نج و رض: در آن ظل

[۸] نج و رض: نشود

[۹] نج و رض: قرص

شده و مانع گشته از رسیدن شعاع آفتاب. و از این حکم لازم آید که مشتری به ذاته صاحب ضوء نباشد[1] و نوری که در او می‌بینیم از انعکاس شعاع آفتاب است.

و هر وقت اقمار منیر از برابر قرص عبور کنند بر راصدان معلوم شده که در کنار آن خوب مرئی هستند و در حول مرکز مختفی می‌شوند و از اینجا استنباط شود که ضوء اطراف مشتری کمتر از وسط است و نیز بر او هوایی احاطه دارد و گاه قبل از آن‌که اقمار به کنار قرص رسند، به فاصله‌ای مختفی می‌شوند و سببش این است که داخل می‌شوند در آن مخروط ظل که محورش بر استقامت خط واصل مابین آفتاب و مرکز /۷٤۰/ مشتری است و بر آن مخروط چون شبه ظلی احاطه دارد، هنگام وقوع خسوف ضوء اقمار یک مرتبه محو نمی‌شود، بلکه تدریجی است. و چون طول محور مخروط ظل مشتری ٤۷ برابر نصف قطر مدار قمر ابعد است، همه‌ی اقمار در هر دوره یک مرتبه منخسف می‌شوند به جز قمر[2] چهارم که به سبب کثرت میلی که از مدار سیاره دارد، در همه‌ی ادوار داخل در مخروط نمی‌شود.

۳٤۰ در تعیین طول بلاد به رصد خسوف اقمار مشتری: دخول حقیقی هر کدام از اقمار در مخروط ظل مشتری و خروجش از طرف دیگر حادثه‌ای است آنی و همان لحظه که اتفاق افتد دیده شود در تمام آفاقی که مشتری فوق الارض باشد. پس اگر در دو بلد مختلف یکی از این خسوفات را[3] رؤیت کنند و ساعت وقوع را ضبط نمایند، تفاضل مابین آن دو ساعت اختلاف طول دو بلد است و نظر به این فایده می‌توان گفت که خسوفات اقمار واسطه‌ی بزرگی هستند در تکمیل علم جغرافیا. پس اگر بتوانیم قبل از وقوع ساعت دخول و خروج هر قمر را از مخروط ظل به افق بلد مشخصی[4] به دقت استخراج کنیم، هیچ حاجت به قواعد دیگر نیست در تعیین طول بلاد و آن‌وقت خسوفات این اقمار دلیل می‌شوند سیاحان را در بر و بحر[5] زیرا که همین باید در محلی که وارد گشته‌اند رؤیت کنند خسوف هر کدام از اقمار را که واقع می‌شود و ساعت وقوع را به افق همان محل[6] بسنجد[1] به

---

[1] نج و رض: به ذاته مضئی نیست

[2] نج و رض: می‌شوند جز جرم قمر

[3] نج و رض: - را

[4] نج و رض: مشخص

[5] نج و رض: در بحر و بر

[6] نج و رض: بلد

ساعت وقوع همان خسوف که به افق مشخصی[۲] استخراج شده تا طول محل ورود نسبت به آن افق حاصل آید و بنابراین دخول و خروج اقمار از مخروط ظل وجه آسانی است در حل مسئله‌ی طول بلاد، ولیکن[۳] مشروط بر آن‌که سیاح در دست داشته /۷٤۱/ باشد ساعت وقوع حادثه را در تحت نصف النهار اصلی مثلاً در پاریس و این شرط چنان سهل نیست که ابتدا واضعان قاعده گمان می‌کردند، چون که حرکت اقمار در حول مشتری متشابه نیست و به حسب اوضاعی که نسبت به هم حاصل می‌کنند، قوای جاذبه‌ی آنها موجب تعدیلات چند گردد و در مقام تدقیق رعایت آن تعدیلات لازم است. پس منجمان اغلب آن‌ها را به رصد معلوم کردند قبل از آن‌که مربوط سازند به قواعد تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی. و اکنون که همه‌ی قواعد تکمیل شده، جداول اوساط و تعدیلات به جهت اقمار مرتب گشته و از روی آن‌ها ساعت دخول و خروج هر قمر با دقت تمام استخراج می‌شود و سیاحان و ملّاحانی[٤] که خواهند به دلالت این کواکب صغار در بحر و بر سیر کنند، هیچ لازم ندارند به[٥] جز دوربین‌های قوی که با او آن‌ها را رصد کنند. و بباید دانست که دخول هر قمر آن وقت واقع[٦] می‌شود که قطعه‌ی کوچکی از قرص او هنوز خارج از مخروط ظل باشد و این قطعه را هر راصد چیزی اختیار کند و نزد هیچ دو راصد یکی نیست، به جز در صورتی که حدّت و حس دیدگان‌شان یکی باشد و بنابراین خسوف حقیقی با خسوف مرئی مختلف باشد و هر چند دوربین[۷] روشن‌تر باشد، اختلاف[۸] شدیدتر است و خلاف این دو حکم در وقت خروج قمر اتفاق افتد و بالجمله در تعیین طول بلاد به رصد خسوف اقمار دوربین‌های قوی لازم است تا نتیجه دقیق باشد و از این جهت قاعده‌ی **ن۳۱۲** که طول را از روی بُعد قمر معلوم می‌کردیم بهتر است و آسان‌تر به جهت ملاحان و دقیق‌تر /۷٤۲/ بالفعل[۹] ساعات[۱] دخول و خروج هر قمر را از مخروط ظل به افق پاریس همه سال استخراج کرده در

---

[۱] نج و رض: بسنجند

[۲] نج و رض: مشخص

[۳] نج و رض: ولیک

[٤] نج و رض: ملاحان

[٥] نج و رض: - به

[٦] نج: - واقع

[۷] نج و رض: دوربین رصد

[۸] نج و رض: - اختلاف

[۹] نج و رض: و بالفعل

معرفت الاوقات[۲] فرانسوی ضبط می‌کنند و همیشه سه سال قبل از وقوع آن، کتاب را منطبع می‌سازند و هر راصد و منجم و ملاحی یک جلد آن را با خود دارد. سفراً[۳] و حضراً[٤] و در افق خود حادثه را با دوربین رویت می‌کند[٥] و تفاضل آن را با ساعتی که در کتاب ضبط است می‌گیرد و از قرار هر ساعت ۱۵ درجه تحویل می‌کند تا طول نسبت به نصف النهار پاریس حاصل آید، **ن۱۰۲**.

گالیله که واضع این قاعده[٦] است، تصرفی دیگر کرده، اوضاع چهار قمر را نسبت به سیاره موافق آنچه در دوربین نجومی دیده می‌شود، یعنی معکوس به افق نصف النهار اصلی به ازای ایام مستقبله استخراج کرده، در جداول متشکل سازند و ظاهر است که چون شخص نظر در آن جدول اندازد زودتر ملتفت[۷] می‌شود که کدام منخسف گشته‌اند و کدام خواهند گشت[۸] و این وجه هنوز معمول است رجوع کنید به معرفت الاوقات[۹].

۳٤۱ در تعیین سرعت سیر نور به رصد خسوف اقمار مشتری: رُئِمِه منجم به رصد خسوف اقمار مشتری مقدار سرعت[۱۰] سیر نور را در عالم مشخص نمود[۱۱] و قاعده‌ی آن از قراری است که ذکر می‌شود.

---

[۱]نج و رض: - ساعات

[۲]نج و رض: معرفة الازمنه

[۳]نج و رض: در سفر

[٤]نج و رض: در حضر

[٥]نج: - می‌کند

[٦]نج: که وضع قاعده‌ی مذکوره

رض: که واضع قاعده‌ی مذکوره

[۷]نج و رض: منتقل

[۸]نج و رض: شد

[۹]نج و رض: معرفة الازمنه

[۱۰]رض: مقدار سه ساعت

[۱۱]نج و رض: نموده

قمر اول چون در هر دوره‌ی نجومی خود یک نوبت در مخروط ظل مشتری داخل می‌شود و منخسف می‌گردد، آن را اختیار می‌کنیم و ساعت خروج و انجلایش را از نقطه‌ی ق رصد نموده، ضبط می‌کنیم، [در] **ش ۱۹٤**. و تأمل می‌کنیم تا یک دور /۷٤۳/ حول مشتری در جهت سهم سیر کند و در نقطه‌ی 'ق[۱] منخسف شود و از نقطه‌ی ق باز شروع به انجلا نماید و ساعت آن را نیز ضبط می‌کنیم و تفاضل مابین آن دو ساعت ٤۲عت ۲۸قه ٤۸نیه است و آن زمانی است که مابین دو انجلا متخلل گشته و بنابراین باید مدت یک دوره‌ی آن قمر باشد و اگر چنین باشد، چون موافق قواعد کپلر مدت دوره‌ی کوکب متغیر نمی‌شود، باید همیشه مابین دو انجلای متتالی[xxiv] همان مدت متخلل شود بلا تخلف و حال آن‌که به رصد چنین نیست و اگر چند عدد از این خسوفات را به ترتیبی رصد کنیم، مثلاً از آن وقت شروع کنیم که[۲] موضع 'ص زمین به نظر مقابله‌ی مشتری مجاورت داشته باشد، معلوم می‌شود که هر چند زمین از سیاره دورتر[۳] شود[٤] و نزدیک‌تر رود[٥] به موضع ''ص که در نظر مقارنه‌ی آینده دارد، مدت متخلله مابین دو خسوف متتالی به تدریج می‌فزاید و بعد از آن تا مقابله‌ی دیگر هرچند به مشتری نزدیک‌تر شود، مدت مابین دو خسوف به تدریج /۷٤٤/ می‌کاهد و مابین دو دوره‌ی متتالیه این اختلافِ اضافی یا نقصانی چندان محسوس نباشد و باید دو خسوفی را به هم سنجید که عدد ادوار متخلله‌ی مابین آن‌ها بسیار باشد تا اختلاف به ظهور رسد.[٦]

---

[۱] نج: ق

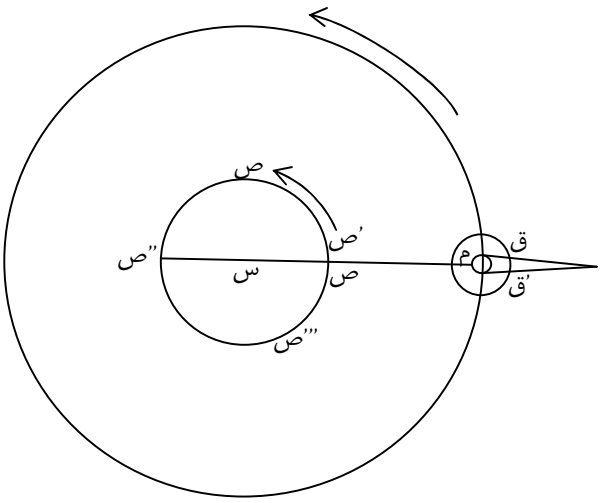
[۲] نج: - که

[۳] مل: دوتر

[٤] نج و رض: رود

[٥] نج و رض: شود

[٦] {در شکل نسخه‌ی نج برخی از حروف شکل نوشته نشده است}



ش ۱۹٤

مثلاً خسوفی که حال رصد می‌کنیم، اگر بالفرض نوبت صدمش باشد، بعد از آن‌که در موضع ’ص رصد نموده باشیم، باید به حسب قاعده از انجلای آن وقت تا کنون صد برابر نیه۴۸قه۲۸عت۴۲ منقضی شده باشد و حال آن‌که به رؤیت چنین نیست. زیرا که موافق رصد طول مدت تخلله‌ی مابین آن‌ها اعظم از صد برابر مذکور است و بالجمله اگر از آن وقت که زمین کمال قرب به نظر مقابله‌ی ص دارد، تا آن وقت که کمال قرب به نظر[1] مقارنه‌ی ’’ص[2] حاصل می‌کند، رصد کنیم، مدت متخلله مابین دو انجلایی را که مقارن آن دو وقت باشد، معلوم می‌شود. که قریب ١٦ دقیقه [و] ۳۲ ثانیه فضل دارد بر آنچه باید منقضی شده باشد و آن حاصل ضرب ۴۲عت۲۸قه۴۸نیه است در عدد خسوفاتی که مابین دو انجلای طرفین واقع گشته و بر خلاف اگر از انجلایی که در مقارنه‌ی ’’ص واقع شود تا آنکه در مقابله‌ی ص واقع می‌شود رصد کنیم، مدت متخلله مابین آنها قریب ١٦ دقیقه [و] ۳۲ ثانیه کمتر است و سبب آنکه قید نمودیم که موضع زمین کمال قرب به نظر مقابله داشته باشد، این است که در خود مقابله زمین بر ص واقع است و راصد از آنجا نمی‌بیند مخروط ظلی را که در ورای مشتری مختفی است و لهذا در وقت انجلا ممکن نمی‌شود که قمر را رؤیت کند.

/۷٤٥/

---

[1] نج: - مقابله‌ی ص دارد، تا آن وقت که کمال قرب به نظر

[2] ج: ’ص

و هکذا اشاره نمودیم که موضع زمین کمال قرب به نظر مقارنه داشته باشد، از آن جهت که در خود مقارنه زمین بر ''ص واقع می‌شود و مشتری با[1] مخروط ظلش در وراء آفتاب مختفی می‌گردد. و حال چون معلوم شده که ساعت انجلاء به نسبت افزایش فاصله تأخیر می‌افتد و مقدار تأخیر به ازای مواضع مختلفه که زمین در محیط مدار خود دارد، رصد شده، می‌توان به حساب مختصر استخراج نمود حد[2] تأخیر را از مقابله‌ی ص تا مقارنه‌ی ''ص. ظاهر است که اگر همان دم که قمر از مخروط ظل خارج می‌شود و منجلی می‌گردد، ما او را رؤیت کنیم، هیچ اختلافی مابین دو مدت واقع نمی‌شود، چرا که مدت مابین دو انجلای متتالی مساوی است با مدت یک دور حرکت قمر در حول مشتری و این مدت همیشه بر قرار است ولیکن[3] اگر شعاعی که در وقت انجلا از قمر به سمت زمین منعکس می‌شود و به وساطت او قمر مرئی می‌گردد در آن واحد به ما نرسد و بعد از خروجش زمانی متخلل شود تا بپیماید فاصله‌ی مابین قمر و زمین را و به ما برسد، باید مدت مابین دو خسوف به حسب اختلاف بُعد مشتری بفزاید یا بکاهد و قدر افزایش مدت باید متناسب باشد با قدر افزایش آن فاصله و این حکم با رصد موافق آمده.

و[4] توضیح مطلب بر این وجه است که اگر سرعت سیر شعاع را در عالم غیر متناهی ندانیم و قبول کنیم که به تدریج طی مسافت می‌کند و فرض کنیم که وقت انجلای حقیقی قمر در یکی از ادوار خود یک ساعت بعد از نیمه شب[5] باشد و در آن انجلا مدت ب دقیقه شعاعش به زمین رسد، در این[6] /٧٤٦/ صورت انجلای مرئی یک ساعت + ب دقیقه بعد از نیمه شب[7] واقع می‌شود و بعد مترصد انجلای مرئی خسوف صد و یکم می‌شویم و انجلای حقیقی آن بعد از صد دوره‌ی قمر خواهد بود. یعنی بعد از انقضای صد برابر ٤٢عت٢٨قه٤٨نیه. و فرض می‌کنیم که آن مقارن باشد با عت٣ بعد از نیمه شب[8] روز رصد اخیر. پس اگر در عرض این صد دوره فاصله‌ی

---

[1] نج: یا

[2] نج: - حد

[3] نج: ولکن

[4] نج و رض: - و

[5] نج و رض: بعد از سحر

[6] مل: در این در این

[7] نج و رض: بعد از سحر

[8] نج و رض: بعد از سحر

مشتری از زمین بر قرار می‌ماند، شعاع منعکس قمر بعد از همان ب دقیقه به ما می‌رسید و انجلای مرئی ۳عت + بقه از نیمه شب[۱] گذشته واقع می‌گشت و مدت مابین دو انجلای مرئی به تحقیق برابر بود با مدت مابین دو انجلای حقیقی، یعنی با حاصل ۴۲عت۲۸قه۴۸نیه × ۱۰۰[۲] و در این صورت آثاری از سرعت نور به ظهور نمی‌رسید[۳] و ما به هیچ وجه آگاهی از وجود او حاصل نمی‌نمودیم ولیکن اگر در عرض آن صد دور زمین چندان از مشتری دور شده باشد که شعاع مقدار افزایش فاصله را در عرض ج دقیقه طی نماید و در عرض ب+ج دقیقه از مشتری به ما رسد، باید انجلای مرئی صد و یکم بعد از ۳عت + (ب+ج) دقیقه از نیمه شب[۴] گذشته واقع شود و بنابراین مدت مابین دو انجلای مرئی صد برابر ۴۲عت۲۸قه۴۸نیه + جقه[۵] باشد و از این قرار مدتی که مابین دو انجلای مرئی منقضی گشته با مدت صد دوره‌ی قمر که از رصدی تا رصد دیگر گذشته باید ج دقیقه اختلاف داشته باشند و این حکم مطابق است با رصد منجمان /۷۴۷/ چنان‌چه معلوم گشته که مدت مابین دو خسوفی که یکی در مقابله‌ی مشتری واقع شود آن وقت که زمین به موضع ص باشد و دیگر در مقارنه آن وقت که زمین بر ''ص باشد، به مقدار ۱۶قه۳۲نیه زاید است بر آنچه باید منقضی شود. در آن صورت که شعاع منعکس قمر در لحظه به ما رسد و از اینجا لازم آید که ۱۶قه۳۲نیه مدتی باشد که شعاع قمر در وقت انجلای مرئی اخیر طی می‌کند. فضل[۶] مسافت پیمودنی خود را بر مسافتی که در انجلای اول پیموده و آن عبارت از فاصله‌ی ما بین دو موضع زمین است در آن دو وقت، یعنی قطر اطول ص''ص از مدار زمین که ۴۸۷۸۲۱۱۳ فرسنگ است[۷]. پس شعاع چون این‌قدر[۸] فرسنگ را در ۱۶قه۳۲نیه طی می‌کند، سرعت سیرش در هر ثانیه ۴۹۱۷۵ فرسنگ می‌شود و نصف

---

[۱] نج و رض: از سحر

[۲] نج و رض: ۴۲عت۲۸قه۴۸نیه × ۱۵۰

[۳] نج: نمی‌رسد

[۴] نج و رض: از سحر

[۵] نج: ۴۲عت۲۸قه۴۸نیه + جقه

[۶] نج: فصل

[۷] رض: - است

[۸] نج: آن‌قدر

ص''ص یعنی ص‌س، فاصله‌ی آفتاب است از زمین. پس معلوم می‌شود که شعاع ۸ دقیقه [و] ۱۶ ثانیه بعد از خارج شدن از آفتاب به زمین می‌رسد و[۱] دلیل بر صحت مطالب مذکوره آن است که چون مدت ادوار اجتماعیه‌ی اقمار را معدل نماییم به تعدیل سرعت نور معلوم می‌شود که هر کدام ثابت و برقرار است و به حسب بُعد و قرب[۲] مشتری متغیر نشود و به دلایل ثابت شده که سرعت سیر اشعه که از اجرام مختلفه ساطع شوند، همه برابرند و متشابه[۳].

چون بُعد اقرب ثوابت از زمین اقلاً ۲۰۶۲۶۵ برابر نصف قطر مدار زمین است، معلوم می‌شود که شعاع او اقلاً بعد از ۸ق ۱۶ثه × ۲۰۶۲۶۵[۴] مدت که متجاوز از سه سال است به زمین می‌رسد، پس اگر چنین کوکب وقتی در /۷۴۸/ آسمان مفقود و فانی شود، تا مدت سه سال بعد او را رؤیت می‌کنیم و این حکم در خصوص اقرب ثوابت است و بُعد بسیاری از آن‌ها قریب به غیر متناهی است. **نتیجه‌ی** این نمره آن است که هر شعاعی به حرکت متشابهه در هر ثانیه ۴۹ هزار فرسنگ سیر می‌کند و شعاع آفتاب در ۸ دقیقه[۵] [و] ۱۶ ثانیه[۶] به ما می‌رسد و از این قرار همیشه قریب هشت دقیقه بعد از طلوع آفتاب رؤیت می‌شود تا هشت دقیقه بعد از غروب و لهذا در طول روز تغییری حاصل نمی‌شود.

۳۴۲ در تاریخ یافتن سرعت سیر نور: تعیین سرعت حرکت نور در عالم یکی از نتایج بسیار خوب علم نجوم جدید است و قدما سرعت نور را غیرمتناهی می‌دانستند و یکی از حکمای فرانسه معروف به دِکارت[۷]، از این مذهب دوری جست و باکُن در کتاب خود معترض شده که سیر نور در مکان زمانی اقتضا کند.

---

[۱] نج و رض: - و

[۲] نج و رض: به حسب قرب و بعد

[۳] نج و رض: همه برابر و متشابه است

[۴] نج: ۸ق ۱۶ × ۲۰۶۲۶۵

[۵] مل: دقیه

[۶] نج: در ۸ق ۱۶ثه

رض: ۸ ۱۶

[۷] نج و رض: کادرت

اما متأخرین مقادیر عدیده‌ای که به جهت آن حرکت یافته‌اند، مدتی بسیار مختلف بود. من جمله[1] دُوهامِل مدت سیر نور را در طول نصف قطر اوسط مدار زمین قریب به[2] ربع ساعت یافت و هُرِبُو ١٤ق٧نیه و قسّینی ١٤ق١٠نیه و نیوتن ٧ق٣٠نیه و دِلامبر[3] ٨ق١٣نیه. و عدد ٨ق١٦نیه[4] که غالب منجمان اختیار کرده‌اند، مدتی است که شعاع مسافت ٤٨٧٨٢١١٣ فرسنگ را طی می‌کند و از این قرار هر ثانیه ٤٩ هزار فرسنگ می‌شود.

و واضع حقیقی قاعده‌ی مساحت نور رُوئِمه[xxv][5] است که در سال /٧٤٩/ ١٠٨٦ هجری به تقریب مشخص نمود مدتی را که شعاع منعکسِ قمر اول مشتری به ما می‌رسد و بعد از آن‌که به رصد خسوف قمر اول مشتری مقدار سرعت سیر نور مشخص شد، یکی از فضلای فرانسه معروف به موسیو فی‌زُ[xxvi][6]، آلت بدیعی وضع نمود و به وساطت آن در فاصله‌ی ٨٢٦٢ ذرع روی زمین سرعت سیر نور لامپی[7] را معین کرده، در هر ثانیه ٥٠٣٠١ فرسنگ یافت و آن قلیلی بیشتر از آن است که به خسوف قمر مشتری رصد شده و آلت عظیمی[8] دیگر بعد از آن ساخته‌اند که[9] چون تجربه‌ی موسیو فی‌زُ را در او مکرر کنند، البته نتیجه دقیق‌تر[10] به دست خواهد آمد و به وجه دیگر نیز ممکن است که[11] سرعت سیر نور مشخص شود و آن موقوف به رصد شدت و ضعف نور کواکب تغییرپذیر است.

---

[1] نج و رض: - من جمله

[2] نج و رض: - به

[3] نج: دلامر

[4] نج: ١٦ق٨

[5] نج و رض: رئمه

رض: ١٦ق٨ ثانیه

[6] . نج: موسیو سیو فیز

[7] نج و رض: سرعت نور چراغ لامپی

[8] نج: عظمی

[9] نج و رض: - که

[10] نج: دقیقه

[11] نج و رض: - که

چون کوکب رأس الغول که اغلب[1] از قدر دویم است و تنزل می‌کند تا به قدر چهارم رسد و بعد ترقی کرده به قدر دویم بازگشت می‌نماید.[2]

در احوال زحل

۳٤۳ این سیاره به حسب ترتیبِ بُعد نسبت به آفتاب بعد از[3] مشتری واقع است و در آسمان به صورت کوکب قدر اول متوسطی[4] نماید[5] و ضوءاش بسیار ضعیف‌تر از مشتری است و چهره‌اش مکدر است و اسرب[xxvii] فام[6] و شعاعش را هرگز لحظات نباشد[7]. اقامت زحل وقتی است که بُعد شرقی[8] یا غربی‌اش از مقابله‌ی آفتاب، قریب به ۱۰۹ درجه رسد و قوس رجعتش قریب به[9] ٦ درجه باشد و آن را در[10] مدت ۱۳۹ روز پیماید و دوره‌ی نجومی‌اش /۷۵۰/ ۱۰۷۵۹ روز باشد، یعنی ۲۹ سال شمسی [و] ٥ ماه[11] [و] ١٦ روز و دوره‌ی اجتماعی[12]اش ۳۷۸ روز باشد. در ۲۳۹ روز مستقیم است و[13] در ۱۳۹ روز راجع و میل مدارش از منطقة البروج ۲ج ۲۹ق ۳٦نیه باشد و از

---

[1] نج و رض: غالباً

[2] نج و رض: دویم عود می‌کند

[3] رض: آن

[4] نج و رض: متوسط

[5] نج و رض: می‌نماید

[6] نج: قام

[7] نج و رض: هرگز لحظه نیست

[8] نج و رض: شرقی‌اش

[9] نج و رض: - به

[10] نج و رض: - در

[11] نج: شمسی پنجاه

[12] نج و رض: اجتماعیه

[13] نج: - و

معدل النهار ۲۲ جه ۳۸ قه ٤٤ نیه و حضیض شمسی‌اش[۱] یعنی آن[۲] طرف قطر اطول مدارش که به آفتاب اقرب باشد، ساکن نیست. بلکه بر توالی[۳] سیر کند و از برابر صور فلکیه[٤] عبور نماید و[٥] خروج مرکز مدارش ۰.۰٥٦ باشد و بُعد اوسطش از آفتاب ۹.٥۳۹ برابر بُعد اوسط زمین و بُعد اقربش ۹.۰۰٥ و بُعد ابعدش ۱۰.۰۷۳ .

به سبب کثرت[٦] بُعدی که از آفتاب دارد، اهله‌اش محسوس نشود، ولیکن به وجه دیگر ثابت شده که نورش ذاتی نیست و از آفتاب به او می‌رسد و چون مقدار حرارت و نور آفتاب را در زمین واحد فرض کنیم، در زحل ۰.۰۱۱ است یا $\frac{۱}{۸۰}$ و مقدار جوهرش $\frac{۱}{۳٥۰۰}$[۷] جوهر آفتاب است و کثافتش ۰.۱٤ برابر کثافت زمین است و قوه‌ی مرکزی‌اش ۱.۰۹ برابر.

قطر مرئی زحل بسیار مختلف شود. در بُعد اوسط از زمین یا از آفتاب ۱۸ ثانیه[۸] باشد و در بُعد ابعد ۱٥ ثانیه[۹] و در بُعد اقرب ۲۰ ثانیه[۱۰]. پس از مقدار اوسط چنین استنباط شود که قطر حقیقی‌اش[۱۱] ۹.۰۲۲ برابر قطر زمین باشد و حجمش بنابر[۱۲] آن‌که کروی باشد ۷۳٥ برابر حجم زمین و نصف قطر استوایی‌اش ۹۱٥۸ فرسنگ[۱] و قطر[۲] مرئی

---

[۱] نج: شمسی

[۲] نج و رض: از

[۳] مل: طوالی

[٤] نج ورض: فلکی

[٥] نج و رض: - و

[٦] مل: کثر

[۷] نج: $\frac{۱}{۲٥۰۰}$

[۸] نج و رض: ۱۸ نیه

[۹] نج: ۱٥ نیه

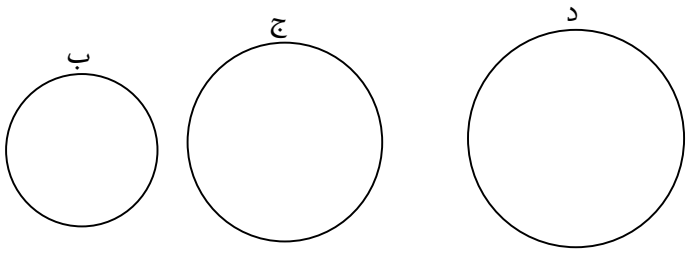
رض: ۱٥ نیه

[۱۰] نج و رض: ۲۰ نیه

[۱۱] نج و رض: حقیقش

[۱۲] رض: بنا

زحل در بعد ابعد و در بعد اوسط و در بعد اقرب به نسبتی باشد که در **ش ۱۹۵** بر ب و ج و د نموده شده. /۷۵۱/



ش ۱۹۵

زحل را در حول محور خود بر توالی حرکتی باشد و یک دوره‌ی آن را در مدت ۱۰ عت ۲٤ قه تمام کند و میل آن محور از سطح منطقة البروج ۷۲ درجه است و طولش[۳] اقصر از قطر استوایی‌است و به عبارة اخری این کوکب نیز در قطبین خود فرونشستگی دارد و مقدار فرونشستگی‌اش[٤] $\frac{۱}{۱۰}$ است.

بر سطح زحل پنج منطقه‌ی مظلم به نظر آمده و همه موازی هستند با دایره‌ی استوای او و فی الجمله مشابهت با مناطق مشتری دارند ولیکن عریض‌تر اند و ضعیف‌تر و همیشه به یک حالت نباشند، بلکه متغیر شوند و به آن سبب منجمان گمان برده‌اند که بر جرم زحل هوایی محیط است و در قطبین‌اش برف یا ابر[٥] فراوانی موجود.

۳٤٤ در معرفت حلقه‌ی زحل [در] ش۱۹٦: چون زحل را با دوربین نظر کنیم، حلقه‌ای از نور بر جرمش محیط می‌بینیم و آن عریض است و دقیق و سطحش به تقریب مستوی و اتصالی با خود کوکب ندارد، ولیکن مانند منطقه بر میانش دور زده و آن را اول گالیله قلیل مدت بعد از اختراع دوربین یافت و میل سطحش از

---

[۱] نج: فرسنگ و هزار ذرعی

رض: فرسنگ ٦ هزار ذرعی

[۲] نج و رض: قرص

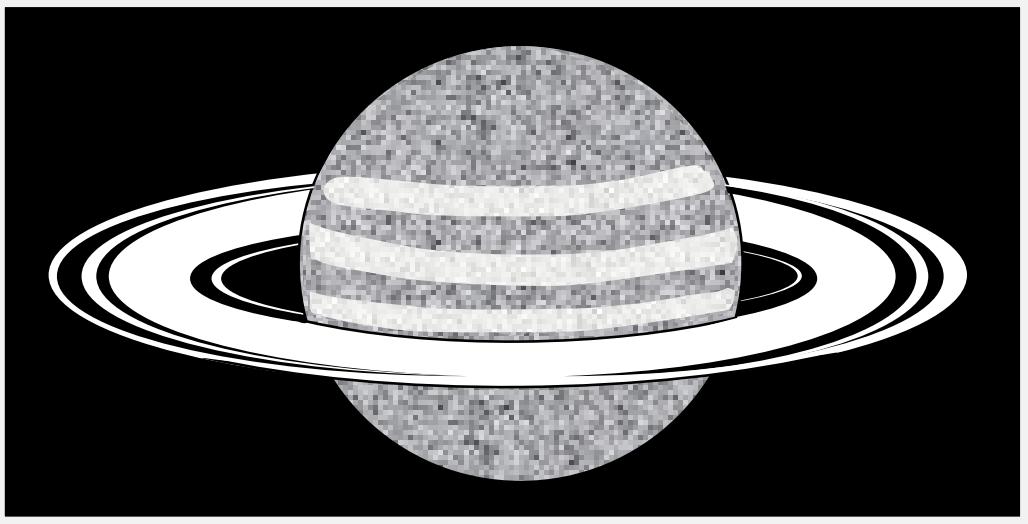
[۳] نج و رض: طول آن

[٤] رض: فرونشستگی

[٥] نج و رض: قطبین‌اش ابر یا برف

مدار کوکب بالفعل قریب ۲۸ درجه است و لهذا در هیچ حالتِ صفحه، حلقه مواجه ما نخواهد شد و هرگز آن را مستدیر نخواهیم دید و به نظر ما همیشه[۱] شکلی است بیضی. ولیکن قطر اقصرش متغیر شود /۷۵۲/ و از نصف قطر اطول تجاوز نکند و در نظر ساکنان زمین قطعه‌ای از حلقه از برابر جرم کوکب گذشته و بر او واقع شده و در قطعه‌ی مقابل زحل بر حلقه واقع شده و آن را مخفی[۲] داشته و در نزدیک[۳] آن محلی که حلقه بر کوکب واقع شده بر سطح کوکب ظلی به نظر می‌آید و آن موضعی است[۴] که به سبب حایل شدن جرم حلقه شعاع آفتاب را کسب نمی‌کند. پس معلوم می‌شود که زحل به ذاته منیر نیست و نور خود را از آفتاب کسب کرده، به سمت ما منعکس می‌نماید و این حکم به خود حلقه تعلق می‌گیرد زیرا که در قطعه‌ی مقابل با آنچه[۵] بر سیاره ظل افکنده، ظل مظلمی از سیاره افتاده و آن ظل موازی است با طرفی از سیاره که واسطه گشته و با دوربین بر نصف مؤخر حلقه ظاهر و نمایان است.

تغییر صورت حلقه بر این ترتیب است که اول بیضی نماید و به تدریج عریض شود و بعد عرض روی به تناقص نهد و بیضی مستطیل گردد و در آخر محو شود.[۶]



ش ۱۹۶: صورت زحل با منطقه‌هایش

[۱] نج:

[۲] نج: مختفی

[۳] نج و رض: نزدیکی

[۴] نج: - حلقه بر کوکب واقع شده بر سطح کوکب ظلی به نظر می‌آید و آن موضعی است

[۵] نج و رض: مقابل به آنکه

[۶] {در نسخه‌ی نج جای **ش ۱۹۶** خالی است، اما تصویری رسم نشده}

و مدتی بعد ظهور نماید و قطعه‌ی مقدم منیر باشد[1] و قطعه‌ی مؤخر در وراء جرم کوکب مختفی شود و دو قطعه در طرفین دیده شود و آن‌ها[2] را دو مقبض[xxviii] زحل گویند.

/۷۵۳/

صورت[3] حلقه بر وجهی که ذکر شد، به حسب اختلاف اوضاع زحل و آفتاب و زمین مختلف نماید و بیانش آن است که تسطیح[4] حلقه در[5] مدت حرکت انتقالی کوکب به موازات خود سیر می‌کند، پس میلش نسبت به خط واصل مابین کوکب و زمین به حسب اوقات مختلف شود و چون امتداد آن سطح از یک سمت آفتاب و زمین گذرد و هر دو جرم در یک طرف او افتند، صفحه‌ی مستنیر حلقه به شکل قطعه‌ی بیضی به نظر آید و به حسب وضعش گاه مستطیل باشد و گاه عریض. و هرگاه امتداد سطح بر زمین گذرد، حلقه را با غالب طلسکوپ‌ها رؤیت نکنند، ولیکن شعاع منعکسِ کنارِ آن با طلسکوپ‌های قوی محسوس شود و هر گاه آن امتداد بر آفتاب گذرد، کنار حلقه مواجه ما می‌افتد و با هر دوربین نظر کنیم، مرئی نشود به[6] جز دو مقبض که مانند دو خط مستقیم منیر در طرفین قرص زحل به نظر آیند و در مدت قلیلی[7] که مابین دو حالت مذکور منقضی شود، حلقه به کلی محو باشد و در آن مدت امتداد سطح حلقه، فی‌مابین آفتاب و زمین عبور کند و صفحه‌ی مظلم به سمت ما باشد و به هیچ وجه رؤیت نشود و در آن صورت زحل مانند سایر سیارات منفرد باشد و در مدت حرکت انتقالیه‌ی کوکب، چون حلقه به موازات خود سیر می‌کند، ظاهر است که وضع خاصی که در آن‌جا مختفی می‌شود و سطحش بر مرکز آفتاب می‌گذرد، باید در هر دوره ی نجومی دو نوبت عارض شود و بنابراین در هر ۱۵ سال یک نوبت چنان چه در ۱۲۶۵[8]، حلقه به کلی محو شد و بعد صفحه‌ی جنوبی‌اش مواجه ما گشت و شکل بیضی‌اش در

---

[1] رض: - و قطعه‌ی مقدم منیر باشد

[2] نج و رض: آن

[3] نج و رض: و صورت

[4] نج و رض: سطح

[5] نج: د

[6] نج و رض: - به

[7] نج و رض: قلیل

[8] نج و رض: در سال ۱۲۶۵

سال ۱۲۷۲ به کمال عرض رسید[۱] و باز در سال ۱۲۸۰ محو شد و بالفعل صفحه‌ی شمالی‌اش /۷۵٤/ به صور مختلفه مرئی است.

در معرفت اجزای حلقه: چون حلقه را با دوربین‌های قوی نظر کنی[۲]، معلوم می‌شود که مفرد نیست بلکه مرکب است از چند حلقه‌ی متحدة المراکز[۳] و فاصله‌ی مابین آن‌ها خوب ظاهر است. به خصوص حوالی دو مقبض و در این سنوات حلقه‌ی مظلمی در[٤] جوف سایر حلقه‌ها یافته‌اند (رجوع کنید به شکل[٥]) ولیکن اصول آن‌ها دو حلقه است و جمیعاً در سطحی[٦] مستوی واقع هستند و آن سطح به تقریب منطبق است بر دایره‌ی استوای کوکب و در آن سطح به اتفاق حول سیاره دوران کنند و مدت یک دوره‌ی حرکت‌شان ۱۰ع‌ت ۳۲ق باشد و آن قریب به یک دور[۷] حرکت وضعی خود سیاره است.

به رصد معلوم شده که مرکز حلقه بر مرکز سیاره منطبق نیست ولیکن خروج مرکزش بسیار قلیل است و چنان می‌نماید[۸] که سیاره اندکـ[ـی] به ضلع غربی حلقه‌ی داخله اقرب باشد تا به ضلع شرقی‌اش.

در معرفت ابعاد حلقه: ابعاد حلقه‌ی زحل را در اوقات مناسب[۹] رصد نموده‌اند و از آن روی به ازای بُعد اوسط کوکب استخراج کرده[۱۰]، تفصیلش چنین است[۱]: قطر خارج حلقه‌ی خارجه ٤۰.۰۹ ثانیه[۲]، قطر داخل آن

---

[۱] نج: رسیده

[۲] نج و رض: کنیم

[۳] نج و رض: متحدی المراکز

[٤] نج و رض: بر

[٥] نج و رض: به ش

[٦] نج و رض: سطح

[۷] نج و رض: دوره

[۸] نج: چنان طی نماید

[۹] نج: متناسب

[۱۰] رض: گردد

حلقه ۳۵.۲۹ ثانیه[۳]، قطر خارج حلقه‌ی داخله ۳٤.٤۷ ثانیه[٤]، قطر داخل همان حلقه ۲٦.٦۷[نیه] ، عرض حلقه‌ی خارجه ۲.٤۰ ثانیه[٥]، فاصله[٦]ی مابین دو حلقه‌ی اصلیه ۰.٤۱ ثانیه[۷]، عرض حلقه‌ی داخله ۳.۹۰ ثانیه[۸]، فاصله‌ی مابین ضلع داخل حلقه و سطح ظاهر کوکب[۹] ٤.۳٤ ثانیه[۱۰].

/۷٥٥/

چون این مقادیر را ترکیب کنیم با بُعد زحل و با مِیل اقطار حقیقی جرم و حلقه‌ها، نتیجه‌ی ذیل استنباط شود: قطر خارج حلقه‌ی خارجه ٤٥٤۰۹ فرسنگ، قطر داخل همان حلقه ۳۹۹٦٦، قطر خارج حلقه‌ی داخله ۳۹۰٤٤، قطر داخل همان حلقه ۳۰۲۰۲. پس معلوم می‌شود که عرض حلقه‌ی خارجه ۲۷۲۱ فرسنگ است و عرض حلقه‌ی داخله ٤٤۲۱ و فاصله‌ی مابین دو حلقه ٤٦۱ و عرض مجموع دو حلقه ۷٦۰٤ و فاصله‌ی مابین ضلع داخل حلقه و سطح سیاره ٥۹٤۲ و ثِخَن[xxix] حلقه نباید از ٦٤ فرسنگ[۱۱] تجاوز کند.

---

[۱]نج: - است

[۲]نج و رض: ٤۰.۰۹[نیه]

[۳]نج و رض: ۳٥.۲۹[نیه]

[٤]نج : ۳٤٤.٤۷[نیه]

رض: ۳٤.٤۷[نیه]

[٥]نج و رض : ۲.٤۰[نیه]

[٦]مل: فاصل

[۷]نج و رض : ۰.٤۱[نیه]

[۸]نج و رض : ۳.۹۰[نیه]

[۹]نج و رض: و جرم کوکب

[۱۰]نج و رض : ٤.۳٤[نیه]

[۱۱]نج و رض: - فرسنگ

آنچه ذکر شد مجملی بود از تفصیل نتایج ارصادی که منجمان با دوربین‌های قوی در حلقه‌ی زحل نموده‌اند و حال بباید دانست که متأخرین بعضی حوادث غریبه یافته بر سابق ملحق نموده‌اند و چنان نماید که آن‌ها[۱] از تکوینات جدیده باشند[۲] و اقتضا کنند[۳] که هنوز در زحل انقلاب ماهیت باقی باشد و بر ما آگاهی از حقیقت آن[٤] متعذّر[xxx] است. و مجمل ارصاد منجمان معروف ینگی دنیا از این قرار است:

در پنجم ششم محرم ۱۲٦۷ یکی از آن[٥] منجمان روشنایی در داخل حلقه‌ی قدیمه[٦] به نظر آورد و به فاصله‌ای از جرم سیاره آن[۷] را یک مرتبه منتهی و منطفی[۸] یافت و چند روز[۹] منجمی[۱۰] دیگر با دوربینی که قوتش ٤۰۰ بود، همان حالت را مشاهده کرد و حلقه‌ی جدید را واضح دید و کنارش[۱۱] را متصل به جرم کوکب یافت و بعضی آن را از کوکب جدا دیدند و منجمان ینگی دنیا تصدیق نمودند به صحت این ارصاد.

در خصوص تکوین ماهیت حلقه[۱۲] و جوهرش[۱۳] منجمان به خیال خود وجوهی ذکر نموده‌اند ولیکن هیچ کدام هنوز به ثبوت نرسیده و ما بعضی از آن‌ها را در اینجا آوریم[۱]: /۷٥٦/

---

[۱]نج و رض: - آن‌ها

[۲]نج و رض: باشد

[۳]نج و رض: کند

[٤]نج و رض: حقیقتش

[٥]نج: - آن

[٦]نج و رض: قدیم

[۷]نج و رض: او

[۸]مل: منطفی

نج و رض: - منتفی

[۹]نج و رض: روز بعد

[۱۰]نج و رض: منجم

[۱۱]نج و رض: کنار آن

[۱۲]نج و رض: - ماهیت حلقه

[۱۳]نج و رض: جوهر حلقه

مُپرتُویس چنان اعتقاد دارد که حلقه به وجود آمده است از ذنب ستاره[۲]ی دنباله‌داری که زحل به سمت خود جذب نموده و قهراً[۳] او را در حول خود به دوران آورده. پس خود ستاره قمر شده و ذنبش حلقه و مِران بر آن رفته که زحل در اول خلقت بزرگ‌تر از آن بوده که هست[٤] و حلقه اثری است از دایره‌ی استوای سیاره و به تکاثف[xxxi] حجمش کوچک شده و بوفُن[xxxii] گمان کرده که حلقه ابتدا[٥] متصل بوده به سیاره و به قوت مایله از مرکز جدا گشته و قسینی ثانی[xxxiii] ذکر نموده که حلقه مرکب است از تراکم اقمار بی‌شماری که مدارات‌شان کمال قرب به همدیگر دارند، چنان چه در آن فاصله کمّ متصلی به نظر ما آیند.

۳٤٥ در معرفت اقمار[٦]: زحل را هشت قمر است که در مدارات بیضی شکل حول او دوران می‌کنند[۷] و او در مقام کانون آن‌هاست و اصول آن مدارات به حسب ارصاد جدیده این[۸] است:

---

[۱] نج و رض: آن‌ها را بنماییم

[۲] نج و رض: کوکب

[۳] نج و رض: قسراً

[٤] نج و رض: از این‌که هست، بوده

[٥] نج: که ابتدا حلقه

[٦] نج و رض: اقمار زحل

[۷] نج: می‌کند

[۸] نج و رض: ارصاد جدید چنین

عدد اقمار[1]	بُعد اقمار از زحل بنابر آن‌که نصف قطر استوایی زحل واحد باشد	دوره ی نجومی[2] اقمار			
		روز[3]	۲۲عت	۳۷ قه	۲۳ نیه
قمر اول	۳.۳٦				
قمر دویم	٤.۳۱	۱[4]	۸	۵۳	۷
قمر سیم	۵.۳٤	۱[5]	۲۱	۱۸	۲٦
قمر چهارم	٦.۸٤	۲[6]	۱۷	٤۱	۹
قمر پنجم	۹.۵۵	٤	۱۲	۲۵	۱۱
قمر ششم	۲۲.۱٤	۱۵	۲۲	٤۱	۲۵
قمر هفتم	۲۸.۰۰	۲۱	۷	۷	٤۱
قمر هشتم	٦٤.۳٦	۷۹	۷	۵۳	٤۰

مدارات جمیع اقمار موازی هستند با سطح حلقه، به[7] جز قمر آخر که قریب ۱۲[جه] /۷۵۷/ ۱٤[قه] مایل است. قمر هشتم در همان اوقاتی که یافته شد، چون به قطعه‌ی شرقی مدار خود می‌رسید، به کلی محو می‌شد و در مابقی محیط خوب ظاهر بود. پس از این حالت دو حکم استنباط گردید[8]:اول آن‌که تمام صفحه‌ی این قمر به یک ضوء

[1] { در ستون اول از جدول نسخ نج و رض، بعد از «قمر اول» تنها اعداد ۲، ۳ تا ۸ نوشته شده}

[2] نج و رض: نجومیه

[3] نج و رض: - روز

[4] نج و رض: ۱ روز

[5] نج: ۲

[6] نج: ۳

[7] نج و رض: - به

[8] نج و رض: کردند

نیست، دویم آنکه در حول خود دوران می‌کند، چون که همیشه در کمال بُعد شرقی، صفحه‌ی تاریک‌ترش به سمت زمین واقع می‌شد و بنابراین در همان[1] موضع صفحه‌ی روشن‌ترش مواجه کوکب بود. پس لازم آمد که دوره‌ی حرکت وضعی‌اش برابر باشد با دوره‌ی حرکت انتقالی‌اش و حکم اتحاد[2] دوره‌ی حرکت انتقالی را با دوره‌ی حرکت وضعی در خصوص ماه زمین و در خصوص اقمار مشتری ثابت نمودیم، پس ظاهر آن است که این قاعده در حرکت همه‌ی اقمار عمومیت داشته باشد. بعضی از منجمان بعد از تأمل در جدول فوق روابط ذیل را فی‌مابین ادوار چهار قمر اول یافته‌اند:

مدت یک دوره‌ی قمر سیم به تحقیق برابر است با مضاعف دوره ی قمر اول، و دوره‌ی قمر چهارم، مضاعف دویم است. و هر گاه قمر سیم را خارج کنیم در ۲۳۲.۸ روز، قمر اول ۲٤۷ دور می‌زند و قمر دویم ۱۷۰ دور و[3] قمر چهارم ۸۵ دور. و هر گاه عدد ادوار[4] را مضاعف کنیم در ٤٦٥ روز [و] ۱۸ ساعت، قمر اول ٤۹٤ دور می‌زند و قمر دویم ۳٤۰ دور و قمر سیم ۲٤۷ دور و قمر چهارم ۱۷۰ دور و[5] مابین ادوار اجتماعیه‌ی سه قمر اول مشتری، سابق رابطه ذکر شد و آن را می‌توان به عبارت ذیل ادا نمود: در مدت ٤۳۷ روز [و] ۳ عت ٤٤ قه قمر اول ۲٤۷ دور می‌زند و در سه دقیقه کمتر از آن مدت /۷۵۸/ قمر دویم ۱۲۳ دور و در ۹ دقیقه کمتر از همان مدت، قمر سیم ٦۱ دور می‌زند.

وجود[6] حلقه مانع از رصد خسوف اقمار است و نیز از رؤیت عبور ظل آن‌ها از روی قرص کوکب به[7] جز در حالات نادره. ولیکن در ۱۳ صفر ۱۲۰٤ هرشل واضح دید حرکت ظل قمر ششم را از برابر قرص درخشان کوکب و به همین رصد ثابت گشت که زحل به ذاته منیر نیست.

---

[1] نج و رض: همین

[2] نج: اتحا

[3] نج: - و

[4] رض: او

[5] نج و رض: - و

[6] نج: و چون

[7] نج و رض: - به

۳٤٦ در تاریخ یافتن اقمار: هُویگانس[xxxiv] چون در اواسط جمادی الاول[۱] ۱۰٦۵ به سمت زحل متوجه نمود دو[۲] عدد دوربینی [را] که به دست خود ساخته بود، یافت قمری را که اول به نظر هر کس رسد و با همان آلات ممکن بود سایر اقمار را رؤیت کند. ولیکن در مقام تجسس آن‌ها به هیچ‌وجه بر نیامد. چون که بعد از یافتن همان یک قمر، عدد مجموع اقماری که تا آن‌وقت در دست بود برابر گشته بود با عدد سیارات عالم شمسی ما و به عقیده‌ی حکمای آن عصر ممکن نمی‌شد که عدد سیارات عظام کمتر باشد از عدد اقمار. و در اواخر جمادی الاخر[۳] ۱۰۸۲ قسینی قمر دیگر یافت که دورتر از قمر سابق می‌رفت از سیاره و در اوایل جمادی الاولی ۱۰۸۳ همان راصد قمری دیگر یافت که مدارش محاط بود در مدار قمر هویگانس و در اواخر ربیع الاول ۱۰۹۵، قسینی دو قمر دیگر یافت و آن وقت هرچند در اطراف زحل تفحص نمودند، قمر تازه نیافتند. ولیکن در اوایل ذیحجه‌ی ۱۲۰۳، هرشل قمری دیگر یافت که نزدیک‌تر از پنج قمر سابق بود به حلقه. و در اواخر ذیحجه‌ی ۱۲۰۳ مابین قمر سابق و حلقه، قمر دیگر یافت[٤] شد و این قمر هفتم در کمال ضعف است. ولیکن هرشل /۷۵۹/ در وقت مناسب او را به نظر در آورد و ابعاد مدار دو قمر اخیر بسیار قصیرند[۵]. و لهذا آن[٦] دو قمر غالب در ورای کوکب مخفی هستند و یا بر قرص او واقع و در بعضی اوقات ضوء حلقه به مجاورت شعاع آن‌ها را محو می‌سازد و در آن اوقات که حلقه از کنار دیده شود و مانند خط روشنی به نظر آید، اقمار را چون دانه‌های تسبیح درخشان و[۷] متحرک بر استقامت آن خط رؤیت کنیم و قسینی معلوم نمود که رابطه‌ی مابین دوره و قطر دو[۸] قمری که خود در سال ۱۰۹۵ یافته، موافق است با قاعده‌ی سیم کپلر و قمر آخر یعنی هشتم را اواخر شوال ۱۲٦٤ منجمی در ینگی دنیا و منجمی در انگلیس یک مرتبه یافتند[۹] و آن واقع است مابین قمر قسینی که از همه دورتر است و[۱] قمر هویگانس.

---

[۱] نج و رض: جمادی الاولی

[۲] نج و رض: نمود و

[۳] نج و رض: جمادی الاخری

[٤] نج و رض: یافته

[۵] نج و رض: قصیر است

[٦] رض: از

[۷] نج و رض: چون لؤلؤ

[۸] نج و رض: - دو

[۹] نج و رض: یافته‌اند

و سبب امتداد مدت یافتن[۲] اقمار مختلفه صعوباتی است که در رصد اتفاق می‌افتد و[۳] یکی از منجمان معروف به[٤] ویک ثابت نموده[٥] که ممکن است اصغر و اضعف اقمار زحل را با دوربین های رسمی رؤیت کنیم و شرط عمل همین است که پرده‌ی تاریکی[٦] حاجب نماییم مابین دیده‌ی خود و حلقه با سیاره‌ی بی اقمار. چون که ضوء این دو جرم در دیدگان ما[۷] محو می‌کند شعاع آن اقمار ضعیف را.

بعد از آنکه همه‌ی اقمار رؤیت شد، من باب تمیز به ترتیب تاریخ یافتن آن‌ها را نمره دادند. مثلاً قمری را که قبل از همه یافته بودند اول خواندند و آن را که بلافصل بعد یافته بودند دویم و هکذا تا آخر[۸]. و چون ترتیب تاریخ موافق نیامد با ترتیب ابعادی که از کوکب[۹] دارند، من باب رفع اشتباه در سال ۱۲٦۳ هر کدام را به نامی خاص موسوم ساختند و نتیجه‌ی این تفصیل[۱۰] با[۱۱] اسماء در جدول ذیل ثبت افتاد: /۷٦۰/

---

[۱]نج و رض: و مابین

[۲]نج و رض: - یافتن

[۳]نج و رض: - و

[٤]نج و رض: - به

[٥]نج و رض: نمود

[٦]نج و رض: تاری

[۷]نج: - ما

[۸]نج و رض: تا به آخر

[۹]نج: که آن کوکب

[۱۰]رض: تفصیل را

[۱۱]نج: به

ترتیب اقمار به حسب ازدیاد بُعد	اسماء اقمار	ترتیب یافتن اقمار	اسماء یابندگان و[1] تاریخ یافتن
اول[2]	میماس[xxxv]	قمر هفتم[3]	هرشل، اواخر ذی الحجه ۱۲۰۳
دویم[4]	اَنسِلاد[xxxvi]	٦	هرشل، اوایل[5] ذی الحجه ۱۲۰۳
۳	تِتیس[xxxvii]	٥	قسینی، اواخر[6] ربیع الاول ۱۰۹٥
٤	دِیُونه[xxxviii]	٤	قسینی، اواخر ربیع الاول[7] ۱۰۹٥
٥	رِیا[xxxix]	۳	قسینی، اوایل[8] جمادی الأولی ۱۰۸۳
٦	تیتان[xl]	۱	هویگانس، اواسط[9] جمادی الأولی ۱۰٦٥
۷	هیپِریُون[xli]	۸	بُند و[10] لاسِل[xlii]، اواخر[11] شوال ۱۲٦٤

[1] نج و رض: - و

[2] نج و رض: ۱

[3] نج و رض: ۷

[4] نج و رض: ۲

[5] رض: - اوایل

[6] رض: - اواخر

[7] نج ایضاً

رض: ایضاً ربیع الاولی

[8] رض: - اوایل

[9] رض: - اواسط

[10] نج: - و

[11] رض: - اواخر

۸	ژاپ[xliii][1]	۲	قسینی، اواخر[2] جمادی الثانیه ۱۰۸۲

فاصله‌ی میماس از مرکز زحل ۳۰۷۷۳ فرسنگ است و از صفحه‌ی زحل ۲۱۶۱٤ فرسنگ و از حلقه ۸۰٦۷ و تیتان اعظم اقمار زحل است و قطر مرئی‌اش $\frac{۱}{۱٦}$ قطر مرئی خود کوکب است.

در احوال اورانوس

۳٤۷ این کوکب را ابتدا ژُرژیوم[3] سیدُوس[xliv] نام نهادند و بعد به اسم[4] یابنده‌اش هرشل و تاریخ یافتن او مقارن است با اواخر عشرثانی ربیع الاول ۱۱۹۵ و علامت او ♅ است و آن کره‌ای است که بر او حرف اول اسم هرشل را قرار داده‌اند.

حرکت این کوکب در اکثر مدت سال مستقیم است و اقامتش قلیل مدت قبل از مقابله است و قلیل مدت بعد از آن. و فی مابین آن دو مقام راجع است و کمال رجعت در خود مقابله است و تمام قوس رجعتش فی‌مابین آن دو مقام[5] ۳ جه ٤۵ قه است و مدت دوره‌ی اجتماعی[6]اش ۳٦۹ روز و شدت ضعفش به حدی است که آن را در سلک کواکب قدر ششم و قدر هفتم مندرج ساخته‌اند، ولیکن ممکن است /۷٦۱/ که در بعضی اوقات مناسب به ندرت با چشم دیده شود و[7] بر قرص او هیچ[8] اثری از اهله رؤیت نشده و مدت دوره‌ی نجومی‌اش به حسب زمان وسطی ۳۰٦۸٦.۸[9] روز است، یعنی قریب ۸٤ سال شمسی و بُعد اوسطش از آفتاب ۱۹.۱۸ برابر بُعد اوسط

---

[1] نج و رض: ژاپه

[2] رض: - اواخر

[3] رض: ژاوژیوم

[4] نج و رض: اسم نام

[5] نج: - راجع است و کمال رجعت در خود مقابله است و تمام قوس رجعتش فی‌مابین آن دو مقام

[6] نج و رض: اجتماعیه

[7] نج و رض: و به هیچ وجه

[8] نج و رض: - هیچ

[9] نج: ۰٦۸٦.۸

زمین و به حسب فرسنگ ٤٦٦ هزار هزار و میل مدارش از منطقة البروج ٤٦قه٢٨نیه است و خروج مرکزش ٠.٤٧ و بُعد اقربش از آفتاب ١٨.٢٨ و بُعد ابعدش ٢٠.٠٨ و چون درجه‌ی حرارت و نور آفتاب را در زمین واحد فرض کنیم، در اورانوس ٠.٠٠٣[1] و به کسر متعارفی $\frac{١}{٣٧٠}$ و جوهر اورانوس به استخراج بعضی منجمان $\frac{١}{١٧٩١٨}$ جوهر آفتاب است و به استخراج بعضی دیگر [2] $\frac{١}{٢٤٦٠٥}$ و کثافتش ٠.١٨ کثافت زمین است و قوه‌ی مرکزی‌اش ١.٠٥ و در بُعد اوسطش قطر مرئی‌اش ٣.٩ ثانیه[3] و بنابراین قطر حقیقی‌اش ٤.٣٤ برابر قطر زمین و حجمش ٨٢ برابر.

و به مقیاسی که سابق قرص سایر سیارات را نمودیم، قرص مرئی این کوکب در بُعد ابعلا[4] است[5] و به شهادت رصد گمان برده‌اند که اورانوس در حول خود دوران می‌کند و در قطبین فرونشستگی دارد و بلکه حلقه بر او احاطه دارد. ولیکن هیچ کدام به ثبوت نرسیده و شعاع چون از این کوکب خارج گشت، بعد از ٢عت $\frac{٣}{٤}$[6] به ما می‌رسد و حال آن‌که شعاع آفتاب بعد از ٨قه١٦نیه می‌رسد.

٣٤٨ در تاریخ یافتن اورانوس: یافتن سیاره‌ی اورانوس یکی از نتایج نجوم جدید است. هرشل در شانزدهم هفدهم[7] ربیع الاول ١١٩٥ قریب به[8] هفته‌ی قبل از اعتدال ربیعی و[9] در ساعت چهار و پنج شب، کواکب صغار جوزا را با دوربینی که دو ذرع طول داشت و قوتش ٢٢٧ بود، /٧٦٢/ نظر می‌کرد. پس قطر یکی از آن

---

[1] نج و رض: ٠.٠٠٣ است

[2] نج: $\frac{١}{٢٢٦٠٥}$

[3] نج و رض: ٣.٩نیه

[4] نج و رض: بعد اوسط

[5] {شکل دایره در نسخه‌ی نج وجود ندارد}

[6] نج و رض: بعد از ٢ ساعت و سه ربع

[7] نج و رض: در ١٦ و ١٧

[8] نج و رض: - به

[9] نج و رض: - و

کواکب را اعظم از آنچه باید دید و گمان برد که او ذوذنب است و من باب تحقیق ظن[۱]، شیشه‌ی عینی[۲] طلسکوپ را بدل نمود به شیشه‌هایی که قوت‌شان ٤٦٠ و ۹۳۲[۳] بود و[٤] آن وقت قطر مرئی کوکب به نسبت تزاید قوت دوربین ترقی نمود و در کواکب اطرافش چنین حالت ظاهر نشد. قطرشان افزود ولیکن[٥] بسیار قلیل. و آن را با ثوابت اختلاف دیگر نیز بود، در اینکه با دوربین‌های بسیار قوی[٦]، ضعیف و تار به نظر می‌آمد و حال آنکه ثوابت اطرافش درخشان و واضح می‌نمودند و خواست که[۷] موضع این کوکب را رصد کند، چون حاضر نداشت آلات ساکنه که در رصدخانه‌های معتبر به جهت[۸] تعیین حرکات خاصه به کار دارند، به کواکب حولش[۹] بسنجید[۱۰] و بعد از مدت قلیلی معلوم نمود که این کوکب در حرکت است و از حسن اتفاقات این است که در شب مذکور کوکب به نظرش رسید و اگر یازده روز قبل او را دیده بود، چون به حالت اقامت بود، حرکت از دستش رفته بود. بالجمله با وجود آنکه اثری از ذنب و از گیسو در او ظاهر نبود. هرشل بلاتردید او را ذوذنب خواند و چون راصدان انگلیس[۱۱] و فرانسه از این حادثه آگاه شدند، امر مهمش[۱۲] شمردند و اوقات خود را مصروف او ساختند و جمعی در شب‌های صاف موضع کوکب متحرک را به مواضع ثوابت اطراف می‌سنجیدند و گروهی مشغول شدند[۱۳] به استخراج صورت

---

[۱] نج و رض: ظنی

[۲] نج: - عینی

[۳] نج و رض: ٤۳۲

[٤] نج: و از

[٥] نج و رض: ولی

[٦] رض: دوربین‌های قوی بسیار

[۷] نج و رض: - که

[۸] نج و رض: معتبر برای

[۹] نج: خویش

[۱۰] نج و رض: سنجید

[۱۱] نج: نگلیس

[۱۲] نج و رض: مهمی

[۱۳] نج و رض: گشتند

مدار آن و مستخرجان با آن[۱] کمال مهارت اعمال را از سر می‌گرفتند و با وجود آنکه سیر کوکب بسیار بطیء[۲] بود نتوانستند[۳] مواضع متتالیه‌ی او را بنمایند و ارصادی که در هر ماه می‌نمودند واژگون می‌کرد آنچه را که به ارصاد /۷۶۳/ ماه سابق ترتیب داده بودند و یکی از اسبابش این بود که کوکب را ذوذنب پنداشتند و این فرض لازم می‌نمود که مدارش قطع مکافی باشد و ارصاد با اعمال موافقت نمی‌کرد. پس یکی از منجمان معروف به موسیو دُوسارُن[٤] ثابت نمود که خطاست مذهب کسانی که آن[٥] را ذوذنب دانند. بلکه سیاره‌ای است جدید و محاسبان معلوم کردند که مدار مستدیری در[٦] حول آفتاب طی می‌کند و نصف قطرش به تقریب ۱۹ هست و بعد اصول مدارش را لاپلاس و مِشَن استخراج نمودند. و[۷] خود هرشل به یافتن او اکتفا نمود و متصدی هیچ امرش[۸] نگشت تا آن وقت که سایر[۹] منجمان سیاره بودنش را به ثبوت رسانیدند. پس ادعا نمود که نام نهادن این سیاره‌ی جدیده[۱۰] حق من است و سزاوار بود او را چنین ادعا. و اسمی که اختیار کرده بود ژُرژیوم سیدُوس بود. یعنی کوکب ژُرژ[xlv]، پادشاه عصر خود و مقصود او اظهار شناسایی حق آن سلطان بود که ترویج علوم می‌کرد و محبت بسیار به هرشل می‌کرد[۱۱] و در حقیقت مستحق و سزاوار بود[۱۲]. ولیکن لِکزِل[۱xlvi] آن لفظ را مناسب ندانست و اسم نبتون دُو

---

[۱]نج: - آن

[۲]نج و رض: بطئی

[۳]نج و رض: نتوانستند که

[٤]نج و رض: دسرن

[٥]نج و رض: او

[٦]نج و رض: - در

[۷]نج: ولکن

رض: ولیکن

[۸]نج و رض: امر

[۹]نج و رض: - سایر

[۱۰]نج و رض: جدید

[۱۱]نج: به هرشل مشخص می‌نمود

رض: به هرشل مستحق می‌نمود

[۱۲]نج و رض: - و در حقیقت مستحق و سزاوار بود

ژاُرژ[۲] را[۳] خواست به کوکب گذارد و جمعی مدعی شدند که چرا باید این یابندگی به دولت انگلیس تعلق بگیرد. هرشلِ هانور[xlvii]ی[٤] همین قدر معلوم کرد که کوکب را حرکتی است خاصه[٥] و عمده‌ی رصد و زحمت و استخراج با اهل فرانسه و آلمانی بود و ایشان حقیقت او را معلوم کردند و سیاره بودنش را ثابت نمودند. ولیکن لالانْد[xlviii] فرانسوی مدت چند[٦] سال سعی نمود در این که کوکب را به نام یابنده‌اش هرشل خوانند، چنان‌چه رسم حکما و اصحاب طبیعی بوده[۷] که هرچیز بدیع را به اسم واضعش /٧٦٤/ معروف سازند و آخر بی ثمر شد و بعضی خواستند نبتون مطلقش گویند و برخی[۸] اُسْتْرِه و گروهی سیبِل و هیچ کدام پسند نیافتاد و بُد[xlix] مرجّحانی[l] ذکر کرد در خصوص کلمه‌ی اورانوس که نام اقدم[۹] ارباب انواع بوده و همین نام اختیار شد.

و لالاند چون در خصوص وضع اسم مأیوس شد[۱۰]، به وضع علامت مداخله نمود و اصحاب کار را ملجأ[li] کرد در این که اورانوس را به این علامت ♅ یا به این علامت ♅ بنمایند[۱۱]. و آن رمزی است به شکل حرف اول هرشل و این علامت بالفعل در فرانسه و انگلیس و ایتالی[۱۲] و غیر[۱۳] معمول است و در آلمانی علامت ⛢ را اختیار

---

[۱] نج: لکس

رض: لکسل

[۲] نج و رض: دژارژ

[۳] رض: ار

[٤] نج: نوری.

[٥] نج و رض: خاص

[٦] نج و رض: چندین

[۷] نج و رض: بود

[۸] نج و رض: بعضی

[۹] نج: اقدام

[۱۰] نج و رض: گشت

[۱۱] نج و رض: بنماید

[۱۲] نج و رض: ایطالیا

[۱۳] نج و رض: غیره

کردند که نزد اهل نجوم کنایه از اورانوس است و نزد ارباب صناعت کنایه از طلای سفید. چنان‌چه نزد متقدمینِ ایشان علامات ذیل کنایه از فلزات بود و نزد منجمان کنایه از اجرام سماوی:

زر	سیم	سیماب	مس	آهن	روی	اسرب
☉	☾	☿	♀	♂	♃	♄
خورشید	ماه	تیر	ناهید	بهرام	برجیس	کیوان

تنبیه: بنابر آنکه مدار اورانوس مستدیر باشد یا قریب الاستداره و ما قطع نظر کنیم از روشنایی روز و صبح و شفق، قاعده و قیاس اقتضا کند که این کوکب در همه‌ی دهور ظاهر و مرئی باشد. پس سبب چه بوده که قبل از هرشل احدی او را ندیده و منجمان با آن همه سعی که داشتند، در تشخیص کواکب منطقة البروج، چه مانع شده که اهمال نموده‌اند[۱] در رصد چنین کوکبی که همیشه در آن سلک مندرج بوده[۲] و حال آن‌که متفقاً[۳] او را کوکب قدر ششم خوانده‌اند[۴]/۷٦٥/ یعنی اضعف کواکبی که بتوان با چشم رؤیت نمود.

جواب گوییم که به این اشکالات وهنی وارد نیاید در صحت اعمال لاپلاس[lii] و لِکزِل[۵] که صورت مدار و[۶] اوساط و تعدیلات اورانوس را مشخص نمودند[۷]. چرا که شاید در قدیم این کوکب ذوذنب بوده و مدارش مستطیل و به قوه‌ی جاذبه‌ی سیارات آن مدار[۸] متغیر شده در این اواخر دایره پیماید. و بُد[liii] منجم در جواب آن[۲] اشکالات

---

[۱] نج و رض: نمودند

[۲] نج و رض: بود

[۳] نج و رض: آن‌که به اتفاق

[۴] مل: خوانده‌اند و.

[۵] نج و رض: لکسل

[۶] نج: - و

[۷] نج و رض: نموده‌اند

[۸] نج و رض: سیارات مدارش

سخن مُسکِت[liv] و قاطعی[۳] آورده که چون به دقت نظر کردم در جداول ثوابت منطقة البروج یافتم[٤] که مایه منجم در سال ۱۱۷۰ در صورت حوت[٥] کوکب قدر ششمی رصد کرده و در سال ۱۱۹۵ نه در موضعی که راصد نشان داده و نه در[٦] اطرافش اثری از او به نظر نرسیده و بعد از آن‌که نصف قطر مدار آن کوکب مفقود را ۱۹ برابر بُعد اوسط زمین گرفتیم[۷] موضعش نزدیک شد به محلی[۸] که اورانوس در اوقات رصد مایه واقع بوده[۹]. و بُد نیز[۱۰] ثابت نموده[۱۱] که اورانوس را فِلامستید[lv] مندرج ساخته است در جمله‌ی ثوابت منطقة البروجی که اوایل عشر ثالث صفر ۱۱۰۲ در تاریخ فلکی آورده و لُمینه[lvi۱۲] منجم چون به دفاتر خود رجوع کرد، معلوم شد که ستاره[۱۳]ی هرشل را سه مرتبه در سال ۱۱۷۷ و ۱۱۸۳ رصد کرده و بِسِل[lvii] منجم همان را در جدول مفصل بِرادلِه منجم به تاریخ اواخر[۱٤] عشر اول صفر ۱۱٦۷ یافت و بُورگارت[۱٥] منجم به آنچه بُد در خصوص رصد فلامستید ذکر کرده، چهار رصد[۱٦]

---

[۱]نج: پد

[۲]نج و رض: این

[۳]نج: - و قاطعی

[٤]نج: یافتیم

[٥]نج و رض: چون

[٦]نج و رض: - در

[۷]نج و رض: گرفتم

[۸]نج: محل

[۹]نج: بود

[۱۰]نج: نز

[۱۱]نج: نمود

[۱۲]نج و رض: لمونیه

[۱۳]نج و رض: سیاره

[۱٤]نج: اوخر

[۱٥]نج: بورگات

[۱٦]نج: چهار صد

ملحق ساخته، یکی مطابق با ماه ربیع الاول ۱۱۲٤ و سه عدد با ماه صفر ۱۱۲۷ و بُوآرد منجم چون سطر به سطر رجوع کرد به نوشته جاتی که از لُمینه[۱] در رصدخانه‌ی پاریس باقی مانده، معلوم شد که /۷٦٦/ آن راصد نه مرتبه اورانوس را رصد کرده و منتقل به[۲] حرکتش نشده.

۳٤۹ در معرفت اقمار اورانوس: بر گرد اورانوس هشت قمر بر خلاف توالی، یعنی از مشرق به سمت مغرب دور می‌زنند و دو عدد آن‌ها از همه[۳] روشن‌تر است: قمر چهارم و ششم. و مدت دوره‌ی این دو با کمال دقت مشخص شده ولیکن دوره‌ی شش قمر دیگر را بعد از رصدِ کمالِ بُعدشان از روی قاعده‌ی سیم کپلر استخراج نموده‌اند و شش عدد از این اقمار را هرشل یافته و آن قمر سیم است تا هشتم و دو عدد اول و دویم را لاسِل. و از جمله‌ی شش قمر هرشل، دو عددش را بعد از اخبار او هیچ منجم رؤیت نکرده و تردید در وجود آن‌ها به هم رسیده، ولیکن قمر سیم و پنجم را بعضی راصدان معروف با طلسکوپ قوی به نظر آورده‌اند و هرشل نوشته که این اقمار تا مقام قرب مشخصی با طلسکوپ‌های[٤] قوی مرئی می‌شوند و چون از آن حد تجاوز کردند و به اورانوس نزدیک‌تر شدند، دیگر دیده نمی‌شوند. مثلاً قمر سیم حدّش ۱٤ ثانیه است و قمر چهارم ۱۷ ثانیه. و دوربینی که بتوان با او اقمار اورانوس را رؤیت کرد، باید قوتش اقلاً ۳۰۰ واحد باشد، اگر چه هرشل با قوت ۱۵۷ آن‌ها را یافت و اختلاف در این است که با قوت ثانی، قمر مدام[٥] دیده نشود. گاه ظاهر شود و گاه مخفی و رؤیت مدام ممکن نشود به[٦] جز با قوت ۳۰۰ و ٦۰۰ و ۸۰۰. و میل مدارات اقمار از سطح منطقة البروج بسیار است. چنان چه در قمر چهارم و ششم به تقریب عمودند بر منطقة البروج و میل‌شان اقلاً ۷۹ درجه[۷] است و ما ابعاد متوسطه‌ی

---

[۱] نج و رض: لمونیه

[۲] نج و رض: - به

[۳] نج: و در عدد از همه‌ی آن‌ها

[٤] مل: طلسکوپای

[٥] نج و رض: صدام

[٦] نج و رض: - به

[۷] رض: ۷۹جه

این اقمار را به حسب نصف قطر اورانوس و مدت دوره‌ی آن‌ها را به حسب ارصاد جدیده[1]، و تاریخ /۷۶۷/ یافتن آن‌ها را[2] در جدول آوردیم:

ترتیب اقمار به حسب بُعد	بعد اوسط	مدت دوره‌ی آن‌ها[3]				ترتیب به حسب یافتن[4]	تاریخ یافتن آن‌ها[5]
قمر اول	۷.٤٤	۲.٤٤روز	۲روز یا[6]	۱۲عت	۲۹قه	قمر هفتم[7]	محرم ۱۲٦۸
قمر دویم[8]	۱۰.۳۷	٤.۱٤	– ٤	۳	۲۷	۸	محرم ۱۲٦۸
۳	۱۳.۱۲	٥.۸۹	– ٥	۲۱	۲٦	۳	اول[9] جمادی الاولی ۱۲۰٤
٤	۱۷.۰۱	۸.۷۱	– ۸	۱٦	٥٥	۱	بیستم[10] ربیع الاول ۱۲۰۱
٥	۱۹.۸٥	۱۰.۹٦	– ۱۰	۲۳	٤	٦	اوائل عشرثالث شعبان ۱۲۰۸
٦	۲۲.۷٥	۱۳.٤٦	– ۱۳	۱۱	۷	۲	بیستم[11] ربیع الاول ۱۲۰۱
۷	٤٥.٥۱	۳۸.۰۸	– ۳۸	۱	٤۸	٤	آخر جمادی الاولی ۱۲۰٤
۸	۹۱.۰۱	۱۰۷.٦۹	– ۱۰۷	۱٦	۳۹	٥	اواخر رجب ۱۲۰۸

[1] نج و رض: جدید

[2] نج: - را

[3] نج و رض: مدت دوره‌ی اقمار

[4] نج و رض: ترتیب اقمار به حسب یافتن

[5] نج و رض: تاریخ یافتن اقمار

[6] { در جدول نسخه‌های نج و رض، «یا» تا پایان ستون تکرار شده است}

[7] نج و رض: ۷

[8] نج و رض: ۲

[9] رض:۱

[10] رض: ۲۰

[11] رض: ۲۰

و باز می‌گوییم[1] که حرکات اقمار اورانوس در مدارات خود بر خلاف توالی است. پس چون ذوات الاذناب را استثنا کنیم، در عالم شمسی ما جمیع حرکات انتقالیه‌ی سیارات و اقمار و جمیع حرکات وضعیه‌ی آن‌ها بر توالی است به[2] جز اقمار اورانوس که از این سلسله خارج‌اند[3].

در احوال نبتون

۳۵۰ این سیاره در سر حد عالم شمسی ما واقع است و موسیو گال در شهر بِرلَن او را اول شوال ۱۲٦۲ یافت و آن وقت موضعش در آسمان بسیار نزدیک بود به آن‌جایی که موسیو لُوِریه، رئیس رصدخانه‌ی پاریس مدتی قبل از رؤیت به اعمال نجومیه[4] استخراج نموده بود و خبر داده بود که به حسب احتمال باید در آن موضع سیاره‌ای موجود باشد و تفصیل این واقعه در ذیل بیان می‌شود و بعضی اصرار بی‌ثمر داشتند در اینکه سیاره به اسم لُوِریه معروف شود و عاقبت کلمه‌ی نبتون که نام رب النوع بحار است[5]، اختیار شد. این کوکب با چشم دیده نمی‌شود و در طبقه‌ی کواکب /۷٦۸/ قدر هشتم محسوب است و با دوربین‌های متوسط مرئی است و هر چند قوت آلت بیشتر باشد، محسوس‌تر شود و به شکل قرص مستدیر به نظر آید و حرکتش بسیار بطئی است و میل مدارش از منطقة البروج ۱ جه ٤٦ قه ۵۹ نیه است و مدت دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦٤ سال شمسی [و] ۲٦٦ شبانه‌روز است. و دوره‌ی اجتماعی[6]اش ۳٦۷ شبانه‌روز[7] و بُعد اوسطش از آفتاب ۳۰.۰٤ برابر بُعد اوسط زمین و خروج مرکز مدارش ۰.۰۰۸۷ و بنابراین بُعد اقربش از آفتاب ۲۹.۷۸[8] است و بُعد ابعدش ۳۰.۳۰ و به عبارة اخری نبتون تا ۷۳۹ هزار هزار فرسنگ از مرکز عالم شمسی دور می‌شود و چون به مقام قرب رسد، بُعدش از آفتاب ۷۲٦ هزار هزار فرسنگ است و طول

---

[1] نج و رض: باز گوییم

[2] نج و رض: - به

[3] نج و رض: خارج گشته.

[4] نج و رض: نجومی

[5] رض: رب النوع رابحاست

[6] نج و رض: اجتماعیه

[7] نج و رض: ۳٦۷ روز

[8] نج: ۲۹۷۸

حضیض شمسی‌اش ٤٧ جه ١٤ قه ٣٧ نیه [١] است و طول عقده‌ی رأسش ١٣٠ جه ٦ قه ٥٢ نیه و قوت حرارت و نور آفتاب در آن‌جا هزاریک روی زمین است و قطر مرئی‌اش در بُعد اوسط ٢.٧ ثانیه [٢] است و به مقیاسی که قرص سایر سیارات را نمودیم، قرص او [ ] است [٣] و در بُعد اوسط آفتاب قطرش ٨ ثانیه [٤] است و بنابراین قطر حقیقی‌اش [٥] ٤.٧٢ برابر قطر حقیقی زمین است و حجمش ١١٠ برابر و کثافتش ٠.٢٢٢ و قوه‌ی مرکزی‌اش [٦] ١.١٠ برابر و جوهرش $\frac{١}{١٤٣٤٠}$ جوهر آفتاب.

در خصوص قمر نبتون: در رمضان ١٢٦٣ یکی از راصدان، معروف به موسیو لاسِل چون با دوربینی که قوتش ٣٧٠ واحد بود نبتون را نظر می‌کرد، قمری حول او یافت و در ماه بعد دو راصد دیگر همان قمر را رؤیت نمودند. مدت دوره‌اش پنج شبانه‌روز [٧] [و] ٢١ [٨] ساعت و میل مدارش از منطقةالبروج /٧٦٩/ ٣٤ جه ٠٧ قه و فاصله‌اش [٩] از مرکز سیاره ٦٤ هزار فرسنگ و در اول شوال ١٢٦٦ موسیو لاسِل ادعا نمود که نبتون را قمری دیگر است و با قوت ٦٢٨ دیده شد ولیکن هنوز به ثبوت [١٠] نپیوسته [١١].

---

[١] نج: ٤٧ جه ١٤ قه ٢٧ نیه

[٢] نج: اوسط ٢.٧

رض: اوسط ٢.٧ نیه

[٣] نج: قرص ست {جای شکل خالی است}

[٤] نج و رض: ٨ نیه

[٥] نج و رض: حقیقش

[٦] نج و رض: مرکزش

[٧] نج و رض: پنج روز

[٨] نج: و ٢١

[٩] مل: فاصلش

[١٠] نج و رض: صحت

[١١] نج: نپیوست

۳۵۱ در تاریخ یافتن سیاره‌ی نبتون و بیان بی‌انتظامی حرکات سیارات: سابق ذکر شد که سیارات را آفتاب به سمت خود جذب می‌کند و تأثیر قوت او چون ترکیب شد با سرعت سیری که در بدو خلقت داشته‌اند، اقتضا نمود که جمیعاً در حول آفتاب مدارات بیضی شکل پیمایند، بر وجهی که جرم منیر یکی از دو کانون آن‌ها باشد. و حال می‌گوییم که اگر به[۱] جز آن قوتِ جاذبه‌ی آفتاب، قوتی دیگر سیارات را به خود جذب نمی‌کرد، حرکات آن‌ها به تحقیق موافقت می‌نمود با قواعد کپلر و همان مدارات بیضی شکل را به عینه در گرد[۲] آفتاب می‌پیمودند ولیکن بنابر آن‌چه در خصوص قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی عالم ذکر شد، سیارات جاذب و مجذوب همدیگرند و حرکت هر کدام به تأثیر سایر سیارات قلیل اختلاف با آنچه ذکر شد، حاصل می‌کند. مثلاً قمر مجذوب زمین تنها نیست و سایر اجرامی که در فلک، جزو عالم شمسی ما هستند، او را جذب می‌کنند، به خصوص آفتاب[۳]. و اگر چه قوه‌ی جاذبه‌ی زمین غالب است، تأثیر آفتاب آن‌قدر هست که تغییر در چگونگی حرکت بیضی او دهد و بی‌انتظامی که از تأثیر این قوه‌ی جاذبه به ظهور رسیده، همان است که در **ن۲۸۰** رقص محور مدار قمرش[۴] خواندیم. و چون جوهر آفتاب چندان برابر سیارات است، تأثیرش در هر سیاره غالب است بر تأثیر آن‌ها. بر وجهی که بَعد از تأثیر آن‌ها، حرکت هر سیاره اختلاف قلیل دارد با آنچه باید بر مقتضای تأثیر آفتاب /۷۷۰/ تنها داشته باشد و چنین اختلافات قلیله‌ای[۵] را که در حرکات بیضی سیارات عارض می‌شود، به سبب تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ای که در همدیگر دارند، بی‌انتظامی‌ها و تعدیلات حرکات سیارات گوییم. پس منجمان هر وقت که خواهند به دقت مواضع سیارات را نسبت به آفتاب و به زمین، معلوم کنند، یعنی تقویم صحیح سیارات را خواهند استخراج کنند، لابد باید منظور آورند قدر تأثیری را که در همدیگر دارند و چون در استخراج تقاویم، تحقیق را به آن درجه رسانند، کمال موافقت بین[۶] اعمال و ارصاد می‌بینند.[۷]

---

[۱] نج و رض: - به

[۲] رض: کره

[۳] نج: آفتاب را

[۴] نج: قمر

[۵] نج و رض: قلیل

[۶] نج و رض: موافقت مابین

[۷] نج: می‌بیند

و[1] انواع تعدیلات و تحقیقات تا زمان یافتن اورانوس در حرکات سیارات قدیم به اعلا درجه‌ی کمال رسیده بود و این سیاره را چون تازه یافته بودند، هنوز تمام خصوصیاتش معلوم نگشته بود و بر طبق قواعدی که در سایر سیارات معمول می‌داشتند، تعدیل او را نیز به ازای تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی زحل و مشتری استخراج نمودند. چون که به اعتقاد منجمان همین دو کوکب مداخله در تغییر حرکت اورانوس دارند و با وجود این دقت دیدند که مدت چهل سال نتایج اعمال با رصد موافقت نکند و اختلاف اگر چه قلیل، علی الاتصال روی در تزاید باشد. چون که آن وقت به یک دقیقه رسیده بود و در هر سال هشت ثانیه می‌فزود[2]. و چون از صحت اعمال خود مطمئن بودند و خاطر جمع بودند[3] که به هیچ وجه خطایی در استخراج واقع نشده، لابد گشتند که اختلاف را به تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی مجهولی نسبت دهند و اول شخصی که نسبت آن را به[4] سیاره‌ی مجهولی[5] داد، موسیو بُوارد، مستخرج تقویم اورانوس بود. لیکن[6] گفتند چگونه ممکن است که[7] این[8] سیاره‌ی مجهول را در آسمان یافت. موسیو[9] لُوِریه که اکنون رئیس رصدخانه‌ی دولتی پاریس است، صورت این مسئله را عکس نموده[10].

مسئله: چگونه مشخص کنیم، تعدیل حرکت سیاره‌ی معلومه[11] را به ازای تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی سیاره‌ی معلومه‌ای[1] دیگر که مقدار جوهر و درجات تقویمش در دست است[2].

---

[1] نج و رض: - و

[2] نج و رض: می‌افزود

[3] نج و رض: جمع داشتند

[4] رض: شخصی که آن را نسبت به

[5] نج: - نسبت دهند و اول شخصی که نسبت آن را به سیاره‌ی مجهولی

[6] نج: لکن

[7] رض: - که

[8] نج و رض: آن

[9] نج و رض: پس موسیو

[10] نج و رض: نمود

[11] نج و رض: معلومی

و این یکی از مسائل رسمیه‌ای است که همیشه در استخراج تقاویم حل نمایند و مشغول گشت به حل این مسئله:

مسئله: چه مقدار باشد جوهر و درجات تقویم سیاره‌ی مجهولی تا آن‌که تأثیرش چون ترکیب شد با سایر تأثیرات معلومه، سبب ظهور اختلافی شود که[۳] مابین نتایج اعمال و نتایج ارصاد حرکت سیاره‌ی اورانوس به نظر رسیده.

و[٤] عاقبت چنین مسئله‌ی غامضه‌ای را جواب گفت و در عشر ثانی رمضان ۱۲٦۲ خبر داد به منجمان که باید طول شمسی مرکز سیاره‌ی مطلوبه[٥] روز اول ژانویه‌ی ۱۸٤۷ مسیحی، مطابق با آخر عشر اول رمضان ۱۲٦۲ هجری، ۳۲۷جه ۲٤قه باشد، و به فاصله‌ی قلیل[٦] در طرف شرقی کوکب ب صورت عقرب یافت شود و قریب ۲۰ روز بعد موسیو گال، رئیس رصدخانه[۷]ی برلن او را در نزدیک همان موضعی[۸] که مهندس و منجم فرانسوی مدتی قبل خبر داده بود، یافت. به طول ۳۲٦جه ۳۲قه. پس ملاحظه کنید که در عصر ما تا به چه حد اعمال و ارصاد نجومی تکمیل شده که کوکبی که در اقصای بعد عالم شمسی بی‌نام و نشان واقع است، موسیو لُوِریه بی آنکه نظری در آسمان اندازد، در منقار قلم خود، او را یافت و به قوت عمل از روی اختلاف /۷۷۲/ قلیلی که مابین حساب و رصد دید، معلوم کرد موضع و جوهر جرمی را که هفتصد هزارهزار فرسنگ از آفتاب دور افتاده و ظاهر است که این واقعه دلیلی شد بس محکم بر وجود قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی که اصولش را سابق ذکر نموده‌ایم[۹].

---

[۱]نج و رض: معلومی

[۲]نج و رض: هست

[۳]نج: - که

[٤]نج و رض: - و

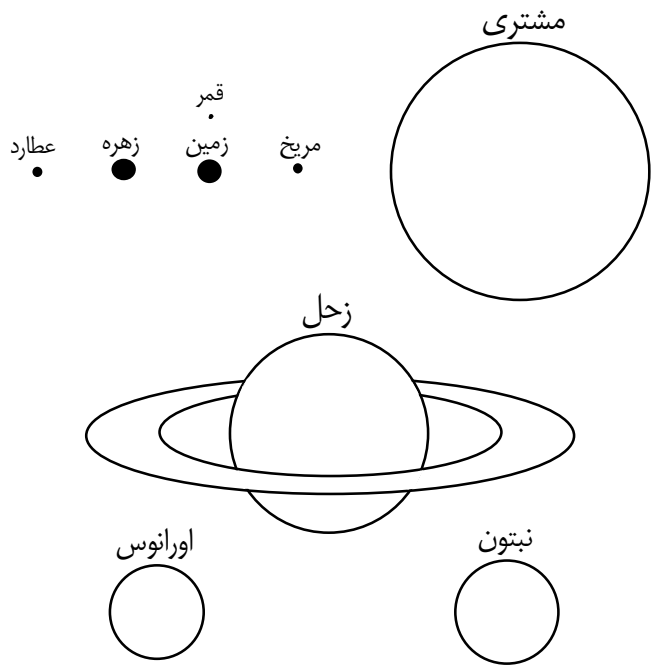
[٥]نج و رض: مطلوب

[٦]نج و رض: قلیلی

[۷]نج: رصاخانه

[۸]نج: موضع

[۹]نج: نمودیم



ش ۱۹۷

تنبیه: از روی **ش ۱۹۷**، می‌توان نسبت حجم سیارات عظام را به همدیگر خوب معلوم نمود. دوایر این شکل صورت قرص کواکب است و انصاف اقطار آنها را به نسبت انصاف اقطار حقیقی خود سیارات گرفته‌ایم و به مقیاسی که این دوایر رسم شده، نصف قطر قرص آفتاب ۷۷۳/۰.۱٤/ ذرع می‌شود. و نصف قطر مدار ماه ۰.۰۸ ذرع و نصف قطر مدار قمر چهارم مشتری ۰.۳۹[1] و نصف قطر مدار قمر هشتم زحل ۰.۷٤ و قمر هشتم اورانوس ۰.۵۰ و قمر نبتون ۰.۰۸[2] و با[3] همان مقیاس فاصله‌ی سیارات[4] از آفتاب چنین می‌شود:

عطارد ۱۱.۹ ذرع[5]، زهره ۲۲.۱[1]، زمین ۳۰.٦، مریخ ٤٦.۷، مشتری ۱۵۹.٤، زحل ۲۹۲.۰، اورانوس ۵۸۷.٤ [و] نبتون ۹۲۰.۰ ذرع.

---

[1] نج و رض: ۰.۳۹ ذرع

[2] نج: ۰.۵۸

[3] نج و رض: به

[4] نج: سیاره است

[5] نج: - ذرع

۳۵۲ در معرفت قاعده‌ی بُد: مابین ابعادی که سیارات عظام را از آفتاب است[۲]، بُد رئیس رصدخانه‌ی برلن در سال ۱۱۹۲ رابطه‌ای یافته[۳] که به آن واسطه ابعاد مذکوره[٤] به حسب ترتیب، ضبط حافظه می‌شوند و تفصیلش از این قرار است:

بر این سلسله‌ی اعداد ۰ ۳ ٦ ۱۲ ۲٤ ٤۸ ۹٦

که ابتدا از جمله‌ی سیم، هر کدام مضاعف ماقبل خود می‌باشد. ٤ واحد اضافه کنید تا این سلسله حاصل آید:

٤ ۷ ۱۰ ۱٦ ۲۸ ۵۲ ۱۰۰

و آن معروف است به سلسله‌ی بُد و جمله‌هایش متناسب‌اند با[۵] ابعادی که سیارات قدیم از آفتاب دارند، زیرا که چون فاصله‌ی مابین آفتاب و زمین را عوض واحد، ۱۰ فرض کنیم و به عبارة اخری اعداد جدول **ن ۳۱۵** را[٦] در ده ضرب کنیم، ابعاد سیارات از آفتاب چنین می‌شود:

عطارد زهره زمین مریخ ... مشتری زحل

۳.۹ ۷.۲ ۱۰ ۱۵.۲ ... ۵۲ ۹۰.٤

/۷۷٤/

و اعداد این سلسله، بسیار نزدیک‌اند به سلسله‌ی بُد، جز جمله‌ی آخر[۷] که اختلافش کلی‌است و علاوه بر آن جمله‌ی ۲۸ بُد را نظیری مابین این[۱] ابعاد نیست.

---

[۱] نج و رض: ۲۲.۱ ذرع

[۲] نج و رض: عظام راست از آفتاب

[۳] نج: یافتند

[٤] نج و رض: مذکور

[۵] نج: - با

[٦] نج و رض: - را

[۷] نج: آخری

هرشل[۲] چون در سال ۱۱۹۵ سیاره‌ی اورانوس را یافت، سلسله‌ی بُد[۳] را امتداد داد و جمله‌ی هشتم آن ۱۹۶ شد و بنابر آنکه بُعد زمین از آفتاب ۱۰ باشد، بُعد اورانوس ۱۹۱.۸[٤] هست[٥] و این عدد بسیار نزدیک است به جمله‌ی ۱۹۶ سلسله‌ی بُد. پس می‌توان گفت که قاعده‌ی بُد به تقریب تا به آن حد تعلق می‌گیرد و چون نبتون را یافتند، سلسله‌ی بُد را امتداد دادند و جمله‌ی نهمش ۳۸۸ شد و بنابر آنکه بُعد زمین ۱۰ باشد، بُعد نبتون[٦] ۳۰۰ می‌شود و مابین این دو عدد اختلاف شدید است و قاعده‌ی مذکوره[۷] تا به آن حد تعلق نمی گیرد.

این قاعده را مبنایی نیست و از روی هیچ حساب و رصدی[۸] وضع ننموده‌اند. همین قدر هست که سبب تسهیل ضبط ابعاد می‌شود و با وجود آن‌که اعتباری در او نیست، حکمش تا به اورانوس می‌رسد و عدد ۲۸ آن سلسله را ابتدا نظیری[۹] نبود ولیکن بعد از یافتن سیارات صغار معلوم شد که بُعد اوسط آن‌ها از آفتاب ۲٦ است و آن را چندان اختلافی با ۲۸ نیست و می‌توان گفت که رابطه‌ی بُد فی مابین ابعاد سیارات تا اورانوس کلی است. و بباید دانست که[۱۰] مشهور[۱۱] آن است[۱۲] که قاعده‌ی مذکوره[۱۳] منسوب است به بُد ولیکن واضع واقعی‌اش تی‌تیُوس[۱٤] نام

---

[۱]نج: این

[۲]نج و رض: و هرشل

[۳]نج: ید

[٤]نج و رض: ۱۹۱.٥

[٥]نج و رض: است

[٦]نج: - بعد نبتون

[۷]رض: مذکور

[۸]نج و رض: رصد

[۹]نج: نظری

[۱۰]نج و رض: - و بباید دانست که

[۱۱]نج و رض: **تنبیه:** مشهور

[۱۲]نج: - است

[۱۳]نج و رض: مذکور

[۱٤]نج و رض: تی تی یوس

بوده[۱]. چنان‌چه خود بُد در تألیفاتش تصریح به این معنی نموده. پس باید گفت قاعده[۲]ی تی‌تِیُوس[lviii۳] نه قاعده‌ی بُد[٤].

/۷۷۵/

فصل ٤: در معرفت سیارات صغار

۳۵۳ قبل از یافتن سیارات صغار، منجمان در بحر خیال فرو رفته بودند که چرا باید در آسمان به[٥] جز سیارات قدیم، دیگر سیاره نباشد. من جمله تی‌تیوسِ[٦] مذکور، خواست رابطه‌ی مابین ابعاد سیارات از آفتاب[۷] به دست آورد و از این رابطه چیزی در آن خصوص استنباط کند. پس بعد از تفکر و تجربیات[۸] بسیار، قاعده‌ی سابق را وضع نمود و عدد ۲۸ سلسله‌ی خود را بلانظیر دید[۹]. در آن ابعاد پس به حدس[۱۰] حکم کرد که باید در فاصله‌ی ۲۸ سیاره یا سیارات چند، موجود باشد و عاقبت بر حسب اتفاق، ظن او موافق آمد و از سال ۱۲۱۵ مابین مریخ و مشتری سیارات عدیده‌ای یافته شد که بُعد اوسطشان از آفتاب قریب به همان ۲۸ سلسله بُد است. و یکی از حکما معروف به[۱۱] اَرتَمیدُر[۱]، صد سال قبل از مسیح نوشته که عدد سیارات بی‌شمار است، ولی[۲] به سبب کثرت بُعد و

---

[۱]نج و رض: بود

[۲]نج: قاعد

[۳]نج: تی تی یوش
رض: تی تی یوس

[٤]نج: ید

[٥]نج و رض: - به

[٦]نج و رض: تی تی یوس

[۷]نج و رض: مابین ابعادی که سیارات از آفتاب دارند،

[۸]مل: تجربات

[۹]نج: دیده

[۱۰]مل: حدث

[۱۱]نج و رض: یکی از حکمای معروف

ضعف ضوء، ما نتوانیم آن‌ها را رؤیت نمود و ذیمقراطیس نیز ذکر کرده که عدد سیارات بسیار بیشتر از آن است که ما به چشم می‌بینیم.

بالجمله بعد از آنکه چهار عدد از این نوع سیارات یافته شد، هرشل با کمال سعی و مواظبت شکل مدارات و مقدار حجم و خصوصیات طبیعیه‌ی[۳] آن‌ها را رصد نمود و چنین استنباط کرد که سیارات واقعه مابین مریخ و مشتری، نظر به صغر حجم‌شان و به اسباب دیگر[٤] شایستگی آن ندارند که به نام سیاره معروف گردند. بلکه باید آن‌ها را شبه سیاره خواند و چون جمیعاً در سلک کواکب قدر هشتم و قدر نهم مندرج‌اند و با چشم دیده نشوند /۷۷٦/ آن‌ها را سیارات دوربینی[٥] نیز گفته‌اند. و اگر چه ترتیب اقتضا می‌کرد که شرح احوال این کواکب را مابین[٦] مریخ و مشتری ذکر کنیم، ولی به ملاحظات دیگر، این مقام را انسب دانستیم و بالفعل مشغول می‌شویم به ذکر اسماء آنها و به نام راصدانی که اول دفعه آن‌ها را یافته‌اند و به اصول مدارات و حجم و هر چگونگی که تا کنون ممکن گشته که در آن‌ها معلوم کنند. و چون عدد[۷] این نوع سیارات علی الاتصال در تزاید است، منجمان متفق گشته‌اند در اینکه علامت هر کدام دایره‌ای باشد که[۸] در جوفش مرتبه‌ی آن کوکب به حسب ترتیب تاریخ یافتن[۹] نوشته شود.

سِرِس[lix]: این کوکب علامتش (۱) است و در اواسط شعبان ۱۲۱۵ پیازی راصد در شهر پالِرم او را یافت. میل سطح مدارش از منطقة البروج ۱۰ج ۳٦ق ۲۸نیه است و مدت دوره‌اش ۱٦۸۰.۷۵ شبانه‌روز باشد و بُهت یومی‌اش

---

[۱] نج: ازتمیدر

[۲] نج و رض: ولیکن

[۳] نج و رض: طبیعی

[٤] نج: - دیگر

[٥] نج: دوربین

[٦] رض: کواکب و اما بین

[۷] نج: عد

[۸] نج: - که

[۹] نج: ترتیب یافتن تاریخ

۷۷۱.۰۸٤ ثانیه، بُعد اوسطش از آفتاب یعنی نصف قطر[۱] اطول مدارش ۲.۷٦۷ برابر بُعد اوسط زمین است و بُعد ابعدش ۲.۹۸۸ و بُعد اقربش ۲.٥٤٦ و خروج مرکزش نسبت به بُعد اوسط ۰.۰۷۹٥ . این سیاره شبیه است[۲] به کواکب قدر هشتم و رنگش[۳] مایل است به سرخ[٤] و قطر حقیقی‌اش[٥] به رصد هرشل ٤۱ فرسنگ است و به ارصاد دیگر ۱۱۸ و بعضی در حول او آثار[٦] هوای غلیظی دیده‌اند، بر وجهی که ضوءاش را بسیار تغییر می‌دهد.

پَلاس[lx]:علامتش (۲) است و او را اُلْبِر در بیست و پنجم ششم /۷۷۷/ ذی قعده ۱۲۱٦ در شهر بِرم یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳٤ج ٤۲ق ٤۱نیه، مدت دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦۸۳.٥۲ شبانه‌روز، بُهت[۷] یومی‌اش ۷٦۹.۸۱ ثانیه و بُعد اوسطش از آفتاب ۲.۷۷۰ و بُعد اقربش ۲.۱۰۷ و بُعد ابعدش ۳.٤۳۳ و خروج مرکز مدارش[۸] ۰.۲۳۹ . و هر وقت این کوکب به مقابله نزدیک شود، مانند کواکب قدر هفتم به نظر می‌آید با رنگ زرد[۹] خوشی و بر او هوای غلیظی نیز احاطه دارد و قطر حقیقی‌اش[۱۰] را مختلف یافته‌اند: ۲۹ فرسنگ و ٤۸۸ فرسنگ و ۱٥۷ فرسنگ.

---

[۱] نج و رض: - قطر

[۲] نج: سیاره مشابه است

رض: سیاره مشابهة

[۳] نج و رض: لونش

[٤] نج و رض: سرخی

[٥] رض: حقیقش

[٦] نج: آثا

[۷] نج و رض: و بهت

[۸] نج و رض: خروج مرکزش

[۹] نج: ررد

[۱۰] رض: حقیقش

ژونُن[lxi]: علامتش ③ است و او را هاردِنک در ششم هفتم جمادی الاخر[1] ۱۲۱۹ در شهر لیلی اَنطال یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۳ج ۳ق ۲۱نیه، دوره‌اش ۱۵۹۲.۳ روز، بهت[2] یومی‌اش ۸۱۳.۹۱ ثانیه[3] و بعد اوسطش از آفتاب ۲.٦٦۹ و بعد اقربش ۱.۹۸۵ و بعد ابعدش ۳.۳۵۳ و خروج مرکزش ۰.۲۵٦ .

این کوکب شبیه است به کواکب قدر هشتم[4] و لونش مایل به سرخی است و هوای غلیظی بر او احاطه دارد و قطر حقیقی‌اش[5] ۹۳ فرسنگ.

وِستا[lxii]: علامتش ④ است و او را اُلبِر در ۲۰[6] محرم ۱۲۲۲ در شهر بِرم[7] یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۷ج ۸ق ۱٦نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۲٤.۷۷ شبانه‌روز و بهت یومی‌اش ۹۷۸.۲۸ ثانیه[8] و بعد اوسطش از آفتاب ۲.۳٦۱ و بعد اقربش ۲.۱٤۹ و بعد ابعدش ۷۷۸/[9] ۲.۵۷٤ و خروج مرکزش ۰.۰۹۰ . این کوکب مشابه است به کواکب قدر پنجم و ششم و در هوای صاف با چشم مرئی شود. چنان‌چه چند نوبت دیده شده و نورش

---

[1] نج: جمادی الاخری

[2] رض: و بهت

[3] نج و رض: - ثانیه

[4] نج: - هشتم

[5] رض: حقیقش

[6] نج: بیستم

[7] نج: پرم

[8] نج و رض: ۹۷۸.۲۸نیه

[9] نج: - ۲.۱٤۹ و بعد ابعدش

قوی‌تر و سفیدتر از نور[۱] سِرِس است و رنگش زرد و[۲] مکدر است و هوایی بر او احاطه دارد[۳] و به حسب بعضی ارصاد، قطر حقیقی‌اش[٤] ۷۸ فرسنگ است و قطر[٥] مرئی‌اش قریب به[٦] نصف ثانیه است.

اسْتِرِه[lxiii]: علامتش (٥) است. بعد از یافتن وِستا، ۳۹ سال منقضی شد و هیچ سیاره‌ی جدیدی به ظهور نرسید تا نهم دهم ذی حجه‌ی ۱۲٦۱ موسیو انک در دِریزان کوکب استره را یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٥[جه] ۱۹[قه] ۲۳[نیه][۷] و دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۱۱.۳۷[۸] شبانه‌روز و بهت یومی‌اش ۸۲۷.۵۰ ثانیه و نصف قطر اطول مدارش ۲.۵۷٦ و خروج مرکزش ۰.۱۸۹ و بعد اقربش ۲.۰۸۷ و بعد ابعدش ۳.۰٦٦ و در اوقات مناسب، مثلاً وقتی که یک مرتبه هم در مقابله باشد و هم در حضیض شمسی، کوکب شبیه است به قدر نهم و در غیر آن[۹] مقام ضعیف‌تر است.

هِبِه[lxiv]: علامتش (٦) است و در[۱۰] نوزدهم بیستم رجب ۱۲٦۳ موسیو انک او را در دِریزان یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱٤[جه] ٤٦[قه] ۳۲[نیه]، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۷۹.٦٤ شبانه‌روز، بهت یومی‌اش ۹۳۹.۳۸ ثانیه، خروج مرکزش ۰.۲۰۲، بعد اوسطش ۲.٤۲۵، بعد اقربش ۱.۹۳۵، بعد ابعدش ۲.۹۱۵ و در تاریخ یافتن ضعیف‌تر بود از کواکب قدر نهم.

/۷۷۹/

---

[۱] نج و رض: - نور

[۲] نج و رض: - و

[۳] نج و رض: ندارد

[٤] رض: حقیقش

[٥] نج: قطرش

[٦] نج و رض: - به

[۷] نج و رض: ٥[جه] ۹[قه] ۲۳[نیه]

[۸] رض: ۱۵۱۱۱.۳۷

[۹] نج و رض: این

[۱۰] نج: - در

ایریس[lxv]: علامتش (۷) است و در دویم سیم رمضان ۱۲۶۳ موسیو هَند او را در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۵ج ۲۸ق ۱۶نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۴۵.۶۰ شبانه‌روز، بهت یومی‌اش ۹۶۳.۱۴[۱]، خروج مرکزش ۰.۲۳۲[۲]، بعد اوسطش ۲.۳۸۵، بعد اقربش ۱.۸۳۱، بعد ابعدش ۲.۹۲۹ [۳]. این کوکب شبیه است به کواکب قدر هشتم[۴] و ضوءاش بسیار مختلف شود.

فِلُر[lxvi][۵]:علامتش (۸) است و او را نیز موسیو هَند، در دهم ذیقعده ۱۲۶۳ در لندن[۶] یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۵ج ۵۳ق ۳نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۱۹۳.۲۸[۷] شبانه‌روز، بهت یومی‌اش ۱۰۸۶.۰۸ ثانیه، خروج مرکزش ۰.۱۵۷، نصف قطر اطول مدارش ۲.۲۰۱، بعد اقربش ۱.۸۵۶، بعد ابعدش ۲.۵۴۶ و در جمله شبه سیارات بعد اوسط این کوکب از همه کمتر است و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر هشتم و نهم و لونش گاه به سرخی میل کند.

مِتیس[lxvii]: علامتش (۹) است و آن را گِراهام در ماسکِره که موضعی از ایرلاند است، در بیست و[۸] دوم سیم جمادی الاولی ۱۲۶۴ یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۵ج ۳۵ق ۵۵نیه[۹] و دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۴۶.۹۶ شبانه‌روز و بهت یومی‌اش ۹۶۲.۱۸ ثانیه و خروج مرکز مدارش ۰.۱۲۳ و بعد اوسطش ۲.۳۸۷ و بعد حضیض

---

[۱] نج: ۹۶۳۱۴

[۲] نج: ۲.۳۲

[۳] نج: - بعد اوسطش ۲.۳۸۵، بعد اقربش ۱.۸۳۱، بعد ابعدش ۲.۹۲۹

[۴] رض: هفتم

[۵] نج و رض: فلور

[۶] مل: لند

[۷] نج: ۱۱۹۳.۳۸

[۸] نج: بیست

رض: بیستم

[۹] نج و رض: ۵ج ۳۵ق ۵۵نیه است.

شمسی‌اش ۲.۰۹۳ و بعد اوج شمسی‌اش ۲.٦۸۱. این کوکب مشابه است به کواکب قدر دهم و در خوب دیدنش دوربین قوی لازم است.

هیژی[lxviii]:علامتش (۱۰) است و او را اول موسیو دُگاسپاریس، بیست و دویم سیم[۱] جمادی الاولی ۱۲٦۵ در شهر ناپل یافت و آن یکی از سیارات دورتر از /۷۸۰/ آفتاب است. میل مدارش از منطقة البروج ۳ج ۴۷ق ۱۱نیه است. دوره‌ی نجومی‌اش ۲۰٤۸.۰۳[۲] شبانه‌روز، بهت یومی‌اش ٦۳۲.۸۰ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۲۱٦، بعد اوسطش ۳.۱۵٦ و[۳] بعد اقربش ۲.۸۳۳ و[٤] بعد ابعدش ۳.۸۳۷ و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر نهم.

پارتِنب[lxix]:علامتش (۱۱) است و آن را نیز موسیو دُگاسپاریس در ناپل، اول رجب ۱۲٦٦ یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٤ج ۳۷ق ۱نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٤۰۲.۱۱ شبانه‌روز و[۵] بهت یومی‌اش ۹۲٤.۳۲ ثانیه و[٦] خروج مرکزش ۰.۰۹۹٦، بعد اوسطش ۲.٤۵۲، بعد اقربش[۷] ۲.۲۰۸، بعد ابعدش[۸] ۲.٦۹٦ و ضوءاش شبیه[۹] به کواکب قدر نهم.

ویکتُریا[lxx]:علامتش (۱۲) است و آن را موسیو هَند در لندن، پنجم ششم ذیقعده‌ی ۱۲٦٦ یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۸ج ۲۳ق ۷نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۰۳.۲۵ شبانه‌روز، بهت یومی‌اش ۹۹٤.٤۳ ثانیه، خروج

---

[۱] نج و رض: بیست دویم و سیم

[۲] نج: ۲۰٤۸۰۳

[۳] نج و رض: - و

[٤] نج و رض: - و

[۵] نج و رض: - و

[٦] نج و رض: - و

[۷] نج و رض: بعد حضیض شمسی‌اش

[۸] نج و رض: بعد اوج شمسی‌اش

[۹] نج و رض: ضوءاش مشابه است به

مرکز مدارش ۰.۲۱۸، نصف قطر اطولش ۲.۳۳۵، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۸۲۵، بُعد اوج شمسی‌اش ۲.۸٤٤، ضوء این کوکب آبی رنگ است و چون به درجه‌ی کمال رسد، مشابه است[۱] به کواکب قدر نهم[۲].

اِژری[lxxi]: علامتش (۱۳) است و آن را موسیو دُگاسپاریس، بیست و[۳] هفتم هشتم ذیحجه‌ی ۱۲٦٦ در ناپل یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱٦ جه ۳۲ قه ۱٤ نیه ، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۱۰.۸۹[٤] شبانه‌روز ، بهت یومی‌اش ۸۵۷.۷۷ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۰۸۹، نصف قطر اطول آن مدار[۵] ۲.۵۷٦، بعد حضیض /۷۸۱/ شمسی‌اش ۲.۳۵۱، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۸۰۱ و[٦] به حسب ضوء از کواکب قدر نهم تجاوز نکند.

ایرِن[lxxii]: علامتش (۱٤) است و آن را موسیو هَند در لندن، بیستم رجب ۱۲٦۷ یافت، میل مدارش از منطقة البروج ۹ جه ٦ قه ٤٤ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۱۸.۲۹ شبانه‌روز، بهتش ۸۵۳.۵۹ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱٦۸[۷]، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۵۸۵، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۱٤۹، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۰۲۱، و ضوءاش مشابه است به کواکب قدر هشتم و نهم. و به رصد یابنده‌اش بخار رقیقی[۸] بر او احاطه دارد.

اُنُمِیا[lxxiii]: علامتش (۱۵) است و او[۹] را موسیو دگاسپاریس، بیست و[۱۰] دیم سیم رمضان ۱۲٦۷ در ناپل یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۱ جه ٤۳ قه ۵۰ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۷٦.٤۹ شبانه‌روز، بهتش[۱۱] ۸۲۲.۰۷ ثانیه،

---

[۱] نج: رسد مشابهت

[۲] رض: ۹

[۳] نج: - و

[٤] نج: ۵۱۰.۸۹

[۵] نج و رض: اطول مدارش

[٦] رض: - و

[۷] نج: ۰۸٦۸

[۸] نج و رض: حقیقی

[۹] نج و رض: آن

[۱۰] نج و رض: - و

[۱۱] نج و رض: بهت یومی‌اش

خروج مرکز مدارش ۰.۱۸۹، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٦٥١، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۱٥۰، بُعد اوج شمسی‌اش ۳.۱٥۲ و ضوءاش شبیه[1] به کواکب قدر نهم.

پِسیکِه[lxxiv]: علامتش (١٦) است و آن را نیز موسیو دُگاسپاریس، بیست و هشتم نهم جمادی الاولی ۱۲٦۸ در ناپل یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳ج ٤ق ۹نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۸۲٥.۲۰ شبانه‌روز، بهتش[2] ۷۱۰.۰٦ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۳٥، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۹۲۳، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.٥۳۰، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۳۱٦ و ضوءاش شبیه است[3] به کواکب قدر دهم.

تِتیس[lxxv]: علامتش (۱۷) است و آن را موسیو لُوتِر در نزدیک دُوسِل‌دُرف /۷۸۲/ بیست و نهم جمادی الاخری ۱۲٦۸ یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٥ج ۳٥ق ۲۸نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٤۲۰.۱۳[4] شبانه‌روز، بهتش[5] ۹۱۲.٥۹ ثانیه[6]، خروج مرکز مدارش ۰.۱۲۷، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٤۷۳[7]، بُعد حضیض شمسی‌اش ۲.۱٥۷، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷۹۰ و ضوءاش مابین قدر نهم و دهم است.

مِلپُ‌مِن[lxxvi]: علامتش (۱۸) است و آن را موسیو هَند، نهم دهم رمضان ۱۲٦۸ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۰ج ۹ق ۲نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۲۷۰.٥۳ شبانه‌روز، بهتش ۱۰۲۰.۰٤ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۲۱۷، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۲۹٦، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۷۹۷، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷۹۳ و ضوءاش مابین قدر هشتم و نهم است.

---

[1] نج: ضوءاش مشابهت

رض: ضوءاش مشابه است

[2] نج و رض: بهت یومی‌اش

[3] نج و رض: ضوءاش مشابه است

[4] نج: ۱٤۲.۱۳

[5] نج و رض: بهت یومی‌اش

[6] نج: ۹۱۲.٥۹نیه

[7] نج: ۲.۲۹٦

فُرتُونا[lxxvii]: علامتش (۱۹) است و آن را موسیو هَند، نهم دهم ذیقعده‌ی ۱۲٦۸ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱ج ۳۳ق ۱۸نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۹۷.۱۹ شبانه‌روز، بهتش[۱] ۹۲۷.۵۷ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۵٦، نصف قطر اطول آن مدار[۲] ۲.٤٤٦ و[۳] بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۰٦٤، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۸۲۸ و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر نهم.

ماسالیا[lxxviii]: علامتش (۲۰) است و آن را موسیو دُگاسپاریس[lxxix]، هفتم[٤] هشتم ذیحجه‌ی ۱۲٦۸ در ناپل یافت و یک روز بعد موسیو شاگُرناک[٥] در مارسِی. و در جمله‌ی سیارات صغاری که تاکنون یافته‌اند، میل مدار این کوکب از همه کمتر است و آن ۰ج ٤۱ق ۱۰نیه هست[٦] و دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳٦٥.۸۷۰[۷] شبانه‌روز و بهت یومی‌اش[۸] ۹٤۸.۸٥ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱٤٤، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٤۰۹، /۷۸۳/ بُعد حضیض شمسی‌اش ۲.۰٦۳، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷٥٥ و ضوءاش شبیه[۹] است به کواکب قدر نهم و دهم.

لُوتِه تیا[lxxx][۱۰]: علامتش (۲۱) است و آن را موسیو هِرمان گُلدشمیت[۱۱] نقاش، تاریخ چهارم پنجم صفر ۱۲٦۹ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳ج ٥ق ۲۲نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۸۷.۱٤ شبانه‌روز، بُهتش

---

[۱] نج و رض: بهت یومی‌اش

[۲] نج: آن مدار مدار

[۳] نج و رض: - و

[٤] نج: هفتم و هشتم

[٥] نج و رض: شکرناک

[٦] نج و رض: است

[۷] نج و رض: ۱۳٦٥.۸۷

[۸] نج و رض: بهتش

[۹] نج و رض: مشابه

[۱۰] نج و رض: لوتیتا

[۱۱] نج: گلدسمیت

۹۳٤.۲۹ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱٦۲، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٤۳٤، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۰٤۰، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۸۲۸[۱] و ضوءاش مشابه است[۲] به کواکب قدر دهم.

کالیوپ[lxxxi]: علامتش[۳] (۲۲) است و آن را موسیو هَند[lxxxii]، پنجم ششم صفر ۱۲٦۹ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۳ج ٤٤ق ۵۲نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۸۱۲.۸۲ شبانه‌روز، بهتش ۷۱٤.۹۱ ثانیه[٤]، خروج مرکز مدارش ۰.۱۰٤، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۹۰۹، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.٦۰۸، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۲۱۱ و ضوءاش شبیه[۵] است به کواکب قدر نهم.

تالی[lxxxiii]: علامتش (۲۳) است و آن را موسیو هَند، پنجم ششم ربیع الاول ۱۲٦۹[٦] در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۰ج ۱۳ق ۵۹نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۵٤.۲۱ شبانه‌روز، بهتش[۷] ۸۳۳.۸٦ ثانیه[۸]، خروج مرکز مدارش ۰.۲۳٦، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٦۲٦، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۰۰۸، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۲٤٤[۹] و ضوءاش شبیه[۱۰] است به کواکب قدر دهم.

---

[۱] نج: ۲.۲۸

[۲] نج: ضوءاش مشابهت

[۳] نج: علامتش است

[٤] رض: ۷۱٤.۹۱نیه

[۵] نج و رض: مشابه

[٦] رض: ۱٦۹

[۷] نج و رض: بهت یومی‌اش

[۸] رض: ۸۳۳.۸٦نیه

[۹] نج: ۳.۳٤٤

[۱۰] نج و رض: مشابه

فُسِیا[lxxxiv]: علامتش (۲٤) است و آن را موسیو شاکُرناک[lxxxv][1]، بیست و[2] هشتم نهم[3] جمادی /۷۸٤/ الاخری ۱۲٦۹ در مارسِی یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۲۱ج ٤۲ق ۳۰نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۵۰.۲۸ شبانه‌روز، بهتش ۹۵۹.۸۰ ثانیه، خروج[4] مرکز مدارش ۰.۲٤٦، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۳۹۰، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۸۰۲، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۹۷۸ و ضوءاش از قدر نهم باشد تا دوازدهم[5].

تِمیس[lxxxvi]:علامتش (۲۵) است و آن را موسیو دُگاسپاریس، بیست [و] هشتم نهم جمادی الاخری ۱۲٦۹ در ناپل یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۰ج ٤۹ق ۲٦نیه[6]، دوره‌ی نجومی‌اش ۲۰۳۳.۸٤ شبانه‌روز، بهتش ٦۳۷.۲۲ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۲۳، نصف قطر اطول آن مدار ۳.۱٤۱، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۷۵۷، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۵۲۵ و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر یازدهم و دوازدهم.

پِرُزِربین[lxxxvii][7]:علامتش (۲٦) است و آن را موسیو لُوتِر[lxxxviii]، بیست و[8] هشتم نهم رجب ۱۲٦۹ در نزدیک دُوسِل دُرف یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳ج ۳۵ق ٤۷نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۸۰.۵۱ شبانه‌روز، بهتش ۸۱۹.۹۹ ثانیه[9]، خروج مرکز مدارش ۰.۰۸۷، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٦۵۵[10]، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.٤۲۲، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۸۸۸ و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر دهم.

---

[1] نج و رض: شکرناک

[2] نج و رض: - و

[3] نج:- نهم

[4] رض: خودج

[5] نج و رض: و ضوءاش مابین قدر نهم و قدر دوازدهم دور می‌زند.

[6] نج: ۰ج ٤۹ق ۲٤نیه

[7] نج: پزرپین

رض: پرزرپین

[8] نج و رض: - و

[9] نج و رض: - ثانیه

[10] نج و رض: ۲.۵۵

اُترپ[lxxxix][1]:علامتش (۲۷) است و آن را موسیو هَند، هفتم هشتم صفر ۱۲۷۰ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱[جه] ۳۵[قه] ۳۰[نیه][2]، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۱۳.۷٤ شبانه‌روز، بهتش ۹۸٦.۵۰ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۷٤، /۷۸۵/ نصف قطر اطول آن مدار ۲.۳٤۷، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۹۳۹، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷۵۵ و به حسب ضوء شبیه است به کواکب قدر دهم.

بِلُن[xc]: علامتش (۲۸) است و آن را موسیو لُوتِر دوم[3] سوم جمادی الاخر[4] ۱۲۷۰ در نزدیک دُوسِل دُرف یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۹[جه] ۲۲[قه] ۳۳[نیه]، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦۸۸.۵۵ شبانه‌روز، بهتش ۷٦۷.٦۲ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۵۵، نصف قطر اطول آن مدار ۱.۷۷۵، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳٤٦، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۲۰٤ و به حسب ضوء شبیه[5] است به کواکب قدر دهم.

امْفیت‌ریت[xci]: علامتش (۲۹) است و آن را موسیو مارت[xcii]، دویم سیوم جمادی الاخری ۱۲۷۰ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٦[جه] ۷[قه] ٤[نیه] ، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٤۹۰.۵٤ شبانه‌روز، بهتش ۸٦۹.٤۸ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۰۷٤، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۵۵٤، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳٦٦، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷٤۲ و به حسب ضوء شبیه[6] است به کواکب قدر نهم.

اُورانی[xciii]:علامتش (۳۰) است و آن را موسیو هَند، بیست و[7] هفتم هشتم شوال ۱۲۷۰ در لندن یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳[جه] ۳۱[قه] ۳٦[نیه]، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳۲۸.۹٤ شبانه‌روز، بهتش ۹۷۵.۲۱ ثانیه، خروج مرکز

---

[1] نج و رض: اترب

[2] نج: ۱[جه] ۳۵[قه] ۳۰

[3] نج: ددوم

[4] نج و رض: جمادی الاخری

[5] نج و رض: مشابه

[6] نج و رض: مشابه

[7] نج و رض: - و

مدارش ۰.۱۲٦، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۳٦٥، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۰٦٥، بعد اوج شمسی‌اش[۱] ۲.٦٦٥[۲] و به حسب ضوء شبیه[۳] است به کواکب قدر نهم. /۷۸٦/

اُفرُزَن[xciv]:علامتش (۳۱) است و آن را موسیو فِرگوسن[xcv٤]، دهم یازدهم ذیحجه‌ی ۱۲۷۰ در واشَنگ‌تُن[٥] که جزو ینگی دنیاست، یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۲٦ج ۲٥ق ۱۲نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۲۰٤۸.۰۳ شبانه‌روز، بهتش ٦۳۲.۸۰[٦] ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۲۱٦، نصف قطر اطول آن مدار ۳.۱٥٦،بعد حضیض شمسی‌اش ۲.٤۷٥، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۸۳۷ و به حسب ضوء شبیه[۷] است به کواکب قدر یازدهم.

پُمُن[xcvi]: علامتش (۳۲) است. آن را موسیو گُلدشْمیت، پنجم ششم صفر ۱۲۷۱ در پاریس یافت، میل مدارش از منطقة البروج ٥ج ۲۹ق ۱٤نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٥۱٦.۲۸ شبانه‌روز، بهتش ۸٥٤.۷۲ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۰۸۲، نصف قطر اطول[۸] آن مدار ۲.٥۸۳، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳۷۰، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۷۹٦ و ضوءاش شبیه[۹] است به کواکب قدر یازدهم.

پُلیمنی[xcvii]: علامتش (۳۳) است و آن را موسیو شاکُرناک هفتم هشتم صفر ۱۲۷۱ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱ج ٥٦ق ٥٦نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۷۷۱.۷٤ شبانه‌روز، بهتش ۷۳۱.٤۸[۱۰] ثانیه، خروج مرکز

---

[۱]نج: - ۲.۰٦٥، بعد اوج شمسی‌اش

[۲]نج: ۲٦٦٥

[۳]نج و رض: مشابه

[٤]نج: فرکرسن

[٥]نج: واشکستن

رض: واشکتن

[٦]نج: ٦۳۲.۸٥

[۷]نج و رض: مشابه

[۸]رض: اول

[۹]نج و رض: ۲.۷۹٦ و به حسب ضوء مشابه

[۱۰]رض: ۳۱.٤۸

مدارش ۰.۳۳۷، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۸٦٦، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۹۰۰، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۸۳۱ و در جمله‌ی سیارات صغاری که تا کنون[۱] یافته‌اند، خروج مرکز این کوکب از همه بیشتر است و ضوءاش از قدر نهم است تا سیزدهم[۲].

سیرسِه[xcviii]: علامتش (۳٤) است و آن را نیز موسیو شاکُرناک، بیستم بیست و یکم رجب ۱۲۷۱ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٥ جه ۲ قه ٤٦ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۵۸۲.۲۵ شبانه‌روز، بهتش ۸۱۹.۰۹[۳] ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۰۸، /۷۸۷/ نصف قطر اطول آن مدار ۲.٦٥۷، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳۷۰، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۹٤٤ و به حسب ضوء شبیه[٤] است به کواکب قدر یازدهم.

لُکُمتِه[٥] [xcix]: علامتش (۳٥) است و آن را موسیو لُوتِر سیم و چهارم شعبان ۱۲۷۱، نزدیک دُوسِل‌دُرف یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۸ جه ۲۳ قه ٤ نیه[٦]، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۸۰۰.٤۳ شبانه‌روز، بهتش ۷۱۹.۸۳ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۹۸، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۸۹٦، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳۲۳، بعد اوج شمسی‌اش ۳.٤۱۹ و به حسب ضوء شبیه[۷] است به کواکب قدر دوازدهم.

اتالانت[ج]:علامتش (۳٦) است و آن را موسیو گُلدشْمیت بیست و چهارم پنجم محرم ۱۲۷۲ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۹ جه ٦ قه ٤٥ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦۸٤.۷۳ شبانه‌روز، بهتش ۷٦۹.۲٦ ثانیه،

---

[۱] نج و رض: - تاکنون

[۲] نج و رض: و ضوءاش از کواکب قدر نهم می‌رسد به سیزدهم

[۳] نج: ۸۱.۰۹

[٤] نج و رض: مشابه

[٥] نج و رض: لکته

[٦] نج: ۸ جه ۲۲ قه ٤ نیه

[۷] نج و رض: مشابه

خروج مرکز مدارش ۰.۲۹٤، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۷۷۱، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۹۵٦[1]، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۵۸٦ و ضوءاش از قدر یازدهم تا چهاردهم[2] تغییر کند[3].

فید[ci]:علامتش (۳۷) است[4]. آن را موسیو لُوتِر پنجم ششم جمادی الاولی ۱۲۷۲ در نزدیک دُوسِل‌دُرف یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۳ج ۳۱ق ۳٦نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٤۵۹.۰٤ شبانه‌روز، بهتش[5] ۸۸۹.۷۹ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۰۵۸، نصف قطر آن مدار ۲.۵۱۸، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳۷۲، بعد اوج شمسی‌اش ۲.٦٦٤ و ضوءاش شبیه[6] است به کواکب قدر دهم.

لِدا[cii]: علامتش (۳۸) است و آن را موسیو شاکُرناک[7] دویم سیم جمادی الاخری ۱۲۷۲ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٦ج ۵۹ق ۱۸نیه، /۷۸۸/ دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦۵٦.۷۱ شبانه‌روز، بهتش ۷۸۲.۲۷ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۱۵٦، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۷٤۰، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۳۱۳، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۱٦۷ و ضوءاش شبیه[8] است به کواکب قدر یازدهم.

لِتی‌تیا[ciii]: علامتش (۳۹) است و آن را موسیو[9] شاکُرناک، دویم سیم جمادی الاخری ۱۲۷۲ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ۱۰ج ۲۸ق ۱۰نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱٦۸۲.۱۷ شبانه‌روز، بهتش ۷۷۰.٤۳ ثانیه،

---

[1] نج: شمسی‌اش و ۱.۹۵

[2] مل: چهارد

[3] رض: نکند

[4] نج و رض: است و

[5] نج و رض: بهت یومی‌اش

[6] نج و رض: مشابه

[7] نج و رض: شکرناک در

[8] نج و رض: مشابه

[9] رض: آن را مو

خروج مرکز مدارش ۰.۱۱٦[1]، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۷٦۸[2]، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.٤٤۷، بعد اوج شمسی‌اش ۳.۰۸۹ و ضوءاش شبیه[3] است به کواکب قدر نهم.

هارمُنیا[civ]: علامتش (٤۰) است و آن را موسیو گُلدش‌میت بیست[4] [و] پنجم ششم رجب ۱۲۷۲ در پاریس یافت. میل مدارش از منطقة البروج ٤ جه ۱۵ قه ٤۸ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۲٤٦.۸٦ شبانه‌روز، بهتش ۱۰۳۹.٤۱ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۰٤٦، نصف قطر اطول آن مدار ۲.۲٦۷، بعد حضیض شمسی‌اش ۲.۱٦۳، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۳۷۰ و ضوءاش شبیه است[5] به کواکب قدر نهم و دهم.

دافنِه[cv]:علامتش (٤۱) است و آن را موسیو گُلدشْ‌میت، هجدهم[6] نوزدهم رمضان ۱۲۷۲ در پاریس یافت و اصول مدارش تا آن وقت که به این مقام رسیدیم، هنوز به آن دقتی که شایسته باشد، رصد نشده بود. بعد اوسطش از آفتاب قریب ۲.٤ است.

/۷۸۹/

ایزیسْ[cvi]: علامتش (٤۲) است و آن را موسیو پُک‌سُن[cvii] [7]، نوزدهم بیستم رمضان ۱۲۷۲ در اُکسفُر یافت. میل مدارش از منطقة البروج۸ جه ۳٤ قه ٤۵ نیه، دوره‌ی نجومی‌اش ۱۳٦۸.٦۷ شبانه‌روز، بهتش ۹٤٦.۹۰ ثانیه، خروج مرکز مدارش ۰.۲۱۳، نصف قطر اطول آن مدار ۲.٤۱۲، بعد حضیض شمسی‌اش ۱.۸۹۹، بعد اوج شمسی‌اش ۲.۹۲۵ .

---

[1] مل: ۰۱۱٦

[2] مل: ۲۷٦۸

[3] نج و رض: مشابه

[4] نج: بیست و

[5] نج: و ضوءاش مشابهت

رض: و ضوءاش مشابه است

[6] نج و رض: هیجدهم

[7] نج: پوکش

رض: پوکسن

سیارات صغار ذیل، هنوز اصول مدارات‌شان به دست نیامده. باید بعد ملحق ساخت:

ارپان[۱] [cviii]: علامتش (٤٣) است. آن را پُک‌سُن[۲] سال ۱۸۵۷ مسیحی که اولش مطابق است با پنجم ششم جمادی الاولی ۱۲۷۳ در انگلیس یافت.

نیزا[cix]: علامتش (٤٤) است و آن را گُلدشْ‌میت همان سال در پاریس یافت.

اُژینا[cx]:علامتش (٤٥) است و آن را با (٤٦) گلدش‌میت همان سال در پاریس یافت.

سیاره‌ی (٤٧) را همان سال لُوتِر در آلمانی یافت.

سیاره‌ی (٤٨) را همان سال گُلدش‌میت در پاریس یافت.

پالِس[cxi]: علامتش (٤٩) است و آن را[۳] همان سال گُلدش‌میت در پاریس یافت.

سیاره‌ی (٥٠) را[٤] همان سال بِرکُوسُن در ینگی دنیا یافت.

نِمُوزا[cxii]: علامتش (٥١) است و آن را موسیو لُران[٥] یافت. این سیاره را با سه سیاره‌ی ذیل در سال ۱۸۵۸ عیسوی[٦] یافتند و اول آن[۷] مطابق است با هفدهم هجدهم جمادی الاولی ۱۲۷٤.

سیاره‌ی (٥٢) را موسیو گُلدش‌میت یافت و ضوءاش شبیه است /۷۹۰/ به کواکب[۸] قدر[۹] دهم.

---

[۱] نج و رض: ارپن

[۲] نج: اپکسن

[۳] نج و رض: آن را در

[٤] نج و رض: را در

[٥] نج: لوار

[٦] نج و رض: مسیحی

[۷] نج و رض: و اول آن

[۸] نج و رض: کوکب

[۹] نج: قد

سیاره‌ی (۵۳) را موسیو گلدش‌میت یافت.

اَلِکساندرا: علامتش (۵٤) است و آن را موسیو گلدش‌میت در صورت دلو یافت و ضوءاش شبیه است به کواکب قدر دهم.

بعد[۱] از آن تا اول رجب ۱۲۷۸ بر[۲] عدد سیارات صغار ۲۱ واحد افزوده شد[۳] و تا اواسط رجب ۱۲۷۹[٤] چهار عدد دیگر یافتند.

۳٥٤ از تفصیل مذکور چنین مستفاد می‌شود که عدد سیارات صغار عالم شمسی در تزاید است و همه ساله چند عدد بر آن اضافه[٥] می‌شود. چنان چه از سال ۱۲۱٥ تا دو[٦] سال قبل از تسوید این کتاب که حقیر آگاهی داشت، تزاید[۷] عدد از قراری است که ذکر می‌شود:

سال ۱۲۱٥	۱۲۱٦	۱۲۱۹	۱۲۲۲	۱۲٦۱	۱۲٦۳
[۱] عدد	[۱] عدد	[۱] عدد	[۱] عدد	[۱] عدد	۳[۸] عدد
۱۲٦٤	۱۲٦٥	۱۲٦٦	۱۲٦۷	۱۲٦۸	۱۲٦۹
[۱] عدد	[۱] عدد	۳ عدد	۲ عدد	٥ عدد	٦ عدد

[۱] نج و رض: و بعد

[۲] نج: این

[۳] رض: واحد افزوده افزوده

[٤] نج: ۷۹

رض: ۱۲۷۸

[٥] نج و رض: افزوده

[٦] نج: - سال ۱۲۱٥ تا دو

[۷] نج و رض: داشت نسبت تزاید

[۸] نج: - ۳

سال ۱۲۷۰	۱۲۷۱	۱۲۷۲	۱۲۷۵-۱۲۷۳	۱۲۷۹-۱۲۷۶
۵ عدد	٤ عدد	۷ عدد	۱۲ عدد	۲۵ عدد

مجموع این اعداد تا آن تاریخ ۷۹ است و چون شخص در کثرت عدد سیارات صغار و در قلت مدت یافتن آنها نظر کند، بر او معلوم می‌شود که همت و ممارست و استعداد راصدان تا به چه حد رسیده و تکمیل آلات رصدیه تا به چه درجه. و علاوه بر آن منجمان این عصر نقشه‌های فلکی ترتیب داده‌اند که مواضع جمیع کواکب آسمان از قدر اول تا قدر نهم و دهم در آنها ضبط و ثبت افتاده و چنین نقشه‌ها در جمیع کواکب آسمان از قدر اول تا قدر نهم و دهم، در آنها ضبط و ثبت افتاده و چنین نقشه‌ها در جمیع رصدخانه‌ها[۱] حاضر و موجود است و به این واسطه عمل راصدان در یافتن /۷۹۱/ سیارات صغار بسیار آسان گردیده، زیرا که مِن بَعد[۲] هر وقت در آسمان کوکبی صغیر بیابند که هنوز در نقشه ضبط نشده، آن را به دقت رصد می‌کنند[۳] و اگر حرکتی نسبت به کواکب اطراف خود داشته باشد، معلوم می‌کنند[٤]. و چون حرکتش به ثبوت پیوست، آن وقت سیاره‌ی تازه‌ای در آسمان یافته‌اند و[۵] به وجوه دیگر در تحقیق آن می‌کوشند و ما سیارات صغار معروفه را با نام یابندگانش و تاریخ یافتن و محل آن را[٦] در جدول آوردیم. تا وقت ضرورت زود به دست آیند و معلوم است که این جدول را حدی نیست، به مرور دُهور طولش متزاید می‌شود.[۷]

---

[۱] نج: رصدخانه

[۲] نج و رض: زیرا که بعد از این

[۳] مل: می‌کند

[٤] نج: - و اگر حرکتی نسبت به کواکب اطراف خود داشته باشد، معلوم می‌کنند

[۵] نج و رض: پس

[٦] نج و رض: آن را نیز

[۷] نج: حدی نیست و به مرور دهور متزاید شود

رض: حدی نیست و به مرور و دهور متزاید شود

جدول سیّارات صغار، مرتب به ترتیب زمان رؤیت[1]				
علامات سیارات	اسماء سیارات	نام یابندگان	محل رؤیت	زمان رؤیت
١	سرس	پیازی	پالرم	وسط شعبان ١٢١٥
٢	پلاس	البر	برم	٢٥ ذیقعده ١٢١٦
٣	ژونن	هاردنک	لیلی انتال	٦ جمادی الثانی ١٢١٩
٤	وستا	البر	برم	٢٠ محرم ١٢٢٢
٥	استره	هنک	دریزان	٩ ذیحجه ١٢٦١
٦	هبه	هنک	دریزان	١٩ رجب ١٢٦٣
٧	ایریس	هند	لندن	٢ رمضان ١٢٦٣
٨	فلر	هند	لندن	١٠ ذیحجه ١٢٦٣
٩	متیس	گراهام	ماسکره	٢٢ جمادی الاولی ١٢٦٤
١٠	هیژی	دوگاسپاریس	ناپل	٢٢ جمادی الاولی ١٢٦٥
١١	پارتنب	دوگاسپاریس	ناپل	١ رجب ١٢٦٦
١٢	ویکتریا	هند	لندن	٥ ذیقعده ١٢٦٦
١٣	اژری	دوگاسپاریس	ناپل	٢٧ ذیحجه ١٢٦٦
١٤	ایرن	هند	لندن	٢٠ رجب ١٢٦٧

/٧٩٢/

[1] {در نسخه‌های نج و رض، این جدول پر نشده است و صرفاً عدد برخی از روزها و سال‌ها نوشته شده است}

۱۵	امنیا	دوگاس‌پاریس	ناپل	۲۲ رمضان	۱۲٦۷
۱٦	پسیکه	دوگاسپاریس	ناپل	۲۸ جمادی الاولی	۱۲٦۸
۱۷	تتیس	لوتر	نزدیک دوسل دوف	۲۹ جمادی الاخری	۱۲٦۸
۱۸	ملپمن	هند	لندن	۹ رمضان	۱۲٦۸
۱۹	فرتونا	هند	لندن	۹ ذیقعده	۱۲٦۸
۲۰	ماسالیا	دوگاسپاریس	ناپل و مارسی	۷ ذیحجه	۱۲٦۸
۲۱	لوتتیا	گدشمیت	پاریس	٤ صفر	۱۲٦۹
۲۲	گالیوپ	هند	لندن	۵ صفر	۱۲٦۹
۲۳	تالی	هند	لندن	۵ ربیع الاول	۱۲٦۹
۲٤	فوسئا	شاکرناک	مارسی	۲۸ جمادی الاخری	۱۲٦۹
۲۵	تمیس	دوگاسپاریس	ناپل	۲۸ جمادی الاخری	۱۲٦۹
۲٦	پرزرپین	لوتر	بیلک	۲۸ رجب	۱۲٦۹
۲۷	اترب	هند	لندن	۷ صفر	۱۲۷۰
۲۸	امفیتریت	البرمات	لندن	۲ جمادی الاخری	۱۲۷۰
۲۹	بلن	لوتر	بیلک	۲ جمادی الاخری	۱۲۷۰
۳۰	اورانیا	هند	لندن	۲۷ شوال	۱۲۷۰
۳۱	افرزین	فرگوزن	واشنگتن	۱۰ ذیحجه	۱۲۷۰
۳۲	پمن	گلدشمیت	پاریس	۵ صفر	۱۲۷۱
۳۳	پلیمنی	شاکرناک	پاریس	۷ صفر	۱۲۷۱

۳٤	سیرسه	شاکرناک	پاریس	۲۰ رجب	۱۲۷۱
۳۵	لکته	لوتر	بیلک	۳ شعبان	۱۲۷۱
۳٦	اتالانت	گلدشمیت	پاریس	۲٤ محرم	۱۲۷۲
۳۷	فیده	لوتر	بیلک	۵ جمادی الاولی	۱۲۷۲
۳۸	لدا	شاکرناک	پاریس	۲ جمادی الاخری	۱۲۷۲

/۷۹۳/

۳۹	لتی‌تیا	شاکرناک	پاریس	۲ جمادی الاخری	۱۲۷۲
٤۰	هارمانیا	گلدشمیت	پاریس	۲۵ رجب	۱۲۷۲
٤۱	دافنه	گلدشمیت	پاریس	۱۸ رمضان	۱۲۷۲
٤۲	ایزیس[1]	پکسن	اکسفر	۱۹ رمضان	۱۲۷۲
٤۳	اریان	پکسن	انگلیس		۱۲۷۳
٤٤	نیزا	گلدشمیت	پاریس		۱۲۷۳
٤۵	اژینا	گلدشمیت	پاریس		۱۲۷۳
٤٦		گلدشمیت	پاریس		۱۲۷۳
٤۷		لوتر	بیلک		۱۲۷۳
٤۸		گلدشمیت	پاریس		۱۲۷۳

[1] مل: ایریس

٤٩	پالس	گلدشمیت	پاریس	۱۲۷۳
٥٠	ویرژنیا	فرگوسن	ینگی دنیا	۱۲۷۳
٥١	نموزا	لوران		۱۲۷۳
٥٢		گلدشمیت	پاریس	۲۱ جمادی الاخری ۱۲۷٤
٥٣		گلدشمیت	پاریس	
٥٤	الکزاندِرا	گلدشمیت	پاریس	
٥٥				
٥٦	پسدرفنه	گلدشمیت		
٥٧				
٥٨				
٥٩	دانایه			
٦٠				
٦١				
٦٢				

/۷۹٤/

٦٣				
٦٤				
٦٥				

٦٦				
٦٧				
٦٨				
٦٩				
٧٠				
٧١				
٧٢	فرنیا	پترس	ینگی دنیا	۱۹ ذیقعده ۱۲۷۷
٧٣	کلیتی	توتل	ینگی دنیا	
٧٤	کالاته	تام پل		٤ ربیع الاول ۱۲۷۹
٧٥		پترس		۲۸ ربیع الاول ۱۲۷۹

۳۵۵ چون پیازی سیاره‌ی سِرِس را یافت، منجمان را به نظر چنان رسید که قاعده‌ی تی‌تِیوس کامل شد و کوکبی که باید فی‌مابین مریخ و مشتری نظیر عدد ۲۸ سلسله‌ی بُد باشد، به دست آمد ولیکن چون سیاره ی پالاس[۱] را اُلبِر یافت، عالم شمسی مغشوش شد نزد کسانی که او را مفرد می‌دانستند و هر چند از آن‌ها بیشتر می‌جستند، تفکر و تحیر منجمان در سبب و جهت آن‌ها زیادتر می‌شد. چرا که هیچ‌کدام از حد مابین مریخ و مشتری خارج نبودند و حجم‌شان بسیار قلیل بود. چنان چه بعضی به وسعت[۲] جزایر در بحار می‌رسیدند[۳] و علاوه بر آن هر چند در یافتن آن‌ها بیشتر مواظبت کنند، بیشتر [٤]می‌یابند. به خصوص در اوقات مناسب. چنان‌چه در بسیاری از شب‌ها دو کوکب یک‌مرتبه به چنگ آورند[٥] و در بسیاری از هفته‌ها چهار عدد جسته‌اند. مثلاً در اول صفر ۱۲۷٤ گلدش‌میت به[٦] تنهایی سیاره‌ی توام پالِس و دریس را یافت. و چون منجمان این حالت را مشاهده کردند، دانستند که[۷] نمی‌توان آن‌ها را جزء حوادث و کائنات جو شمرد. پس در علت و سبب[۸] آن‌ها وجوهی توهم کردند. و ما مشهورتر آن‌ها[۹] را ذکر می‌کنیم:

اولاً آن‌وقت که اُلبِر سیاره‌ی پلاس را یافت، به خاطرش رسید که شاید مابین مریخ و مشتری سیاره‌ی عظیمی بوده که به بعضی از قوای طبیعی چون جبال آتش‌فشان متلاشی گشته و به چند قطعه متجزی شده و سِرِس و

---

[۱]نج و رض: پلاس

[۲]نج و رض: بزرگی

[۳]نج و رض: جزایر در بخار بودند

[٤]نج: - مواظبت کنند، بیشتر

[٥]نج و رض: آورده‌اند

[٦]نج: به به

[۷]نج: - که

[۸]نج و رض: پس در سبب و علت

[۹]نج و رض: مشهورتر آن وجوه

پالاس[1] دو قطعه‌ای هستند از آن قطعات که هر کدام مداری یافته، در محیطش سیر می‌کنند و مقارن آن اوقات موسیو گُس به استخراج معلوم کرد که سِرِس در عبور صاعدش یعنی در عقده‌ی رأس[2] از درون سطح مدار پَلاس کمال قرب به این کوکب /۷۹۶/ حاصل می‌کند. پس خیال اُلبِر به تأیید این حکم قوتی گرفت و احتمال داد[3] که اگر در همان موضعِ آسمان تفحص کنند، شاید شکست‌پاره‌های دیگر از آن سیاره را بیابند. و به ظاهر چنین نمود که محل وقوع آن حادثه‌ی عظیم[4] باید در یکی از دو نقطه‌ی فصل مشترک مابین مدار آن دو[5] سیاره‌ی صغار باشد و خط فصل مشترک آن دو مدار از یک طرف منتهی می‌شود[6] به جناح شمالی سنبله و از طرف دیگر به صورت قیطس. پس اگر قطعاتی از آن سیاره‌ی منهدمه[7] موجود بود، البته به یکی از این[8] دو موضع آسمان می‌گذشت و در آنجا[9] می‌بایستی آنها را طلب کنند و بر حسب اتفاق ژونُن را هارِدنک در صورت قیطس یافت و وِستا را اُلبِر[10] در جناح شمالی سنبله و این هر دو مؤید دیگر شدند بر صحت حدس[11] اُلبِر و اگر چه[12] بعضی از سیارات صغاری که در این اواخر یافته‌اند، مانند ایریس، درست[13] کروی نیستند و از شدت اختلافی که در اضلاع آن‌هاست، کمال مشابهت با[14] شکست‌پاره دارند، ولیکن از ظاهر اکثر آن‌ها چنین بر می‌آید که اسباب دیگر مداخلت[1] در وجود و

---

[1] نج و رض: پلاس

[2] نج و رض: - یعنی در عقده‌ی رأس

[3] نج: دارد

[4] مل:عظیمی

[5] نج و رض: مابین دو مدار آن

[6] نج و رض: منتهی شود

[7] نج: منهدم

[8] نج و رض: آن

[9] نج: اینجا

[10] نج: لبر

[11] مل:حدث

[12] نج و رض: البر و با وجود آنکه

[13] نج: ایریس در دست

[14] نج و رض: به

بروز آن‌ها دارد و چون فصول مشترکه‌ی مدارات آن‌ها را دو دو به همدیگر بسنجیم، می‌بینیم که تمامی موافقت با اعتقاد اُلبِر نکنند[۲] و مع ذلک در هم آمیختگی آن مدارات شهادت می‌دهد که باید کمال رابطه‌ای فی‌مابین بسیاری از آن سیارات باشد و بر راصدان است که از حقیقت آن آگاهی حاصل کنند و از طرف دیگر چون به حرکت مریخ و مشتری رجوع کنیم، دور می‌نماید که از ترکیب این سیارات صغار، جرمی عظیم[۳] به وجود آید. چرا که اگر چنین نباشد، تأثیر قوه‌ی جاذبه‌ی آن جرم باید در[٤] حرکت مریخ و مشتری[٥] بروز /۷۹۷/ کند و هنوز به رصد معلوم نشده. ولیکن یکی از منجمان به حساب آورده[٦] که جرمی که به وجود آید از ترکیب قطعاتی که تاکنون یافته‌اند، قطرش اعظم است از قطر مریخ. پس اگر به مذهب اُلبِر چنین حادثه‌ی عُظمی‌ای[۷] اتفاق افتاده باشد، باید سببش را معلوم کرد. و بعضی گفته‌اند که ممکن است سبب انهدامش قوه‌ی انبساطیه‌ی[۸] ابخره و ادخنه[cxiii] و مواد جبال آتش فشان بوده، که در جوف او محبوس گشته‌اند[۹] و برخی آورده‌اند که شاید یکی از ذوات الاذناب در حرکت انتقالیه‌ی خود با سیاره‌ی اصلیه ملاقات نموده و به قوت خود او را متلاشی کرده و بر هر کدام از این دو وجه می‌توان بحث وارد ساخت.[۱۰]

---

[۱]نج و رض: مداخله

[۲]رض: نکند

[۳]نج و رض: سیارات جرم عظیمی

[٤]نج: در در

[٥]نج و رض: حرکت مشتری و مریخ

[٦]نج: آورد

[۷]رض: عظیمی

[۸]نج و رض: انبساطی

[۹]نج و رض: جوف او محتبس گشته

[۱۰]نج: بحث آورد وارد

رض: بحث وارد آورد.

ثانیاً موسیو لُوِریه منجم مشهور دولتی فرانسه وجهی[۱] دیگر اختیار کرده. گوید چنان‌چه برای حکما اجرام عالم شمسی در بدو خلقت بخار و دخان بوده‌اند[۲] و میعان و سیلان داشته‌اند[۳] و به مرور دهور برودت بر آن‌ها غالب شده، منجمد گشته‌اند[٤] و هنوز مواد باطنه‌ی[٥] زمین مایع است و سطح ظاهرش[٦] متحجر شده، مانند پوست نانی[۷] که محیط باشد بر کره‌ای از مایع، ممکن است که در فضای واقع مابین مریخ و مشتری، هنوز از ماده‌ی آن کرات به حالت دخان و میعان باقی و موجود باشد و متدرجاً[۸] cxiv به شکل کره متکاثف و منجمد گردد و در آن ضمن ما او را رؤیت کنیم و بباید دانست که چگونگی هوا مداخلت تام در خصوص یافتن شبه سیارات دارد. یعنی در هوایی که مناسب رصد باشد، از این نوع اجرام بیشتر یافت می‌شود[۹] و در اوقات دیگر، خودِ هوا مانع رؤیت می‌گردد[۱۰]. چنان‌چه در یکی از ماه‌های فرانسه سِپتامبر[۱۱] که اولش /۷۹۸/ مطابق است با اواسط شهریور ماه جلالی و آخرش با اواسط مهرماه و در آن اوقات هوا بسیار مناسب رصد است، ۱۸ عدد[۱۲] از این اجرام اضافه شد بر آن ۷۹ سابق و می‌توان گفت که چون منجمان چند شبه سیاره‌ی تازه بیابند، سست همت می‌شوند و تا مدتی به فرح سابق مشغول‌اند، اما چگونه می‌توانند طاقت آورند و عنان صبر نگاه دارند کسانی که آرزومندند که محض زحمت جزوی[۱۳] در یافتن شبه سیاره‌ای تازه نام خود را در روزگار باقی گذارند[۱] و نزد عوام الناس در سلک منجمان مندرج

---

[۱] نج و رض: وجه

[۲] نج و رض: بودند

[۳] نج و رض: داشتند

[٤] نج و رض: گشتند

[٥] نج و رض: مواد درون

[٦] نج و رض: سطح خارجی‌اش

[۷] نج و رض: مانند قشری

[۸] نج و رض: به تدریج

[۹] رض: می‌شوند

[۱۰] نج و رض: می‌شود

[۱۱] نج و رض: یکی از ماه‌های سپتمبر فرانسه

[۱۲] نج: عد

[۱۳] نج و رض: جزئی

شوند، چرا که در نزد آن[۲] جماعت نادان، امتیازی نیست مابین[۳] این نوع راصدان مجوف[cxv] و منجمان مبتحّر که قاعده دانند و مستخرج و صاحب علم و عمل می‌باشند. و بالجمله چون نظر کنیم در عدد رصدخانه‌های موجود و آن‌ها که به تدریج در ینگی دنیا و انگلستان و در سایر ممالک و بلاد بنا می‌کنند، ظاهر آن باشد که عن‌قریب عدد شبه سیارات نامتناهی شود.

۳۵٦ در کلیات اوضاع عالم شمسی و توافق حرکات سیارات: هیئت مجموعه‌ی آفتاب و سیاراتی که حولش متحرک‌اند عالمی است تمام و باید این عالم را از سایر عوالمی که در بُعد نامتناهی پراکنده افتاده‌اند[٤]، ممتاز و جدا دانست. به خصوص ما ساکنان زمین که مسکن ما جزو همین عالم است و امتیاز این عالم به چند وجه است. اول آنکه مدارات جمیع سیاراتی که بر گرد آفتاب دوران می‌کنند، به تقریب در سطحی واقع‌اند که به مرکز آفتاب گذرد، یعنی در سطح منطقة البروج. به[٥] جز مدارات چند عدد از سیارات صغار که بسیار از آن /۷۹۹/ سطح مایل‌اند. رجوع کنید به جدول ذیل. دوم آنکه حرکات جمیع این سیارات در حول آفتاب شرقی است و بنابراین در جهت مشترک‌اند. سیم آنکه اقمار سیارات عظام هیچ‌کدام میل شدیدی از منطقة البروج ندارند، به[٦] جز اقمار اورانوس و جهت سیر آن‌ها موافق است با جهت حرکت انتقالی سیارات. یعنی که حرکات همه شرقی است. چهارم آن‌که خود آفتاب در همان جهت به حرکت وضعی متحرک است در حول آن قطرش[۷] که به تقریب عمود است[۸] بر سطح منطقة البروج و حرکات وضعیه‌ی سیارات نیز در همان جهت است و قمر ما نیز در همان جهت حول زمین و حول محور خود حرکت انتقالی و وضعی می‌نماید. احکام مذکوره[۹] در آفتاب و موکبش کلی

---

[۱] نج و رض: گذاردند

[۲] نج و رض: این

[۳] نج و رض: نیست میان

[٤] نج: افتاده

[٥] نج و رض: - به

[٦] نج و رض: - به

[۷] نج و رض: در حول قطریش

[۸] نج و رض: باشد

[۹] نج و رض: مذکور

است و به سایر کواکب تعلق می‌گیرد[1] و بر این احکام نتیجه‌ی بزرگی متفرع است که ذکرش[2] ما را از مقصود خارج می‌کند و من بعد ملحق خواهیم نمود[3].

خلاصه[4]ی آن‌چه را تا به حال در خصوص سیارات و اقمار آن‌ها پراکنده ذکر شده، در جداول چند فراهم می‌آوریم تا به یک نظر بتوان احاطه بر جمیع نمود.

در مقام خود مبین شده که مدار هر سیاره در حول آفتاب شکلی است بیضی که خود آفتاب یکی از دو کانونش باشد و فصل مشترک مابین هر مدار و منطقة البروج خطی است که مرور می‌کند[5] بر مرکز آفتاب و معروف است به خط جوزهرین و[6] عقدتین. و آن عقده که چون کوکب از او بگذرد شمالی شود، رأس گویند و دیگر را ذنب و چون مدار سیاره بیضی شد، بُعد طرفین قطر اطولش از آفتاب مختلف است و آن طرف که به او نزدیک تر است حضیض شمسی است و طرف دورتر اوج شمسی است[7]. و بنابر قاعده‌ی دوم کپلر، نزد ساکنان /۸۰۰/ آفتاب حرکت هر سیاره در حضیض شمسی به کمال سرعت است و در اوج شمسی[8] به کمال بطؤ، پس می‌توان به مقایسه‌ی حرکات شمسی‌مرکز هر سیاره، موضع طرفین قطر اطولش را در فلک مشخص نمود و به همین عمل معلوم گشته است که آن دو موضع ساکن نیست. چنان چه خط عقدتین نیز متحرک است و این حرکات اگرچه در ماه و روز محسوس نشود، ولی در سال بروز کند و به مقایسه‌ی بهت یومی هر سیاره در حضیض و در اوج شمسی، محقق گشته که خروج مرکز مدارش نیز[9] متغیر شود. و ما اصول[10] مدارات سیارات را با تعدیلات

---

[1] نج و رض: نمی‌گیرد

[2] نج و رض: ذکرش در این مقام

[3] نج و رض: خارج می‌کند و انشاءالله در آخر کتاب اشاره خواهیم نمود.

[4] نج و رض: و خلاصه

[5] نج و رض: خطی است مار

[6] نج و رض: - جوزهرین و

[7] نج و رض: - است

[8] نج و رض: - شمسی

[9] نج و رض: - نیز

[10] نج: ال

اصول مدارات سیارات عظام به حسب ارصاد دقیقه‌ی متأخرین نیز در جدول آوردیم و اصول هر مدار به حسب عدد هفت است:

اول میل سطح مدار از منطقة البروج.

دویم نصف قطر اطول مدار بیضی و به عبارت اخری بُعد اوسط سیاره از آفتاب، بنابر آن‌که بُعد اوسط زمین واحد باشد.

سیم خروج مرکز بیضی، یعنی نسبت فاصله‌ی کانون از مرکز به نصف قطر اطول، بنابر آنکه واحد باشد.

چهارم طول نجومی حضیض شمسی.

پنجم طول عقده‌ی رأس.

ششم طول اوسط موضع سیاره به ازای وقت مشخص و آن را منجمان وسط کوکب گویند.

هفتم مدت دوره‌ی نجومی آن[1].

/۸۰۱/

چون می‌توان اصل هفتم را به وساطت قاعده‌ی سیم کپلر که گفته (نسبت مربع مدت یک‌دوره‌ی کوکبی به مربع دوره‌ی کوکب دیگر مثل نسبت مکعب بُعد اوسط کوکب اول[2] است به مکعب بُعد اوسط دوم) از اصل دوم استخراج نمود، عدد اصول شش می‌شود و به معرفت این اصول ستّه تقویم کوکب[3] به ازای هر وقت مشخص، استخراج تواند شد و موضع مرئی‌اش به دست تواند آمد. و در علم جراثقال سماوی اصول شش‌گانه را به دو معادله مرتبط ساخته‌اند و بنابراین چون طول و عرض یا بُعد و مِیل سیاره‌ی تازه را سه نوبت رصد کنیم و نتایج را در آن دو معادله درج کنیم، شش معادله ترکیب می‌شود و آن وقت می‌توان به قواعد جبر و مقابله، اصول ستّه‌ی سیاره‌ی تازه را از آن‌ها استخراج نمود.

/۸۰۲/

---

[1] نج و رض: نجومی کوکب

[2] نج: او

[3] نج: - کوکب

جدول اصول متعلقه به سیارات عظام

اسماء سیارات[1]	علامات	مدت دوره‌ی نجومی[2]		بعد اوسط از آفتاب	خروج مرکز بنابر آنکه بعد اوسط واحد باشد
		به حسب سال	به حسب شبانه‌روز وسطی		
عطارد	☿		۸۷.۹۶۹۲۶[5]	۰.۳۸۷۰۹۸۵	۰.۲۰۵۶۰۶۳
زهره	♀		۲۲۴.۷۰۰۸۰	۰.۷۲۳۳۳۱۷	۰.۰۰۶۸۶۱۸
زمین	♁	۱	۳۶۵.۲۵۶۳۷	۱.۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۱۶۷۹۲۲۶
مریخ	♂	۲	۶۸۶.۹۷۹۶۴	۱.۵۲۳۶۹۱	۰.۰۹۳۲۱۶۸
محل سیارات صغار		.....	.....	.....	.....
مشتری	♃	۱۲	۴۳۳۲.۵۸۴۸۲[4]	۵.۲۰۲۷۹۸	۰.۰۴۸۱۶۲۱
زحل	♄	۲۹	۱۰۷۵۹.۲۱۹۸	۹.۵۳۸۸۵۲	۰.۰۵۶۱۵۰۵
اورانوس	♅	۸۴	۳۰۶۸۶.۸۲۰۵[3]	۱۹.۱۸۲۷۳۰	۰.۰۴۶۶۷۹۴
نبتون	♆	۱۶۵	۶۰۱۲۷.	۳۰.۰۴	۰.۰۰۸۷۱۹۵[6]

[1] نج و رض: - اسماء سیارات

[2] نج: - مدت دوره‌ی نجومی

[3] نج و رض: ۱۰۶۸۶.۸۲۰۵

[4] رض: ۴۳۳۲.۵۸۴۸

[5] نج و رض: ۸۷.۹۶۹۲۶ روز

[6] رض: ۰.۰۰۱۸۹۵

میل مدار از سطح منطقة البروج[1]	۷ جه	۳	۰	۱		۱	۲	۰	۱	
	۰ قه	۲۳	۰	۵۱		۱۸	۲۹	٤٦	٤٦	
	۵ نیه	۲۹	۰	٦		۵۲	۳٦	۲۸	۵۹	
طول حضیض شمس	۷٤ جه	۱۲۸	۹۹	۳۳۲		۱۱	۸۹	۱٦۷	٤۷	
	۲۰ قه	٤۳	۳۰	۲۲		۷	۸	۳۰	۱٤	
	٤۲ نیه	٦	۲۹	۵۱		۳۸	۲۰	۲٤	۳۷	
طول عقده‌ی رأس	٤۵ جه	۷٤	۰	٤۷		۹۸	۱۱۱	۷۲	۱۳۰	
	۵۷ قه	۵۱	۰	۵۹		۲۵	۵٦	۵۹	٦	
	۳۸ نیه	٤۱	۰	۳۸		٤۵	۷	۲۱	۵۲	
طول اوسط	۱۱۲ جه	۱٤٦	۱۰۰	۲۳۳		۸۱	۱۲۳	۱۷۳	۳۳۵	
	۱٦ قه	٤٤	۵۳	۵		۵٤	٦	۳۰	۸	
	٤ نیه	۵٦	۳۰	۳٤		٤۹	۲۹	۳۷	۵۸	
تاریخ[3] طول اوسط	اول ژانویه‌ی سال ۱۸۰۰ مسیحی[2]									

/۸۰۳/

[1] {در این چهار ستون، نسخه‌های نج و رض، درجه و دقیقه و ثانیه را از چپ به راست نوشته‌اند. رض علامت اختصاری «جه»، «قه» و «نیه» را ندارد}

[2] نج و رض: اول ژانویه‌ی ۱۸۰۰ عیسوی به افق پاریس

[3] نج و رض: زمان

جدول اصول متعلقه به[2] سیارات صغار					
ترتیب[1]	اسماء سیارات[3]	علامات	مدت دوره‌ی نجومی		بعد اوسط از آفتاب	خروج مرکز بنابر آنکه بعد اوسط واحد باشد
			به حسب سال[4]	به حسب شبانه روز		
۱	فلور	۸	۳	۱۱۹۳.۲۸	۲.۲۰۱	۰.۱۵٦۷۹۷٤
۳	ملپومن	۱۸	۳	۱۲۷۰.۵۳	۲.۲۹٦	۰.۲۱۷۱۸۷٤
٤	ویکتوریا	۱۲	٤	۱۳۰۳.۲۵	۲	۰.۲۱۸۱۹۸۰
٥	اترب	۲۷	٤	۱۳۱۳.۷٤	۲.۳٤۷	۰.۱۷٤٥٥٥
۷	اورانی	۳۰	٤	۱۳۲۸.۹٤	۲.۳٦٥	۰.۱٥٤۸۹۸
٦	وستا	٤	٤	۱۳۲٤.۷۷	۲.۳٦۱	۰.۰۸۸۸٤۱۰
۳٦	پلیمنی	۳۳	٥	۱۷۷۱.۷٤	۲.۸٦٦	۰.۲۲٤۳۸۸۹
۸	ایریس	۷	٤	۱۳٤٥.٦۰	۲.۳۸٥	۰.۲۳۲۳٥۱٥
۹	متیس	۹	٤	۱۳٤٦.۹٦	۲.۳۸۷	۰.۱۲۲۸۲۲۱
۱۰	فوسیا	۲٤	٤	۱۳٥۰.۲۸	۲.۳۹۰	۰.۲٤٦٤۰۲٤
۱۲	ماسالیا	۲۰	٤	۱۳٦٥.۸۷	۲.٤۰۹	۰.۱٤٥۷٤٦۳
۱٤	هبه	٦	٤	۱۳۷۹.٦٤	۲.٤۲٥	۰.۲۰۲۰۰۷۷
۱٦	فرتونا	۱۹	٤	۱۳۹۷.۱۹	۲.٤٤٦	۰.۱٥٥٥٤۳۸

[1] {ترتیب قرارگیری سیارات صغار در نج و رض بر اساس شماره است و فقط از ۱ تا ۲۸ آمده است}

[2] {نج: - به}

[3] {نسخه‌های نج و رض، فاقد ستون «ترتیب» و «اسماء سیارات» هستند}

[4] {در نسخه‌ی نج، این ستون زیر «مدت دوره‌ی نجومی» قرار نگرفته}

[5] {نج: - وسطی}

میل مدار از سطح منطقة البروج[1]			طول حضیض شمسی			طول عقده‌ی رأس			طول اوسط			تاریخ به حسب زمان وسطی پاریس[1]
٥جه	٥٣قه	٣نیه	٣٢جه	٤٩قه	٤٥نیه	١١جه	٢٠قه	٥٣نیه	١٧٤جه	٤٦قه	٥نیه	٢ مارس ٤
١٠	٩	٢	١٥	١٣	٥٩	١٥٠	٠	٥٦	٣٥١	٤٢	٢٢	٠ ژانویه ١٨٥٣
٨	٢٣	٧	٣٠١	٥٥	١٨	٢٣٥	٢٩	٣١	٧	٤٢	٥	٠ ژانویه ١٨٥١
١	٣٥	٣٠	٨٨	٢	١٣	٩٣	٤٢	٤	٧٤	٥٣	٣	٠ ژانویه ١٨٥٤
١	٥٦	٤٢	٢٦	٤٣	٢٧	٣٠٧	[4]٥٨	١٩	٣٢٤	٥٦	٣٨	٢٢ ژویله
٧	٨	٢٥	٢٥٠	٤٤	٣	١٠٥	٢٣	١٤	٣٥	٥٩	٥٣	٣ نومبر ١٨٥٢
١	٢٢	٢١	٢٢	٢٥	٥٠	١	١٢	٢١	٣٢	٥٢	٢٨	٠ نومبر ١٨٥٤
٥	٢٨	١٦	٤١	٢٠	٢٢	٢٥٩	٤٤	٥	٨٥	٤٥	٦	٨ ژون ١٨٥٢
٥	٣٥	٥٥	٧١	[2]٣٣	١١	٦٨	[3]٢٨	[5]٥٨	٢٥٥	١٣	٢٦	٤ ژون ١٨٥٢
٢١	٤٢	٣٠	٣٠٢	٣٥	٣١	٢١٤	٦	٧	٢٥٩	٤٣	٢٥	١٢ ژون ١٨٥٣
٠	٤١	٤	٩٨	١٩	١	٢٠٦	٥٣	٢٩	٤٤	٥٤	٦	١ ژانویه ١٨٥٣
١٤	٤٦	٣٢	١٥	١٥	٢٦	١٣٨	٣١	٥٥	٤٧	٢٦	٢٣	١٣ ژویله ١٨٥٢
١	٣٣	١٨	٣١	١٦	١٣	٢١١	٠	٩	٣٥٥	٤	٢١	٢٣.٥ سبتمبر

[1] {در این چهار ستون، نسخه‌های نج و رض، درجه و دقیقه و ثانیه را از چپ به راست نوشته‌اند و علامت اختصاری «جه»، «قه» و «نیه» را ندارند}

[2] نج: ٣١

[3] رض: ٥٨

[4] رض: ٥٧

[5] رض: ٢٨

تتمه جدول اصول متعلقه به سیارات صغار

۱۷	پارتنب	۱۱	٤	۱٤۰۲.۱۱	۲.٤٥۲	۰.۰۹۸۰۳۰۲	٤جه	۳٦قه	٥٤نیه	۳۱۷جه	۳قه	٥۱نیه
۱۸	تتیس	۱۷	٤	۱٤۲۰.۱۳	۲.٤۷۳	۰.۱۳٦۷۷۷	٥	۳٥	۳۹	۲٥۸	۲۹	٤٦
۲۰	آمفیتریت	۲۹	٤	۱٤۹۰.٥٤	۲.٥٥٤	۰.۰۷٤٥٥۲۱	٦	۷	٤۱	٥٦	٥۲	۳۱
۲۲	آستره	٥	٤	۱٥۱۱.۳۷	۲.٥۷٦	۰.۱۸۸۷٥۱۷	٥	۱۹	۲۳	۱۳٥	٤۲	۳۲
۲٤	ایرن	۱٤	٤	۱٥۱۸.۲۹	۲.٥۸٥	۰.۱٦۹۷٥۷٥	۹	٥	۳۳	۱۷۸	۲٦	٥۸
۲۱	اژری	۲۳	٤	۱٥۱۰.۸۹	۲.٥۷٦	۰.۰۸٦۲۷٤۸	۱٦	۳۳	۷	۱۱۸	۱۷	۱۷
۲۳	پومن	۳۲	٤	۱٥۱٦.۲۸	۲.٥۸۳	۰.۰۹٥٦۸۹٤	٥	۳۹	۳	۱۹٥	٤٦	٤۸
۱٥	لوتتیا	۲۱	٤	۱۳۸۷.۱٤	۲.٤۳٤	۰.۱۱٥۱٥٤	۳	٥	٦	۳	٤٦	٤۲
۲٥	تالی	۲۳	٤	۱٥٥٤.۲۱	۲.٦۲٦	۰.۲۳٥۹۳۷۳	۱۰	۱۳	٥۹	۱۲۳	۱۱	٥۷
۲٦	انمیا	۱٥	٤	۱٥۷٦.٤۹	۲.٦٥۱	۰.۱۸۹۳۳۹۲	۱۱	٤۳	٥۰	۲۷	۱۳	۲٤
۲۷	پرزرپین	۲٦	٤	۱٥۸۰.٥۱	۲.٦٥٥	۰.۰۸٥۹٥۳٦	۳	۳٥	٤٥	۲۳٥	۲٤	٥٦
۲۹	ژونن	۳	٤	۱٥۹۲.۳۰	۲.٦٦۹	۰.۲٥٦۰۷۸۰	۱۳	۳	۱۷	٥٤	۱۸	٥٥
۳۱	سرس	۱	٥	۱٦۸۰.۷٥	۲.۷٦۷	۰.۰۷٦۳٦٦۰	۱۰	۳۷	۱۲	۱٤۸	۲	٥٤

[1] نج و رض: - به حسب زمان وسطی پاریس

{در ستون آخر نج و رض، نام ماه‌های میلادی نوشته نشده}

[2] نج و رض: ۱۳

١٢٤جه	٥٩قه	٥٤نيه	٨٦جه	٣قه	٢٤نيه	١٣ ژويله ١٨٥٢
١٢٥	١٣	٣١	٩	٥٨	٣١	٠ ژانويه ١٨٥٣
٣٥٦	٢٣	٥٥	١٨٠	٤٣١	٣٢	٠ مارس ١٨٥٤
١٤١	٢٧	٤٨	١٩٧	٣٧	٣٣	٢٩.٥ آوريل ١٨٥١
٨٦	٥١	٣٣	٣٢٣	٤٧	٥١	١٣ ژويله ١٨٥٢
٤٣	١٧	٤٠	١٦٢	٢٩	٢٠	١٥ مارس ١٨٥٢
٢٢٠	٤٤	١٢	٤٢	٢٢	٤١	٠ نومبر ١٨٥٤
٨٠	٢١	٣٦	٤٩	٢٢	٥٦	١ ژانويه ١٨٥٣
٦٧	٥٥	٤	٨٩	٥	٢٩	٠ ژانويه ١٨٥٣
٢٩٣	٥٣	١٩	٤٧	٤٣	٤٤	١٣ اكتبر ١٨٥٢
٤٥	٥٥	٣٩	٢٢٤	٤١	٣٣	٠ ژون ١٨٥٣
١٧٠	٥٦	٢٨	٢٢	٢٥	٨	٢٤ سپتمبر ١٨٥٢
٨٠	٤٩	٥٠	١٤٥	١٠	٥٥	٢ ژويله ١٨٥٢

تتمه‌ی جدول اصول متعلقه به سیارات صغار

۳۳	پلاس	۲	۵	۱۶۸۳.۵۲	۲.۷۷۰	۰.۲۳۹۴۲۸۰	۳۴جه	۳۷قه	۲۰نیه	۱۲۱جه	۲۴قه	۱۱نیه
۳۵	بلن	۲۸	۵	۱۶۸۸.۵۵	۱.۷۷۵	۰.۱۶۲۸۸۳۰	۹	۲۵	۷	۱۱۹	۳۸	۴۹
۳۸	گالیوپ	۲۲	۵	۱۸۱۲.۸۲	۲.۹۰۹	۰.۱۰۳۶۱۲۶	۱۳	۴۴	۴۹	۵۸	۴۹	۲۴
۳۹	پسیکه	۱۶	۵	۱۸۲۵.۲۰	۲.۹۲۳	۰.۱۳۵۷۴۸۳	۳	۴	۱	۱۲	۳۰	۵۷
۴۱	هیژی	۱۰	۶	۲۰۴۸.۰۳	۳.۱۵۶	۰.۱۰۰۹۱۵۹	۳	۴۷	۱۱	۲۲۸	۲	۲۹
۴۰	تمیس	۲۵	۶	۲۰۳۳.۸۴	۳.۱۴۱	۰.۱۲۲۷۳۳۵	۰	۴۹	۲۴	۱۳۷	۴۳	۵۷
۴۲	افرزین	۳۱	۶	۲۰۴۸.۰۳	۳.۱۵۶	۰.۲۲۹۴۱۸۴	۲۶	۵۳	۲۶	۹۵	۱۳	۲۸
۲۸	سیرسه	۳۴	۴	۱۵۸۲.۲۵	۲.۶۵۷	۰.۱۰۸	۵	۲	۴۶	۱۶۷	۳۷	۵۷
۳۷	لکمته	۳۵	۵	۱۸۰۰.۴۳	۲.۸۹۶	۰.۱۹۸	۸	۲۳	۴	۱۸۵	۳۸	۴۸
۳۴	اتالانت	۳۶	۵	۱۶۸۴.۷۳	۲.۷۷۱	۰.۲۹۴	۱۹	۶	۴۵	۴۰	۴۲	۲۱
۱۹	فید	۳۷	۴	۱۴۵۹.۰۴	۲.۵۱۸	۰.۰۵۸	۳	۳۱	۳۶	۶۶	۵۲	۷
۳۰	لدا	۳۸	۵	۱۶۵۶.۷۱	۲.۷۴۰	۰.۱۵۶	۶	۵۹	۱۸	۹۹	۴۳	۶
۳۲	لتیتیا	۳۹	۵	۱۶۸۲.۱۷	۲.۷۶۸	۰.۱۱۶	۱۰	۲۸	۱۰	۰	۳۹	۵۷
۲	هارمنیا	۴۰	۳	۱۲۴۶.۸۶[1]	۲.۲۶۷	۰.۰۴۶	۴	۱۵	۴۱[2]	۲	۱	۵۱
۱۱	دافنه	۴۱			۲.۴							
۱۳	ایزیس	۴۲	۴	۱۳۶۸.۶۷	۲.۴۱۲	۰.۲۱۳	۸	۳۴	۴۵	۳۱۸	۶	۳۳

[1] رض: ۱۲۴۶.۸۴

[2] نج و رض: ۴۸

تاريخ						
٢ ژويله ١٨٥٢	٢٧نيه	٤٩قه	١٢٣جه	١٤نيه	٤٥قه	١٧٢جه
٠ مارس ١٨٥٤	١٨	٥٢	١٥٧	١٨	٥١	١٤٤
٠ ژانويه ١٨٥٣	٢٢	١٧	١٨	٥١	٣٦	٦٦
١٤ ژويله ١٨٥٤	٤٤	٣	٣١٣	٢٦	٣٢	١٥٠
١٨.٥سبتمبر ١٨٥١	٣١	٤٥	٣٥٦	٢٧	٣٨	٢٨٧
٥ مه ١٨٥٣	٥٨	٢٧	١٧٢	٤٦	٤٤	٣٥
١ سبتمبر ١٨٥٤	٥١	١٣	٣٤	٤٣	١١	٣١
٢١ آوريل ١٨٥٥	٥٩	٥٧	١٩٨	٥٨	٤٠	١٨٣
١ آوريل ١٨٥٥	١٤	٢٨	١٨٧	٢٠	٤٤	٣٥٩
١ نومبر١٨٥٥	٣٣	٥	٢٢	١٧	٠	٣٥٩
١٥ اكتبر ١٨٥٥	١٧	٣١	١٤	٥١	٥٥	٧
١ ژانويه ١٨٥٦	١٩	٣٩	١١٢	٤٠	٢٨	٢٩٦
١ آوريل ١٨٥٦	٩	٦	١٦٦	٥٣	٢٣	١٥٧
١ ژويله ١٨٥٦	٤١	١٢	٢٢٢	٢	٣٢	٩٣
٣٠ ژون ١٨٥٦	٥٥	٣٨	٢٧٥	٦	٢٩	٨٠

/١٠٧/

جدول تعدیلات صد ساله‌ی اصول مدارات سیارات عظام[2]

اسامی سیارات[1]	تعدیل صد ساله‌ی خروج مرکز	حرکت نجومی صد ساله‌ی حضیض شمسی	حرکت نجومی صد ساله‌ی عقده‌ی رأس[6]	تعدیل صد ساله‌ی میل
عطارد	+۰.۰۰۰۰۰۳۸۶۷	نیه +۶۴۳.۵۶	نیه -۷۸۲.۲۷[5]	نیه +۱۸.۱۸۲۸
زهره	-۰.۰۰۰۰۶۲۷۷۱[3]	-۲۶۷.۶۰	-۱۸۶۹.۸۰	-۴.۵۵۲۲
زمین	+۰.۰۰۰۰۴۱۶۳۲	+۱۱۷۷.۸۱[4]	۰	۰
مریخ	+۰.۰۰۰۰۹۰۱۷۶	+۱۵۸۲.۴۳	-۲۳۲۸.۴۴	-۰.۱۵۲۳
مشتری	+۰.۰۰۰۱۵۹۳۵۰	+۶۶۳.۸۶	-۱۵۷۷.۵۷	-۲۲.۶۰۸۷
زحل	-۰.۰۰۰۳۱۲۴۰۲	+۱۹۴۳.۰۷	-۲۲۶۶.۴۶	-۱۵.۵۱۳۱
نبتون	-۰.۰۰۰۰۲۵۰۷۲	+۲۳۸.۶۲	-۳۵۹۷.۹۶	+۳.۱۳۳۱

[1] رض: - اسامی سیارات

[2] {این جدول در نج موجود نیست}

[3] {منفی مربوط به خود عدد است} رض: - ۰.۰۰۰۰۶۲۷۱۱

[4] رض: +۱۱۷۸.۸۱

[5] رض: -۷۸۲۲.۷ {منفی مربوط به خود عدد است}

[6] رض: عقدة الرأس

جدول اقمار سیارات عظام[۱]

اسماء اقمار		مدت دوره‌ی نجومی[۲]			بُعد هر قمر از مرکز سیاره‌ی خود بنابر آنکه نصف قطر آن سیاره واحد باشد	مقدار جوهر[۳] هر قمر بنابرآنکه جوهر[۴] سیاره او واحد باشد
		روز	عت	قه نیه		
قمر زمین		۲۷	۷	۴۳ ۴۷	۶۰.۲۷۲۹	۰.۰۱۱۳۶
اقمار مشتری	قمر اول[۵]	۱	۱۸	۲۸	۶.۰۴۸۵	۰.۰۰۰۰۱۷
	۲	۳	۱۳	۱۴	۹.۶۲۳۵	۰.۰۰۰۰۲۳
	۳	۷	۳	۴۳	۱۵.۳۵۰۲	۰.۰۰۰۰۸۸
	۴	۱۶	۱۶	۳۲	۲۶.۹۹۸۳	۰.۰۰۰۰۴۳
اقمار زحل	قمر اول[۶]		۲۲	۳۷ ۲۳	۳.۳۶	
	۲	۱	۸	۵۳ ۷	۴.۳۱	
	۳	۱	۲۱	۱۸ ۲۶	۵.۳۴[۷]	

[۱] {این جدول در نج موجود نیست}

[۲] رض: مدت دوره‌ی نجومیه

[۳] مل: - جوهر

[۴] مل: - جوهر

[۵] رض: ۱

[۶] رض: ۱

[۷] رض: ۵.۳۶

	٤	٢	١٧	٤١	٩	٦.٨٤	
	٥	٤	١٢	٢٥	١١	٩.٥٥	
	٦	١٥	٢٢	٤١	٢٥	٢٢.١٤	
	٧	٢١	٧	٧	٤١	٢٨.٠٠	
	٨	٧٩	٧	٥٣	٤٠	٦٤.٣٦	
اقمار اورانوس	قمر اول[1]	٢	١٢	٢٨	٤٨	٧.٤٤	
	٢	٤	٣	٢٧	٢٢	١٠.٣٧	
	٣	٥	٢١	٢٥	٥٥	١٣.١٢	
	٤	٨	١٦	٥٥	١٢	١٧.٠١	
	٥	١٠	٢٣	٣	٥٠	١٩.٨٥	
	٦	١٣	١١	٦	٤٣	٢٢.٧٥	
	٧	٣٨	١	٤٨	٠	٤٥.٥١	
	٨	١٠٧	١٦	٣٩	٢٢	٩١.٠١	
قمر نبتون		٥	٢١			٨.٩	

/٨٠٨/

[1] رض: ١

جدول اصول طبیعی عالم شمسی[1]						
اسماء کواکب		مدت دوره‌ی حرکت وضعی به حسب زمان وسطی			مقدار فرونشستگی قطبین نسبت به نصف قطر	قطر نسبت به قطر و حجم و جوهر[5] زمین
شمس		روز ۲۵	عت ۱۲	قه	نیه[3]	نامحسوس[4]	۱۱۲.۰۶۰
عطارد			۲٤	٥			۰.۳۹۱
زهره			۲۳	۲۱	۲٤		۰.۹۸٥
زمین			۲۳	٥٦	٤	۱/۲۹۹	۱.۰۰۰
مریخ			۲٤	۳۷	۲۳	۱/۳۰	۰.٥۱۹
وستا							۰.۰۰٤
پلاس							۰.۰۸٤
مشتری			۹	٥٥	۲٦	۱/۱۷	۱۱.۲۲٥
زحل			۱۰	۲٤		۱/۱۰	۹.۰۲۲
اورانوس						۱/۱۰	٤.۳٤٤
نبتون							٤.۷۱۹
ماه زمین		مدت دوره‌ی حرکت وضعی هر قمر برابر است با مدت دوره‌ی حرکت انتقالی آن قمر در حول سیاره‌ی خود				نامحسوس	۰.۲٦٤
اقمار مشتری	قمر او ل[2]						۰.۳۲
	۲						۰.۲۷
	۳						۰.٤۷
	٤						۰.۳۳

[1] {این جدول در نج موجود نیست}

[2] رض: ۱

[3] {«قه» و «نیه» در رض، در ردیف‌های پایین‌تر قرار گرفته است}

[4] {در رض، برای جای خالی مقابل وستا و پلاس هم، عبارت «نامحسوس» نوشته شده است}

[5] مل: - جوهر

حجم	مقدار جوهر[5]	کثافت		قوت مرکزی در سطح	قوت نور و حرارت شمس
		نسبت به زمین	نسبت به آب		
۱۴۰۷۱۲۴	۳۵۴۹۳۶	۰.۲۵۲	۱.۳۷	۲۸.۳۰	
$\frac{۱}{۱۷} = \frac{۱}{۴۰.۰۶}$	$\frac{۱}{۱۳}$	۱.۲۳۴	۶.۷۱	۰.۵۱	۶.۶۷
$\frac{۱}{۱.۰۵} = ۰.۹۵۷^{۳}$	$\frac{۹}{۱۰}$	۰.۹۲۳	۵.۰۲	۰.۹۱	
۱	۱	۱.۰۰۰	۵.۴۴	۱.۰۰	۱
$\frac{۱}{۷.۱۴} = ۲۰.۱۴$	$\frac{۱}{۸}$	۰.۹۴۸	۵.۱۵	۰.۵۰	۰.۴۳
$\frac{۱}{۱۷۷۰۰}$					۰.۲
$\frac{۱}{۱۶۶۰}$					۰.۲
۱۴۱۴.۲	۳۳۸	۰.۲۳۸	۱.۲۹	۲.۴۵	۰.۰۳۷
۷۳۴.۸	۱۰۱	۰.۱۳۸	۰.۷۵	۱.۰۹	۰.۰۱۱
۸۲	۱۵	۰.۱۸۰	۰.۹۸	۱.۰۵	۰.۰۰۳
۱۱۰.۶	۲۱	۰.۲۲۲	۱.۲۱	۱.۱۰	۰.۰۰۱
$\frac{۱}{۴۹} = ۱۰.۰۱۸$	$\frac{۱}{۸۸}$	۰.۶۱۹	۳.۳۷	$\frac{۱}{۶}$	۱
$\frac{۱}{۳۲}$	$\frac{۱}{۱۷۴}$	۰.۲۰	۱.۱	$\frac{۱}{۱۵}$	۰.۰۴
$\frac{۱}{۴۷}$	$\frac{۱}{۱۲۸}$	۰.۳۷	۲.۰	$\frac{۱}{۱۰}$	۰.۰۴
$\frac{۱}{۱۱}$	$\frac{۱}{۳۳}$	۰.۲۳	۱.۳	$\frac{۱}{۷}$	۰.۰۴
$\frac{۱}{۱۷}$	$\frac{۱}{۷۰}$	۰.۲۵	۱.۴	$\frac{۱}{۱۰}$	۰.۰۴

[1] رض: $\frac{۱}{۴۹}$ ۰.۰۱۸

[2] رض: $\frac{۱}{۷.۱۴}$ ۰.۱۴

[3] رض: $\frac{۱}{۱.۰۵}$ ۰.۹۵۷

[4] رض: $\frac{۱}{۱۶.۷}$ ۰.۰۶

[5] مل: - مقدار جوهر

باب ششم: در احوال ذوات الاذناب

فصل اول: در کلیات

۳۵۷: ذوات الاذناب کواکبی هستند که مانند سیارات به حرکات خاصه از برابر صور فلکیه عبور می‌کنند و چگونگی[۱] حرکات آن‌ها را به دستوری که در خصوص آفتاب و ماه و سیارات ذکر نموده‌ایم، معلوم کنند و چون آفتاب را مرکز قرار دهیم و آن حرکات را به او بسنجیم، می‌بینیم که مانند حرکات سیارات[۲] کمال موافقت با قواعد کپلر دارند. ولیکن آن‌ها را[۳] به چند وجه با سیارات اختلاف است[٤]: اول به حسب صورت، رجوع کنید به **ن۳۵۸**[٥]. دویم[٦] به حسب شکل مدار، مدارات سیارات بیضی‌های قصیری[۷] هستند، بسیار شبیه به دایره و حال آن‌که مدارات ذوات الاذناب بیضی‌های بسیار مستطیل‌اند، شبیه[۸] به قطع مکافی، **ن۱۳**. و کانون همه آفتاب است. سیم به حسب وضع مدار، میل مدارات[۹] سیارات از دایره‌ی منطقة البروج بسیار قلیل است و حال آن‌که میل مدارات ذوات الاذناب تا ۹۰ درجه می‌رسد. چهارم به حسب سمت حرکت، حرکات جمیع سیارات بر توالی است و حال آن‌که ذوات الاذناب بعضی بر توالی هستند و بعضی بر خلاف توالی. چنان‌چه نصف آن‌هایی که تاکنون رصد شده[۱۰]، بر خلاف توالی سیر[۱۱] می‌کنند.

---

[۱] نج: چونگی

[۲] رض: سیارات را

[۳] نج و رض: ولیکن ذوات الاذناب

[٤] نج و رض: دارند

[٥] نج: **ن۳۸۵**

[٦] نج: - دویم

[۷] نج و رض: قصیر

[۸] نج و رض: مستطیل هستند مشابه

[۹] نج: میل مدارا

[۱۰] نج: شد

[۱۱] نج و رض: حرکت

ذوات الاذناب به سبب استطاله‌ی مدارات خود، بسیار بسیار از آفتاب دور /۸۱۰/ می‌افتند[۱] و بنابراین از ما که قرب جوار با[۲] آفتاب داریم و از این جهت[۳] در[٤] جزو اعظم آن مدارات رؤیت نشوند و ظاهر نگردند. به[٥] جز آن وقت که کمال قرب با آفتاب حاصل کنند و[٦] بنابر قاعده‌ی دوم کپلر، چون[۷] حرکت کوکب در حضیض شمسی اسرع است، این نوع از سیارات از برابر نظر ساکنان زمین، تند گذرند و لهذا مدت ظهورشان[۸] بسیار قلیل باشد.

۳۵۸ در صورت ذوات الاذناب و هسته و گیسو و ذنب آنها: اکثر ذوات الاذناب نقاط مضیئی[۹] هستند که بخاری چون سحاب بر آن‌ها احاطه داشته باشد و آن بخار روشن به صورت دنباله در جهتی ممتد گشته باشد، [در] **ش۱۹۸**. نقطه‌ی مضیئه[۱۰] را هسته‌ی ذو[۱۱] ذنب گویند و دنباله‌ی روشن را که متصل است به هسته و نسبت به او با آفتاب تقابل دارد، ذنب گویند[۱۲] و قطعه‌ی سحابی را که احاطه بر هسته دارد، بدون[۱۳] ذنب،

---

[۱] نج و رض: می‌افتد

[۲] نج و رض: به

[۳] نج و رض: بابت

[٤] رض: دو

[٥] نج و رض: - به

[٦] نج و رض: و چون

[۷] نج و رض: - چون

[۸] نج و رض: ظهور ایشان

[۹] نج و رض: مضیئه

[۱۰] نج و رض: مضیئی

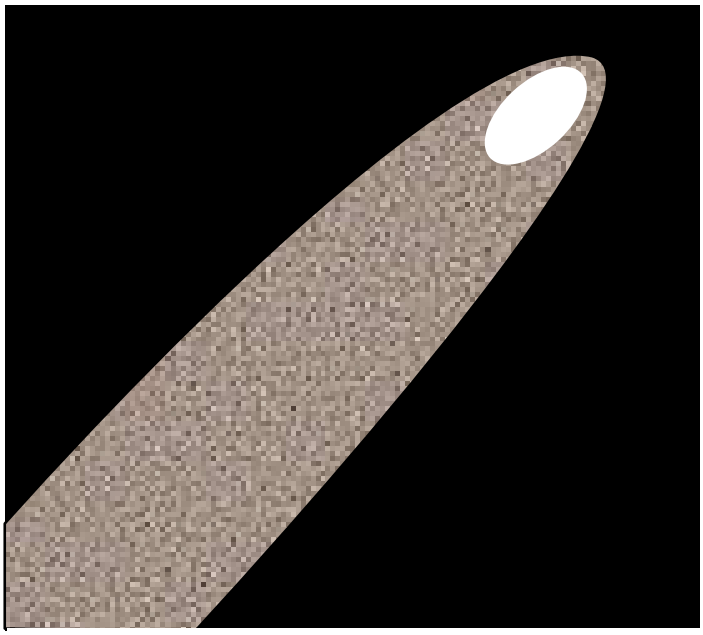
[۱۱] نج: هسته‌ی و

[۱۲] رض: هسته‌ی ذوذنب گویند و دنباله‌ی روشن را که متصل است به هسته و نسبت به او آفتاب تقابل دارد، ذنب گویند و دنباله‌ی روشن را که متصل است به هسته و نسبت به او با آفتاب تقابل دارد، ذنب گویند.

[۱۳] نج: ون

رض: رون

گیسو نامند و هسته را با گیسو رأس ذوذنب. ولیکن این تعریف در جمیع ذوات الاذناب صدق نکند. زیرا که بعضی صاحب ذنب نیستند و به سیارات شباهت دارند و بعضی به کواکب سحابی و هیچ هسته‌ای ندارند و بعضی صاحب هسته و گیسویند، بدون[1] ذنب و بعضی صاحب چند ذنب‌اند و آن /۸۱۱/ اذناب به شکل مربَحه[2cxvi]ی کاغذی ترکیب شده‌اند.



ش ۱۹۸

اذناب این نوع کواکب به اشکال مختلفه[3] دیده شده‌اند. بعضی مستقیم‌اند و بعضی منحنی و بعضی در تمام طول به یک عرض‌اند و بعضی دیگر به شکل مربحه[4] منبسط می‌شوند و ذوات الاذنابی نیز دیده شده که دنباله‌های هر کدام مانند اشعه‌ای از هسته به اطراف پراکنده گشته و گاه آن اذناب بسیار طویل و ممتد می‌شوند. چنان‌چه ذوذنب سال ۱۰۹۱ در طول ۷۰ درجه صفحه‌ی آسمان را پوشیده بود و نیوتن به قواعد نجومی طولش را استخراج نموده[5]، ۲۸ هزار هزار[1] فرسنگ یافت و ذو[2] ذنب سال ۱۱۸۳ قریب ۹۹۴۷۰۰۰ فرسنگ طول داشت و ذو ذنب[3]

---

[1] نج و رض: گیسویند دون

[2] نج و رض: مروَحه

[3] نج و رض: مختلف

[4] نج: مروحه

[5] نج و رض: نمود

عظیم سال ۱۲۲٦ قریب ۲۲[٤] هزار هزار فرسنگ و غالب آن است که طول ذنب بر استقامت شعاعی واقع است که از آفتاب به هسته منتهی می‌شود[٥] و گاه اندک[ـی] مایل باشد.

۳۵۹ در ثبوت[٦] قلت جوهر ذوات الاذناب: کثافت ذوات الاذناب یعنی قدر جوهری که از جرم آن‌ها در واحد حجم بگنجد، بسیار قلیل است و به حدی متخلخل[۷]اند که نمی‌توان هیچ‌کدام از مواد و اجسام ارضی را از حیثیت لطافت به آن‌ها تشبیه نمود. چنان‌چه دخان لطیف و مه بسیار غلیظ‌تر[۸] و کثیف‌تر از آن‌هاست. زیرا که شعاع چون از درون چنین مواد[ی] گذر کند، ضوءاش اندک[ـی] ضعیف می‌شود و بعضی از اشعه در ضمن عبور به کلی محو می‌شود و اگر ثخن دخان به هزار ذرع رسد و تجاوز کند، حاجب /۸۱۲/ ماوراء می‌شود. ولیکن[۹] هر ذوذنب[۱۰] که حجمش از سیارات اعظم باشد و بلکه به حجم آفتاب رسد، قاطع و فانیِ نور نمی‌گردد و کواکب به تلألؤ همیشگی خود، از[۱۱] وراء آن‌ها می‌درخشند. اگر چه ثخن حاجب از چندان هزار فرسنگ گذرد و بنابراین ذوات الاذناب را نباید چندان غلظتی باشد و کثافتشان باید بسیار قلیل باشد. پس اگر ذوذنبی در حرکت

---

[۱]مل:هزار هرار

[۲]نج: دو

[۳]نج: - سال ۱۱۸۳ قریب ۹۹٤۷۰۰۰ فرسنگ طول داشت و ذو ذنب

[٤]نج: قریب ۲۲ قریب

[٥]نج و رض: منتهی شود

[٦]نج و رض: اثبات

[۷]نج: متخلل

[۸]نج و رض: بسیار غلیظ

[۹]نج: ولکن

[۱۰]نج: دوذنبی

رض: ذوذنبی

[۱۱]نج: او

خود زمین یا سیاره‌ای را ملاقات کند، مصادمه[1]ی آن‌ها مورث خطر نخواهد بود. چنان‌چه ذوذنب سال ۱۱۸٤ از کنار مشتری و از میان[2] اقمارش گذشت و هیچ صدمه‌ای بر[3] آن‌ها وارد نیامد، ولیکن قرب جوار در ذوذنب[4] خالی از تأثیر نبود. قوه‌ی جاذبه‌ی عالم شمسی او را از مدار[5] خود خارج ساخت و بنابر صحت اعمال منجمان، مقتضی چنین بود که ذو ذنب بعد از پنج سال و نیم ظاهر شود، ولیکن دیگر دیده نشد.

و سبب آن‌که قبل از سال ۱۱۸٤ در هر پنج سال و نیم، او را نمی‌دیدند، آن است که آن وقت وضع و صورت مدارش به کلی مختلف بود با مداری که در آن سال پیمود و سبب آن‌که بعد دیده نشد، آن است که در سال ۱۱۸۹ رسیدنش به حضیض شمسی روز واقع شد و قبل از نوبت دیگرش به قوه‌ی جاذبه‌ی عالم شمسی صورت مدارش چنان تغییر پذیرفته بود که اگر او را باز می‌دیدیم، نمی‌شناختیم و از این حادثه معلوم می‌شود که جرم ذوات الاذناب بسیار لطیف است و چون تاکنون احدی از متقدمین و متأخرین مملکت ما متعرض ماهیت این نوع سیارات /۸۱۳/ نگشته‌اند[6] و حکما آن را از جمله‌ی کائنات و حوادث جو می‌شمردند، تفصیل احوال آن‌ها خالی از لزوم و فایده نیست، پس گوییم.

با وجود آن‌که حجم ذوات الاذناب بسیار عظیم است و به طول چندان[7] کرور فرسنگ در فضا ممتد می‌شوند، چون آنجا هوایی نیست و خلاء محض است و اجسام مایعه و سیاله که در آن‌جا واقع شوند، به سبب فقدان مانع، به تدریج متخلخل[8] می‌شوند تا به کمال لطافت رسند، قدر جوهر این نوع از[9] سیارات بسیار خفیف و قلیل است. چنان چه جمعی از منجمان به ثبوت رسانیده‌اند، من جمله هرشل متعرض شده که ذوذنب هرچند

---

[1] نج: مصاربه

[2] نج و رض: از مابین

[3] نج و رض: در

[4] نج: دوذنب

[5] نج: مدارا

[6] نج و رض: نگشته

[7] نج و رض: چندین

[8] نج: متخلل

[9] نج و رض: - از

عظیم باشد، جوهرش با چند عدد فلوس برابری کند. پس چرا از ملاقات آن[1] باید در تزلزل بود. و یکی از منجمان معروف، نوشته که چون زمین را با ذوذنبی ملاقات افتد، صدمه‌اش کمتر است از صدمه‌ای که در راه آهن، کالسکه‌ی بخار سریع را از ملاقات مگسی وارد آید. و[2] حال به وجهی آسان، ثابت می‌کنیم که جوهر ذوات الاذناب به حدی خفیف است که می‌توان معدومِ صرف‌اش شمرد.

اولاً اگر قطعه‌ای از هوا را که به قطر پنج مو باشد، در حدود مدار ذوذنبی نقل کنیم و آن‌جا از آفتاب کسب نور کند، ضوءاش بسیار بیشتر از ذوذنب خواهد بود.

ثانیاً ثقل ذوذنبی که به حجم زمین باشد، از صد خروار بیشتر نشود و با سی ذرع مکعب آب برابر گردد.

/۸۱٤/

در مقام اثبات این دو مدعا، گوییم که به ارصاد عدیده معلوم گشته[3] که ذوات الاذناب حاجب ماوراء نمی‌گردند و کواکب قدر دهم و یازدهم و پست‌تر از آن[4] که در وراء آنها باشد، مرئی می‌شوند. بی آنکه ضعفی در ضوءشان عارض شود. و این فقره را چند نفر از منجمان مشهور به تحقیق رسانیده‌اند. چنان‌چه موسیو سِتِرُوو[5] از ورای مرکز ذوذنبی که ۸۰ هزار فرسنگ قطر داشت، کوکبی از قدر یازدهم را رؤیت نمود و ضعفی در ضوءاش ندید. پس معلوم می‌شود[6] که حایل شدن ذوات الاذنابِ مستنیره[7] به نور آفتاب، سبب ضعف ضوء کواکب منیره[8] به ذاتها نمی‌گردد.

---

[1] نج و رض: از ملاقاتش

[2] نج و رض: - و

[3] نج و رض: گشته است

[4] نج و رض: - از آن

[5] نج و رض: موسیو سترو

[6] نج: معلوم شد

[7] نج و رض: مستنیر

[8] نج و رض: منیر

دیگر[1] آن که در طبیعی ثابت شده که اگر دو جرم منیر بر استقامت مدّ بصر، به نظر آوریم، چنان چه یکی در برابر دیگر باشد، و ضوء جرم مقدم ٦٠ برابر ضوء جرم مؤخر. جرم ثانی در ضوء جرم اول محو می‌شود. پس بنابراین ضوء هر ذوذنبی که در برابر کوکبی حایل می‌شود به قدر شصتم[2] جزء ضوء[3] آن کوکب نیست. چرا که اگر بیشتر می‌بود، کوکب به وساطت او ضعیف می‌نمود. پس نهایت این[4] است که ضوء ذوذنب را به قدر $\frac{١}{٦٠}$ ضوء کوکب بدانیم، نه زیادتر. پس اگر بخواهیم که ضوءاش آنقدر باشد که ضوء کوکب را به کلی محو کند، باید نورش ٦٠ برابر نور او باشد، یعنی ٣٦٠٠ برابر نور خود و اگر ضوء ذوذنب به آن[5] حد می‌رسید، کوکب قدر یازدهم را محو می‌نمود. و بنابر رصد ضوء کوکب قدر یازدهم $\frac{١}{٢٥٠}$ ضوء کوکب قدر پنجم است. پس ضوء ذوذنب /٨١٥/ باید ٢٥٠ برابر ٣٦٠٠ برابر ضوء خود باشد، یعنی ٩٠٠٠٠٠[6] برابر، تا کوکب قدر پنجم را محو کند.

و به تجربه معلوم شده که ضوء ماه‌تاب بدر جمیع کواکب پست‌تر از قدر چهارم را محو می‌کند. یعنی که در شب ١٤ ماه هلالی، کواکب قدر پنجم و پست‌تر از آن با دیده رؤیت نشوند. پس بنابراین ضوء بدر ٩٠٠٠٠٠ برابر ضوء ذوذنب است. و چون به تجربه‌های[7] وُلاستُن معلوم گشته که ضوء آفتاب ٨٠٠٠٠٠[8] برابر ضوء بدر قمر است، پس روشنایی روز ٨٠٠٠٠٠ برابر ٩٠٠٠٠٠ برابر ضوء ذوذنب است. یعنی هفتصد و بیست هزار هزار یا ١٤٤٠[9] هزار کرور برابر.

اما[10] قدر جوهر یا حد لطافت ذوات الاذناب: هر گاه به دستور فوق رفتار کنیم، در آخر معلوم می‌شود که چون یک کِیل هوای رسمی را به وهم آن‌قدر متخلخل نماییم که حجمش ٤٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ کیل شود، آن

---

[1] نج و رض: و دیگر

[2] نج و رض: ششم

[3] نج و رض: - ضوء

[4] نج و رض: آن

[5] نج و رض: این

[6] نج: ٩٠٠٠٠٠٠

[7] نج و رض: تجربات

[8] رض: - ٨٠٠٠٠٠

[9] نج: ١٤٤

[10] نج و رض: و اما

وقت شباهتی[1] با جوهر و ماده‌ی ذوات الاذناب حاصل می‌کند و ظاهر است که لطافت جسم،چون به این درجه رسد، چندان اختلاف با خلأ محض ندارد. پس از این تفصیل چنین استنباط می‌شود که جوهر ذوات الاذناب به حد کمال خفیف است و اگر قطعه‌ای از هوا را که به قطر خمس طول شعیر[cxvii] باشد، در محل ذوذنب نقل کنیم و آن‌جا از آفتاب کسب نور کند، به نظر ما از هر حیثیت شبیه ذوذنب است. چون[2] کثافت ذوات الاذناب نسبت به هوا معلوم شد، همین قدر که حجم‌شان را مشخص کنیم،وزن‌شان به دست می‌آید و بنابر آنچه ذکر شد، اگر ماده‌ی آن‌ها از جنس /٨١٦/ هوای ارضی باشد و کثافت‌شان یک جزو از ٤٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ جزو کثافت هوا، ثقل ذوذنبی که به حجم زمین باشد، یک جزو از ١٩٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ جزو ثقل زمین است. یعنی که ثقلش نسبت به ثقل زمین، مثل واحد است نسبت به عدد مذکور. و چون حجم زمین قریب ٩٩٥٢٦٤٦٣٨٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ذرع مکعب است و کثافتش ٥.٦٧، ثقلش قریب[3] ٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ خروار می‌شود و چون نسبت فوق را در این ثقل ضرب کنیم، حاصل[4] صد خروار می‌شود و آن وزن ذوذنب است و هو المطلوب[5].

پس بنابراین ملاقات چنین کره‌ی بخار متخلخلی[6] با زمین مورث هیچ صدمه‌ی واقعی[7] نخواهد شد[8] و بلکه از شدت تخلخل، احتمال قوی[9] است که هیچ ذره‌ای از ماده‌ی آن‌ها نتواند[10] با ذرات هوا مخلوط شود. حتی با ذرات

---

[1] نج و رض: مشابهتی

[2] نج و رض: و چون

[3] نج: - ٩٩٥٢٦٤٦٣٨٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ذرع مکعب است و کثافتش ٥.٦٧، ثقلش قریب

[4] نج و رض: حاصل ضرب

[5] نج: ذوذنب است فهو مط

رض: ذوذنب است فهو مطلوب

[6] نج: متخلل

[7] نج و رض: هیچ صدمه و آفتی

[8] نج و رض: بود

[9] نج و رض: کلی

[10] نج و رض: نتواند که

طبقه‌ی علیا که الطف است و تخلخلش بیشتر. پس اگر زمین را با چنین جرمی ملاقات افتد، ساکنانش را هیچ[1] از وقوع حادثه آگاهی حاصل نخواهد شد.

با وجود تفاصیل مذکوره[2]، ذوات الاذناب خالی از جوهر نیستند و قوه‌ی جاذبه‌ی عمومی البته به آن‌ها تعلق می‌گیرد و تأثیر می‌کند و هسته[3]ی ذوذنب غلیظ‌تر و کثیف‌تر از سایر اجزاست و جوهرش بیشتر و منجمان در رصد، مرکز او را اصل دانند و حرکات را به او نسبت دهند.

۳٦۰ در معرفت شکل مدارات ذوات الاذناب:سابق ذکر شد /۸۱۷/ که[4] مدار هر کدام از این نوع سیارات، کمال مشابهت دارد با قطع مکافی که کانونش بر آفتاب باشد و چنین شکل[ـی] چون مسدود و محدود نیست، هر کوکب که در محیطش سیر کند، هرگز دوره‌ی خود را به اتمام[5] نمی‌رساند. پس هر وقت که آن کوکب به آفتاب نزدیک شد و در مقام قرب ساکنان زمین او را دیدند و بعد دور شد، چندان‌که ناپدید گشت، دیگر هرگز باز نیاید. و همان‌طور که در مدار خود سیر می‌کند، به تدریج از آفتاب دورتر می‌شود و در اعماق آسمان فرو می‌رود تا باقی است. پس اگر ذوذنبی چند مدت بعد از غیبت، ظهور کند، نباید مدارش را قطع مکافی دانست و البته بیضی است. **ن۳٦۱**.

فصل دویم: در معرفت ذوات الاذناب[6] دوری که متناوبَه نیز گوییم.

۳٦۱ عالم شمسی را ذوات الاذنابی است که مدتی بعد از غیبت، ظهور می‌کند و بعد از دُوری، باز[7] به سمت ما می‌گردند و آن‌ها را که تاکنون چند نوبت دیده‌اند، متناوبه و دوری گویند. چون که مدت خفاشان[1] ثابت

---

[1] نج و رض: ساکنانش را به هیچ وجه

[2] نج و رض: با وجود تفصیل مذکور

[3] مل: حسته

[4] نج: مدارات ذوات الاذناب:سابق ذکر شد که

[5] نج و رض: انجام

[6] نج: فصل دویم: در معرفت ذوات الاذناب / در معرفت ذوات الاذناب

[7] نج: بار

است و بعد از انقضای آن مدت نمایان شوند و هر وقت که منجمان ذوذنبی را از روی حدس متناوبه دانند، طول دوره‌اش[۲] را به قواعد مشخصه استخراج کنند و بعد از آن با[۳] ارصاد دقیقه‌ی عدیده بسنجند. پس اگر حدس[٤] موافق آید، یقین متناوبه است و سبب آنکه حدس[٥] و ظن را در عمل دخیل دانستیم، این است که هر وقت ذوذنبی ظاهر شود، نمی‌توان از روی شکل و وضعش حکم کرد به این که در جمله‌ی ذوات الاذناب مرصوده‌ی سابقه[٦]، دیده شده[۷] و یا ظهورش نوبت اول است. چرا که صورت ذوذنب زود و بسیار تغییر پذیرد /۸۱۸/ و دیده شده که اوضاعش[۸] در عرض چند روز به کلی منقلب گشته، پس اگر در دو وقت مختلف دو ذوذنب[۹] را رؤیت کنیم، به هیچ وجه نمی‌توان از روی تشابه یا عدم تشابه اوضاع و حالات آن‌ها حکمی در خصوص اتحاد یا اختلاف‌شان نمود و تاکنون بیش از ۲۰۰ ذوذنب رصد شده و اصول مدار هر کدام با دقت تمام معلوم گشته، در[۱۰] جدول ثبت افتاده است. پس هر وقت ذوذنبی تازه ظاهر شود، منجمان سه نوبت اقلاً[۱۱] او را رصد می‌کنند و اصول مدارش را با اصول مدارات ذوات الاذناب مرصوده می‌سنجند، اگر با یکی از آن‌ها موافقت کرد، احتمال قوی می‌برند در اتحادند و نه آن‌که به طور یقین در این حکم تصریح کنند. چرا که نظر به وسعت بی منتهایی که در آن جا ذوات الاذناب حول آفتاب می‌گردند، احتمال ضعیف است[۱۲] در اینکه دو[۱۳] ذوذنب در مداری واحد به عینه سیر کنند. و

---

[۱]نج و رض: خفایشان

[۲]نج: طول روزه‌اش را

[۳]نج و رض: به

[٤]مل: حدث

[٥]مل: حدث

[٦]نج و رض: سابق

[۷]نج: شد

[۸]نج و رض: - اوضاعش

[۹]نج و رض: دو ذوذنب مختلف

[۱۰]نج: گشته و در

[۱۱]نج و رض: منجمان اقلاً سه نوبت

[۱۲]نج: احتمال ضعیف

[۱۳]نج و رض: - دو

چون اصول دو ذوذنب موافق گردد و فاصله‌ی زمان یکی از دیگر در دست باشد و هر دو را یکی دانند، تاریخ ظهور نوبت سیّمش را استخراج کنند و مترصد وقت باشند، پس اگر آن وقت ظاهر شد، محققاً[۱] دوری است و در سلک ذوات الاذناب متناوبه ثبتش کنند و معلوم است[۲] که در این صورت باید مدارش[۳] بیضی شکل باشد و حال مشغول شویم[۴] به ذکر این نوع از ذوات الاذناب:

۳٦۲ در معرفت ذوذنب هالِه[۵]: ذوذنبی در سال ۱۰۹۳ ظاهر شد و جمعی از منجمان معروف او را رصد کردند و هاله منجم انگلیسی[٦] به دستورالعملی که نیوتن وضع نموده بود، از روی آن ارصاد، اصول[۷] مدارش را استخراج /۸۱۹/ نموده، چنین یافت:

میل	طول عقده	طول حضیض شمسی	بعد حضیض شمسی	جهت حرکت
۱۷ج ٤۲ق	۵۰ج ٤۸ق	۳۰۱٫۸ج ۳٦ق	۰.۵۸	بر خلاف توالی

و بعد به همان قاعده اصول مدارات بسیاری از ذوات الاذناب[۹] را که متقدمین رصد کرده بودند، استخراج نمود. در جمله‌ی آن‌ها ذوذنب سال ۱۰۱٦ و ذوذنب سال ۹۳۸ را بسیار شبیه[۱۰] دید با ذوذنب اول و فاصله‌ی مابین این سه تاریخ را ۷۵ و ۷٦ سال شمسی یافت. پس خبر داد که آن ذوذنب در سال ۱۱۷۲ ظهور خواهد نمود و آنچه گفته بود اتفاق افتاد[۱۱] و بعد از آن‌که به کتب متقدمین رجوع کردند، معلوم شد که همان کوکب در سال ۸٦۰ و

---

[۱] نج: - محققاً

[۲] نج: - است

[۳] نج و رض: در این صورت مدارش باید

[٤] نج: مشغول می‌شویم

[۵] نج: - ذوذنب هاله

[٦] نج و رض: انگلیس

[۷] نج: اطول

[۸] نج: ۲۰۱ج ۳٦ق

[۹] نج و رض: ذوات الاذنابی

[۱۰] نج و رض: مشابه

[۱۱] نج و رض: گفته بود واقع شد

۷۸۰ ظهور کرده. پس ذوذنب به اسم هالِه مشهور شد و قاعده اقتضا نمود که در سال ۱۲۵۰ یا ۱۲۵۱ باز[۱] ظاهر شود و در ماه جمادی الاخری ۱۲۵۱ رؤیت شد. پس یقین گشت[۲] که این ذوذنب دَوری است[۳] و مدت دوره‌ی وسطی‌اش ۷۶[٤] سال شمسی و یک ماه است. ولیکن به سبب بی انتظامی‌هایی که از قوه‌ی جاذبه در حرکتش عارض می‌شود، ممکن است که یک سال و نیم اختلاف کند. چنان که[٥] در هفت ظهور مذکور که به تحقیق[٦] پیوسته، فاصله‌ی مابین هر دو مرور متوالی[۷] به حضیض شمسی‌اش[۸] چنین است:

از سال ۷۸۰ تا ۸٦۰ ... ۲۸۳٤۳ شبانه‌روز

از سال ۸٦۰ تا ۹۳۸ ... ۲۷٤٦۷

از سال ۹۳۸ تا ۱۰۱٦ ... ۲۷۸۱۱

/۸۲۰/

از سال ۱۰۱٦ تا ۱۰۹۳ ... ۲۷۳۵۲ شبانه‌روز[۹]

از سال ۱۰۹۳ تا ۱۱۷۲ ... ۲۷۹۳۷

از سال ۱۱۷۲ تا ۱۲۵۱ ... ۲۸۰۰٦

---

[۱] نج: - یا ۱۲۵۱ باز

رض: - باز

[۲] نج و رض: شد

[۳] رض: دوری است و مدت دوری است

[٤] نج: ۷۱

[٥] رض: چه

[٦] نج: - و نیم اختلاف کند. چنان که در هفت ظهور مذکور که به تحقیق

[۷] نج و رض: متوالی‌اش

[۸] نج و رض: شمسی

[۹] نج و رض: - شبانه‌روز

و اختلاف مابین این‌ها تا سه سال می‌رسد و اکنون علم به حدی ترقی کرده که منجمان از روز ظهور خبر[1] صحیح می‌دهند و ما صورت مدار آن را در **ش ۲۰۰** نموده‌ایم. اندک[ـی] از حد مدار نبتون، تجاوز کرده، قطر اطول مدارش ۳۵.۹ است و بعد اوج شمسی‌اش ۳۵.۳ .

۳٦۳ در معرفت ذوذنب انک: این ذوذنب نیز دوری است و در هر ۱۲۰٤ شبانه‌روز یا سه سال و سه عشر، تقریباً یک نوبت ظهور کند و از این جهت آن[2] را ذوذنب ۱۲۰۰ روزه و قصیرالدور نیز گویند[3]. این کوکب را پُنس آخر محرم ۱۲۳٤ در مارسِی یافت و انک اصول مدارش را به تحقیق استخراج نمود. مقدار اوسطش چنین است:

میل مدار	طول عقده	طول حضیض	بعد حضیض شمسی	جهت[4] حرکت
		شمسی		
۱۳ج [و] چند دقیقه	۳۳٤ج و نیم	۱۵۷ج و کسری	۰.۳۳	بر توالی

و با اصول بعضی از ذوات الاذناب مرصوده‌ی سابقه موافق دید و معلوم شد[5] متناوبه است و مدارش در جوف مدار مشتری واقع است و نصف قطر اطول آن مدار ۲.۲۱٤۸ است و بعد اوج شمسی‌اش ٤.۰۹۲٦ و خروج مرکزش[6] ۰.۸٤۷۸ و بعد از آن سال در سنین ۱۲۳۷ و ٤۱ و ٤٤ و ٤۷ و ۵۱ و ۵٤ و ۵۸ و ٦۱ و ٦۵ و ٦۸ هجری[7] و غیره ظاهر گشته.

/۸۲۱/

---

[1] نج: از روز خبر ظهور

[2] نج و رض: او

[3] نج و رض: گوییم

[4] نج و رض: سمت

[5] نج و رض: معلوم شد که

[6] نج و رض: مرکز

[7] نج و رض: - هجری

۳٦٤ در معرفت ذوذنب گامُبار پابیه‌لا: این ذوذنب متناوبه را بیه‌لانمساوی ۲۰ رجب ۱۲٤۱ در ژوانیس‌بِرگ[۱] یافت و ده روز بعد گامبار در مارسِی رؤیت نمود و خود اصول مدارش را استخراج کرده، چنین یافت:

میل مدار	طول عقده	طول حضیض	بعد حضیض شمسی	جهت[۲] حرکت
		شمسی		
۱٤ج ۳۹ق	۲٤۷ج ٥٤ق	۱۰٤ج ۲۰ق	۰.۹٥	بر توالی

و با ذوات الاذناب مرصوده‌ی سابقه سنجید، معلوم کرد که آن[۳] ظهور اولش نبوده و در سال ۱۲۲۰ و ۱۱۸٦ رؤیت شده و بعد از آن در سال ۱۲٤۸ ماه رجب و در سال ۱۲٦۲ ماه صفر رؤیت شد و در حین معاودت سال ۱۲٥٥ رؤیت نشد.

مدت دوره‌ی وسطی‌اش ۲٤۱۷ روز است یا ٦.٦۲[٤] سال شمسی، و نصف قطر اطول مدارش ۳.٥۲٤٥ و بُعد حضیض شمسی[٥] ۰.۸٥٦٥ و بُعد اوج شمسی[٦] ٦.۱۹۲٦[۷] و خروج مرکزش ۰.۷٥۷۰ و مدارش اندکـ[ـی] از سر حد مدار مشتری تجاوز می‌کند.

در خصوص انشقاق ذوذنب گامبار: این کوکب بی‌هسته در سال ۱۲٦۲ به حالت غریبی ظاهر شد. به دو قطعه منشق گشته بود و هر دو در آسمان به شکل دو ذوذنبِ متشابه، مداری را که سابق ذوذنب اصلی

---

[۱] نج و رض: ژانیس بر

[۲] نج و رض: سمت

[۳] نج و رض: این

[٤] نج: ٦٦۲

[٥] نج و رض: شمسی‌اش

[٦] نج و رض: شمسی‌اش

[۷] نج: ٦.۹۲٦

داشت، به اتفاق می‌پیمودند و مجاور همدیگر بودند ولیکن هیچ اتصال و رابطه‌ای مابین آن‌ها نبود و در ذیقعده‌ی ۱۲٦۸ به همان حالت منفصله ظاهر گشت و[۱] /۸۲۲/ سبب این حادثه معلوم نشد.

بعضی از منجمان از ارصاد سال ۱۲٤۱ چنین استنباط نمودند که ذوذنب گامبار، در ظهور سال ۱۲٤۸ زمین را ملاقات می‌کند و مورث صدمه خواهد شد و از این جهت[۲] بسیار مضطرب بودند و مردم را مشوش و پریشان خاطر داشتند و بعد از تحقیق در مسئله معلوم شد که این[۳] حکم خلاف محض بوده و دلیلی که منجمان را بر این حکم بازداشت، آن است که بنابر[٤] استخراج آنها باید ذوذنب در ۷[٥] جمادی الاخری ۱۲٤۸ قبل از سحر سطح[٦] منطقة البروج را قطع کند، یعنی از درون مدار زمین عبور کند و زمین در مدت حرکت سالیانه‌اش از سطح منطقة البروج خارج نمی‌شود و بنابراین اگر ذوذنب زمین را ملاقات کند، باید در همین سطح باشد و این حادثه باید ۷ جمادی الاخری قبل از سحر اتفاق افتد و حال باید دانست که نقطه‌ی تقاطع ذوذنب با سطح منطقة البروج آیا نزدیک است به مدار زمین یا نه؟ زیرا که قرب و بعدش کمال مداخله در وقوع حادثه دارد. پس گوییم بنابر استخراج، آن نقطه در جوف مدار زمین واقع است و فاصله‌اش در آن تاریخ باید از[۷] مدار مذکور به قدر مضاعف و ثلث قطر زمین باشد و بلکه به استخراج منجمان دیگر این فاصله‌ی قلیل هم نباید موجود باشد و ذوذنب خود مدار زمین را باید قطع کند و ما همان مضاعف و ثلث را اختیار می‌کنیم ولیکن به مرکز ذوذنب تعلق دارد[۸]. پس باید ببینیم که آیا حجم کوکب آنقدر عظیم هست که به مدار زمین رسد و تعدّی کند یا نه؟ جواب: اُلبِر منجم در ظهور سال ۱۲۲۰ نصف قطر ذوذنب را ٥ برابر و ثلث نصف قطر زمین یافت و چون این عدد را به عدد مذکور بسنجیم، ظاهر می‌شود که در ۷[۹] جمادی الاخری ۱۲٤۸ سحاب ذوذنب[۱] قطعه‌ای از مدار زمین را[۲] احاطه می‌کند، پس در حقیقتِ

---

[۱]مل: و و

[۲]نج و رض: خواهد شد و لهذا

[۳]نج و رض: - که این

[٤]رض: است که بر

[٥]نج و رض: هفتم

[٦]نج:ـ سطح

[۷]رض: آن

[۸]نج و رض: ذوذنب نسبت دارد

[۹]نج و رض: هفتم

این مسئله جز یک[۳] فقره چیزی باقی نماند. این است که چون ذو ذنب به آن مقام قرب رسد و سحابش بر قطعه‌ای از مدار زمین احاطه کند، زمین[٤] آن وقت کجاست؟

جواب: سابق ذکر شد که ذوذنب در ۷[٥] جمادی الاخری ۱۲٤۸ قبل از سحر کمال قرب به نقطه‌ای[٦] از مدار زمین حاصل می‌کند و اما زمین نمی‌رسد به آن نقطه[۷]، جز ۱۰ رجب وقت صبح، یعنی قریب به یک ماه بعد و سرعت انتقالی زمین در هر شبانه‌روز ٤۳۰۰۰۰ فرسنگ است و آن ذوذنب هنگام ظهورش در سال ۱۲٤۸ اقلاً ۱۳ هزار هزار فرسنگ[۸] از زمین باید دور باشد. پس معلوم شد که آن وقت زمین از نقطه‌ی تقاطع بسیار دور بوده و در[۹] رأس موعد، بی‌انتظامی‌های حرکت ذوذنب مانع از ظهور چنین حادثه‌ی نحسی[۱۰] گشته و در خصوص عدم ظهور چنین حوادث[ـی] باید ملاحظه نمود که جوهر ذوات الاذناب به حدی خفیف است که ملاقاتش به هیچ وجه مورث خطر نمی‌شود و در صورت وقوع ملاقات، احتمال قوی[۱۱] است که زمین از درونش عبور کند و ما خبردار نشویم.

---

[۱] نج و رض: ذوذنب بر

[۲] نج و رض: - را

[۳] نج و رض: - یک

[٤] نج و رض: زمین در

[٥] نج و رض: هفتم

[٦] نج و رض: قرب به قطعه‌ای

[۷] نج و رض: به آن محل

[۸] نج: - و آن ذوذنب هنگام ظهورش در سال ۱۲٤۸ اقلاً ۱۳ هزار هزار فرسنگ

[۹] نج و رض: - در

[۱۰] نج و رض: نحس

[۱۱] نج و رض: کلی

۳٦۵ در معرفت ذوذنب فای: در آخر شوال ۱۲۵۹، موسیو فای این ذوذنب را رؤیت نمود و به رصد و استخراج اصول مدارش را معلوم کرد و اگر /۸۲٤/ چه در فهرست ذوات الاذناب مرصوده، هیچ کوکب[۱] نیافت که فی‌الجمله شباهت با آن داشته باشد، از روی رصدِ آن سال و سال ۱۲٦۰ خبر بازگشت آن را در سال ۱۲٦۷ یا در ۱۲٦۸ داد و از روی تقویمش منجم رصدخانه‌ی کامبریج او را در محرم ۱۲٦۷ باز یافت و تناوبش به ثبوت پیوست. و اصول مدارش به استخراج موسیو لُوِریه از این قرار است:

مرور به حضیض شمسی	میل مدار	طول عقده	طول حضیض شمسی	بُعد حضیض شمسی	جهت[۲] حرکت
۲٤ رمضان ۱۲۵۹	۱۱ج۲۳ق	۲۰۹ج۲۹ق	٤۹ج۳٤ق	۱.٦۹	بر توالی

و نصف قطر اطول مدار ۳.۸۱۱۸، بُعد اوج شمسی ۵.۹۳۱۰، خروج مرکز ۰.۵۵۵۰، مدت[۳] دوره‌اش ۲۷۱۸ شبانه‌روز که قریب هفت[٤] سال و نیم است و مدارش از حد[۵] مشتری تجاوز می‌کند.

ذوات الاذنابی که تاکنون تناوب‌شان به تحقیق پیوسته باشد، همین چهار عدد است که ذکر شد، چرا که هر کدام دو نوبت اقلاً[٦] در حضیض شمسی رؤیت شده‌اند و در این اواخر چند عدد دیگر یافته‌اند که شکل مدارات‌شان دلیل است بر تناوب‌شان. لیکن نباید هیچ‌کدام را در سلک ذوات الاذناب متناوبه مندرج نمود، به[۷] جز آن وقت که اقلاً یک دور حول آفتاب سیر کنند[۸]، و باز در حضیض نمایان شوند. و[۹] چون شخص نظر کند در **ش۲۰۰** می‌بیند که مدارات ذوات الاذناب دوری و مدارات سیارات، همدیگر را از هر طرف تقاطع کرده‌اند

---

[۱] نج و رض: کوکبی

[۲] نج و رض: سمت

[۳] نج و رض: و مدت

[٤] نج و رض: ۷

[۵] نج و رض: سرحد

[٦] نج و رض: هرکدام اقلاً دو نوبت

[۷] نج و رض: - به

[۸] نج: کند

[۹] نج و رض: - و

ولیکن باید منتقل شد که سطوح این مدارات به درجات مختلفه از سطح منطقة البروج میل دارند. بر وجهی که خود مدارات کمال فاصله را از همدیگر دارند و هرگز /۸۲۵/ متقاطع نمی‌شوند.

۳٦٦ ذوات الاذناب را به دو طبقه قسمت نموده‌اند: داخله و خارجه. طبقه‌ی اول آنان‌اند که مدارات‌شان از حد نبتون تجاوز نکند و خارجه آنان‌اند که تجاوز کنند[۱]. و تا کنون چند ذوذنب داخله یافته‌اند که مدارات‌شان بیضی شکل‌اند و بنابر[۲] رصد باید متناوبه باشند. ولی بیش از یک نوبت دیده نشده‌اند و بعد از غیبت دیگر ظهور نکرده‌اند. چون ذوذنب سال ۱۱۸٤ که معروف است به ذوذنب لِکزِل و دوره‌اش ۳۵[۳] سال و نیم است ولی به سبب خارج شدن از مدار اولش دیگر ظاهر نشده و مانند ذوذنب ویک که ۹ شعبان ۱۲٦۰ در شهر رُمَه[٤] رؤیت شد و مدت چند روز به ضوء کواکب قدر ششم با چشم دیده می‌شد و دنباله‌اش کوتاه بود و مایل به لون آبی و در سمت مقابل آفتاب ممتد بود و به استخراج موسیو فای و موسیو لُوِریه ثابت شد که آن[۵] ذوذنب متناوبه بوده و دوره‌اش ۱۹۹۵ شبانه‌روز و[٦] نصف قطر اطولش ۳.۱ و بعد اوج شمسی‌اش ۵.۰ و خروج مرکزش ۰.٦ ولیکن دیگر ظاهر نشد و همچون ذوذنب دوربینی موسیو بِرُرسان[۷] که آخر صفر ۱۲٦۲ این منجم در رصدخانه‌ی کیل در دانِمارک[۸] رؤیت نمود و دوره‌اش ۲۰۳۹ شبانه‌روز بود. یعنی قریب ۵ سال [و] نیم[۹]. و به قاعده لازم بود که در[۱۰] سال ۱۲٦۷ بازگشت کند به حضیض شمسی، لیکن دیگر دیده نشد و[۱۱] قطر اطول مدارش ۳.۱۹۸ بود و بعد اوج شمسی‌اش[۱] ۵.٦٤۳ و

---

[۱]رض: کند

[۲]نج و رض: شکل‌اند و به حسب

[۳]نج: پنج

[٤]نج: رمد

[۵]نج: این

[٦]نج: - و

[۷]نج: بدرسان

[۸]نج و رض: دانمارک

[۹]رض: قریب پنج سال و نیم

[۱۰]نج: - ۲۰۳۹ شبانه‌روز بود. یعنی قریب ۵ سال نیم. و به قاعده لازم بود که در

[۱۱]رض: - و

خروج مرکزش ۰.۷۹۳ . دیگر ذوذنب دوربینی موسیو دارِست است که در رمضان /۸۲٦/ ۱۲٦۷ یافته شد و چندماه مرئی بود و دیگر دیده نشد. نصف قطر اطول مدارش ۳.٤٦ بود. بعد اوج شمسی‌اش ۵.۷۵، خروج[۲] مرکزش ۰.٦٦، دوره‌اش[۳] ۲۳۵۳ شبانه‌روز. دیگر ذوذنبی است که موسیو پِترس اواسط سال ۱۲٦۲ در ناپل یافت. دوره‌اش[٤] ۱٦ سال بود و قطر اطول مدارش ٦.۳۲ و چند ذوذنب دیگر نیز به دوره‌ی ۵ ساله مفقود شدند.

فصل ۳: در معرفت ذوات الاذناب طویل الدور

۳٦۷ در جمله‌ی ذوات الاذناب طویل[۵] الدور، تاکنون دوره‌ی ذوذنب هالِه تنها به تحقیق معین شده و آن ذوات الاذنابی را که یک نوبت بیش رؤیت نشده‌اند و مدت دورشان چندان قرن[٦] و بلکه چندان هزار سال است، منجمان معرفت درستی به احوال‌شان ندارند. مسائلی که تا عصر ما، روزگار همین قدر مجال داده که دانشمندان وضع کنند، پس از ما به مرور دهور منحل خواهند شد و آنچه بر اجداد ما مجهول بوده و در خصوص آن‌ها خیالات واهی می‌نمودند، در این جزو زمان حقیقت‌شان معلوم گشته و اصولی به دست آمده و بر پس‌آیندگان ماست که آن‌ها را به درجه‌ی تکمیل رسانند.

و[۷] حال به طریق اجمال ذکر می‌کنیم احوال ذوات الاذناب مختلفه را که مدارات بیضی شکل آن‌ها از حد نبتون گذشته و اول ۵ ذوذنبی است که ادوارشان[۸] از ٦۹ سال شمسی است تا ۷۵ سال.

---

[۱] نج: - لیکن دیگر دیده نشد و قطر اطول مدارش ۳.۱۹۸ بود و بعد اوج شمسی‌اش

[۲] نج و رض: و خروج

[۳] نج و رض: و دوره‌اش

[٤] نج و رض: یافت و دوره‌اش

[۵] مل: طوال

[٦] نج: قرب

[۷] نج و رض: - و

[۸] نج و رض: که دورشان

ذوذنب اول: در ۱۳ رمضان ۱۲٦۸، موسیو وِستفال در کُتَنک[۱] ذوذنبی یافت و موسیو مارت اصول مدارش را استخراج نمود. نصف /۸۲۷/ قطر اطولش ۱٦.۳۲، بعد اوج شمسی‌اش ۳۱.۹۹، خروج مرکزش ۰.۹۲، دوره‌اش[۲] به تقریب ٦۹ سال.

دوم: پُنس در ۵[۳] رجب ۱۲۲۷ ذوذنبی یافت که با چشم دیده می‌شد و به استخراج موسیو آنک اصول مدار بیضی شکلش چنین بود: نصف قطر اطول ۱۷.۰۹، بعد اوج شمسی‌اش[٤] ۳۳.٤۱، خروج مرکز ۰.۹۵، مدت[۵] دورش ۷۰.٦۸ سال شمسی.

سیم: اُلبِر اواخر ربیع الاول ۱۲۳۰ ذوذنبی یافت و مدت چندماه رصد نمود و چند نفر از منجمان اصول مدار بیضی شکلش را استخراج نمودند[٦]. نصف قطر اطول شد[۷] ۱۷.٦۳، بعد اوج شمسی ۳٤.۰٦، خروج مرکز ۰.۹۳ و دورش[۸] ۷٤.۰۵ سال شمسی و به استخراج موسیو بِسل در جمادی الاخری ۱۳۰٤ ظاهر خواهد شد و به سبب قوای جاذبه‌ی سیارات بازگشتش ۲ سال تأخیر افتاده.

چهارم[۹]: ویک ٦[۱۰] صفر ۱۲٦۲ در رُمَه، و موسیو بُند در ینگی دنیا [در] ۱۲ صفر، ذو ذنبی یافتند که تا دو ماه بعد مرئی بود و اصول مدار بیضی شکلش چنین بود:نصف قطر اطول ۱۷.۵، بعد اوج شمسی ۳٤.٤، خروج مرکز ۰.۹٦[۱۱] و دورش ۷۳.۲۵ سال شمسی.

---

[۱] نج: کتنل

[۲] نج: و دوره‌اش

[۳] نج و رض: پنجم

[٤] نج و رض: بعد اوج شمسی

[۵] نج و رض: و مدت

[٦] نج و رض: نموده

[۷] نج و رض: - شد

[۸] نج و رض: دوره‌اش

[۹] نج: چهار

[۱۰] نج و رض: ششم

[۱۱] نج: ۵.۹٦

پنجم: موسیو بِرُرسان در الثُنا، ۷[۱] شعبان ۱۲۶۳[۲] ذوذنبی یافت که[۳] یک ماه مرئی بود و چند منجم اصول مدار بیضی شکلش را[٤] استخراج نمودند. نصف قطر اطول شد[٥] ۱۷.۸، بُعد اوج شمسی ۳۵.۱، خروج مرکز ۰.۹۷ /۸۲۷/ و دورش ۷٤.۹۷ سال شمسی.

ذوات الاذنابِ ذیل به حسب ارصاد دقیقه صاحب مدارات بیضی شکل‌اند و متناوبه، لیکن به سبب کثرتِ[٦] طول مدت دور، منجمان مأیوس‌اند از اینکه دیگر بار[۷] آن‌ها را رؤیت کنند:

اول: ذوذنبی است که فِراکاستُر در سال ۹۳۹ یافت و منجمان دیگر رصد کردند و از روی استخراج اصولش چنین گمان کرده‌اند[۸] که آن به عینه کوکبی است که در سال ۱۰۷۱ ظاهر شد و فاصله‌ی مابین آن دو ظهور ۱۲۹ سال شمسی است.

دوم: فِلامستید اول منجم دولتی گِرینویچ، آخر رجب ۱۰۹٤ ذوذنبی رؤیت کرد[۹] و تا دو[۱۰] ماه بعد رصد نمود و به حسب استخراج منجمان مدارش بیضی شکل است و مدت دورش ۱۸۸ سال شمسی و نصف قطر اطولش ۳۳ و بعد اوج شمسی‌اش[۱۱] ٦٦ و باید اواخر ۱۲۸٦ مترصد ظهورش بود.

---

[۱] نج و رض: ۸

[۲] نج: ۱۲٦

[۳] رض: که تا

[٤] نج و رض: - را

[٥] نج و رض: - شد

[٦] نج و رض: - کثرت

[۷] نج و رض: از اینکه باز

[۸] نج: کرداند

[۹] مل: کر

[۱۰] نج و رض: هشت

[۱۱] رض: اوج شمسی است

سیم: ذوذنبی است که موسیو کُلا اواخر جمادی الاولی ۱۲٦۱ یافت و اصول مدارش چنان‌چه استخراج نمودند، کمال مشابهت داشت با ذوذنبی که در آخر[۱] ۱۰۰٤[۲] یافته بودند و مدت مابین دو ظهور ۲٤۹ سال شمسی است.

چهارم:در آخر[۳] سال ٦٦۲، ذوذنب[٤] درخشانی یافت شد و اصول مدارش را دو نفر از منجمان استخراج نمودند و جمیع مورخین نوشته‌اند که تا دو ماه به آن حالت ظاهر بود و طول ذنبش به ۱۰۰ درجه می رسید و اهل چین[٥] آورده‌اند که به شکل شمشیر خمیده بود و به تدریج ضوءاش ضعیف گشت[٦] تا در شب وفات پاپ اُوربَن چهارم غیبت کرد و چون اصول آن را بسنجیم با اصول ذوذنب سال[۷] /۸۲۹/ ۹٦۳ کمال مشابهت در آنها می‌بینیم و مدت مابین دو ظهور ۲۹۲ سال شمسی است. پس اگر این دو کوکب متحد و متناوبه باشند، لازم بود[۸] که در سال ۱۲٦٤ بازگشت کند[۹] و آن[۱۰] سال منجمان در جمیع رصدخانه‌ها مترصد ظهورش بودند، رؤیت[۱۱] نشد. پس این فقره مایه[۱۲]ی تفکر ایشان گشت[۱۳] که به چه سبب استخراج با رصد مخالف گردید و آخر چنین فهمیدند که به تأثیر قوای جاذبه‌ی سیارات عظام، بی‌انتظامی در حرکت ذوذنب عارض شده و آن وقت با رعایت این تعدیلات، ثانیاً

---

[۱]نج و رض: که در اواخر

[۲]نج: ۱۰۰۰٤

[۳]نج: در اواخر

[٤]نج و رض: ذوذنبی

[٥]نج و رض: می‌رسید و چینیان

[٦]نج و رض: شد

[۷]نج و رض: - سال

[۸]نج و رض: بوده

[۹]نج و رض: کنند

[۱۰]نج و رض: و در آن

[۱۱]نج و رض: بودند و رؤیت

[۱۲]نج: مابه

[۱۳]نج و رض: شد

مشغول استخراج شدند و جواب آمد که باید[1] آن ذوذنب مابین سال ۱۲۷۲ و ۱۲۷۷[2] وقتی ظهور کند، پس یکی از منجمان جاهل[3] اهل نمسه[4] در روزنامه‌ها نوشت که این ذوذنب باید در ۲۱ شوال ۱۲۷۳[5] ظاهر شود و آن وقت در ضمن حرکتش با کره‌ی زمین ملاقات خواهد نمود و تمام ساکنانش را به هلاکت خواهد رسانید و چون این خبر وحشت اثر که قائلش باید یا[6] پیغمبر خدا باشد یا شخص مجنون، میان[7] عوام انتشار یافت، آن سال در تمام ممالک اروپا و[8] بلکه در آسیا صحبت طبقات ناس از اعلی و ادنی در خلوت و در[9] جمعیت منحصر به همین فقره بود و همه مشوش و مضطرب بودند و آن سال در روزنامه‌ها به مستمسک‌ها و به عنوان‌های مختلف، مسئله‌ی ظهور ذوذنب را طرح می‌کردند و در خصوص خطرهای عظیمش تحقیقات می‌نمودند و در امکان و عدم امکان وقوعش[10] منازعه می‌کردند و عاقبت رؤیت نشد، با وجود آن‌همه سعی و مواظبتی که منجمان نمودند در یافتنش.

پنجم: در بِرلَن، آخر شعبان ۱۲۵٦ ذوذنبی رؤیت شد و به استخراج معلوم /۸۳۰/ گشت[11] که مدارش بیضی شکل است و نصف قطر[12] اطول آن مدار ٤۹، بعد اوج شمسی‌اش ۹۷ و دورش ۳٤٤ سال شمسی.

---

[1] نج: - باید

رض: که باید که

[2] نج: ۲۲۷۲

[3] نج و رض: جاهل از

[4] نج: خمسه

[5] نج: ۱۲۲۳

[6] نج: - یا

[7] نج و رض: مجنون مابین

[8] نج: - و

[9] نج و رض: - در

[10] مل: وقوش

[11] نج و رض: شد

[12] نج و رض: - قطر

ششم:موسیو بررسان در رمضان ۱۲٦۲ ذوذنبی یافت که مدارش بیضی بود و نصف قطر اطول ٥٤ و بعد اوج شمسی ۱۰۸ و دورش[۱] ٤۰۱ سال شمسی.

هفتم: پِرنی در آخر صفر ۱۲۰۸ ذوذنبی یافت که تا دو ماه بعد[۲] مرئی بود و دورش[۳] ٤۲۲ سال شمسی[٤].

بالجمله[٥] در اوقات دیگر ذوات الاذنابی[٦] یافته‌اند که نصف قطر اطول و بعد اوج شمسی و مدت دورشان چنین است:

نصف قطر اطول	بُعد اوج شمسی	دوره به حسب سال شمسی
۹۲	۱۸۱	۸۷٥
۱۹۰	۳۷۹	۲٦۱۱
۲۱۱	٤۲۱	۳۰٦٥
۲٦۸	٥۳٥	٤۳۸٦
۳۱۰	٦۱۸	٥٦٤۹
٤۰۷	۸۱۳	۸۳۷٥
٤۲۸	۸٥٥	۸۸۱۳
۱۷۸۸	۳۹۷٥	۷٥۸۳۸
		۱۰۰۰۰۰

[۱] نج و رض: دوره‌اش

[۲] نج و رض: - بعد

[۳] نج و رض: دوره‌اش

[٤] نج و رض: سال شمسی است

[٥] نج و رض: خلاصه

[٦] نج: ذوات الاذناب

تنبیه: ملاحظه کنید که[1] در عالم شمسی چه ذوات الاذنابی[2] یافت می‌شود که گاه چنان تقرب به آفتاب می‌جویند که بعدشان کمتر از فاصله‌ی زمین می‌شود /۸۳۱/ و گاه به حدی دور می‌شوند که بُعدشان چندان هزار برابر آن[3] فاصله گردد و در اعماق آسمان، بیش از کواکب درخشان شعری[4] یمانی و سماک رامح و نسر واقع و عیوق فرو می‌روند و چندان هزار قرن صدساله باید منتظر بازگشت آن‌ها شد.

علاوه بر ذوات الاذنابی که ذکر شد، چه بسیار ظاهر شده و به رصد آمده، ولیکن اصول مدارات‌شان را به هیچ‌وجه با هم‌دیگر تشابه و توافقی نیست. و آن مدارات را نمی‌توان به[5] جز قطع مکافی شکل دیگر فرض نمود. یعنی که اقطار آن‌ها را چندان طویل و ممتد یافته‌اند که با غیرمتناهی اختلاف ندارند و در این صورت خود مدار را قطع مکافی گوییم.

بالجمله در سلک انواع[6] ذوات الاذنابی که تا اواسط سال ۱۲۷۷ به رصد آمده، ۷ نوبت ذوذنب هاله رؤیت شده و ١٦ نوبت ذوذنب آنک و ۷ نوبت ذوذنب گامبار و ۳ نوبت ذوذنب فای و ٤٧ ذوذنب ظاهر شده که مدارات‌شان بیضی شکل است و احتمال است که نوبت دیگر به حضیض شمسی خود بازگشت کنند و ۱۵۸ ذوذنب به مدار قطع مکافی نمایان گشته و بنابراین از زمان حضرت مسیح تا مقارن تاریخ مذکور عدد ذوات الاذناب مرصوده به ۲۳۸ رسیده، ولیکن عدد مجموع ذوات اذنابی[7] که از عصر حضرت مسیح تا کنون با چشم و با دوربین دیده شده، مرصود و غیرمرصود، قریب است به هفتصد و اکثر آن‌ها را در همین دویست و پنجاه سال اخیر که دوربین وضع شده، یافته‌اند و آن‌قدر ذوات /۸۳۲/ الاذناب[8] که متقدمین در عرض پنجاه سال رؤیت می‌نمودند، حال در عرض یک سال دیده می‌شود. چنان چه عدد آن‌چه در این پنجاه سال اخیر با چشم دیده‌اند به

---

[1] نج و رض: - که

[2] نج: ذوات الاذناب

[3] نج: - آن

[4] نج و رض: شعرای

[5] نج و رض: - به

[6] نج و رض: - انواع

[7] نج و رض: ذوات الاذنابی

[8] نج و رض: ذوات الاذنابی

ده می‌رسد و آن‌چه با دوربین یافته‌اند[1]، از صد تجاوز می‌کند. به خصوص در همین سنوات که هر سال اقلاً از پنج تا ده عدد با دوربین می‌یابند.

و اما[2] در خصوص عدد ذوات الاذناب عالم شمسی هنوز رصد این کواکب به آن درجه‌ی تکمیل نرسیده که بتوان جواب مسئله را به جز از روی حدس[3] و احتمال به وجه دیگر ادا نمود و اکثر منجمان مدت‌ها در این مطلب خیالات نموده‌اند و به تقریب[4] عددی مشخص کرده‌اند، لیکن شاید در این باب اصح اقوال آن باشد که کپلر نوشته که ذوات الاذناب عالم شمسی به عدد ماهیان بحر محیط است.

فصل ٤[5]: در بعضی از خصوصیات ذوات الاذناب

٣٦٨ در معرفت ذوات الاذنابی که در وسط نهار[6] با چشم دیده شده‌اند: ظهور ذوذنب در وسط نهار بسیار نادر است، ولیکن مورخین آورده‌اند و ما آنچه معتبر و صحیح باشد، ذکر می‌کنیم:

سِنِک که یکی از حکمای معروف است، نوشته که ١٤٦ سال شمسی قبل از مسیح، ذوذنبی به بزرگی آفتاب ظاهر شد و ظلمت شب را بر طرف نمود. مورخ دیگر ژوستَن آورده که ١٣٤ سال[7] قبل از مسیح ذوذنبی ظاهر شد و مدت ٧٠ روز مرئی بود و در آن مدت آسمان افروخته و مشتعل می‌نمود و کوکب ربع سطح او را احاطه داشت و ضوءاش بر آفتاب /٨٣٣/ تفوق جسته بود و زمان طلوعش چهار ساعت طول داشت و همچنین زمان غروبش.

---

[1] نج و رض: دوربین دیده‌اند

[2] نج و رض: - اما

[3] مل: حدث

[4] نج و رض: نموده‌اند و تقریباً

[5] نج و رض: فصل چهارم

[6] نج: وسط النهار

رض: وسط النهار بسیار

[7] نج و رض: سال شمسی

۴۳ سال قبل از مسیح، ذوذنبی ظاهر شد که در روشنایی روز با چشم دیده می‌شد. سقراط و سُزَمِن دو مورخ مشهور نوشته‌اند که در چهارصد[۱] مسیحی، ذوذنب بسیار مهیبی ظاهر شد که تاکنون[۲] احدی به خاطر نداشت[۳]، و اگر در آسمان بود، حدش به زمین می‌رسید و به شکل شمشیر بود.

در[٤] سال ۱۰۰٦ عیسوی[٥] که اولش مطابق است با اواسط[٦] ۳۹٦[۷] هجری، ذوذنبی به ظهور رسید که ضوءاش با ربع ماهتاب بدر قمر برابری می‌کرد و بزرگی‌اش سه برابر زهره بود.

مورخین آورده‌اند که در ۱۷ جمادی الاولی ٤۹۹ کوکبی به فاصله‌ی یک ذراع[۸] از آفتاب دیده شد و احتمال است که آن کوکب ذوذنب بوده نه زهره. چرا که سه روز بعد از آن، در سمت مغرب ذوذنب درخشانی یافتند که دنباله‌ی طویلی داشت.

در سال ۸۰٤ هجری دو[۹] ذوذنب بسیار عظیمی ظاهر شد. اولی چنان درخشان بود که ضوء آفتاب مانع از رؤیت هسته[۱۰] و ذنبش، هیچ‌کدام نبود و دویمی مدتی قبل از غروب آفتاب دیده می‌شد و مردم چنین تفأل زدند که آن خبر مرگ ژان گالِه آویسْکِنی[۱۱] را می‌دهد و او والی میلان بود و سببش آن است که نواب در جوانی زایجه‌ی طالع خود را کشیده بود و اجل خود را فهمیده بود، پس به[۱۲] ظهور آن ذوذنب وحشتی /۸۳٤/ عظیم[۱] در قلبش

---

[۱]نج: چهار رصد

[۲]نج و رض: شد که تا آن‌وقت

[۳]نج: به خاطر ند

[٤]نج و رض: و

[٥]نج و رص: مسیحی

[٦]مل: بالواسط

[۷]نج و رض: مطابق است با ۳۹٦

[۸]نج و رض: فاصله‌ی یک پا و نیم

[۹]نج: - دو

[۱۰]مل: حسته

[۱۱]نج و رض: اویسکتی

[۱۲]نج و رض: پس به سبب

خطور نمود و شاید این حادثه معین شده باشد بر وقوع خبر منجم. و مورخین در خصوص آن ذوذنب اغراقی گفته‌اند که نه به کواکب مجال آن می‌داد که نور خود را ساطع کنند و نه به ظلمت شب مهلت که عالم را فرو گیرند.

یکی از فضلای معروف به[۲] کاردان، آورده که در سال ۱۵۳۲ عیسوی ذوذنبی ظاهر شد که هر کس در روز روشن می‌دید.

اواخر رجب ۹۸۵ هجری[۳]، تیکُ بِرائه در رصدخانه‌اش قبل از غروب آفتاب ذوذنب روشنی یافت.

ماکْزیمیلِیَن مارسیلِیُوس[٤] نوشته که در ذیحجه ۱۰۲۷، روز روشن رأس و ذنب کوکب دویمی را که در آن سال ظاهر شد، خود[٥] رؤیت نمود.

در[٦] اواخر ذیحجه[۷]ی ۱۱٥٦ ذوذنبی ظاهر شد که چند دنباله داشت و از شعرای یمانی روشن‌تر بود و چند روز بعد از آن[۸] با مشتری برابری می‌کرد و بعد با زهره. و در اواخر[۹] محرم ۱۱۵۷ با وجود آفتاب دیده می‌شد، بلکه[۱۰] یک ساعت بعد از ظهر بی دوربین.

---

[۱]نج و رض: ذوذنب وحشت عظیمی

[۲]نج و رض: - به

[۳]نج و رض: - هجری

[٤]رض: ماکزی مارسیلیوس

[٥]نج و رض: خوب

[٦]نج و رض: - در

[۷]نج: - ذی حجه

[۸]نج و رض: - بعد از آن

[۹]نج: و در آخر

رض: و در آخرم

[۱۰]نج و رض: می‌شد و بلکه

به انضمام ذوذنبی که در اول سال ۱۲۵۹ ظاهر شد و در وسط نهار[۱] به دو درجه فاصله از آفتاب دیده می‌شد. هشت ذوذنب داریم که به نوشته‌ی مورخین معتبر در روز روشن دیده شده‌اند و آن‌ها ذوذنب سال ٤۳ قبل از مسیح است و دو ذوذنب سال ۸۰٤ هجری و ذوات الاذناب سنین ۱۵۳۲ عیسوی[۲] و ۹۸۵ و ۱۰۲۷ و /۸۳۵/ ۱۱۵٦ و ۱۲۵۹ هجری.

۳٦۹ حال ذکر می‌کنیم چند مسئله که اراگُ رئیس[۳] سابق[٤] رصدخانه‌ی پاریس در خصوص ذوات الاذناب وضع نموده:

مسئله‌ی اول: آیا ممکن است که به تأثیر ذوات الاذناب، تغییر محسوسی در طول فصول و در چگونگی هوا و امثال آن عارض شود؟

جواب: به رصد و به دلایل عقلیه، ثابت شده که چنین تأثیر[ی] از آن کواکب[۵] بروز نمی‌کند.

دوم: آیا ممکن است که ذو ذنبی زمین[٦] یا سیاره‌ای دیگر را ملاقات کند و مورث مصادمه[۷] گردد؟

جواب: اگرچه در مدت بقای دهر، رخ نمودن چنین حادثه‌ای ممکن باشد، ولیکن معلوم کرده‌اند که به مرور دهور، در[۸] میانه‌ی ۲۸۱ هزارهزار صورت، یکی را احتمال وقوع خطر است.

سیم: آیا از علائم سماویه و اوضاع فلکیه، می‌توان استدلال نمود به اینکه تا کنون ذو ذنبی در آفتاب یا در یکی از ثوابت، افتاده باشد؟

---

[۱] نج و رض: و در وسط النهار

[۲] نج و رض: مسیحی

[۳] نج: رائیس

[٤] نج و رض: - سابق

[۵] نج: کوکب

[٦] نج: - زمین

[۷] نج و رض: مورث صدمه

[۸] رض: - در

جواب: چنین واقعه‌ای ممکن است اتفاق افتد. لیکن[1] از ارصاد نجومی، در این خصوص چیزی[2] معلوم نشده که مویّد آن احتمال باشد.

چهارم: آیا ممکن است که[3] زمین در دنباله‌ی ذو ذنبی داخل شود و بر فرض دخول، آیا حادثه را اثری هست؟ و آیا مِه خشک سال ۱۱۹۷ و ۱۲٤۷، از ذو ذنبی بوده است؟

جواب: این مسئله و مسئله‌ی دویم را سابق در مقامی[4] مناسب، مشروحاً بیان کردیم و حال نیز گوییم که تا کنون ممکن است چند[5] نوبت، جوهر لطیف ذو ذنب، بر زمین احاطه نموده /۸۳٦/ باشد. ولیکن[6] به چند دلیل نمی‌توان ظهور این نوع حوادث را اسباب بروز امراض دانست و هیچ‌کدام از وقایع طبیعی را به آن منسوب و مربوط ساخت. و البته چنین حوادث[ـی] به جهت[7] ما خالی از خطر است و ممکن است که[8] زمین در ذو ذنبی فرو رود و از درونش عبور کند و ما به هیچ‌وجه آگاه نشویم. و محققاً ذنب[9] سبب ظهور مِه نمی‌گردد.

پنجم: آیا ممکن است که[10] ذو ذنبی سبب وقوع طوفان گردیده باشد؟

جواب: این مذهب به کلی باطل است و ثابت شده که به ملاقات ذو ذنب نمی‌توان وقوع طوفان و لوازم آن را توجیه نمود.

ششم: آیا ممکن است که به ذو ذنبی نسبت دهیم تغییری را که ناگهان در هوای سیِری عارض شده؟

---

[1] نج و رض: ولیکن

[2] نج و رض: ارصاد نجومی چیزی در این خصوص

[3] نج: - که

[4] نج و رض: مقام

[5] نج و رض: چندین

[6] نج و رض: باشد لیکن

[7] نج و رض: حوادث برای

[8] نج و رض: - که

[9] نج و رض: محققاً ذوذنب

[10] نج و رض: - که

جواب: به هیچ وجه نمی‌توان ثابت کرد که ذو ذنب را در امور طبیعی زمین، مداخله و تأثیر[۱] باشد و اسباب حوادثی دانست که هنوز اثرشان باقی است.

هفتم: آیا[۲] در شدت برودت هوای ینگی دنیای شمالی، لازم است[۳] تأثیر ذو ذنبی را دخیل دانیم[۴]؟

جواب: بعضی معتقدند در اینکه تأثیر ذو ذنب کافی است در تحقّق این امر طبیعی. ولیکن این مذهب صحیح نیست و به علم کائنات جو، ثابت می‌شود که ملاقات ذو ذنب هرگز سبب تغییر اوضاع زمین نمی‌شود.

هشتم: آیا ممکن است که پستیِ جزو اعظم مملکت آسیا، به سبب ملاقات ذو ذنبی باشد؟

جواب: سطح آن اقلیم مسکون و مزروع[۵]، بسیار پست‌تر از سطح[۶] /۸۳۷/ بحر محیط است و[۷] وسعتش قریب هفت‌هزار فرسنگ مربع است. ولیکن ثابت شده که انخفاض[cxviii] آن محل، به سبب ارتفاع اطراف[۸] آن‌جاست که شامل[۹] ارفع جبال زمین است.

نهم: آیا ممکن است[۱۰] بگوییم که[۱۱] قمر ما سابق ذو ذنبی بوده و حال به این صورت در آمده؟

جواب: چون قمر را هوایی نیست، عدم صحّت این مذهب اولی است بر فرض صحّتش.

---

[۱] نج: تأثیری

[۲] نج و رض: - آیا

[۳] نج: لازم است که

[۴] نج و رض: دخیل دانست

[۵] نج و رض: اقلیم مزروع و مسکون

[۶] نج و رض: پست‌تر از کف

[۷] نج: - و

[۸] نج و رض: ارتفاع محیط

[۹] نج: آن‌جاست که که حاوی

رض: آن‌جاست که حاوی

[۱۰] نج و رض: است که

[۱۱] نج و رض: - که

دهم: آیا ممکن است که چهار سیاره‌ی صغار سِرِس و پَلاس و ژونُن و وِستا، شکست‌پاره‌های سیاره‌ی عظیمی بوده باشند که به سبب ملاقات ذو ذنبی متلاشی گشته؟

جواب: این مذهب را بعضی از[1] منجمان، نظر به کثرتِ هوای محیط بر سِرِس و پَلاس، قائل شده‌اند و گفته‌اند[2] که ذنب کوکب، تولید آن هوا نموده. ولیکن نظر به آنکه[3] وِستا را هوایی محیط نیست، این مذهب را اعتباری نباشد[4].

۳۷۰ مقصود ما در این نمره، بیان اسباب عدم امکان استخراج زمان بازگشت ذوات الاذناب و تشخیص شکل مدارات آنها است. پس گوییم: **اولاً** این نوع کواکب رؤیت نشوند به[5] جز در قطعه‌ی کوچکی از محیط[6] مدارات خود و چون آن وقت کمال قرب به آفتاب دارند، آن قطعه را به سرعت پیمایند و مابقی مدار مستطیل است و هرچند از آفتاب دورتر باشد[7]، استطاله‌اش بیشتر شود و حرکت کوکب بطئی‌تر و تأثیر آفتاب ضعیف‌تر، تا در اوج شمسی که از شدت بطؤ کوکب ممکن است به حالت سکون قرار گیرد /۸۳۸/ و بنابراین دورش چندان[8] هزار سال طول[9] انجامد.

ثانیاً آلات و اعمال رصدیه از دویست سال قبل روی به تکمیل و تدقیق نهاده و غالبِ ذوات الاذناب بعد از آن تاریخ رصد شده و سابق قبل از آنکه به دقت دیده شوند، مختفی می‌گشتند. چنانچه[10] اورانوس را که دورش ۸٤ سال است چهار نفر از منجمان قدیم رصد نموده بودند و با وجود آن تا سال ۱۱۹۵ سیاره بودنش به تحقیق معلوم

---

[1] نج: - از

[2] نج و رض: شده‌اند و گویند

[3] نج و رض: نظر به این‌که

[4] نج و رض: اعتباری نیست

[5] نج و رض: - به

[6] نج و رض: - محیط

[7] نج و رض: دورتر شود

[8] نج و رض: چندین

[9] نج و رض: به طول

[10] نج و رض: - چنان‌چه

نشده بود. و عطارد را که دورش[1] ۸۸ روز است و بی وساطت الات مرایا دیدنش مستصعب است، کُپرنیک[2] فوت شد با[3] این حسرت که در مدت حیات خود نتوانست آن را[4] رویت نماید.

علاوه بر آن در بعضی از بلاد ذوات الاذنابی دیده می‌شود که در آفاق منجمان مدت روز فوق الافق است[5] و با وجود آنکه مواجه نظر آنهاست رؤیت نمی‌شود. چنان‌که[6] ذو ذنب سال ۱۲۳۳ مدتی قبل از آن‌که رؤیت شود، مواجه نظر بود، لیکن در روز، نه در شب. و از این جهت[7] دیده نمی‌شد و بعد از آنکه عامه‌ی ناس او را دیدند، آن وقت نوبت به[8] منجمان رسید. و ذو ذنب سال ٦٥ قبل از مسیح، چون تحت الشعاع بود، رؤیت[9] نشد تا هنگام کسوف کلی آفتاب.

ثالثاً صورت[10] ذوات الاذناب بسیار تغییر می پذیرد، چون‌که در وقت ظهور چگونگی آن صور را بستگی تمام است با موضعی که زمین درمدار خود دارد و قطر آن مدار ٤٥ هزار هزار فرسنگ است. پس ذوذنبی /۸۳۹/ که در ظهور اول بسیار عظیم و درخشان بوده، ممکن است که در حین بازگشت بسیار ضعیف باشد و[11] بلکه هیچ رؤیت نشود، با وجود آن‌که مواجه نظر ماست یا آنکه دنباله‌اش مفقود شود و امثال چنین تغییرات عارض او می‌شود و البته مایه‌ی تغییر صورتش می‌گردد. چنان‌چه ذوذنب سال ۱۲۲٦، در دو ماه اول تحت الشعاع بود و به زحمت

---

[1] نج و رض: دوره‌اش

[2] رض: کپرنیک

[3] نج: به

[4] نج و رض: - آن را

[5] نج و رض: فوق الافق اند

[6] نج و رض: چنان‌چه

[7] رض: از این بابت

[8] رض: - به

[9] نج: - شود، مواجه نظر بود، لیکن در روز، نه در شب. و از این جهت دیده نمی‌شد و بعد از آنکه عامه‌ی ناس او را دیدند، آن وقت نوبت به منجمان رسید. و ذو ذنب سال ٦٥ قبل از مسیح، چون تحت الشعاع بود، رؤیت

[10] نج و رض: صور

[11] نج و رض: - و

دیده می‌شد و مدت دو ماه مخفی[1] گشت و در ماه پنجم که از حضیض شمسی تجاوز نمود[2]، رؤیت شد با چه تلألؤ و شکوهـ[ـی] که هیچ کس گمان نمی‌کرد که آن کوکبِ پنج ماه سابق باشد. پس اگر ذو ذنبی دو نوبت ظهور کند، نتوان اتحاد یا اختلاف آن دو را از تشابه یا[3] عدم تشابه شکل‌شان استنباط کرد و وجه تحقیق منحصر است به تشابه اصول دو مدارشان که به رصد و استخراج معلوم می‌شود. پس اگر برحسب اتفاق قوای جاذبه‌ی مشتری و زحل و اورانوس و نبتون، وضع و صورت مدار ذوذنب را در ضمن تغییر دهد و اصولش را[4] دیگرگون نماید، آن‌وقت به چه وسیله می‌توان کوکب را شناخت؟!

رابعاً فی الجمله تقریبی که در اعمال رصدیه واقع شود، ممکن است سبب خطای منجمان گردد در[5] معرفت ذوذنب. و ذوات الاذناب صغار موادی[6] هستند از جنس بخار و عظام مشابهت دارند با لکه‌های[7] ابر و ترکیب‌شان تغییر پذیرد و حدودشان واضح نباشد. چنان‌که[8] ذوذنب سال۱۱٤۱ با وجود آنکه مدت شش ماه مرئی بود و سه نفر از منجمان جداجدا اصول مدارش را استخراج /۸٤۰/ کردند. نتایج موافق نگشت. پس چگونه می‌توان صحت و سقم آنها را معلوم کرد[9]؟ و همچنین ذوات الاذناب سنین ۱۱۷۵ و ۱۱۷۷ و ۱۱۵٦ و ۱۱۷۳ و ۱۱۸۰ از همان قبیل بودند. پس با چنین اصول مختلفه و معیوبه[10]، چگونه می‌توان وقت بازگشت آنها را مشخص نمود و لهذا مقام

---

[1] نج و رض: مختفی

[2] نج و رض: نموده

[3] نج و رض: تشابه یا از

[4] نج: - را

[5] نج: گردد ز

رض: گردد ر

[6] نج: موازی

[7] نج و رض: با لکه

[8] نج و رض: چنان‌چه

[9] رض: معلوم نمود

[10] نج و رض: اصول مختلف و معیوب

تعجب نیست که تاکنون از میان دویست ذوذنب مرصود، تناوب[1] چهار عدد آنها به درجه‌ی تحقیق رسیده باشد و استخراج زمان بازگشت همین چهار به دقت ممکن باشد، نه بیشتر.

[1] نج و رض: متناوب

پی‌نوشت:

[i] لحظه: چشمک.

[ii] William Herschel (۱۷۳۸-۱۸۲۲).

[iii] Urbain Le Verrier (۱۸۱۱-۱۸۷۷).

[iv] Johann Gottfried Galle (۱۸۱۲-۱۹۱۰).

[v] یعنی کند می‌شود.

[vi] Johannes Kepler (۱۵۷۱-۱۶۳۰).

[vii] انسب: مناسب‌تر

[viii] Tycho Brahe (۱۵٤٦-۱٦۰۱).

[ix] Isaac Newton (۱٦٤۲-۱۷۲٦).

[x] هابط: هبوط کننده. سقوط کننده.

[xi] متتالی: در پی یکدیگر

[xii] مغیب: اختفا، پنهان شدن

[xiii] مستنیر: طلب روشنی کننده و نورجوینده

[xiv] حدبه: برآمدگی

[xv] جوف: فرورفتگی

[xvi] Galileo Galilei (۱٥٦٤-۱٦٤۲).

[xvii] Napolyon Bonapart (۱۷٦۹-۱۸۲۱).

[xviii] کوکبه: خیل و انبوه همراهان

[xix] کلف: لکه

[xx] عظم: بزرگی

[xxi] Pierre Gassendi (۱٥۹۲-۱٦٥٥).

[xxii] مُمتَلی: پر، آکنده

[xxiii] Giovanni Domenico Cassini (۱٦۲٥-۱۷۱۲).

[xxiv] متتالی: در پی یکدیگر

[xxv] Ole Rømer (۱٦٤٤-۱۷۱۰).

[xxvi] Hippolyte Fizeau (۱۸۱۹-۱۸۹٦).

[xxvii] اسرب: منظور سرب است

[xxviii] مقبض: دسته‌ی شمشیر

[xxix] ثخن: قطر، ضخامت

[xxx] متعذّر: دشوار

[xxxi] تراکم و برهم فشردگی ذرات یک جسم

[xxxii] Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon (۱۷۰۷-۱۷۸۸).

[xxxiii] Jacques Cassini (١٦٧٧-١٧٥٦)

[xxxiv] Christiaan Huygens (١٦٢٩-١٦٩٥).

[xxxv] Mimas

[xxxvi] Enceladus

[xxxvii] Tethys

[xxxviii] Dione

[xxxix] Rhea

[xl] Titan

[xli] Hyperion

[xlii] Bond & Lassell.

[xliii] Japetus

[xliv] Georgium Sidus

[xlv] George

[xlvi] Anders Johan Lexell (١٧٥٠-١٧٨٤).

[xlvii] Hanover

[xlviii] Jé rô me Lalande (١٧٣٢-١٨٠٧).

[xlix] Johann Elert Bode (١٧٤٧-١٨٢٦).

[l] مرجح: ترجیح داده شده

[li] ملجأ: مجبور

[lii] Pierre-Simon Laplace (١٧٤٩-١٨٢٧).

[liii] Johann Elert Bode (١٧٤٧-١٨٢٦).

[liv] مسکت: ساکت کننده، خاموش کننده

[lv] John Flamsteed (١٦٤٦-١٧١٩).

[lvi] Pierre Lemonnier (١٦٧٥-١٧٥٧).

[lvii] Friedrich Wilhelm Bessel (١٧٨٤-١٨٤٦).

[lviii] Johann Daniel Titius (١٧٢٩-١٧٩٦).

[lix] Ceres

[lx] Pallas

[lxi] Juno

[lxii] Vesta

[lxiii] Astraea

[lxiv] Hebe

[lxv] Iris

[lxvi] Flora

[lxvii] Metis

[lxviii] Hygiea

[lxix] Parthenope

[lxx] Victoria

[lxxi] Egeria

[lxxii] Irene

[lxxiii] Eunomia

[lxxiv] Psyche

[lxxv] Thetis

[lxxvi] Melpomene

[lxxvii] Fortuna

[lxxviii] Massilia.

[lxxix] De Gasparis（١٨١٩-١٨٩٢).

[lxxx] Lutetia

[lxxxi] Calliope

[lxxxii] Hind.

[lxxxiii] Thalia

[lxxxiv] Phocea.

[lxxxv] Jean Chacornac (١٨٢٣-١٨٧٣).

[lxxxvi] Themis.

[lxxxvii] Proserpine.

[lxxxviii] Luther.

[lxxxix] Euterpe.

[xc] Bellona.

[xci] Amphitrite.

[xcii] Marth.

[xciii] Urania.

[xciv] Euphrosyne.

[xcv] Ferguson.

[xcvi] Pomona.

[xcvii] Polyhymnia

[xcviii] Circe.

[xcix] Leucothea

[c] Atalanta.

[ci] Fides.

[cii] Leda.

[ciii] Letitia.

[civ] Harmonia.

[cv] Daphne.

[cvi] Isis.

[cvii] Pogson.

[cviii] Ariadne.

[cix] Nysa.

[cx] Eugenia.

[cxi] Pales.

[cxii] Nemausa.

[cxiii]ادخنه: ج دخان

[cxiv]متدرجاً: به تدریج

[cxv]مجوّف: میان تهی

[cxvi]مروَحه: بادبزن

[cxvii]شعیر: جو

[cxviii]انخفاض: افتاده شدن

منابع

آدمیت، فریدون (۱۳۸۵)؛ اندیشه‌ی ترقی و حکومت قانون در عصر سپهسالار، تهران: انتشارات خوارزمی.

آشتیانی، عباس (۱۳۲۵)؛ «اولین دوربین نجومی در ایران»، نشریه‌ی یادگار، شماره‌ی ۲۰.

اعتماد السلطنه، محمدحسن خان (بی تا)؛ تاریخ منتظم ناصری، ج۳، به تصحیح محمداسماعیل رضوانی، تهران: دنیای کتاب.

ـــــــ (۱۳۸۵)؛ روزنامه‌ی خاطرات، با مقدمه و فهارس از ایرج افشار، تهران: انتشارات امیرکبیر.

ـــــــ (۱۳۵۷)؛ صدر التواریخ، به تصحیح محمد مشیری، تهران: انتشارات روزبهان.

ـــــــ (۱۳٦۷)؛ مرآة البلدان، به تحقیق هاشم محدث و عبدالحسین نوایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

الثاریوس، آدام (بی تا)؛ سفرنامه‌ی آدام الثاریوس، ترجمه‌ی احمد بهپور (۱۳٦۳)، تهران: نشر ابتکار.

امیر ارجمند، کامران (۱۳۹۰)؛ «انتقال علم در عهد صفوی؛ رساله ای فارسی در تشریح علم هیئت جدید بر اساس نظر تیکو براهه»، تاریخ علم، شماره‌ی ۱۰.

ـــــــ (بی تا)؛ ظهور مدرنیته‌ی علمی در ایران. ترجمه‌ی افسانه منفرد. (۱۳۹۱)، میراث علمی اسلام و ایران، شماره‌ی ۲.

اولویه (بی تا)؛ سفرنامه‌ی اولیویه، ترجمه‌ی محمد طاهر میرزا، به تحقیق و تصحیح غلام رضا ورهام (۱۳۷۱)، تهران: انتشارات اطلاعات.

بامداد، مهدی (۱۳۷۸)؛ شرح حال رجال ایران در قرن ۱۲ و ۱۳ و ۱٤ هجری، ج۲، تهران: انتشارات زوار.

ـــــــ (۱۳۷۸)؛ شرح حال رجال ایران در قرن ۱۲ و ۱۳ و ۱٤ هجری، ج٦، تهران: انتشارات زوار.

پاکدامن، ناصر (۱۳۵۳)؛ «میرزا عبدالغفار نجم الدوله و تشخیص نفوس دارالخلافه»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

خانلرخان، میرزا (۱۳۵۱)؛ سفرنامه‌ی خانلرخان اعتصام الملک، به کوشش منوچهر محمودی، تهران: نشر منوچهر محمودی.

درووِیل، گاسپار (بی تا)؛ سفر در ایران، ترجمه‌ی منوچهر اعتماد مقدم (۱۳۷۰)، تهران: نشر شباویز.

دلاواله، پیترو (۱٦۲٤م)؛ از رساله‌ی پادری خریستفروس بورس عیسوی در توفیق جدید دنیا، نسخه‌ی خطی VAT PERSIANO ۱۰ در کتاب‌خانه‌ی واتیکان.

ـــــــ (بی تا)؛ سفرنامه‌ی پیترو دلاواله، ترجمه‌ی محمود بهفروزی (۱۳۸۰)، تهران: نشر قطره.

دوکوتز بوئه، موریتس (بی تا)؛ مسافرت به ایران، ترجمه‌ی محمود هدایت (۱۳٤۸)، تهران: انتشارات امیرکبیر.

رضاقلی میرزا (۱۳۷۳)؛ سفرنامه‌ی رضاقلی میرزا نایب الایاله، مصحح اصغر فرمانفرمایی قاجار، تهران: انتشارات اساطیر.

پیرامده، ژوبر (بی تا)؛ مسافرت در ارمنستان و ایران، ترجمه‌ی علی قلی اعتماد مقدم (۱۳٤۷)، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران.

شاردن، ژان (بی تا)؛ سفرنامه‌ی شاردن، ج۳، ترجمه‌ی اقبال یغمایی (بی تا)، تهران: نشر توس.

شعبانی، رضا (۱۳۸۰)؛ مروری کوتاه بر تاریخ ایران، تهران: انتشارات سخن.

شمیم، علی‌اصغر (۱۳۸۷)؛ ایران در دوره‌ی سلطنت قاجار، تهران: انتشارات بهزاد.

شیخ بهایی (۱۳۲۱ ق)؛ کشکول شیخ بهایی، ج۱، به اهتمام نجم الدوله، تهران: چاپ سنگی.

شیرازی، میرزا صالح (۱۳٦۲)؛ گزارش سفر میرزا صالح شیرازی، ویرایش، دیباچه و پانوشت از همایون شهیدی، تهران: موسسه‌ی انتشاراتی راه نو.

طباطبایی، محمد (۱۳۸٦)؛ واژه نامه‌ی نجوم و احکام نجوم، تهران: انتشارات فرهنگان.

فروغی، ابوالحسن (۱۳۵۳)؛ «ترجمه‌ی حال غفران مآب مرحوم حاجی نجم الدوله»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

فسایی، محمود بن زین العابدین (بی تا)؛ بدیع التواریخ، نسخه‌ی خطی ۱۳۷۰۱ کتاب‌خانه مجلس شورای اسلامی.

کاروری، جملی (بی تا)؛ سفرنامه‌ی کارری، ترجمه‌ی عباس نخجوانی و عبدالعلی کارنگ (۱۳٤۸)، تبریز: انتشارات اداره‌ی کل فرهنگ و هنر آذربایجان شرقی.

کتابی، احمد (۱۳۸٤)؛ سه اثر از نجم الدوله (رساله‌ی تطبیقیه، تشخیص نفوس دارالخلافه و سفرنامه‌ی حج)، تهران: پژوهش‌گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

محبوبی اردکانی، حسین (۱۳۷۰)؛ تاریخ مؤسسات تمدنی جدید در ایران، ج۱، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

محمودی، کیومرث (۱۳۷۲)؛ «مشاورالملک». آینده، شماره‌ی ٤ تا ٦.

مصحفی، عبدالحسین (۱۳۸۰)؛ «سرآغاز آشنایی ریاضی‌دانان ایرانی با لگاریتم»، دانش و مردم، شماره‌ی ۸ و ۹: ۷-۵۳۰.

معصومی همدانی، حسین (۱۳٦۳)؛ «رساله‌ای در هیأت جدید»، معارف، شماره ۲: ۱۸٦-۱۱۷.

ملکم، سرجان (بی تا)؛ تاریخ کامل ایران، ترجمه‌ی میرزا اسماعیل حیرت (۱۳۸۰)، تهران: افسون.

نجم الدوله، میرزا عبدالغفار (۱۳۱۷ ق)؛ اصول اوایل هندسه و عملیات آن، تهران: چاپ سنگی.

ـــــــ (۱۳۱۹ ق)؛ بدایة الجبر، تهران: چاپ سنگی.

ـــــــ (۱۲۹۱ ق)؛ بدایة الحساب، تهران: چاپ سنگی.

ـــــــ (۱۳۱۹ ق)؛ بدایة النجوم در اصول هیأت و نجوم جدید، تهران: چاپ سنگی.

ـــــــ (۱۳۵۳)؛ «تشخیص نفوس دارالخلافه»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

ـــــــ (۱۳۰۲ ق)؛ در بیان شهب و کرات آتشی، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۲۱۳۹ کتاب‌خانه‌ی مجلس.

ـــــــ (۱۲۹۸ ق)؛ ذوات الاذناب و بلید (کرات آتشی)، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۵-۱۰۹۱۹ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــــ (۱۳٤۱)؛ سفرنامه‌ی خوزستان، به کوشش محمد دبیر سیاقی، تهران: انتشارات علمی.

ـــــــ (۱۲۸٤ ق)؛ قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱٤ کتابخانه‌ی آستان قدس رضوی.

ـــــــ (۱۲۸٤)؛ قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۱٤۸٤ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۹۳۹ دانشگاه تهران.

ـــــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه ی خطی ۲۸۱۸۹-۵ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه ی خطی ۱۰۵٦۲-۵. کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــــ (۱۲۹۱ ق)؛ کفایة الحساب، تهران: چاپ سنگی.

نوایی، عبدالحسین (۱۳٦۰)؛ اسناد و مکاتبات سیاسی ایران، از سال ۱۰۳۸ تا ۱۱۰۵ ق. همراه با یادداشتهای تفصیلی، تهران: بنیاد فرهنگ ایران.

نیبور، کارستن (بی تا)؛ سفرنامه‌ی کارستن نیبور، ترجمه‌ی پرویز رجبی (۱۳۵٤)، تهران: نشر توکا.

هدایت، مهدیقلی (۱۳٤٤)؛ خاطرات و خطرات، تهران: کتابفروشی زوّار.

Arago, François (n.d.); *Astronomie populaire*, Paris: Legrand, Pomey et Crouzet.

____ (۱۸٦۱); A popular treatise on comets. Translated and edited by Admiral W.H.Smyth and Robert Grant, London: Longman.

Sidney Lee (۱۸۹۱); Dictionary of National Biography, vol. ۲۸, New York: Macmillan.

Hunter (۱۸۲٦); *Mejmua Shemsi; A short view of the Copernican System of Astronomy*, Calcutta: The Education Press.

Hunter (۱۸٤۳); *Mejmua Shemsi; Translated from Persian into Urdu*, Agra Orphan Press.

Roebuck, Thomas (۱۸۱۹); *The annals of the college of Fort William*, Calcuta.

منابع

آدمیت، فریدون (۱۳۸۵)؛ اندیشه‌ی ترقی و حکومت قانون در عصر سپهسالار، تهران: انتشارات خوارزمی.

آشتیانی، عباس (۱۳۲۵)؛ «اولین دوربین نجومی در ایران»، نشریه‌ی یادگار، شماره‌ی ۲۰.

اعتماد السلطنه، محمدحسن خان (بی تا)؛ تاریخ منتظم ناصری، ج۳، به تصحیح محمداسماعیل رضوانی، تهران: دنیای کتاب.

ـــــــ (۱۳۸۵)؛ روزنامه‌ی خاطرات، با مقدمه و فهارس از ایرج افشار، تهران: انتشارات امیرکبیر.

ـــــــ (۱۳۵۷)؛ صدر التواریخ، به تصحیح محمد مشیری، تهران: انتشارات روزبهان.

ـــــــ (۱۳٦۷)؛ مرآة البلدان، به تحقیق هاشم محدث و عبدالحسین نوایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

الثاریوس، آدام (بی تا)؛ سفرنامه‌ی آدام الثاریوس، ترجمه‌ی احمد بهپور (۱۳٦۳)، تهران: نشر ابتکار.

امیر ارجمند، کامران (۱۳۹۰)؛ «انتقال علم در عهد صفوی؛ رساله ای فارسی در تشریح علم هیئت جدید بر اساس نظر تیکو براهه»، تاریخ علم، شماره‌ی ۱۰.

ـــــــ (بی تا)؛ ظهور مدرنیته‌ی علمی در ایران. ترجمه‌ی افسانه منفرد. (۱۳۹۱)، میراث علمی اسلام و ایران، شماره‌ی ۲.

اولویه (بی تا)؛ سفرنامه‌ی اولیویه، ترجمه‌ی محمد طاهر میرزا، به تحقیق و تصحیح غلام رضا ورهام (۱۳۷۱)، تهران: انتشارات اطلاعات.

بامداد، مهدی (۱۳۷۸)؛ شرح حال رجال ایران در قرن ۱۲ و ۱۳ و ۱٤ هجری، ج۲، تهران: انتشارات زوار.

ـــــــ (۱۳۷۸)؛ شرح حال رجال ایران در قرن ۱۲ و ۱۳ و ۱٤ هجری، ج٦، تهران: انتشارات زوار.

پاکدامن، ناصر (۱۳۵۳)؛ «میرزا عبدالغفار نجم الدوله و تشخیص نفوس دارالخلافه»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

خانلرخان، میرزا (۱۳۵۱)؛ سفرنامه‌ی خانلرخان اعتصام الملک، به کوشش منوچهر محمودی، تهران: نشر منوچهر محمودی.

درووِیل، گاسپار (بی تا)؛ سفر در ایران، ترجمه‌ی منوچهر اعتماد مقدم (۱۳۷۰)، تهران: نشر شباویز.

دلاواله، پیترو (۱٦۲٤م)؛ از رساله‌ی پادری خریستفروس بورس عیسوی در توفیق جدید دنیا، نسخه‌ی خطی VAT PERSIANO 10 در کتاب‌خانه‌ی واتیکان.

ـــــــ (بی تا)؛ سفرنامه‌ی پیترو دلاواله، ترجمه‌ی محمود بهفروزی (۱۳۸۰)، تهران: نشر قطره.

دوکوتز بوئه، موریتس (بی تا)؛ مسافرت به ایران، ترجمه‌ی محمود هدایت (۱۳٤۸)، تهران: انتشارات امیرکبیر.

رضاقلی میرزا (۱۳۷۳)؛ سفرنامه‌ی رضاقلی میرزا نایب الایاله، مصحح اصغر فرمانفرمایی قاجار، تهران: انتشارات اساطیر.

پیرامده، ژوبر (بی تا)؛ مسافرت در ارمنستان و ایران، ترجمه‌ی علی قلی اعتماد مقدم (۱۳٤۷)، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران.

شاردن، ژان (بی تا)؛ سفرنامه‌ی شاردن، ج۳، ترجمه‌ی اقبال یغمایی (بی تا)، تهران: نشر توس.

شعبانی، رضا (۱۳۸۰)؛ مروری کوتاه بر تاریخ ایران، تهران: انتشارات سخن.

شمیم، علی‌اصغر (۱۳۸۷)؛ ایران در دوره‌ی سلطنت قاجار، تهران: انتشارات بهزاد.

شیخ بهایی (۱۳۲۱ ق)؛ کشکول شیخ بهایی، ج۱، به اهتمام نجم الدوله، تهران: چاپ سنگی.

شیرازی، میرزا صالح (۱۳۶۲)؛ گزارش سفر میرزا صالح شیرازی، ویرایش، دیباچه و پانوشت از همایون شهیدی، تهران: موسسه‌ی انتشاراتی راه نو.

طباطبایی، محمد (۱۳۸۶)؛ واژه نامه‌ی نجوم و احکام نجوم، تهران: انتشارات فرهنگان.

فروغی، ابوالحسن (۱۳۵۳)؛ «ترجمه‌ی حال غفران مآب مرحوم حاجی نجم الدوله»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

فسایی، محمود بن زین العابدین (بی تا)؛ بدیع التواریخ، نسخه‌ی خطی ۱۳۷۰۱ کتاب‌خانه مجلس شورای اسلامی.

کاررری، جملی (بی تا)؛ سفرنامه‌ی کاررری، ترجمه‌ی عباس نخجوانی و عبدالعلی کارنگ (۱۳٤۸)، تبریز: انتشارات اداره‌ی کل فرهنگ و هنر آذربایجان شرقی.

کتابی، احمد (۱۳۸۴)؛ سه اثر از نجم الدوله (رساله‌ی تطبیقیه، تشخیص نفوس دارالخلافه و سفرنامه‌ی حج)، تهران: پژوهش‌گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

محبوبی اردکانی، حسین (۱۳۷۰)؛ تاریخ مؤسسات تمدنی جدید در ایران، ج۱، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

محمودی، کیومرث (۱۳۷۲)؛ «مشاورالملک». آینده، شماره‌ی ۴ تا ۶.

مصحفی، عبدالحسین (۱۳۸۰)؛ «سرآغاز آشنایی ریاضی‌دانان ایرانی با لگاریتم»، دانش و مردم، شماره‌ی ۸ و ۹: ۷-۵۳۰.

معصومی همدانی، حسین (۱۳۶۳)؛ «رساله‌ای در هیأت جدید»، معارف، شماره ۲: ۱۸۶-۱۱۷.

ملکم، سرجان (بی تا)؛ تاریخ کامل ایران، ترجمه‌ی میرزا اسماعیل حیرت (۱۳۸۰)، تهران: افسون.

نجم الدوله، میرزا عبدالغفار (۱۳۱۷ ق)؛ اصول اوایل هندسه و عملیات آن، تهران: چاپ سنگی.

ـــــ (۱۳۱۹ ق)؛ بدایة الجبر، تهران: چاپ سنگی.

ـــــ (۱۲۹۱ ق)؛ بدایة الحساب، تهران: چاپ سنگی.

ـــــ (۱۳۱۹ ق)؛ بدایة النجوم در اصول هیأت و نجوم جدید، تهران: چاپ سنگی.

ـــــ (۱۳۵۳)؛ «تشخیص نفوس دارالخلافه»، فرهنگ ایران زمین، شماره‌ی ۲۰.

ـــــ (۱۳۰۲ ق)؛ در بیان شهب و کرات آتشی، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۲۱۳۹ کتاب‌خانه‌ی مجلس.

ـــــ (۱۲۹۸ ق)؛ ذوات الاذناب و بلید (کرات آتشی)، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۵-۱۰۹۱۹ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــ (۱۳٤۱)؛ سفرنامه‌ی خوزستان، به کوشش محمد دبیر سیاقی، تهران: انتشارات علمی.

ـــــ (۱۲۸۴ ق)؛ قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۲۲۱۴ کتابخانه‌ی آستان قدس رضوی.

ـــــ (۱۲۸۴)؛ قانون ناصری، نسخه‌ی خطی ۱۱۴۸۴ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه‌ی خطی شماره‌ی ۹۳۹ دانشگاه تهران.

ـــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه ی خطی ۲۸۱۸۹-۵ کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــ (۱۲۷۸ ق)؛ کافی در ترسیم کانوای نقشه‌ها از علم تپکرافی، نسخه ی خطی ۱۰۵۶۲-۵. کتاب‌خانه‌ی ملی.

ـــــ (۱۲۹۱ ق)؛ کفایة الحساب، تهران: چاپ سنگی.

نوایی، عبدالحسین (۱۳٦۰)؛ اسناد و مکاتبات سیاسی ایران، از سال ۱۰۳۸ تا ۱۱۰۵ ق. همراه با یادداشتهای تفصیلی، تهران: بنیاد فرهنگ ایران.

نیبور، کارستن (بی تا)؛ سفرنامه‌ی کارستن نیبور، ترجمه‌ی پرویز رجبی (۱۳٥٤)، تهران: نشر توکا.

هدایت، مهدیقلی (۱۳۴۴)؛ خاطرات و خطرات، تهران: کتابفروشی زوّار.

Arago, François (n.d.); *Astronomie populaire*, Paris: Legrand, Pomey et Crouzet.

____ (1861); A popular treatise on comets. Translated and edited by Admiral W.H.Smyth and Robert Grant, London: Longman.

Sidney Lee (1891); Dictionary of National Biography, vol. 28, New York: Macmillan.

Hunter (1826); *Mejmua Shemsi; A short view of the Copernican System of Astronomy*, Calcutta: The Education Press.

Hunter (1843); *Mejmua Shemsi; Translated from Persian into Urdu*, Agra Orphan Press.

Roebuck, Thomas (1819); *The annals of the college of Fort William*, Calcuta.

Abstract:

Iranians' acquaintance with modern Astronomy is a long story. In this thesis we present a historical report of the first evidences of this acquaintance from Ṣafavīd to Qājār dynasties. Our focus is on the works of Mīrzā ʻAbd al-Ghaffār Najm al-Dawla and his role in the scientific modernity of Iran. He was one of the first graduates of Dār al-funūn school and then became the chief teacher of mathematical sciences in that school. He had an important influence on Iranian scholars with his books about new astronomy and other new sciences. Also it is known that Najm al-Dawla has been supported by the King Nāṣir al-Dīn Shāh.

Najm al-Dawla ended the compilation of *Qānūn Nāṣirī* in 1284 in two volumes. This book was the most detailed book about new astronomy that was written in that age. In this thesis, after providing a brief description about the book, especially the chapters 5 and 6 (about planets and comets), we investigate the probable references. The critical edition of these chapters is prepared based on three manuscripts. Comparison between *Qānūn Nāṣirī* and *Astronomie populaire* of François Arago (the secretary of the Paris observatory), shows that the biggest part of *Qānūn Nāṣirī* is a translation from Arago's book, but Najm al-dawla altered the book, changing the order of chapters, eliminating some chapters and introducing some new information.

University of Tehran

A survey of Qānūn Nāṣirī and its role in 13th century astronomy

with the critical edition of chapters 5 and 6 (about planets and comets)

Seyedamir Sadatmoosavi

Supervisor:

Dr. Hossein Masoumi Hamedani

Advisor:

Dr. Hanif Ghalandari

September 2015