دستگاه های مختصات سماوی

هدف از مقالهٔ حاضر همانطوری که از نام آن پیداست مربوط به معرفی دستگاه های مختصات سماوی برای یک منجم تازه کار! (کسی که به تازگی وارد نجوم شده است) می باشد. در مقالهٔ اولیهٔ اسطرلاب که در شمارهٔ دوم این نشریه چاپ شد، قرار بود توضحیاتی مختصر در حین توضیحات اسطرلاب داده شود اما به پیشنهاد سردبیر مجله، قرار بر این شد که این توضیحات به صورتی کامل تر و بهتر خود به صورت یک مقالهٔ جداگانه در این نشریه به چاپ برسد. پس اگر موافق باشید، برویم سر اصل مطلب...

آسمان برای همهٔ ما نقش بسیار حیاتی در زندگی روزمره دارد؛ هر روز صبح خورشید با طلوع خود از سمت شرق، ما را از خواب بیدار می کند و سر کار می فرستد، هنگام ظهر به ما پیغام استراحت و نهار را می دهد و با غروب خود به ما می گوید که برگردید خانه و استراحت کنید. در واقع ما زندگی خود را بر مبنای حرکت این ستاره تنظیم می کنیم. اما بر خلاف بقیهٔ مردم، یک منجم (حداقل زمانی که می خواهد به کار عملی بپردازد!) با غروب خورشید کار خود را شروع می کند و با طلوع به سمت تخت می رود! او در طول شب می بیند که ستاره ها نیز هر کدام مانند یک خورشید از سمت شرق طلوع می کنند، هر لحظه ارتفاع بیشتری می گیرند، به اوج ارتفاع خود می رسند و به آهستگی ارتفاع خود را کم می کنند و در راستای غرب غروب می کنند، تا اینکه فردای آن شب دوباره طلوع بکنند (درست همانند حرکت خورشید).

البته درک این حرکت ستارگان در آسمان هیچ نیازی به وسایل پیشرفتهٔ امروزی نداشته و تمدن بشری از زمانهای بسیار دور (اولین مکتوبات به زمان بابلی ها حدودا ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد یا ۲۱۰۰ سال قبل از هجرت بر می گردد) به این حرکت ستارگان پی برده بود. دیده شده بود که در آسمان تمام ستارگان چنین حرکتی را از خود نشان می دهند ولی هر کدام بسته به مکان خود در آسمان با سرعتی متفاوت این گردش را انجام می دهند؛ در جایی ستاره ای است که تقریبا حرکت ندارد و در جایی خاص از آسمان (روی یک دایره که در ادامهٔ مقاله آن را استوا تعریف خواهیم کرد) ستاره ها سرعت زیادی از خود نشان می دهند.

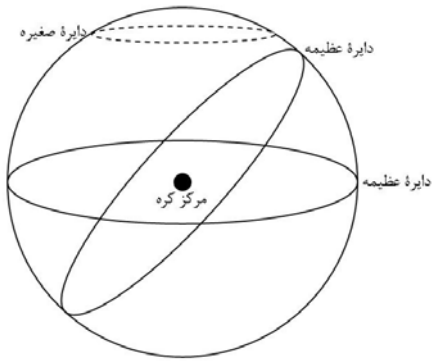
شکل ۱: حرکت ستاره ها در آسمان

در شکل مقابل می توانید عکسی از حرکت ستاره ها در آسمان ببینید، این عکس در اولین گشت کانون نجوم و اخترفیزیک دانشگاه شیراز در آسمان سد درودزن گرفته شده است. برای گرفتن این عکس نگاتیو عکاسی به مدت دو ساعت در حال ثبت کردن نور ستاره ها بود، به همین دلیل هر ستاره در اثر حرکت خود (در طول دو ساعت) به صورت یک خط (در اینجا یک انحنا) ظاهر شده است. همانطور که می بینید ستارهٔ مرکزی این عکس تقریبا حرکتی از خود نشان نداده است، هر چه از آن ستاره دورتر می شویم می بینیم که ستاره ها حرکت بیشتری از خود نشان می دهند.

احتمالا به خاطر این حرکت دایره ای ستاره ها بوده است که از زمان قدیم آسمان را به صورت کره ای با شعاعی خیلی بزرگتر از کرهٔ زمین در نظر می گرفتند. در طول زمان تعبیر هایی که از این کره می شده است متفاوت بوده است؛ افلاطون این کره را مرز دنیای فانی ما و دنیای خدایان می دانسته و ستاره ها برای او سوراخ هایی در این مرز بودند که نور الهی را وارد دنیای ما می کردند. جلوتر که می آییم (از نظر زمانی) می بینیم که بطلمیوس می گوید که حرکت این کره است که باعث حرکت سیارهٔ کیوان (زحل، به عنوان آخرین سیاره) می شود و حرکت کیوان (زحل) از طریق اثیر (ماده ای فرضی که در فضا وجود داشت) روی حرکت مشتری اثر می گذارد، حرکت مشتری روی مریخ، حرکت مریخ روی خورشید، حرکت خورشید روی زهره، حرکت زهره روی عطارد و حرکت عطارد روی ماه تاثیر می گذارد و به طور کلی حرکت ستاره ها، سیارات و ماه را در آسمان با این کره توجیه می کرد. تا اینکه از زمان نیوتن ما فهمیده ایم که فضای اطراف ما یک فضای سه بعدی می باشد، فضایی که عمق دارد و این حرکت

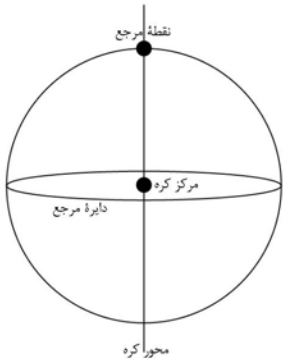
کروی که آسمان از خود نشان می دهد به خاطر چرخش زمین حول خود می باشد و این کره که در قدیم وجود واقعی داشت، از آن زمان به بعد به یک کرهٔ فرضی تبدیل شد؛ همان کرهٔ قبلی بود، با همان استفاده ها اما فقط دیگر واقعیت نداشت!!! (بلایی که علم بر سر هر نظریهٔ پیر خود می آورد!)

بگذارید کمی از تاریخ این کره سماوی بیرون بیاییم و نگاهی به هندسهٔ یک کره بیندازیم؛ به طور کلی یک پوستهٔ کروی (که ما در بحث در رابطه با آسمان با یک چنین صفحهٔ دو بعدی سر و کار داریم) مجموعهٔ نقاط هندسی تعریف می شود که از یک نقطه فاصلهٔ یکسان داشته باشند؛ آن نقطهٔ خاص را مرکز کره تعریف می کنیم. روی یک کره دو نوع دایره می توان رسم کرد: دایره های صغیره و عظیمه. دایرهٔ صغیره دایره ای است که شعاع آن از شعاع کره کمتر باشد یا به زبان دیگر مرکز آن مرکز کره نباشد و دایرهٔ عظیمه دایره ای است هم مرکز با کره یا به عبارتی دیگر، شعاع دایرهٔ عظیمه برابر شعاع کره می باشد.



همانطور که از شکل نیز معلوم است: هر دو دایرهٔ عظیمه ای روی یک کره به قطعا در دو نقطه با هم برخورد می کنند که در ادامهٔ مقاله در پایه ریزی دستگاه های مختصاتی از این نکته استفاده خواهیم کرد.

با توجه به اینکه یک پوستهٔ کروی یک سطح دو بعدی می باشد، برای مشخص کردن یک نقطهٔ خاص فقط احتیاج به دو عدد داریم همانند یک صفحهٔ کاغذ که دو مختصهٔ طول و عرض را روی آن تعریف می کنیم و با استفاده از این دو می توانیم تمام نقاط صفحه را نام گذاری کنیم، با این تفاوت که در اینجا صفحهٔ کاغذ خم شده است.

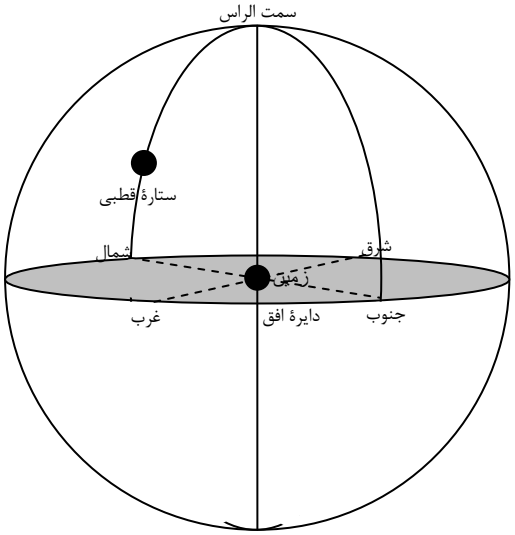


برای پایه ریزی این مختصات ما فقط نیاز به یک نقطه داریم، که در واقع تنها تفاوت تمام دستگاه های مختصاتی تفاوت در انتخاب این نقطه می باشد. در این مقاله این نقطه را **نقطهٔ مرجع** می نامیم. با وصل کردن مرکز کره به نقطهٔ مرجع و ادامه دادن خط تا طرف دیگر کره خطی به وجود می آید که ما آن را **محور کره** می نامیم و مکان هندسی تمام نقاطی که با نقطهٔ مرجع ۹۰ درجه فاصله دارند را **دایرهٔ مرجع** می نامیم که در واقع یک دایرهٔ عظیمه در صفحه ای می باشد که خط عمود بر آن، محور کره است.

دستگاه مختصات افقی یا سمتی ارتفاعی

با تمام این توصیفاتی که داده شد شروع به مشخص کردن دستگاه های مختصاتی می کنیم. در تمام دستگاه ها ما فرض می کنیم که کرهٔ زمین در مرکز کرهٔ سماوی قرار گرفته است و این کره خیلی خیلی از زمین بزرگتر می باشد، طوری که فاصلهٔ دو نقطهٔ متفاوت روی زمین با یک نقطه روی این کره تفاوت نکند! اولین و ساده ترین دستگاه برای ساختن دستگاه افقی است.

در دستگاه افقی ما نقطهٔ مرجع را نقطهٔ سمت الراس یا نقطه ای که درست بالای سر ناظر قرار دارد تعریف می کنیم، با این تعریف مسلم است که دایرهٔ مرجع در واقع دایرهٔ افق می شود (دلیل نامگذاری این دستگاه همین می باشد) که یک دایرهٔ عظیمه است. این دستگاه کاملا "چسبیده به ناظر" است. طوری که همیشه یک نقطه از آن نسبت به ناظر در یک مکان از آسمان قرار دارد و تغییر نمی کند، این یکی از امتیازات این دستگاه است.



اما ما می دانیم که موقعیت ستاره ها نسبت به ناظر تغییر می کند، پس با توجه به اینکه این دستگاه همیشه نسبت به ناظر ساکن است، مختصات یک ستاره در این دستگاه پیوسته در حال تغییر می باشد، که این یکی از امتیازات منفی این دستگاه به شمار می رود!

حال بگذارید به مختصه های این دستگاه نگاهی بکنیم. همانطور که گفته شد این دستگاه (همانند تمام دستگاه ها) دو مختصه دارد که به آنها سمت و ارتفاع می گوییم. خطکش دایروی سمت را روی دایرهٔ افق می گذاریم و آن را به ۳۶۰ قسمت تقسیم بندی می کنیم. حال مساله انتخاب صفر این خط کش به وجود می اید: که کدام نقطه از این دایره را صفر بنامیم؟ برای جواب به این سوال از یک امتیاز واضح که در آسمان داریم استفاده می کنیم: ستارهٔ قطبی.

نقطهٔ ستارهٔ قطبی را با یک دایرهٔ عظیمه به سمت الراس متصل می کنیم و آن را از دو طرف ادامه می دهیم تا به افق برسد و این دایره را در دو نقطه قطع بکند. به این نیم دایرهٔ عظیمه نصف النهار ناظر میگوییم و با نیمهٔ دوم این دایرهٔ عضیمه که زیر افق می افتد کاری نداریم، به همین دلیل در این شکل از کشیدن آن صرف نظر شده است. همانطور که از روی شکل معلوم می شود این دو نقطه را سمت های شمال و جنوب تعریف می کنیم. حال به مسالهٔ قبلی بر می گردیم؛ اینکه صفر خط کش سمت را که ۳۶۰ قسمت بود کجا بگذاریم. بنا به استاندارد (که از زمان باستان تعیین شده است) صفر این خط کش دایره شکل را روی نقطهٔ شمال قرار می دهیم. پس سمت نقطهٔ جنوب ۱۸۰ می شود. اما هنوز مساله تمام نشده است: جهت افزایش آن را هم به سمت شرق تعریف می کنیم، طوری که نقطهٔ شرق روی افق سمت ۹۰ را داشته باشد و نقطهٔ غرب روی این خطکش دایروی عدد ۲۷۰ را به خود بگیرد.

با این تعاریف می توانیم به هر نقطه روی دایرهٔ افق یک عدد نسبت بدیهم. اما هنوز در مورد ارتفاع حرفی نزدیم!

تعریف شمال را به یاد بیاورید، هنگام تعریف ارتفاع نیز به همین روش کار می کنیم: ستارهٔ مورد نظر را با یک قوس که قسمتی از یک دایرهٔ عظیمه است که از سمت الراس می گذرد به افق وصل می کنیم و کوتاه ترین این دو قوس را در نظر می گیریم، مسلما این قوس در نقطه ای که افق را قطع می کند با افق عمود خواهد بود و این فاصلهٔ زاویه ای را ارتفاع می نامیم. همانطور که از تعریف آن بر می آید تغییرات ارتفاع از صفر (هر نقطه ای روی افق) تا ۹۰ که نقطهٔ سمت الراس می باشد، است. به زبان ساده ارتفاع فاصلهٔ زوایه ای ستاره از افق می باشد (همانطور که از اسم آن به سادگی بر می آید).

با این تعاریف شما می توانید به راحتی به هر نقطه از آسمان دو عدد نسبت بدهید که یکی بین صفر تا ۳۶۰ است (سمت) و دیگری بین صفر تا نود (ارتفاع). برای اینکه تمام این توصیفات را بهتر بفهمید، یک شب در حیاط (یا پشت بام) تمام این روند های تعریفی را برای خود امتحان کنید، به راحتی این چند مختصه را خواهید فهمید.

دستگاه مختصاتی استوایی (که در نجوم بیشتر کاربرد دارد) را در مقالهٔ بعد توضیح خواهیم داد، اما بگذارید یک حلقهٔ پیوندی بین این دو دستگاه اینجا به عنوان یک تمرین را انجام دهیم. شب به حیاط (یا پشت بام!) بروید و ستارهٔ قطبی را پیدا کنید (سمت آن چند است؟) ارتفاع آن را اندازه بگیرید، اگر خوابگاهی هستید و از شهر دیگری می آیید (ترجیحا خیلی دور!!!) وقتی به خانه رفتید همین کار را انجام دهید، خواهید دید که ارتفاع ستارهٔ قطبی به محل ناظر بستگی دارد. سعی کنید چگونگی این بستگی را پیدا کنید. در مقالهٔ بعد این بستگی را توضیح خواهیم داد... (فقط تعاریف را در ذهن داشته باشید!)

این فایل از آدرس زیر دریافت شده است:
http://astr.tohoku.ac.jp/~akhlaghi/