

فصل ۱ تاریخچه مختصر نجوم

ویرایش تابستان ۹۷

با نگاهی شب هنگام به آسمان، و نظر به خیل بیشمار ستارگان، طبیعت زیبا در برابر ما جلوه گر می شود. آگاهی یافتن به رموز این نقاط نورانی از دیرباز ذهن بشر را بخود مشغول می نموده است. مسلماً آگاهی بشر امروزی از ستارگان، بر نفوذ نگاهش خواهد افزود. این آگاهی از گنبد دوار، در سایه علم نجوم پربارتر می شود. نجوم یا ستاره شناسی عبارتست از مطالعه و دقت در رفتار اجرام سماوی. این علم که از علوم کهن بشری بحساب می آید، قدمت آن به سن قدیمی ترین تمدنها می رسد و رد پای آن را می توان در تمدن های کهن چین و یونان یافت. این دانش در سده اخیر گام های بلندی در زمینه های تجربی و نظری خویش برداشته و از علوم پیشرفته روز به شمار می آید. دامنه ستاره شناسی نوین بسیار وسیع بوده و از فضای **ماکروسکوپی**^۱ و **مزوسکوپی**^۲ گرفته تا محیط **میکروسکوپی**^۳ سخن می گوید. **ستاره شناسی** را در زبان انگلیسی **استرونومی**^۴ گویند که از یونانی گرفته شده و ترکیبی از لغات **استرون**^۵ به معنای **ستاره** و **نومز**^۶ به معنی **قانون** گرفته شده و ما از آن بعنوان علم نجوم، **هیئت** و **ستاره شناسی** یاد می کنیم.

مردم قدیم برای آسمان ستاره ای، احترام خاصی قائل بوده و ستاره شناسی جزئی از زندگی آنان بود، چنانکه انجام امور زندگی شان بستگی به موقعیت ستارگان داشته است. بعلاوه ستارگان جزئی از دین و مذهب آنان بوده و منجمان با **طالع بینی** یا **تنجیم**^۷، سرنوشت آنها را تعیین می کرده اند و همچنانکه اجرام آسمانی در آسمان ظاهر می شدند درباره وقت شکار، صیدماهی، کاشت و برداشت محصول خود تصمیم می گرفتند. آنها تقویم را بر اساس ستارگان به کار می برند. بناهای سنگی قدیمی در برخی مناطق، نشان می دهد که مردمان پیشین شهرها را مطابق موقعیت ستارگان می ساختند. **استون هنج**^۸ در انگلستان نمونه ای ۵۵۰۰ ساله از این نظریه است. قبایل **مایا**^۹ در آمریکای جنوبی **کسوف**^{۱۰}

^۱ Macroscopic

^۲ Mesoscopic

^۳ Microscopic

^۴ Astronomy

^۵ Astron

^۶ Nomos

^۷ Astrology

^۸ Stonehenge

^۹ Maya

^{۱۰} Eclipse



شکل ۱.۱: تقویم سنگی آزتک ها که در ۱۷۹۰م. کشف شد و دارای ۲۵ تن وزن و ۷/۳ متر طول می باشد (موزه ی ملی نیومکزیکو، به نقل از دایره المعارف بریتانیکا، تصویر از ویکی پدیا).
https://en.wikipedia.org/wiki/Aztec_calendar



شکل ۲.۱: استون هنج در انگلستان. گمان می رود که این خرابه سنگی، رصدخانه ای از پیشینیان بوده باشد. المعارف بریتانیکا، تصویر از ویکی پدیا).
https://en.wikipedia.org/wiki/Aztec_calendar

ها را در ۲۰۰۰ ق.م. پیش بینی می کردند و اینکا^{۱۱} ها در آمریکای جنوبی معابد و شهرها را مطابق موقعیت ستارگان قرار می دادند. بابلی ها و چینی ها در ۲۳۰۰ ق.م. رصدخانه ساخته بودند. آزتک^{۱۲} ها -بومیان مکزیک- در هزار سال قبل از میلاد خدایان بسیاری داشتند از جمله تزکاتلیپوکا^{۱۳} که خدای حاکم بر خورشید بود چنانکه هم فراوانی محصول را به بار می آورد و هم خشکسالی را، آزتک^{۱۴} ها برای خشنودی تزکاتلیپوکا هرم های بزرگی را برای نیایش آن بنا می کردند.

۱.۱ آسمان شب

آسمان در فارسی به معنی آسیاب مانند است. قداما آسمان را سقفی مشبك می پنداشتند و ستاره ها را مانند سوراخ هایی در آن، که شبها در سیر و حرکت بودند. این موفقیت بزرگی بود که فهمیدند ستارگان همانگونه که شبها می درخشند، روزها نیز می درخشند ولی دیده نمی شوند. آنها می دیدند که چگونه نقاط روشن آسمان، هر شب پدیدار می شوند و روزها ناپدید می گردند و همیشه به همان وضعیت باقی می ماندند. آنها این نقاط ثابت را ستاره و آنها را که تغییر وضع می دادند

^{۱۱} Inka

^{۱۲} Aztec

^{۱۳} Tezcatlipoca → <https://en.wikipedia.org/wiki/Tezcatlipoca> & <https://www.ancient.eu/Tezcatlipoca>.

^{۱۴} Aztec



شکل ۳.۱: صورت فلکی در نوشتجات قدیم.

را سیاره نامیدند. در انگلیسی به سیاره **پلانیٹ**^{۱۵} گویند که از لغتی یونانی بمعنی **شگفت انگیز** می آید. ملل قدیم قائل به هفت سیاره بودند، **خورشید، ماه، عطارد، زهره، مریخ، مشتری، زحل**. بنابراین علاوه بر زمین، شش سیاره از سیارات کنونی را می شناختند. آنها بر ستارگان آسمان، صورت و اشکالی متناسب با حیوانات و انسان ها ساختند و هر کدام را **صورت فلکی**^{۱۶} یا برج فلکی نامیدند. سپس از حرکت سالانه خورشید دریافتند که خورشید در منطقه خاصی از آسمان در حرکت است و این ناحیه از حرکت سالانه خورشید را **منطقه البروج**^{۱۷} نامیدند، زیرا که خورشید بر دوازده گونه از این صورت ها عبور می کرد. این برجهای دوازده گانه چنین بودند: **حمل، ثور، جوزا، سرطان، اسد، سنبله، میزان، عقرب، قوس، جدی، دلو، حوت**. این بروج دوازده گانه قبل از سالهای ۷۰۰ ق.م نیز به کار برده می شده است. مردمان قدیم زمین را مسطح می پنداشتند که از هر طرف به آب منتهی می گردد و هندوان عقیده داشتند که جهان بر پشت فیلهایی قرار گرفته و آن فیل ها نیز بر پشت لاک پشتهی عظیم قرار دارند.

۲.۱ چینی ها

برای چینی های قدیم غولی به نام پانکو وجود داشت که بدنش زمین و چشمانش از ماه و خورشید و خون او آب دریاها و نفس او از بادها تشکیل شده بود. چینی ها از ۱۵۰۰۰ ق.م. صورفلکی خود را وضع نموده بودند که این صورتها با صورتهایی که سایر ملل ساخته بودند متفاوت بودند. آنان پیش از ۱۴۰۰ ق.م. تقویم داشتند. یادداشتهای باقیمانده از چینی های قدیم، از رصدخانه ای صحبت می کند که برای اصلاح تقویم در سال ۲۶۵ ق.م. ساخته شده است و امپراتور

^{۱۵} Planet

^{۱۶} Constellation

^{۱۷} Zodiac



شکل ۴.۱: رصد گرفت در ۱۸۴۰ توسط چینی‌ها.
(تصویر از کمبریج)

یائو^{۱۸} – حدود سال ۲۳۶۰ ق.م. – از منجمان خواست تا با مشاهدات خود، وضع انقلابین و اعتدالین را تعیین کنند. سال ۲۱۳۷ ق.م.، سالی محسوب می‌شود که دو ستاره شناس دریاری با نام های **هی^{۱۹}** و **هو^{۲۰}** برای قصور در پیش بینی یک گرفتگی (**کسوف^{۲۱}**) اعدام شدند که گناهشان بی دقتی در پیش بینی زمان دقیق گرفت بود **۲۲**. چینی ها سال را ۳۶۵/۲۵ روز تعیین نمودند و همچنین مشاهدات قابل توجه و مطالب با ارزشی را ثبت نمودند. مشاهده ۳۷۲ دنباله دار در یادداشت های متعلق به سالهای ۶۱۱ ق.م. تا ۱۶۲۱ م. و نیز رصد ستارگان مهمان که آنها را **نواختر^{۲۳}** می نامیم، توسط چینیها، راهنمای با ارزشی برای کاوشهای کنونی اخترشناسان امروزی بوده است. مرادات بین چین و ایران از سال ۱۱۹ ق.م. در زمان امپراتوری وودی (سلسله های غربی) تا قرنهای پس از اسلام، مطابق مدارک و نوشتجات چینی و خارجی و سفرنامه ها، در پیشبرد علم نجوم بین این دو امپراتوری بی تأثیر نبوده است. جمعاً چهل واژه در قسمت نجوم واژه ها با تلفظ و تفسیر دقیق فارسی در نوشتجات مردم کنونی چین مخصوصاً مسلمانان شمال غربی چین به چشم می خورد، مثلاً "روز اول سال را هنوز **نوروز^{۲۴}** می نامند. از کتب قدیمی که به زبان چینی ترجمه شده است کتاب المدخل فی صنایع احکام النجوم یا مجمل الاصول فی احکام النجوم در ۱۳۸۳ م. است که بدست کوشیار صورت گرفته است. این کتاب که حوالی سال ۳۸۰ ه.ق. (حوالی ۹۹۰ م.) نوشته شده طبق نظر آقی می چی یانو – که نقدی بر آن نوشته – احتمالاً از روی یک ترجمه فارسی صورت گرفته است. مرادات علمی بین چین و ایران قرنهای پس از اسلام نیز به چشم می خورد، آنجا که جمال الدین منجم معروف ایرانی در ۱۲۷۰ م. تقویم و هفت اسباب نجومی ایرانی را بدربار چین تقدیم می کند. چینی ها با کمک اختراعات گوناگون از جمله قطب نما و پول و نیز باروت (که در زمان حکومت تانگ صورت گرفت) پیشرفتهای زیادی در دانش نشان دادند.

۳.۱ هندی‌ها

عقاید دینی هندوان که مظاهر طبیعت از جمله ستارگان را می پرسیدند، از دلایل وجود علم نجوم در میان هندی ها است. ضرورت تعیین وقت و روز دقیق جشن و قربانی برای خدایان، آنها را وادار به تعیین و محاسبه حرکت ستارگان نمود.

^{۱۸} Yao

^{۱۹} Hi

^{۲۰} Hu

^{۲۱} Eclipses

^{۲۲} <http://www.astronomytoday.com/eclipses/ancient-part1.html>

^{۲۳} Nova

^{۲۴} Nowruz



شکل ۷.۱: برخی معتقدند که اهرام سه گانه مطابق ستارگان صورت فلکی جبار، و در ده هزار سال پیش ساخته شده اند.



شکل ۶.۱: سر حتور، حدود ۱۴۰۰ قبل از میلاد، موزه متروپولیتن نیویورک.



شکل ۵.۱: سر حتور، کنده کاری های دوره گریسو-رومن، موزه بولتن انگلستان.

۴.۱ مصریان

به اعتقاد مصریان آغاز آفرینش از آسمان بود. مصریان اجسام آسمانی را تنها رب النوع نمی شمردند، آسمان از نظر آنان گنبد دواری بود که رب النوع **حتور**^{۲۵} - که آنرا بصورت ماده گاوی تصور می کردند- در فضای بیکران آن قرار داشت و زمین در زیر پای این رب النوع بوده و ده هزار ستاره مشکی او را می پوشاندند. خدای خورشید که **رع**^{۲۶} نام داشت می پرستیدند و تصور می نمودند که در هنگام کسوف مار بزرگی که **اپ**^{۲۷} نام داشت، سعی دارد رع را ببلعد^{۲۸}. مهمتر اینکه نجوم در میان کاهنان این قوم رشد یافت و در اصل ستاره شناسان مصر قدیم کاهنان بودند و شاید بدین علت بود که سوابق رصدهای آنان کشف نشده است. آنان ساعت آبی و ساعت عقربه ای را پیش از قرن هفتم قبل از میلاد بکار می بردند. آنان تقویم نجومی را تنظیم کردند زیرا پیش بینی طغیان سالانه نیل برای آنان اهمیت زیادی داشت. بزودی دریافتند که تقویم شان به اندازه کافی دقیق نیست ولی پی بردند که جاری شدن سیل با ظاهر شدن ستاره شعرای یمانی در آسمان صبحگاهی همزمان است و این مبنای تقویم دقیقتری شد که سال آنان را ۳۶۵/۲۵ روز قرار می داد چنانکه ۱۲ ماه و ۳ روز داشت و ۵ روز آخر سال را نیز جشن می گرفتند. هرم بزرگ خنوپس گذرگاهی رو به ستاره قطبی داشت که در ۴۵۰۰ سال پیش ستاره ثعبان در صورت فلکی اژدها بوده است. مصریان زمان طلوع بیشتر ستارگان را مشخص نمودند هرچند ریاضیات آنها در سطح بالایی نبوده لذا آنان تنها نتایج کیفی را دنبال می نمودند. اسباب و آلات نجومی مانند شاخص تعیین جهت و نمونه های آن که امروزه در موزه های مصر و برلن نگهداری می شود نشان رشد دانش نجوم در میان این قوم دارد.

^{۲۵} Hator → <http://www.crystalinks.com/hator.html> & <https://www.ancient.eu/Hator>.

^{۲۶} Ra

^{۲۷} Apep (Aapep, Apepi or Apophis)

^{۲۸} <https://www.ancientegyptonline.co.uk/appep.html>

۵.۱ بین النهرین

قدیمترین رب النوع های **بابلی**^{۲۹} ها در **بین النهرین**^{۳۰}، آسمان و ستارگان بودند و نیز **انو**^{۳۱}، **شمس**^{۳۲}، و **نار**^{۳۳} که از جمله این خدایان بودند. انو، گنبد نیگلون بود و خدای آسمان. وی جد **دیتیس**^{۳۴} محسوب می شد و منبع آفرینش و حکومت بود^{۳۵}. شمس که خورشید بود خدای عادل آسمان و زمین و نیز خدای تمامی مخلوقات زنده بوده و نار که خدای ماه بحساب می آمد^{۳۶}.

ریشه ریاضیات و نجوم در تمدن بابل قرار دارد. جبر خاص آنها از دستگاه عددنویسی شصت گانی بهره می برد و آنان دایره را ۳۶۰ قسمت نموده و هر قسمت را ۶۰ قسمت و آن قسمتها را نیز ۶۰ قسمت می نمودند، به عبارتی شصت را به عنوان مبنا بکار می بردند. علم نجوم و هیئت توسط رصدهای فلکی و نقشه های نجومی که بابلی ها برای پیش گویی و غیب گویی انجام می دادند، قوت گرفت. بابلی ها در ۲۰۰۰ ق.م. موفق شدند نسبت طلوع و غروب ستاره زهره و خورشید را ثبت کنند و موضع ستارگان مختلف را در آسمان حساب کنند، آنان ستارگان ثابت و سیار را از یکدیگر تمیز می دادند و تناوب آنها را دریافتند^{۳۷}. نجوم بابلی با نجوم مصری متفاوت بود، بابلی ها با توجه به پیشرفت در ریاضیات، رصدهای دقیقتری از ستارگان داشتند که شاید در زمره بزرگترین کارهای علوم قدیمه بشمار می رفت. آنها از سال کبیسه بهره می برند و **ساعت آبی**^{۳۸} و آفتابی را استفاده می کردند که در لوحه های گلی بجا مانده از آنان کاملاً ذکر شده است^{۳۹}. منشاء دایره البروج و تعدادی از صورفلکی زمان ما از نجوم بین النهرین است.

در زمان بخت النصر، کاهنان بابلی موفق شدند مدار خورشید را رسم کنند و توانستند قواعد خسوف و کسوف را کشف کنند. بابلی ها پی بردند که گرفتگی ها پس از یک دوره خاص (که اکنون با نام **ساروس**^{۴۰} شناخته می شود) اتفاق می افتد که شامل ۶۵۸۵ روز است و بسته به اینکه ۴ یا ۵ سال کبیسه را شامل شود، معادل ۱۸ سال زمینی بعلاوه ۱۰ یا ۱۱ روز است و این دوره تناوب خیلی نزدیک به ۲۲۳ ماه قمری مقارنه ای است^{۴۱}. برخی عقیده دارند که تمام کارهای این قوم، متعلق به یک شخص در قرن ۳ یا ۴ قبل از میلاد است. بابلیها عقیده داشتند که زمین از هر طرف به آب منتهی می شود و آسمان را هفت طبقه می دانستند و آنرا تپستانه می گفتند، که بعداً معرب شد و به کلمه طبقات تبدیل شد، کلمه عربی فلک نیز احتمالاً از ریشه بابلی پولوکو گرفته شده است.

۶.۱ یونان

زنوس^{۴۲} خدای آسمان و فرستنده آذرخش برای یونانیان قدیم بود. باید گفت یونان منشاء فلسفه به حساب می آمد و در واقع منشاء علم نجوم در یونان، تمدنهای مصر و بین النهرین بودند. نخستین دانشمندان یونانی **آیونی**^{۴۳} ها بودند که در آسیای صغیر کنونی ساکن بوده و با مصر و بین النهرین ارتباط داشتند. قدیمترین فلاسفه یونان حکمای

^{۲۹} Babylonia

^{۳۰} Mesopotamian

^{۳۱} Anu (An)

^{۳۲} Shams (Shamash)

^{۳۳} Nanna (Nanna-ar)

^{۳۴} Deities

^{۳۵} <https://en.wikipedia.org/wiki/Anu>.

^{۳۶} [https://en.wikipedia.org/wiki/Sin_\(mythology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sin_(mythology))

^{۳۷} <http://www.crystalinks.com/babylonia.html>.

^{۳۸} Clepsydra (Water clock)

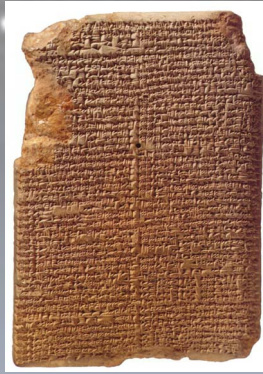
^{۳۹} https://en.wikipedia.org/wiki/Water_clock#Babylon.

^{۴۰} Saros

^{۴۱} https://en.wikipedia.org/wiki/Babylonian_astronomy.

^{۴۲} Zeos

^{۴۳} Ionians



شکل ۱۰.۱: لوحه بابلی شامل فهرست گرفت های بین ۵۱۸ تا ۴۶۵.

شکل ۹.۱: لوحه های مول.آپین که در آن نجوم بابلی آمده و از اجرام سماوی و گرفته ها ضبط شده است.

شکل ۸.۱: بخش پیشین معبد ایشتار در اوروک حدود ۱۴۱۵ ق.م. معبد اصلی ایننا در اوروک در ابتدا به آنو منسوب بود.

سبعه بوده از جمله **تالس ملطی**^{۲۴} آیونی (۵۴۵-۶۲۴ ق.م.) که ظاهراً نخستین منجم و ریاضیدان یونانی بوده است. او در سفر به مصر، علوم آنان را به یونان منتقل کرد و عقیده داشت که جهان کروی شکل است. **ادخوس کنیدوسی**^{۲۵} (۳۵۶-۴۰۹ ق.م.) می گفت که ستارگان روزی یکبار دور زمین می چرخند. **انکسماندر میلئوسی**^{۲۶} (۵۴۶-۶۱۱ ق.م.) از حکمای سبعه یونان، برای مطالعه ستارگان از اسبابی به نام شاخص بهره می برد که در بابل و مصر ساخته شده بود.^{۲۷} **فیثاغورث**^{۲۸} (۴۹۷-۵۸۲ ق.م.) که از شاگردان تالس بود، به فینیقیه سفر کرد و از آنجا به مصر و سپس به بابل رفت و علوم نجوم و ریاضیات را فرا گرفت. به نظر می رسد که وی کروی بودن زمین را با توجه به اهل ماه دریافته بود و اعتقاد به خورشید مرکزی داشته است. قوانین موسیقی توسط فیثاغورث معرفی گردید و این فواصل منظم را از طریق نظم سیارات پیدا نموده بودند. **فیلولانوس**^{۲۹} (۳۸۳-۴۷۰ ق.م.) از شاگردان تالس عقیده زمین مرکزی را بکلی مردود شمرد، لیکن عقیده اش به فراموشی سپرده شد. **افلاطون**^{۳۰} (پلاتو) (۳۴۷-۴۲۸ ق.م.) فیلسوف بزرگ یونانی نیز به زمین مرکزی عقیده داشت. **اقلیدوس سنیدوسی**^{۳۱} (۳۶۵-۴۰۹ ق.م.) حرکات سماوی سیارات را با دوایری توصیف نمود. **ارسطو**^{۳۲} (۳۲۲-۳۸۴ ق.م.) شاگرد پلاتو، نظریات مهمی را در نجوم و فیزیک بیان نمود که تا سال ها مورد بحث دانشمندان بود. گفته می شود که وی گردش زمین بدور خورشید را تعلیم می داده است. وی همچنین کرات اقلیدس را به عنوان اشیای مادی واقعی، که از دیدگاه مکانیکی مفهوم بغرنجی دارد، مطرح نمود. وی می گفت زمین مسطح نیست ولی حرکت ظاهری ستارگان را به دو صورت توصیف نمود، یکی ایده زمین مرکزی و دیگری ایده چرخش زمین بدور

^{۲۴} Thales of Miletus

^{۲۵} Eudoxus of Cnidus → https://en.wikipedia.org/wiki/Eudoxus_of_Cnidus.

^{۲۶} Anaximander of Miletus

^{۲۷} <https://en.wikipedia.org/wiki/Anaximander#Theories>.

^{۲۸} Pythagoras

^{۲۹} Philolaus → <https://en.wikipedia.org/wiki/Philolaus>.

^{۳۰} Plato → <https://en.wikipedia.org/wiki/Plato>.

^{۳۱} Eucleadus of Cnidus

^{۳۲} Aristotle of Stagira

خورشید یعنی چرخش کره سماوی. بدرستی معلوم نیست چرا او ایده گردش زمین بدور خورشید را رد کرد اما دلیل می آورد که اگر زمین حول خورشید حرکت کند، ما باید از مواضع مختلف در امتداد مدار زمین ستارگان را ببینیم و جهات ظاهری ستارگان در خلال سال پیوسته تغییر خواهد کرد.



شکل ۱۱.۱: بطلمیوس با مجسطی خود مرد بزرگ نجوم قدیم بشمار می رود.

از سال ۳۰۰ ق.م. که اسکندریه مرکز علم یونان بشمار می رفت، دانشمندان یونانی نظریات عمیق تری ارائه دادند. **ارپستارخوس ساموسی**^{۵۳} که اولین و مشهورترین ستاره شناس آنجا بود، عنوان کرد که زمین به دور خورشید می چرخد و خورشید و سیارات ثابت اند. همچنین سعی کرد فاصله خورشید و ماه را نسبت به قطر زمین اندازه بگیرد لیکن نتیجه بدست آمده دور از واقعیت بود. **اراتسن سیرنه ای**^{۵۴} (۲۷۰-۱۹۶ ق.م.) که رئیس کتابخانه اسکندریه بود، با اندازه گرفتن اختلاف زاویه خورشید به هنگام ظهر در شهرهای اسکندریه و سیان و فواصل این دو شهر، توانست محیط زمین را ۲۵۰۰۰۰ استادیا تعیین کند که اگر هر استادیا را ۱۸۵ متر -معادل طول یک استادیوم- بگیریم نتیجه او حدود ۲۰ درصد از واقعیت بزرگتر است. **ابرخس نیفیه ای**^{۵۵} (۱۹۰-۱۲۰ ق.م.) فهرستی از ۸۵۰ تا ۱۰۸۰ ستاره گردآوری کرد که عرض و طول هر ستاره را نیز بدست می داد و درخشندگی ظاهری آنها را در شش بخش یا ۶ قدر تقسیم بندی نموده بود. اکثر کارهای او در جزیره **رودس**^{۵۶} در رصدخانه اش انجام می گرفت. وی طول سال را با تقریب ۶ دقیقه تعیین نمود. روشهای ابرخس و جداولش، منجمان بعدی را قادر ساخت تا زمان خسوف ها را تا کمتر از ۲ ساعت و کسوف ها را با فاصله بیشتر پیش بینی کنند. ابرخس اسطرلاب را اختراع یا تکمیل نمود که وسیله ای است برای تعیین طول و عرض سماوی ستارگان یا سیارات، که تا قرن هفدهم میلادی استفاده می شده است. **کلودیوس بطلمیوس**^{۵۷} (۱۵۰-۹۰ ق.م.) طی سال های ۱۲۷ م. تا ۱۵۱ م. نظریات ابرخس و دیگر دانشمندان اسکندریه را تکمیل کرده و کتاب بزرگ **غور ریاضی**^{۵۸} را در ۱۲۰ م. نگاشت که تا قرن‌ها مورد استفاده منجمان بود. این کتاب تحت عنوان **المجسطی**^{۵۹} به عربی ترجمه شد که به معنای **کار بزرگ یا بزرگترین** است. بطلمیوس بیش از هزار ستاره را در مجسطی برشمرده است و هیئت بطلمیوسی بر ایده زمین مرکزی استوار بود. بعد از وی کارهای ستاره شناسی در یونان عملاً متوقف شد تا زمان پیدایش نجوم در بین مسلمانان، که نظریات جدیدتری ارائه گردید.

^{۵۳} Aristarchus of samos (320-250) . .

^{۵۴} Eratosthenes of Cyrene

^{۵۵} Hipparchus of Niefea

^{۵۶} Rhodes

^{۵۷} Ptolomy → <https://en.wikipedia.org/wiki/Ptolemy>.

^{۵۸} Mathēmatikē Syntaxis

^{۵۹} Almagest → <https://en.wikipedia.org/wiki/Almagest>.

۷.۱ نجوم در ایران

ایرانیان باستان نیز مانند سایر ملل کهن به تقدیس نیروهای طبیعت از جمله آفتاب و ماه و ستارگان می پرداختند، آنان **میترا**^{۶۰} (مهر-خورشید) که خدای عدالت و فدیة بود و همچنین **آناهیتا**^{۶۱} (ناهید-زهره) که خدای حاصلخیزی و تولید است را در کنار اهورامزدا تقدیس می نمودند. ایران از قدیم الایام از مراکز مهم ستاره شناسی بوده است. در دوره ساسانی در مدرسه گندی شاپور، نجوم تدریس می شد و زیج های مختلفی برای مطالعه ستارگان ساخته بودند مانند زیج شهریار. دانش نجوم ایرانیان اقتباسی از دانش نجومی چینی ها، کلدانی ها و یونانی ها بشمار می رفت. با ورود اسلام و ضرورت آشنایی مسلمانان با برخی احکام مانند نماز آیات، اوقات شرعی نماز، شناخت قبله، ایام حج و استهلال و غیره و بعلاوه ترغیب آیات و کلام الهی در مطالعه زمین و خورشید و ستارگان، این امور باعث گردید تا دانشمندان اسلامی در آموزش و تحقیق و تفحص در علم نجوم و هیات اهتمام خاصی نشان دهند و در توسعه این علم و ساخت ابزار آلات نجومی و رصدی ستارگان بکوشند و بنابراین رصدخانه های بزرگی در بغداد، قاهره، قرطبه، طلیطله و سمرقند بنا نهاده شد. نجوم در ایران وابسته به ریاضیات بود و اغلب منجمان مسلمان، ریاضیدانان ماهر و قابل عصر خود بشمار می آمدند.

از قرن دوم تا پنجم هجری (۸ تا ۱۱ میلادی) علم نجوم در میان ایرانیان و مسلمانان رواج بسیار داشته است. اهالی سوریه که از زمان اسکندر تحت تاثیر فرهنگ یونان واقع شده بودند واسطه های اصلی انتقال علم از افکار یونانی به عربها بودند. این آثار که از یونانی بیشتر به آرامی یا سریانی ترجمه می شدند، در زمان مامون خلیفه عباسی (۲۱۸-۱۹۷ ه.ق.) به اوج خود رسید. دارالترجمه ای در بیت الحکمه عباسی به ریاست **ثابت بن قرة حرانی**^{۶۲} (۲۸۸-۲۱۱ هجری)، از گروهی از صابئی ها (ستاره پرستان) مقیم حران تشکیل شد که آثار ترجمه ای ارزشمندی در ریاضیات و نجوم داشتند. مسلمانان از هندی ها نیز چیزهایی یاد گرفتند. در سال ۱۵۵ هجری یک جهانگرد هندی با نام **سید هانتا**^{۶۳} با خود دو کتاب به بغداد آورد که یکی درباره ریاضیات و دیگری حاوی جداول نجومی هندی بود و این کتاب بدستور خلیفه توسط فزاری ترجمه شد و مسلمانان بدینوسیله به **جداول نجومی هندها** دست یافتند.

سپس دوره ابتکار فرا رسید و مسلمانان با تعمق در علوم مختلف بر آنها افزودند. خوارزمی (وفات ۲۳۵ هجری) بزرگترین ریاضیدان و ستاره شناس مسلمان، جداول نجومی خود را بر اساس سیستمهای یونانی و هندی معرفی نمود. وی بنیانگذار جبر بود و این نام را از رساله علمی اش گرفتند. از نخستین منجمان مسلمان، **محمد فزاری**^{۶۴} (وفات ۱۶۱ هجری) در دوره عباسی را می توان نام برد و برخی عقیده دارند که نخستین اسطرلاب را او ساخت. **محمد بتانی**^{۶۵} (۳۱۷-۲۴۲ هجری) نیز روش تازه ای برای رؤیت هلال یافت که تا قرن هفدهم میلادی در اروپا آن را به کار می بردند. بتانی نتایج اندازه گیری خود را در جدول محاسباتی به نام زیج مدون می ساخت و این زیجات تا عهد رنسانس از مهمترین آثار نجومی برای اروپائیان به شمار می رفت. شش رابطه نوین مثلثاتی سینوس، کسینوس، تانژانت، کتانژانت، سکانت و کسکانت در سده سوم هجری تعریف شد که تنها **سینوس**^{۶۶} خواستگاه هندی داشت^{۶۷} و بکمک این روابط، منجمان اسلامی مسائل نجومی را حل می نمودند. از فراوانی نام های عربی برای ستارگان که هنوز هم بر آنها اطلاق می شود مانند **نسر طایر**^{۶۸} و **الدبران**^{۶۹} می توان گفت منجمان مسلمان آسمان را بطور کامل و مبسوطی مطالعه کردند و هرچند وقایع

^{۶۰} Mitra

^{۶۱} Anahita

^{۶۲} Thabit Ibn Qurra Ibrahim [Qurra; Al-Sabi; al-Harrani] (826 Syria -901 Baghdad)

^{۶۳} Sidhanta

^{۶۴} Fazari, Muhammad (?-778)

^{۶۵} al-Battani, Abu Allah [Abdallah] Mohammad ibn Jabir [Albategnius] (ca.858-929)

^{۶۶} Sinus

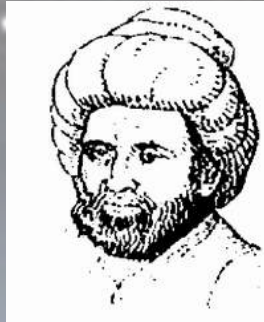
^{۶۷} سینوس کلمه لاتینی بمعنای خلیج برگرفته از جیب است

^{۶۸} Altair

^{۶۹} Aldebaran



شکل ۱۴۰: نمایش کیهان ارسطویی که افلاک هفتگانه بر روی هم قرار گرفته اند.



شکل ۱۳۰: خوارزمی دانشمند بزرگ اسلامی، وفات ۲۳۵ هجری.



شکل ۱۲۰: ابوریحان بیرونی از پرکارترین منجمان و ریاضیدانان مسلمان سده چهارم است.

نجومی را ثبت نکردند، اما در زمان خویش در نجوم و ریاضیات نجومی بسیار ماهر بودند. با اینکه چینی ها انفجار ابرنواختر سال ۱۰۵۴ م. را که حاصلش ایجاد **سحابی خرچنگ**^{۷۰} بود و بسیاری وقایع دیگر را ثبت می نمودند، ولی منجمان اسلامی در رصد صورت فلکی دقت زیادی داشتند. عبدالرحمن **صوفی**^{۷۱} (۳۷۶-۴۹۱ ه.ق.) کتاب **صور الكواكب** را که به عقیده سارتون از شاهکارهای نجومی است نگاشت. ابوریحان **بیرونی**^{۷۲} (۴۴۰-۳۶۲ ه.ق.) کتاب **قانون مسعودی** که بهترین دایره المعارف نجومی اسلامی است را نوشت و نیز کتاب **التفهیم**^{۷۳} را نگاشت که در آن اقوال بطلمیوس در المجسطی و عبدالرحمان صوفی را نقل کرد. حکیم عمر **خیام**^{۷۴} (۵۱۷-۴۳۹ هجری) تاریخ جلالی را بنا نهاد که تقویمی است برای تنها حامی خود، جلال الدین ملکشاه سلجوقی که این تقویم هنوز از تقویم گریگوری صحیحتر بشمار می رود.

از مهمترین دانشمندان علم نجوم ایران محمدبن فزاری، یعقوب بن طارق، ابومعشر بلخی، محمدابن جابر البتانی، ابوریحان بیرونی، خواجه نصیرالدین طوسی، ابراهیم زرقانی، احمدبن قیصر ضرغامی، ابوالعباس حاتم نیریزی، جابر ابن افتح، حسن ابن خضیب، مسلمه مجریطی، احمدروزی، شیخ بهایی و دانشمندان دیگری که هر کدام سهمی عمده در این علم دارا بودند. جابرین حیان صوفی، ماشاله، عمر بن فرخان، نهاوندی، فرغانی، یحیی بن منصور، اصطرابی، سندن علی، حبش حاسب، ابن آدمی، ابن اماجور، ابن اعلم، غلام زحل، عبدالرحمن صوفی، صاغانی، ابوسهل مسیحی، ابن یونس، ابن صفار، ابن عجم فارسی، نسوی، ابوالصلت، ابن رشد، امام فخر رازی، ابن بدر، ابن شاطر، الغ بیک، جمشید کاشانی، ملا محمدباقر یزدی، ماردینی، ملا محمدعلی اصفهانی.

اولین رصدخانه در ۲۱۴ ه.ق. در زمان مأمون عباسی در بغداد به نام **شماسیه** ساخته شد و سپس **رصدخانه بتانی** و **رصدخانه عبدالرحمان صوفی** ساخته شدند. خواجه **نصیرالدین طوسی**^{۷۵} (۶۷۲-۵۹۷ ه.ق.) منجم معروف اسلامی که در مثلثات کروی مهارت داشت، **رصدخانه مراغه** را در سال ۶۵۷ هجری، به دستور هلاکوخان و بر اساس منظومه بطلمیوسی بنا کرد و نیز تقویم نجومی و نقشه افلاک را تدوین کرد. **ابن شاطر** با استفاده از نظریات خواجه نصیر طرح

^{۷۰} Crab Nebula

^{۷۱} Abd-al-Rahman Al Sufi [Abr-ar Rahman As Sufi; Azophi] (Dec7, 903-May25, 986 A.D.)

^{۷۲} al-Biruni, Abu Raihan [Abu ar-Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni] (973-1048)

^{۷۳} نام کامل آن **التفهیم لاوائل صناعات التنجیم** است

^{۷۴} Khayyam [al-Khayyam], Omar [Abu ol-Fath ebn-Ebrahim 'Omar ol-Khayyami of Nishapur] (ca.1044-ca.1123)

^{۷۵} Nasir al-Din al-Tusi, Mohammad [Muhammad ibn Muhammad ibn al-Hasan al-Tusi] (1201-1274) [born Feb. 18, 1201, Tus, Khorasan [Iran] died June 26, 1274, Baghdad, Iraq]

العقرب	Acrob
الجدي	Algedi
نسر طائر	Altair
سمت	Azimuth
النظير- نظيرالسمت	Nadir
سمت الراس	Zenith

جدول ۱۰.۱: برخی از کلماتی که از عربی وارد لاتین شده و هنوز بکار می روند.

سیاه	سرب	زحل	شنبه
زرد	زر	خورشید	یکشنبه
سبز	نقره	ماه	دوشنبه
سرخ	آهن	مریخ	سه شنبه
فیروزه	جیوه	عطارد	چهارشنبه
صندل	مس	مشتری	پنج شنبه
سفید	قلع	زهره	جمعه

جدول ۲۰.۱: ارتباط بین روزهای هفته با سیارت، عناصر و رنگها

جدیدی از افلاک را عرضه کرد که بعدها توسط کپرنیک به کار گرفته شد. سپس **رصدخانه الف بیگ** در **سمرقند** ساخته شد که غیاث الدین **جمشید کاشانی** و **فرشچی** در آن فعالیت می کردند و بعد از آن، **رصدخانه استانبول** در قرن دهم هجری ایجاد شد که مقارن تأسیس **رصدخانه نیکوپراهه** بود. به عقیده گوستاولوبون اعراب نه تنها علم هیات را به حدکمال دارا بودند بلکه جانشینان آنان نیز به گسترش این دانش در همه سوی جهان پرداختند و مدرسه عالی و مهم هیات بغداد، از سال ۱۳۰ تا ۸۵۰ هجری بمدت هفتصدسال دایر بود.

منجمان اسلامی مطابق منظومه بطلمیوسی هفت فلک بر گرد زمین فرض می نمودند که به قول ابوریحان بیرونی مانند پوست حلقه های پیاز بر گرد هم است، این هفت فلک بترتیب قمر و شمس (نیرین)، مشتری و زهره (سعدین)، زحل و مریخ (نحسین) بوده و سپس ثوابت قرار داشت که روی فلک الافلاک قرار می گرفت. برخی از ایشان معتقد به سعد و نحس سیارات بودند و به هرکدام از آنها ایام هفته و رنگ ها و فلزاتی را منسوب می کردند:

برخی دانشمندان نیز نوعی از نجوم را که به معنای پیشگویی سرنوشت یک شخص با توجه به موضع سیارات و خورشید و ماه در لحظه تولد است و **نجوم زائجه ای**^{۷۶} نام داشت و برگرفته از نوعی دیگر که **نجوم احکامی**^{۷۷} نامیده می شد، بکار می بردند. در نجوم احکامی از حوادث سماوی برای پیشگویی آینده یک کشور در حوادث طبیعی و غیرطبیعی بهره می بردند. بمرور ایام علم نجوم با دانش رمل و اسطرلاب یا هنر ارزیابی اثر آسمانی بر زمین و انسان ارتباط برقرار کرد، آنچنانکه حتی در چند دهه پیش دانشمندی چینی این اعتقاد را داشت که ظهور لکه های خورشیدی در حمله نابودکننده ملخها در جنوب آسیا ارتباط دارد. علمای دیگری به اثر پدیده های فضایی بر حوادث زمینی توجه داشتند و این طرز فکر منجمین تا ۱۴ قرن وجود داشت. دانشمندان اسلامی فلک نهم را به افلاک بطلمیوسی افزودند و از کارهای دیگر آنان پیشنهاد دستگاه نجومی جدید بود که توسط خواجه نصیر ارائه شد و قطب الدین شیرازی و ابن شاطر آنرا تکمیل نمودند. سپس این نوشتجات و آثار دانشمندان اسلامی از طریق اسپانیا به غرب رفت.

^{۷۶} Horoscopic

^{۷۷} Judicial



شکل ۱۷.۱: یوهان کپلر سه قانون خود را برای سیارات منظومه شمسی ارائه داد.



شکل ۱۶.۱: نیکولا کپرنیک تحول عظیمی در نجوم بوجود آورد.



شکل ۱۵.۱: تیکو براهه منجم دانمارکی، فهرست ستاره ای از آسمان فراهم کرد.

در حالی که اروپا دوران تاریک قرون وسطی را می گذراند، اخترشناسی در اسلام بصورت هنری درخشان درآمد و مسلمانان با تعمق در علوم پیشینیان و گسترش آن و سپس انتقال آن به دیگران، پلی ارتباطی و زنجیری علمی بین فرهنگ قدیم و جدید بوجود آوردند. در نیمه اول سده نهم میلادی، خوارزمی و دستیارانش که بالغ بر نود نفر می شدند، به فرمان خلیفه مامون نقشه آسمان و زمین را ترسیم کردند. آنان پس از محاسبه دریافتند که پیرامون زمین حدود ۳۲۱۸۰ کیلومتر و نصف قطرش ۱۰۴۵۸ کیلومتر است. این محاسبات در هنگامی به شرق منتقل شد که اروپائیان هنوز زمین را مسطح می پنداشتند. بنابراین تنها چند قرن بعد در دوران رنسانس بود که اروپائیان پس از دست یافتن به نوشتجات دانشمندان اسلامی، به این علوم راه یافتند. در ریاضیات، با ترجمه آثار خوارزمی در قرن دوازدهم به زبان لاتینی در **تولدو**^{۷۸} اسپانیا اروپائیان با اعداد عربی و صفر آشنا شدند. آنها به اعداد **نیومرال**^{۷۹} و به صفر **سیفر**^{۸۰} می گویند که هر دو واژه عربی است. در زمینه نجوم نیز کتب زیادی ترجمه شد. در ۱۱۳۰ م. یوهانس **هیپالنسیس**، کتاب نجومی **المدخل الکبیر اثر ابومعشر بلخی**^{۸۱} (۲۷۲-۱۷۲ هجری) را ترجمه کرد که در آن از تاثیر که ماه در جزر و مد دریا صحبت شده بود و کتابی از **فرغانی**^{۸۲} (وفات ۲۲۵ هجری) به نام "جوامع علم نجوم" را **جرالد کرمونی** و یوهانس **هیپالنسیس** به یونانی ترجمه نمودند و ملاپختن در ۱۵۳۷ م. در نورنبرگ آنرا منتشر ساخت. در قرن یازدهم و دوازدهم، رواج اخترشناسی مسلمین در اسپانیا موفقیت های چشمگیری داشت و سپس این علم از اسپانیا به اروپا رفت و نیز در این زمان بود که کتاب **محسطی** بطلمیوس تحت عنوان **المحسطی**^{۸۳} ترجمه شد. رساله زرکلی (۴۸۰-۴۲۰ ق.م) که در اسپانیا به ساخت ابزار نجومی شهرت داشت، توسط دانشمندان اهل مثن پیه به لاتین ترجمه شد و آلفوسوکاستیل پادشاه اسپانیا دستور داد تا آنرا به اسپانیولی برگردانند. همچنین زیجهای سمرقند که در ۸۴۰ برای الغ بیک تهیه شده بود، در ۱۶۵۰ میلادی

^{۷۸} Tolodo

^{۷۹} Numerals

^{۸۰} Cipher

^{۸۱} Albumazar [Albumasar; Abu Mashar; Abu Ma'shar; Abu-Mashar; Abu Maschar] (787-885) [born Aug. 10, 787, Balkh, Khorasan; died March 9, 886, al-Wasit, Iraq]

^{۸۲} al-Farghani [al Fargani], Muhammed Ebn Ketir [Achmed Ibn Ketir; Alfraganus] (? - c. 840)

^{۸۳} Almagest

توسط ج. گریوز در لندن بفارسی و لاتینی به چاپ رسید و سدیو مقدمه آن را در ۱۸۴۶ در پاریس به فرانسوی برگرداند. این انتقال علوم، از جمله علم نجوم طی هفت قرن از ایران به اروپا انجام شد. قانون مسعودی و تاریخ الهند بیرونی که وقایع و ستاره شناسی و طالع بینی را در خود دارد، در ۱۸۸۸ م. توسط **زاخانوف**^{۸۴} به انگلیسی ترجمه شد. **محریطی** (۳۹۸-۳۳۸ هجری) که اخترشناس عرب اندلسی بود، در زیج خوارزمی تجدید نظرهایی نمود و این زیج در سال ۱۱۲۶ م. بوسیله ادلارد به لاتینی ترجمه شد. زیجهای بسیاری نیز به زبان لاتینی توسط جرارد کرمانی وارد شد و زرقالی زیجهائی موسوم به تولدونی را از خود به یادگار گذاشت که مجموعه ای از رصدهای ستاره شناسان مسلمان و یهودی بودند. ریومند از اهالی ماری (شکفا ۱۱۴۰) قوانینی از **زرقالی** استخراج کرد که کوپرنیک آن را باز گفته است. دانشمند مسلمان دیگر بطروجی (مرگ ۱۲۰۴) کتاب الهیئه را نگاشت و این کتاب در ۱۲۱۷ بوسیله مایکل **اسکات**^{۸۵} به لاتینی و به سال ۱۲۵۹ به عبری ترجمه گردید.

۸.۱ ستاره شناسی بعد از قرون وسطی (قرن ۱۶)

از قرون وسطی به بعد، ستاره شناسان ایده متفاوتی از منظومه شمسی و جهان پیدا کردند و بطور کلی ستاره شناسی از طالع بینی جدا شد و علم جداگانه ای بحساب آمد. تا این زمان تنها نوشته های ارسطو و بطلمیوس و ترجمه های مسلمان قابل پذیرش بودند. اکنون وقت آن بود که دیدگاه جدیدی از آسمان ایجاد شود. تا آن زمان افرادی بودند که قائل به مرکزیت خورشید بودند ولی این **نیکلا کوپرنیک**^{۸۶} (۱۴۷۳-۱۵۴۳ م.) ستاره شناسی لهستانی بود که در سال ۱۶۱۶ م. با مطالعات و رصدهای بیشتری که از سیارات انجام داده بود، علناً ایده زمین مرکزی را مردود شمرده و ایده خورشید مرکزی را عنوان نمود. این کشیش لهستانی **جداول پروتینک**^{۸۷} را بر اساس خورشید مرکزی و نیز **جداول آلفونسین**^{۸۸} را مطابق با سیستم بطلمیوسی تدوین نمود و عقاید و نظریات خورشید مرکزی خود را در کتابش با نام **گردش افلاک آسمانی**^{۸۹} (یا حرکت اجرام سماوی) که در سال مرگش انتشار یافت، ذکر نمود. این دید از جهان هستی که کوپرنیک آن را با استفاده از مفهوم حرکت نسبی، تحت عنوان نظریه خورشید مرکزی ارائه کرد، نقطه عطفی در تاریخ علم نجوم محسوب می شود. در این مدل از جهان، سیارات عطارد، زهره، زمین، مریخ، مشتری و زحل بر روی مدارات دایره ای، بترتیب بدور خورشید می چرخند. این مدل که تحت عنوان مدل کوپرنیکی جهان شناخته می شود، در آن زمان که کپلر آن را با تردیدهایی بیان نمود، از نظر کلیسا خلاف قوانین الهی بشمار می رفت و دارندگان عقیده کوپرنیکی در آتش سوزانده می شدند. بعد از کوپرنیک، ستاره شناسی دانمارکی با نام تیکو **براهه**^{۹۰} (۱۶۰۱-۱۵۴۶ م.) که از جداول کوپرنیک بهره می برد، اشتباهاتی را در جداول کوپرنیک یافت. وی این اشتباهات را در ۲۴ آگوست ۱۵۶۳ که مشتری و زحل در کنار همدیگر قرار می گرفتند، پیدا نموده بود. بنابراین تیکو مدل کوپرنیکی را نقد نمود و اگرچه نظریه خورشید مرکزی را رد کرد، ولی سیستم مشابهی را عنوان نمود که در آن، سیارات به دور خورشید می چرخند و خورشید نیز با سیاراتش و ماه بدور زمین می گردند. بهرحال این سیستم از لحاظ ریاضی همان سیستم کوپرنیک بود. فردریک دوم، پادشاه دانمارک جزیره **ون**^{۹۱} را در اختیار تیکو گذاشت و او در آنجا **رصدخانه اورانیبورگ**^{۹۲} را بنا نمود و موقعیت بسیاری از ستارگان را ثبت کرد. همچنین تیکو در ۱۵۷۲ م. که ستاره جدیدی در آسمان پیدا شد و درخششی به اندازه زهره پیدا کرد، با اندازه گیری درخشش و موقعیت آن دریافت که این ستاره دارای اختلاف منظری نیست و آنرا در مقاله ای در ۱۵۷۳ تحت عنوان

^{۸۴} E. Sachau

^{۸۵} Michael Scot

^{۸۶} Copernicus [Copernic, Kopernik, Kopernikus], Nicolaus [Mikolaj] (1473 Thorn -1543)

^{۸۷} Prutenic Tables

^{۸۸} Alfonsine Tables

^{۸۹} De Revolutionibus (Orbium Coelestium)

^{۹۰} Brahe, Tycho [Brahe, Tyge; Brahe, Tycho de] (1546-1601)

^{۹۱} Hven (Ven)

^{۹۲} Uraniborg → <https://en.wikipedia.org/wiki/Uraniborg>

ستاره جدید^{۹۳} منتشر کرد که به نواختر تیکو شناخته می شود.



شکل ۱۸.۱: گالیله، طرح از اوتاویو ماریو لئون (۱۶۲۴)، موزه لوور

دستیار آلمانی تیکو، یوهان کپلر^{۹۴} (۱۶۳۰-۱۵۷۱ م.) که به همراه تیکو جداول رودلفی^{۹۵} را مدون کرد، بعد از تیکو در سال ۱۶۰۱ م. به جانشینی وی منسوب شد و مطالعات مفصلی را راجع به مریخ انجام داد. وی با مطالعه روی مدارات سیارات پی برد که مدار سیارات بیضی بوده و می توان روابطی بین پارامترهای مداری یافت. کپلر در ۱۵۹۶ م. کتابی به نام راز جهان^{۹۶} منتشر ساخت و دو قانون تجربی مهم را در حرکت سیارات منظومه شمسی بیان کرد. سپس قانون سومی را در کتاب ستاره شناسی جدید^{۹۷} که در ۱۶۰۹ م. منتشر کرد، ارائه داد. این سه قانون مهم که به قوانین کپلر مشهورند، در واقع اولین قوانین ریاضی در سیارات منظومه شمسی بحساب می آیند. کپلر در ۱۶۲۸ م. جداول رودلفی را به افتخار امپراتور رودلف دوم^{۹۸} منتشر ساخت و این کاری بود که وی ۲۸ سال قبل از آن بعنوان دستیار تیکو شروع کرده بود، لذا با استفاده از جداول توانست عبور عطارد و زهره از عرض خورشید را در ۱۶۳۱ م. پیش بینی کند.

بعد از سه دانشمند زمینه ساز برای ستاره شناسی نوین، که کپرنیک، کپلر و براهه بودند، مرد دیگری جهش نوین بسوی شناخت فضا را کامل کرد. گالیله^{۹۹} (۱۶۴۲-۱۵۶۴ م.) دانشمند ایتالیایی در سال ۱۶۰۹ م. با طرح دوربین های عینک ساز هلندی، هنر لیپرش^{۱۰۰}، اولین تلسکوپ نوری را توسط عدسی ساخت. البته گالیله تلسکوپ را اختراع نکرد، ولی اولین کسی بود که از میان آن به آسمان نگریست و بعنوان تلسکوپ از آن بهره برد. گالیله برای نخستین بار چهار قمر مشتری را کشف کرد که اقمار بزرگ مشتری بوده و عبارت بودند از آیو^{۱۰۱}، اروپا^{۱۰۲}، گانفید^{۱۰۳} و کالیستو^{۱۰۴}. سپس کوه های سطح ماه و لکه های سطح خورشید و سطح زهره و حلقه های زحل را رصد نمود. لکه های خورشید نشان از چرخش آن می داد بعلاوه وی کشف نمود که زهره مانند ماه اهله دارد و مدارش محدود به فاصله ای از خورشید است، لذا بایستی بدور خورشید در حرکت باشد. این اکتشافات در سال ۱۶۱۰ م. نظریه خورشید مرکزی را اثبات می نمود. در

^{۹۳} De Stella Nova

^{۹۴} Kepler, Johannes (1571-1630)

^{۹۵} Rudolphine Tables

^{۹۶} Mysterium Cosmographicum

^{۹۷} Astronomia Nova

^{۹۸} Emperor Rudolp

^{۹۹} Galilei [Galilee; Galilei], Galileo (1564 Pisa -1642 Arcetri, near Florence)

^{۱۰۰} Lipperhey [Lippershey], Hans [Jan];Hens (1570 ?-1619)

^{۱۰۱} Io

^{۱۰۲} Europa

^{۱۰۳} Ganymede

^{۱۰۴} Gallisto

واقع این سال را باید سال فروپاشی نظام بطلمیوسی نامید، زیرا تا آن هنگام دلیلی علیه نظام بطلمیوسی موجود نبود. وی در سال ۱۶۳۲م. کتاب **گفتگونی درباره سیستم های دنیای بزرگ**^{۱۰۵} را با آراء کپرنیک و نظریات خویش منتشر ساخت که ایده خورشید مرکزی را نیز عنوان نموده بود. این نظریه خورشید مرکزی که مخالفت با کلیسا بود، گاليله را در سال ۱۶۳۳م. به دادگاه تفتیش عقائد كشاند و از سوی دادگاه باز جویی شد. وی در دادگاه مرکز بودن زمین را علیرغم مخالف میل باطنی خویش ابراز نمود تا مانند جوردانو برونو^{۱۰۶} (که چند سال پیش از گاليله به جرم داشتن عقیده کپرنیکی توسط دادگاه تفتیش عقائد در آتش سوخت) در آتش سوزانده نشود.



شکل ۱۹.۱: اسحاق نیوتن، بنیانگذار مکانیک کلاسیک محسوب می شود

دانشمند انگلیسی، **اسحاق نیوتن**^{۱۰۷} (۱۶۴۳-۱۷۲۷م.) که در ریاضیات، نور و مکانیک کارهای زیادی انجام داده بود، مطالعات کپلر و گاليله را اساس کار خود قرار داد و با ارائه قوانین خود، در بیان مدل ریاضی منظومه شمسی کوشید. در ۱۶۸۷م. نیوتن کتاب خود را با عنوان **اصول ریاضی فلسفه طبیعی**^{۱۰۸} که به اختصار آن را **اصول** می نامند، منتشر کرد و نیروی جاذبه را معرفی نمود و سه قانون جهانی حرکت را در آن عنوان کرد که توسط آنها حرکت سیارات تشریح می شد و نظریات او در مکانیک و اپتیک، رهگشای منجمان بعدی بود. علاوه بر این نیوتن در سال ۱۶۶۸م. یک تلسکوپ انعکاسی ساخت که تلسکوپ های جدید امروزی از همان نوعند.

مشاهدات گاليله و کپلر و سپس محاسبات نیوتن که با کشف جاذبه بنا شده بود، روشن نمود که چگونه سیارات در مدارهایی برگرد خورشید می چرخند و تحت جاذبه آن قرار دارند. با استفاده از این کشفیات، **ادموند هالی**^{۱۰۹} در ۱۶۸۲م. اولین محاسبات از یک مدار بیضوی یک ستاره دنباله دار را انجام داد، که بعداً به نام خودش ثبت شد و پیش بینی نمود که در ۱۷۵۸م. مجدداً باز می گردد. **لویی بوفون**^{۱۱۰} طبیعی دان فرانسوی که در کارهای ریاضی و نجومی دست داشت، در ۱۷۴۵م. فرضیه ای عنوان نمود که منظومه شمسی در اثر نیروی خارجی بوجود آمده است.

در سال ۱۷۸۰م. یک نوع تلسکوپ انعکاسی جدید ساخته شد که فردریک ویلیام **هرشل**^{۱۱۱} (۱۷۳۸-۱۸۲۲م.) در سال ۱۷۸۱م. یعنی سال بعد، با این تلسکوپ سیاره اورانوس را کشف کرد. وی شروع به شمارش سیستماتیک ستارگان کرد و با این موفقیتها، وی صاحب کرسی سلطنتی ستاره شناسان شد. سپس وی توسط تلسکوپ انعکاسی بزرگ به قطر

^{۱۰۵} The Dialogue On The Great World System

^{۱۰۶} Giordano Bruno

^{۱۰۷} Newton, Isaac (1643 Woolsthorpe, England -1727)

^{۱۰۸} Philosophia Naturalis Principia Mathematica

^{۱۰۹} Edmond Halley (October 29, 1656 - January 14, 1742)

^{۱۱۰} Buffon, Georges Louis Leclerc Comte de (1707-1788)

^{۱۱۱} Herschel, William [Friedrich Wilhelm; Frederick William] (1738-1822)

۱۲ متر و طول کانونی ۱۲۲ متر دو قمر اورانوس و ششمین و هفتمین ماه زحل را کشف نمود. وی بیش از ۸۰۰ ستاره دوتایی^{۱۱۲} را کشف و طبقه بندی نمود و حرکتشان را تشریح کرد. یک اسپکتروسکوپ^{۱۱۳} نیز که برای تعیین ترکیبات شیمیایی و حرارت سطح سیارات بکار می رود، در اواسط قرن نوزدهم ساخته شد. حدود این زمان سیاره هشتم، نپتون کشف گردید و منظومه شمسی کنونی کامل شد.

۹.۱ قرن بیستم

بعد از کشف نپتون در ۱۸۴۶م. مطابق فواصل منظم سیارات منظومه شمسی، ستاره شناسی به نام پرسوال **لوول**^{۱۱۴} ۲۲۰۰ متر آنطرف تر از نپتون، برای سیاره مجهول دیگری آسمان را جستجو کرد. وی در ۱۹۱۶م. بدون اینکه کسی از کارش اطلاع یابد، فوت کرد. در سال ۱۹۳۰م یک ستاره شناس در رصدخانه لوول این شی را کشف کرد و نام آنرا **پلوتو**^{۱۱۵} گذاشت. اگرچه سیاره پلوتو طی قرن بیستم نهمین سیاره منظومه شمسی محسوب می شد ولی در سال ۲۰۰۶م. از رده سیارات منظومه خارج شده و منظومه هشت سیاره ای باقی ماند. علاوه بر سیارات، کره ماه و زمین، دو قمر مریخ، ۶ قمر از مشتری، حدود ۲۰ قمر تر زحل، ۱۵ قمر از اورانوس و ۸ قمر از نپتون و بالاخره قمر بزرگ پلوتو کشف شد. بعلاوه بیش از ۱۶۰۰ سیارک^{۱۱۶} و چند صد دنباله دار^{۱۱۷} کشف گردیدند. در ۱۹۹۷م. یک مجموعه جدید از شبه-دنباله دار^{۱۱۸} ها که حول خورشید گردش می کنند و در آنسوی مدار نپتون در خارج از منظومه شمسی واقعند، کشف شدند.

کشفیات اساسی زیادی طی قرن بیستم حاصل شد. در ابتدای قرن بیستم با مطرح شدن نسبیت خاص و سپس نسبیت عام توسط آلبرت انیشتین^{۱۱۹} (۱۸۷۹-۱۹۵۵م.) در فیزیک و نجوم، این علم دچار تحول عظیمی شد. اگر تا پیش از انیشتین جهان اقلیدسی بود و یک متر همه جا یک متر معمول محسوب می شد، اکنون با طرح نسبیت جهان اقلیدسی با جهانی مملو از کمیت هائی چون سرعت های زیاد و زمان های کوتاه و هم ارزی ماده و انرژی جای خود را عوض می نمود. دیگر جریان زمان و طی مسافتات یکنواخت نیست و خطوط مستقیم همیشه مستقیم نمی مانند و بالاخره اینکه زمان بعدی از فضا است و این قوانین در فضای بیکران آسمان کاملاً مصداق دارد. تحول نظریات انیشتین در نجوم دید تازه ای به آن بخشید و خیلی از اعمال کیهانی تشریح شدند. طی قرن بیستم، کهکشان ما و اجرام آسمانی و فرایند تولد تا مرگ ستارگان، تشریح گردید که این را مدیون اشعه X و رادیوتلسکوپ ها هستیم و بدین ترتیب **کهکشان**^{۱۲۰} ها و **خوشه های کهکشانی**^{۱۲۱} کشف شدند. **هنری رولند**^{۱۲۲} ۲۰ هزار خط در طیف خورشید یافت. **ژرژ هال**^{۱۲۳} وجود یک میدان مغناطیسی قوی اطراف لکه های خورشید^{۱۲۴} را ثابت کرد. **هنریت لوویت**^{۱۲۵} ارتباط بین روشنایی متغیرهای **قیفاورسی**^{۱۲۶} و رفتار تناوبی آنها را یافت.

^{۱۱۲} Binary System

^{۱۱۳} Spectroscope

^{۱۱۴} Percival Lowell

^{۱۱۵} Pluto

^{۱۱۶} Astroied

^{۱۱۷} Comet

^{۱۱۸} Comet-Like

^{۱۱۹} Einstein, Albert (1879-1955)

^{۱۲۰} Galaxies

^{۱۲۱} Galaxies Clusters

^{۱۲۲} Henry Rowland (1848-1901)

^{۱۲۳} George Hale (1868-1938)

^{۱۲۴} Sun's spots

^{۱۲۵} Henrietta S. Leavitt (1868-1921)

^{۱۲۶} Cepheid Variables

همچنانکه مسافرت فضانوردان به فضا، نشاندهنده تلاش بشر برای شناخت ناشناخته های فضاست، فلذا این مهم در نیمه قرن بیستم با ارسال سفینه های سرنشین دار و سپس بدون سرنشین انجام شد. از طرف دیگر، گسترش آلات رصدی نیز جزئیات زیادی از آسمان را آشکار کرد. رفلکتور^{۱۲۷} ۶ اینچی مونت- ویلسون که در ۱۹۰۸ م. تکمیل شد و رفلکتور^{۱۲۸} ۱۰۰ اینچی در همان رصدخانه در ۱۹۱۷ م. و ۲۰۰ اینچی مونت پالومار در ۱۹۴۸ م. اکتشافات زیادی را در مورد اجسام دوردست کسب نمودند. **ادوین هابل^{۱۲۹}** که از ۱۹۱۹ م. به بعد در رصدخانه مونت ویلسون تحقیق می کرد، نشان داد که بسیاری از نقاط نورانی آسمان، کهکشان های عظیمی از ستارگان هستند، وی کهکشان های مختلف را طبقه بندی نمود. در سال ۱۹۲۰ م هابل کشف نمود که کهکشان های دوردست با دور شدن از ما، به رنگ قرمز تغییر رنگ می دهند، در واقع انتقال قرمزی که متناسب با فاصله هر کهکشان از ماست و این انتقال به قرمز بمنزله تغییر در خطوط طیفی و افزایش طول موج است. این کشف دقیقاً اثر پیش بینی شده توسط مدلهای **انیشتین- فریدمن** بود. هابل فاصله آندرومدا را تعیین نمود و بدین وسیله برای اولین بار راهی به مختصات اجرام خارج از راه شیری گشود. در سالهای اخیر آلات نجومی مانند گیرنده های اشعه X و زیرقرمز و فتون بسیاری نظیر فن عکسبرداری به شناخت کیهان کمک نمود. تشعشع حاصل از **افشار بزرگ^{۱۳۰}** سه کلون محاسبه و تجربه شد. تلسکوپ فضایی هابل که در ۱۹۹۰ م. توسط شاتل **دیسکاوری^{۱۳۱}** به ایستگاهی در مدار زمین منتقل شد، امکان جستجوی بیشتری در آسمان را فراهم نمود که از سطح زمین قابل بررسی نیستند. با این تلسکوپ مطالعات زیادی درباره کهکشانها، **کوازارها^{۱۳۲}**، **اختر^{۱۳۳}** ها و **سوپرنواها^{۱۳۴}** انجام گرفت. گسترش ستاره شناسی رادیویی نیز بسیاری از مرزها را شکافت. مطالعاتی که توسط کارل **گروته جانسکی^{۱۳۵}** انجام گرفت نشان داد که متشاه بسیاری از امواج رادیویی، کهکشان راه شیری است، نه سیاره زمین. اولین رادیوتلسکوپ در ۱۹۴۴ م توسط **گروت ربر^{۱۳۶}** ایجاد شد که کمکهای بسیاری به کشف **پلسار^{۱۳۷}** ها و کوازارها نمود.

نجوم قرن بیستم افکار بشر را در مورد جهان تغییر داد. نظریه ای که زمین را مرکز جهان می دانست که در آن ماه و خورشید و ستارگان برگرد آن در حرکت بودند، دیگر در اذهان مردم جای خود را به جهانی وسیع داد که زمین تنها نقطه ای کوچک از آن بحساب می آید. تلسکوپ ها و ماهواره های تجهیز شده با وسایل مدرن در همراهی با ماموریهایی فضایی، به شناخت ستارگان و سیارات منظومه و جهان آفرینش کمک نمود و راه برای تحقیق و تفحص از ساختار و رفتار منظومه و کیهان هموار نمود. بشر بر روی ماه فرود آمد و سطح آن را بررسی نمود. فضاپیمایی واپیکینگ روی مریخ فرود آمدند و اطلاعاتی مفید را ارسال نمودند. تلسکوپهای بسیار بزرگ نوری و رادیویی که ابزارهای کنونی برای کاوش اعماق جهان هستند، جایی که از محدوده حواس فیزیکی ما بدور است را برای ستارگان بیشتر جستجو کردند، چنانکه اگر زمانی فیثاغورثیان تمام کرات را زنده می پنداشتند گویی صدای آنها را می شنیدند، اکنون در این زمان، این تلسکوپ ها و رادیوتلسکوپ ها هستند که آهنگ زیبای تشعشع کرات را می شنوند.

^{۱۲۷} Edwin P. Hubble (1953-1889)

^{۱۲۸} Big-Bang

^{۱۲۹} Discovery

^{۱۳۰} Quasar

^{۱۳۱} Nova

^{۱۳۲} Supernova

^{۱۳۳} Karl Guthe Jansky (1905-1950)

^{۱۳۴} رل گوت جانسکی (۱۹۵۰-۱۹۰۵) فیزیکدان آمریکائی و مهندس رادیو بود که نخستین بار امواج رادیویی منتشره از کهکشان راه شیری در ۱۹۳۱ کشف نمود. وی از بنیانگذاران ستارهشناسی رادیویی محسوب می شود.

^{۱۳۵} Grote Reber

^{۱۳۶} Pulsar