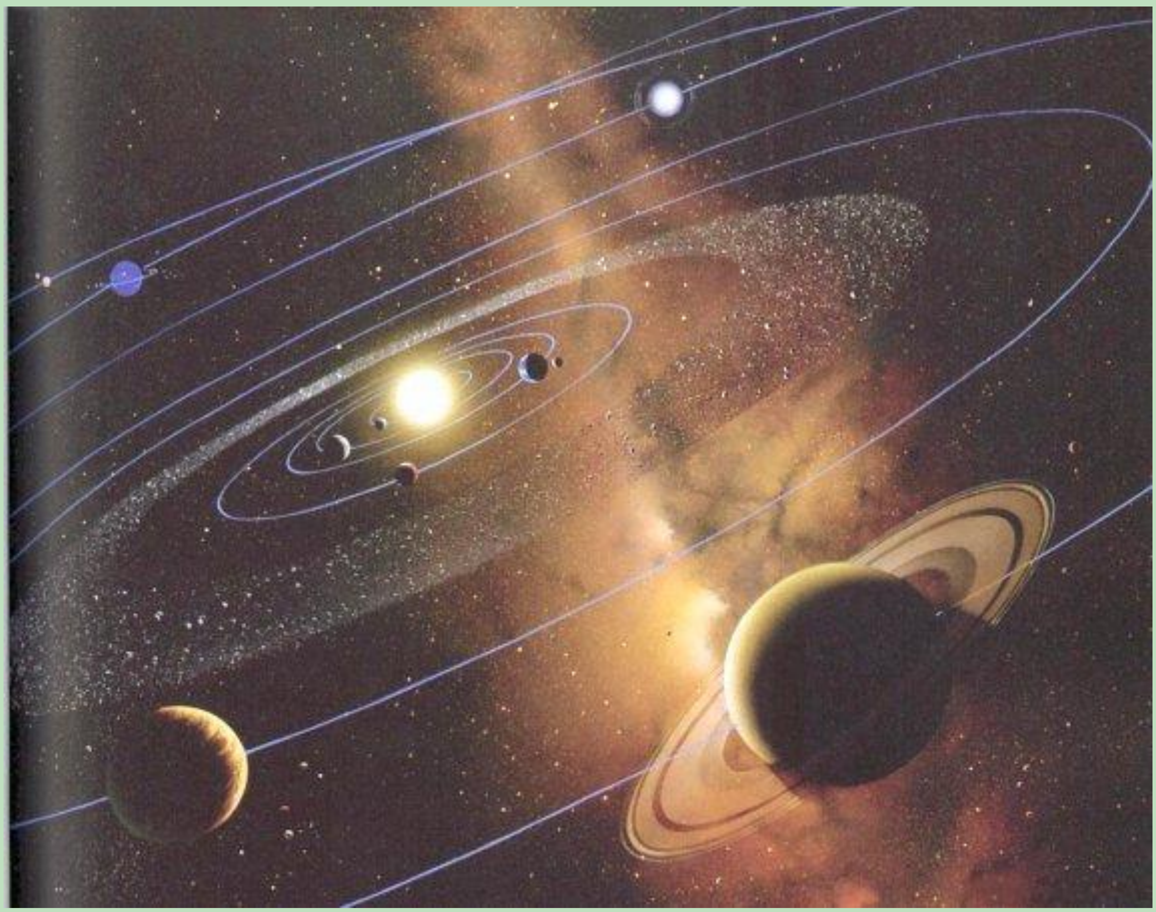
علم نجوم

و نقش آن در وقت شناسی و قبله شناسی



تألیف:

آیة الله العظمی سید رضا حسینی نسب


بسم الله الرحمن الرحيم

(درس اول)

پیشگفتار

تعریف علم هیأت و نجوم

علم هیأت و نجوم، دانشی است که پیرامون پدیده های اجرام آسمانی، و ضوابط مربوط به حرکات ظاهری و حقیقی آنها، و اندازه ها، فواصل، ساختارها، نیروها، سرعت ها و ویژگی های طبیعی آنها بحث می کند.
این علم در لاتین "Astronomy" نامیده می شود. واژه مذکور از دو کلمه یعنی: "Astron " به معنای ستاره ، و کلمه "Nomos" به معنای قانون، قاعده و رسم، ساخته شده است.
دانش هیأت و نجوم، یکی از دانش های کهن بشری است که ریشه در تمدّن های باستانی مانند تمدن یونان، ایران، چین، هند، مصر و بابل دارد.

تقسیمات علم نجوم

علم نجوم در عصر حاضر بدلیل گستردگی دامنه آن، به فروع و شعبه های گوناگونی تقسیم شده است که برخی از آنها را در زیر، ملاحظه می فرمایید:
الف – فیزیک نجومی یا اختر فیزیک (Astrophysics). دانشی است که شامل قوانین فیزیکی، ریاضی، و میکانیکی مرتبط با طبیعت حرکت های اجرام آسمانی می باشد.
ب – قیاسات نجومی (Astrometry). دانشی است که روش های اندازه گیری و محاسبات میان اجرام آسمانی را مورد بحث قرار می دهد، و طریقه طراحی و ساخت دستگاه های دقیق اندازه گیری نجومی را تبیین می نماید.
ج – رصد نجومی (Astrotelescopy). دانشی است که در خصوص طراحی، ساخت، و استفاده از تلسکوپ های گوناگون در جهت رصد کردن اجرام آسمانی بحث می کند.

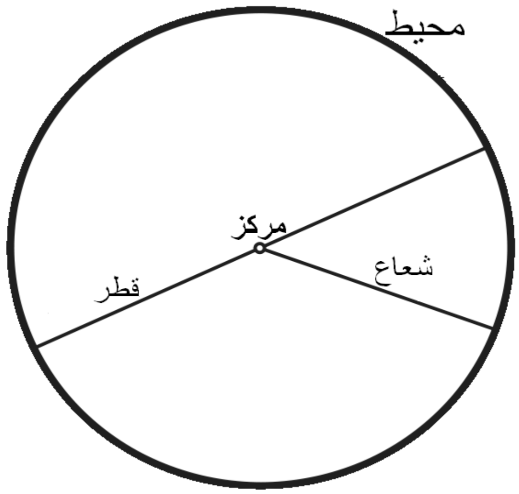
د – دینامیک نجومی (Astro Dynamics). دانشی است که پیرامون قوانین ریاضی در زمینه کشف و درک تاثیرگذاری نیروهای طبیعی در گردش اجرام آسمانی و مدارهای آنها بحث می کند.
ه - کیهان شناسی (Cosmology). دانشی است که پیرامون نظریه ها، تئوری ها، ضوابط و مشاهدات مرتبط با نظام کیهانی بحث می نماید.
و – کیهان نوردی (Astronautics). دانشی است که ضوابط و روش های علمی را در زمینه سفر به فضا تبیین می کند، و طرح ها و برنامه های علمی را در جهت اعزام انواع سفینه های فضایی به کرات دیگر، مورد بحث قرار می دهد.
ز – سیّاره شناسی (Planetology). دانشی است که در باره پیدایش، ابعاد، حرکات، و قوانین حاکم بر سیّارات، بحث می کند.
ح – ماه شناسی (Selenology). دانشی است که در خصوص مساحت، جرم، حجم، ابعاد، حرارت، جاذبه، حرکت، پیدایش و دیگر ویژگی های کره ماه بحث می نماید.

توضیح:
در اینجا توضیح یک نکته مهمّ، ضروری است، و آن اینکه نباید علم هیأت و نجوم (Astronomy) را با احکام نجومی (Astrology) ، اشتباه گرفت.
دانش هیأت و نجوم، مبتنی بر قواعد و قوانین مستحکم ریاضی و علمی است، که با معیارهای شناخته شده و ثابت شده سنجیده می شود. اما احکام نجومی که از آن به طالع بینی نیز تعبیر می شود، در نزد معتقدان به آن، از اوضاع ستارگان و بنا بر اعتقاد به تاثیر اجرام آسمانی بر انسان ها و عالم عناصر، پیشگویی و تبیین می گردد.
آنچه در این نوشتار می خوانید، مباحث علم هیأت و نجوم است که مبتنی بر قواعد و قوانین علمی استوار و محاسبات ریاضی مستحکم است، نه احکام نجومی و طالع بینی، که مورد اختلاف بوده و هست.

تمهید

یکی از دانش های تمهیدی و مقدّماتی برای آموختن علم نجوم، دانش ریاضیات و بویژه هندسه است. بدین منظور، برخی از مباحث ضروری هندسی را به عنوان مقدّمه از نظر شما می گذرانیم:

دایره



شکل 1

اقلیدس در مقاله اولی از کتاب اصول خود، دایره را بدین شکل تعریف کرده است:

"دایره عبارت است از : شکل مسطّحی که یک خط واحد، آن را احاطه کرده است، و نقطه ای در درون آن شکل است که همه خطوط مستقیمی که از آن نقطه به سوی آن خط واحد خارج می شوند با هم مساوی هستند".

خط یادشده، محیط دایره است و نقطه مذکور هم مرکز آن می باشد. خط مستقیمی که از مرکز می گذرد و در دو جهت متقابل به محیط منتهی می شود، قطر دایره است، که دایره را به دو نصف مساوی تقسیم می کند. اما وتر دایره، خطی است که از مرکز دایره نمی گذرد، و دایره را به دو بخش غیر متساوی تقسیم می نماید.

خط مستقیمی که مرکز را به محیط وصل می کند ، "شعاع" و "نصف القطر" نامیده می شود. خط عمودی که از وسط قوس (کمان) به وسط وتر وصل می شود، "سهم" آن قوس نامیده می شود. خط عمودی که از یکی از دو سوی قوس خارج می شود و به قطری که از طرف دیگر آن خارج شده وصل می شود، "جَیب" آن قوس نامیده می شود.

"جَیب"، بنا بر تعریف یادشده ، گاهی به جیب مستوی نیز تعبیر می شود.

ابو ریحان بیرونی در کتاب "التفهیم لأوائل احکام التنجیم" می گوید:

"جیب مستوی ، نصف وتر دو برابر قوس است، و به تعبیر دیگر، خط عمودی است که از یکی از دو طرف قوس بر قطر خارج شده از طرف دیگر آن فرود می آید. و هرگاه "جیب" به صورت مطلق بیان شود، مقصود از آن "جیب مستوی" است.

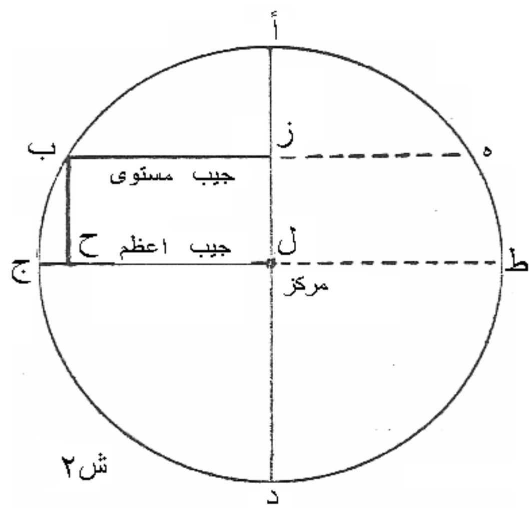
یاد آور می شود که گاهی "سهم" را نیز، "جیب معکوس" می نامند، که در برابر "جیب مستوی" قرار دارد.

جَیب قوسی که نود درجه باشد، جیب اعظم نامیده می شود، که همواره نصف قطر دایره است.

متمّم هر قوس تا نود درجه، "تمام" آن قوس نامیده می شود، و تا یکصد و هشتاد درجه، "کمال" آن قوس نام گذاری شده است.

و آن مقدار از قطر که میان موضع جیب مستوی و مرکز دایره قرار می گیرد، مساوی با جیب تمام آن قوس است.

"جَیب" در اصطلاح جدید، "سینوس" (Sinus)، و تمام آن "کسینوس" (Co sinus) نامیده می شود.



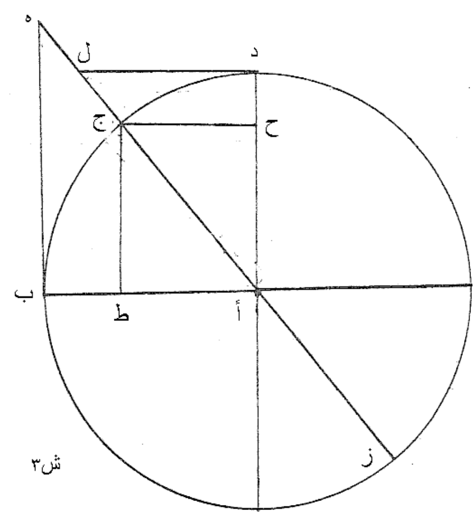
بنا بر آنچه بیان شد، در شکل بالا، خط "ب هـ" وتر است، و خط "ا د" و خط "ج ط" قطر است، و خط "ا ز" سهم قوس "ب ا هـ" می باشد، و خط "ب ز" جیب قوس "ا ب" است، و خط "ج ل" جیب اعظم است، و خط "ز ل" مساوی خط "ب ح" می باشد، و قوس "ب ج" تمام قوس "ا ب" است، و خط "ب ح" جیب تمام قوس "ا ب" ، و قوس "ب ج د" کمال قوس "ا ب" می باشد.

همچنین، خط مستقیمی که مماس با یکی از دو طرف قوس است و با قطری که از طرف دیگر آن خارج می شود تلاقی می کند برخورد می نماید، "ظلّ" آن قوس نامیده می شود

کـه در اصـطلاح جدیـد، آن را "ممـاس" یـا "تانژانـت" (Tangente) مـی نامنـد، و تمـام آن "کتانژانت" (Cotangente) نامیده می شود.

خط مستقیمی که میان مرکز دایره و محل برخورد ظلّ و قطر یادشده قرار دارد، "قطر ظـل" نامیده می شود، که در اصطلاح متـأخرّین بـه عنـوان "قـاطع" معـروف اسـت و در اصـطلاح جدید، "سکانت" (Sécante) نامیده می شود، و تمام آن "کسکانت" (Consécante) نام دارد.

یاد آور می شود که ظلّ هر قوسـی، موازی جَیب آن قـوس اسـت، و ظـلّ تمـام آن، مـوازی جیب تمام آن می باشد.

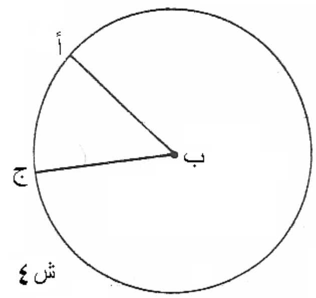


بنا بر آنچه بیان شد، نقطه " ا " در شکل بالا مرکز دایره است، و خط "ج ز" قطـر آن اسـت، و خط "ب هـ " ظل قوس "ب ج" ، و خط "ا هـ" قطر ظلّ است.

قوس "د ج" تمام قوس "ج ب" می باشـد، بنـا بـر ایـن، خـط "د ل" ظـل تمـام قـوس "ج ب" است. همچنین، خط "ا ل" قطر ظل تمام قوس "ج ب" است، و خط "ج ط" جیـب قـوس "ب ج" می باشد، که موازی با ظل آن است، و خط "ج ح" جیـب تمـام آن اسـت کـه مـوازی بـا ظل آن می باشد.

محیط دایره به سیصد و شصت قسمت مساوی تقسیم می گـردد و هـر جزئـی از آن یـک درجه نامیده می شود، و هر درجه به شصت دقیقه، و هـر دقیقـه بـه شصـت ثانیـه، و هـر ثانیه به شصت ثالثه، و هر ثالثه به شصت رابعه، تقسیم می گردد، و این تقسـیم تـا آنجـا که مورد نیاز است، ادامه می یابد.

مقدار قوس هر درجه، دقیقه یا ثانیه، مبیّن مقدار زاویه مرکزی است که مقابل آن قوس می باشد.



بنا بر این، در شکل بالا، مقدار درجه، ثانیه، و ثالثه قوس "ا ج" از این دایره، مساوی با مقدار زاویه "ب" است.

کره

اقلیدس در صدر مقاله یازدهم از کتاب اصول خود چنین می گوید:
"کره عبارت است از شکلی که یک نیم دایره ای که قطرش به عنوان محور ثابت بماند و محیط آن گردانده شود تا به موضع نخست برسد، ترسیم می نماید، و مرکز کره ، همان مرکز آن دایره می باشد".
ثاوذوسیوس در بخش حدود و تعریفات مقاله اولی از کتاب "اُکَر" چنین می گوید:
"کره عبارت است از شکل مجسّمی که سطح واحدی بر آن احاطه دارد و در میان آن نقطه ای است که همه خطوط مستقیمی که از آن نقطه به سوی سطح یادشده خارج می شوند، با هم مساوی هستند. آن نقطه ، مرکز کره است. بنا بر این، محور کره، خط مستقیمی است که ثابت است و کره بر گرد آن گردانده می شود، و دو قطب آن نیز، دو طرف محور یادشده می باشد".
سطح مذکور، محیط کره است، و خط مستقیمی که از مرکز به سوی محیط در دو سوی آن خارج می شود قطر آن، و دو نقطه متقابل که در دو سوی هر قطر قرار گرفته اند دو نقطه متقاطر نامیده می شوند.
هرگاه یک سطح مستوی، کره را به دو قسمت تقسیم کند، دایره ای به وجود می آید که فصل مشترک میان آن دو قسمت است. بنا بر این، اگر آن دایره که کره را به دو قسمت

تقسیم کند از مرکز کره بگذرد، آن دایره بزرگترین دوایر در کره است، و به عنوان "دایره عظیمه" نامیده می شود و دارای دو قطب می باشد.

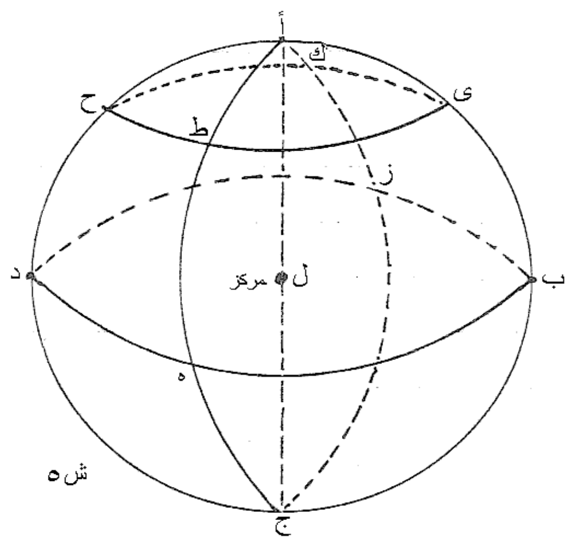
اما اگر آن دایره یادشده، کره را به دو قسم مساوی تقسیم نکند، دایره صغیره نام دارد.

مقدار دوایر عظیمه بر یک کره، همواره مساوی با یکدیگر هستند، بر خلاف دوایر صغیره.

هیچگاه دو دایره، بر بیش از دو نقطه، همدیگر را قطع نمی کنند. (اصول اقلیدس، مقاله سوم، شکل دهم).

دوایر عظیمه ای که در یک کره واقع می شوند، همواره یکدیگر را به دو نصف مساوی تقسیم می نمایند. (أکر "ثاوذوسیوس" مقاله اولی ، شکل 12).

هر دایره ای که دایره عظیمه دیگری در یک کره آن را بر زوایای قائمه قطع کند، دایره عظیمه مذکور آن را به دو نصف مساوی تقسیم می کند و از دو قطب آن می گذرد. (أکر "ثاوذوسیوس" مقاله اولی ، شکل 14).



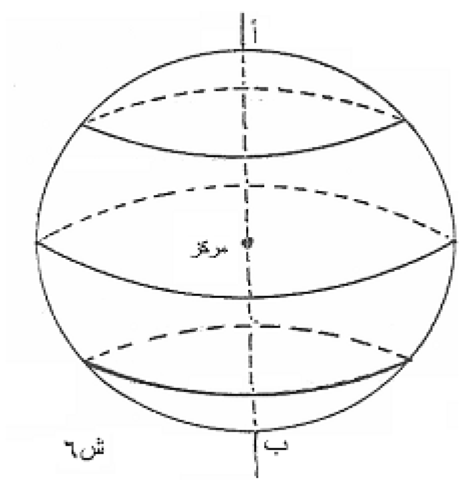
بنا بر آنچه گذشت، در شکل بالا، خط "ا ج" قطر کره است، و نقطه "ا" و نقطه "ج" دو نقطه متقاطر، و دایره "د ز ب ه" دایره عظیمه است، مانند دایره "ا ز ج ه". نقطه "ا" و نقطه "ج" دو قطب دایره نخست، و دو نقطه "ب" و "د" دو قطب دایره دوم می باشد. و نقطه "ل" مرکز هر دو دایره و مرکز کره است. دو نقطه "ه" و "ز" محل تقاطع دو دایره عظیمه مذکور است که بر زوایای قائمه تقاطع کرده اند. هر یک از این دو دایره عظیمه، بر دو قطب دیگری می گذرد.

دایره "ح ط ی ک" دایره صغیره است.

هر گاه یک کره بر گرد خود به صورت معتدل بگردد (یعنـی: آن کـره در گـردش خـود بـر گـرد محور واحد بچرخد) ، پس هر نقطه ای که بر روی آن فرض شـود، با یـک دور کامـل آن کـره، دایره ای را ترسیم می کنـد کـه "مـدار" آن کـره نامیـده مـی شـود. تنهـا دو نقطـه متقابـل هستند که از این امر مستثنی می باشند، و آندو نقطه، دو قطب کره یادشده می باشند. خطی که این دو نقطه متقابل را به هم وصل می کند، محور کره است.

اطولوقس در صدر کتاب "کره متحرّک" چنین می گوید:
"محور کره، قطر آن است که کره بر گرد آن می گردد، در حالی که آن محور ثابـت اسـت، و دو سوی آن، دو قطب آن می باشد".

دایره عظیمه ای که فاصله آن تا دو قطب کره مساوی است، منطقه کره نامیده می شـود و دوایر صغیره ای که موازی با منطقه هستند، مـدارهای آن نـام دارنـد، و محـور همـه آنهـا همان محور منطقه است که بر سطح همه آنها عمود می باشد. و هر دو مداری کـه در دو طرف منطقه قرار داشته باشند، در صورتی که فاصله آنها با منطقه یکی باشـد، متسـاوی خواهند بود.



بنـا بـر آنچـه بیـان شـد، در شـکل بـالا، نقطـه "ا" و نقطـه "ب" ، دو قطـب کـره انـد، و خـط مستقیم میان آنها (یعنی: خط "ا ب") محور آن می باشد، و دایره عظیمه متسـاوی البعـد از آن دو نقطه نیز، "منطقه" کره است، و دو دایره صغیره موازی با منطقه، دو مـدار متـوازی می باشند.

مثلّثات

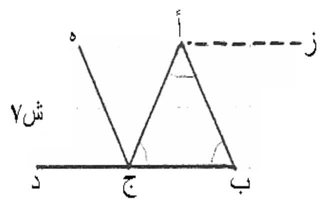
مثلّـث از جهـت اضـلاع آن، بـه متسـاوی الأضـلاع و متسـاوی السـاقین و مختلـف الأضـلاع تقسـیم می شود.

اما از جهت زوایا، به قائم الزاویه، حادّ الزاویه، و منفرج الزاویه تقسـیم می گردد.

همچنین، مثلث از جهت سطح، به مستوی (مسطّح)، و مسـتدیر (کروی)، بـه شـرح ذیـل، تقسـیم می شود:

الف - مثلّث مستوی آن اسـت که بر سطح مستوی واقع شود. اضلاع این مثلث مسـتقیم هستند و مجموعه زوایای آن مسـاوی بـا دو زاویـه قائمـه ، یعنـی: یکصد و هشـتاد درجـه اسـت.

اقلیدس در شکل سـی و دوم از مقاله اولی از کتاب اصول خود، برهان ایـن حقیقـت را بـه شرح ذیل بیان نموده است.



"اگر در مثلثی، یکی از اضلاع آن خـارج گـردد، پـس زاویـه خـارجی آن مسـاوی بـا دو زاویـه داخلی آن می باشد که در مقابل آن زاویه قرار دارند، و مجموع هر سه زاویه آن مساوی با دو زاویه قائمه (یعنی یکصد و هشتاد درجه) خواهد بود.

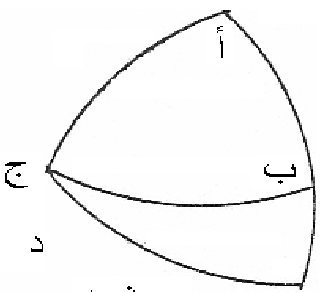
بنا بر این در شکل بالا، مثلث "ا ب ج" را در نظر می گیـریم و یکـی از اضـلاع آن یعنـی "ب ج" را تا نقطه "د" خارج می سازیم ، و از نقطه "ج"، خط "ج ه" را موازی با ضلع "ا ب" خارج می سازیم. پس زاویه "ا ج ه" مساوی با زاویه "ا" می باشد، زیـرا هـر دو زاویـه متبـادلتین هستند. همچنین، زاویه "ه ج د" مساوی با زاویه "ب" است، زیرا آنها زاویه خارجه و داخله هستند. بنا بر این، مجمـوع زوایـای "ا ج د" کـه خـارج از مثلّـث هسـتند، مسـاوی دو زاویـه داخل آن یعنی زاویه "ا" و زاویه "ب" می باشند.

زاویه "ا ج د" همراه با زاویه "ا ب ج" مساوی با دو قائمه هستند. بر این اساس، سه زاویه داخلی هم مساوی با دو قائمه می باشند".

ب – مثلّث کروی آن است که بر سطح مستدیر (کروی) قرار داشــته باشــد، و اضـلاع آن از دوایـر عظیمـه هســتند، و مجموعـه زوایـای آن بـیش از دو قائمـه (یعنـی بـیش از یکصـد و هشتاد درجه) می باشد.

مانالائوس در شــکل یـازدهم از مقالـه اولـی از کتـاب "اُکـر"، بـرای اثبـات ایـن امـر، چنـین استدلال نموده است:

هر مثلّث کـروی کـه یکـی از اضـلاع آن خـارج گـردد، زاویـه خـارجی آن کـوچکتر از دو زاویـه داخلی مقابل آن خواهد بود. بنا بر این، سه زاویه داخلی مثلّث مستدیر، بزرگتر از دو زاویـه قائمه (یعنی : بیش از یکصد و هشتاد درجه) است.



ش۸

بر اساس آنچه گذشت، در مثلّث "ا ب ج" در شکل بالا، وقتی ضلع "ا ج" تا نقطه "د" خارج گردد، پس اگر زاویه "د ج ب" بزرگتر از زاویه "ا" نباشد، مجمـوع دو زاویـه "ا" و "ب" از زاویـه "د ج ب" بزرگتر خواهد بود.

هرگاه زاویه "ا ج ب" را به عنوان زاویه مشترک در نظر بگیـریم، مجمـوع سـه زاویـه مـذکور بزرگتر از مجموع زاویه "ا ج ب" و زاویه "ب ج د" که مساوی با دو قائمه هستند می باشد.

هرگاه زاویه "د ج ب" بزرگتر از زاویه " ا " باشد، در نقطـه "ج" از قـوس "ج د" زاویـه "د ج ه" را همانند زاویه " ا " می سـازیم، و قـوس "ا ب" را ادامـه مـی دهـیم تـا بـا "ج ه" در محـل نقطه " ه " برخورد کند. بنا بر این، دو ضلع "ا ه" و "ه ج" با هم به اندازه نصف دایره عظیمـه می باشند، و مجموع "ب ه" و "ه ج" کمتر از آن است. پس زاویه "ا ب ج" که خارج از مثلّث "ب ه ج" است، بزرگتر از زاویه "ب ج د" می باشد.

بر این اساس، سه زاویـه از مثلـث، بزرگتـر از زاویـه هـای "ا ب ج" ، "ب ج د" و "ه ج د" کـه مساوی با دو قائمه می باشند، هستند".

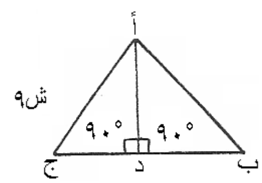
به عبارت ساده تر، هرگاه مثلث مستدیری را بر روی یک کره در نظر بگیریم کـه اضـلاع آن، قوسهایی از دوایر عظیمه باشند، و دو زاویه داخلی آن قائمه می باشند که طبعا مجمـوع

آن دو زاویه مساوی با یکصد و هشتاد درجه است، بنا بر این، مجموع هر سه زاویه بیش از یکصد و هشتاد درجه خواهد بود.

تتمّه بحث

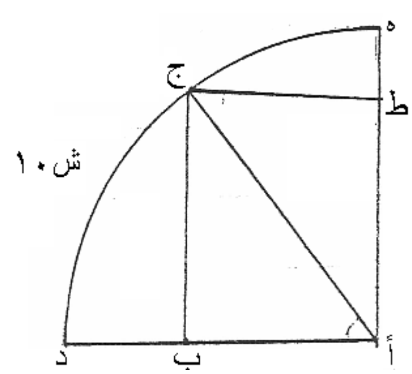
در زمینه مثلّث مستوی، نکات دیگری باقی است که بدین شرح بیان می گردد:

الف - خط مستقیمی که از زاویه یک مثلث به صورت عمودی بر ضلع مقابل آن زاویه خارج می گردد "عمود" آن مثلث نامیده می شود، و ضلع مذکور "قاعده" نام دارد، و نقطه تلاقی خط یادشده با قاعده، "مسقط الحجر" نامیده می شود.



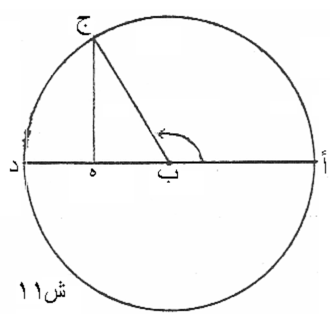
بنا بر این، در شکل بالا، خط "ا د" عمود مثلث است، و ضلع "ب ج" قاعده، و نقطه "د" هم مسقط الحجر است.

ب - در مثلّث قائم الزاویه، هر یک از دو ضلعی که محیط به قائمه هستند، "ساق" مثلّث، و ضلع مقابل زاویه مذکور "وتر" قائمه، و هریک از دو زاویه دیگر کمتر از قائمه است. پس هر کدام از آن دو زاویه "تمام" زاویه دیگر است تا نود درجه، و مجموع آندو مساوی یک قائمه می باشد.
هر یک از دو ضلع محیط به قائمه، جَیب زاویه ای است که ضلع یادشده وتر آن می باشد، و ضلع دیگر نیز، تمام آن زاویه است.



بنا بر این، در شکل بالا، مثلّث "ا ب ج" را در نظر می گیریم. زاویه "ب" در این مثلث قائمه است، و قوس "د ه" یک چهارم از محیط دایره ای است که مرکز آن نقطه " ا " می باشد.
پس دو ضلع "ا ب" و "ب ج" دو ساق مثلث، و ضلع "ا ب" قاعده، و ضلع "ا ج" وتر قائمه است. هر یک از دو زاویه "ا" و "ج" کمتر از زاویه قائمه است، زیرا در غیر این صورت لازم می آید که مجموع زوایای مثلث بیش از دو قائمه باشد. بنا بر این، مجموع دو زاویه مذکور، مساوی با یک قائمه (یعنی نود درجه) می باشد. درجات زاویه "ا" مساوی با قوس "ج د" است. ضلع "ج ب" جَیب آن زاویه، و قوس "ج ه" تمام قوس "د ج" و خط "ج ط" جیب این تمام است که مساوی با ضلع "ا ب" می باشد. زاویه "ج" از مثلث مذکور، تمام زاویه "ا" تا نود درجه است، و ضلع "ا ب" جیب تمام زاویه "ا" می باشد.
بنا بر این، در این مثلث قائم الزاویه، یکی از دو ضلع محیط به قائمه که ضلع "ب ج" است، جیب زاویه ای است که ضلع یادشده وتر آن است (یعنی: زاویه "ا")، و ضلع دیگر (یعنی: ضلع "ا ب") جیب تمام آن زاویه می باشد.

ج - جیب زاویه حادّه، مقابل آن است، و جیب زاویه منفرجه، مقابل کمال آن است که طبعا خارج از آن می باشد.



بنا بر این در شکل بالا، زاویه "ا ب ج" منفرجه است، و زاویه "ج ب د" کمال آن است، زیرا متمم آن تا یکصد و هشتاد درجه می باشد. خط "ج ه" جیب زاویه منفرجه است، که مقابل کمال آن (یعنی: زاویه "ج ب د") می باشد، و خارج از زاویه منفرجه است.