المحاضرة الثّالثة - القبّة السّماويّة- إعداد: د.كوكب داود سالم ى

القُبّة السَّماويَّة: قُبّة وهميّة ذات امتداد لا نهائيّ، مركزُها الأرض، وعليها تقع النجوم والكواكب والأجرام السّماويّة . ان حركة القبة السماوية ناتجة من دوران الارض حول محورها من الغرب الى الشرق مره كل (24) ساعة.

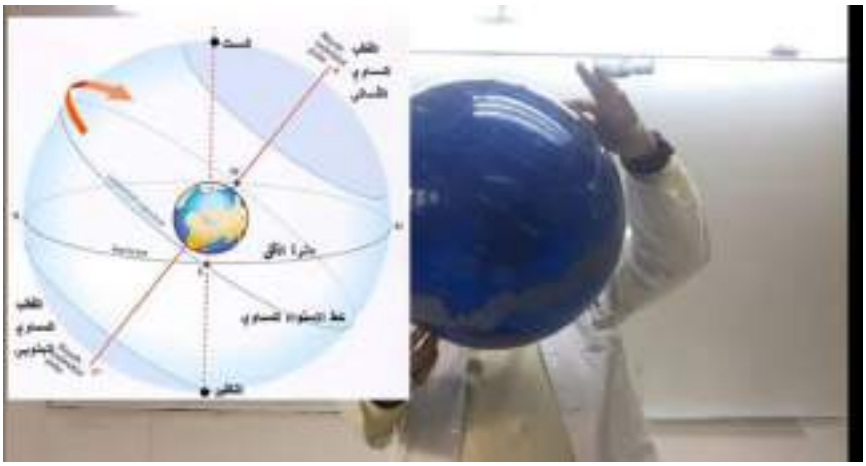
أجزاء القبّة السّماوية:

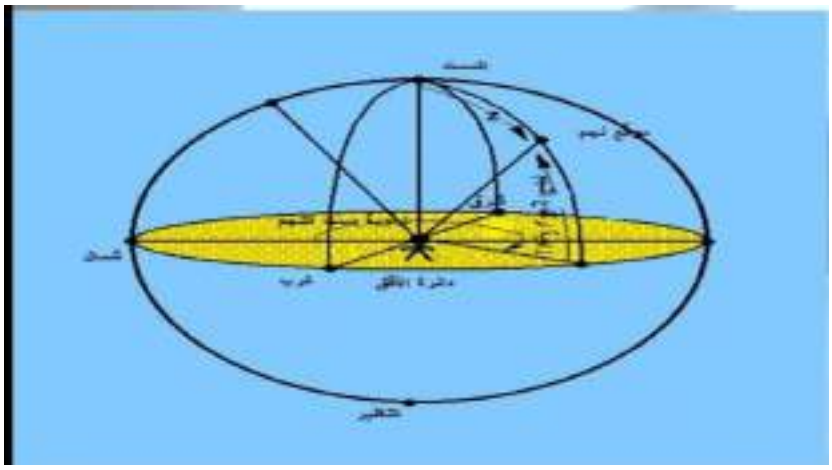
كي نفهم خارطة السّماء ؛ يجب أن نفهم العلامات التي نهتدي بها وكذلك نفهم معنى المصطلحات التي تمّ الاتفاق عليها وتحديدها منذ عصور قديمة :

1- نقطة السّمت (سمت الرّأس –Zenith): وهي النّقطة الممتدة عموديًّا من فوق رأس الرّاصد الواقف في أية نقطة على سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي .
2- النّظير (سمت القدم – Nadir): وهي النّقطة التي تبعد عن سمت الرّأس بزاوية قدرها 180˚؛ أيّ النّقطة الممتدة عموديا من تحت قدمي الرّاصد بحيث تمر في مركز الكرة الأرضيّة باتجاه الفضاء الخارجي .
3- القطب الشّمالي السّماوي والقطب الجنوبي السّماوي : وهما نقطتان في طرفي القبّة السّماوية والتي عندهما يلتقي محور الكرة الأرضيّة عند امتداده باتجاهين متعاكسين . وإنّ النّقطة التي تقع عموديًّا فوق القطب الشّمالي الجغرافي تدعى بالقطب الشّمالي السّماوي ،والنّقطة التي تقع عموديًّا أسفل القطب الجنوبي الجغرافي الأرضي تدعى بالقطب الجنوبي السّماوي.
4- دائرة الاستواء السّماوي : وتقسم الكرة السّماوية إلى نصفين متساويين شمالي وجنوبي ، وهي دائرة وهمية واقعة في منتصف المسافة بين القطبين السّماويين وموازية لدائرة الاستواء الأرضي.
5- دائرة زوال الرّاصد : هي الدّائرة العظمى الوهميّة التي تمرُّ بسمت الرّاس والنّظيروالقطب السّماوي الشّمالي والقطب السّماوي الجنوبي .
6- دائرة الأفق : دائرة أفق الرّاصد حدودها انطباق الأرض مع السّماء . تحيط بالراصد الذي يكون مركزها
7- دائرة الأفق الفلكيّة : هي الدّائرة السّماوية العظمى العموديّة على دائرة زوال الرّاصد .
8- خط العرض السّماوي : مجموعة دوائر وهمية عددها 90 فوق دائرة الاستواء ومثلها جنوب دائرة الاستواء
9- خط الطّول السّماوي : خط الطول السماوي خط وهمي وضعه العلماء من أجل تسهيل القياس في الكرة السماوية ويقاس بالدّرجات من 0 إلى 360.

10- مدار السّرطان ومدار الجدي :دائرة اصطلاحية تقع عند خط عرض 23.5 شمالا وتكون الشّمس عمودية على مدار السرطان عند الانقلاب الصّيفي وعمودية على الجدي عند الانقلاب الشّتوي .

11- دائرة البروج : لاتنطبق على دائرة الاستواء السّماوي بل تميل عنها بزاوية مقدارها 23.5





نظــام الإحداثيـات على القبــة السماويـــة

نظام الإحداثيات السماوية هو نظام إحداثيات مشابه لنظام الإحداثيات الأرضي بيد أنه خاص بـعلم الفلك لتعيين النقاط وتحديدها داخل الكرة السماوية .وهناك عدد من أنظمة الإحداثيات السماوية تؤدي ذات الغرض ، ومنها:

– **نظام الأفق** : الدائرة الأساسية في هذا النّظام هي دائرة الأفق والنقطة الأساسية هي سمت الرأس والإحداثيّات هي:

أ– الاتجاه الأفقي أو الزاوية السّمتيّة (A) Azimuth

وهو الإزاحة الزاوية المحصورة بين دائرة الزوال والدائرة الرأسية المارّة بالجرم السّماوي، وتقاس هذه الزاوية بالدرجات وأجزائها.

ب– الارتفاع الزاوي للجرم السماوي(a) Altitude

وهو ارتفاع الجرم السماوي عن الأفق مَقيساً بالدرجات وأجزائها، وتكون قيمته محصورة بين صفر عندما يكون الجرم عند الأفق و 90° عندما يكون مباشرةً عند السَمْت.

ومن أهم الأمور التي تعيب هذا النظام :

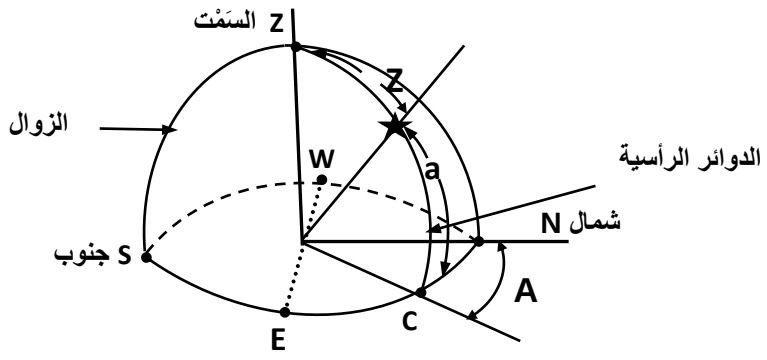
1– إن هذا النظام موقعي بحيث أن راصدين في مواقع مختلفة على سطح الأرض يقيسان في نفس الوقت ارتفاع واتجاه أفق مختلفين لنفس الجرم السماوي.

2– كما أن الراصد يرى إحداثيات الجرم السماوي تتغير مع الزمن بسبب الدوران الظاهري للقبة السماوية، مما يستوجب تصحيح وحساب موقع الجرم بالنسبة للراصد بصوره مستمرة .

والشكل أدناه يوضح الإحداثيات الأساسية في نظام الأفق، ومن هذا الشكل نجد أن الارتفاع الزاوي:

$$a = 90^{\circ} - Z$$

حيث Z هو البعد السَمتي (البعد الزاوي للجرم السماوي عن سَمت الرأس).



الشكل :يوضح نظام الأفق

–

النّظام الاستوائي Equatorial system

يعتمد هذا النظام كلياً على دوران الكره الأرضية، يستخدم هذا النظام لمعرفة مواقع الأجرام السّماويّة في الفضاء نسبة الى دائرة الاستواء . والنّقطة الأساسية هي القطب الشمالي السّماوي ونقطة الاعتدال الربيعي (γ (والدائرة الأساسية هي دائرة الاستواء السماوي ، والإحداثيات هي:

أ- الميل (δ) Declination

هو البعد الزاوي للجرم السماوي عن دائرة الاستواء السماوي. ويكون الميل ذا إشارة موجبة إذا كان الجرم السماوي شمال دائرة الاستواء، أو ذا إشارة سالبة عندما يكون الجرم جنوب دائرة الاستواء.

ب- زاوية الساعة أو الساعة الزاوية (H) Hour angle

هي الإزاحة الزاوية المحصورة بين مستوى زوال الراصد ومستوى موقع الجرم السماوي، وتقاس عادةً بوحدات الساعة وأجزائها (ساعة، دقيقه زمنيه، ثانيه زمنيه).

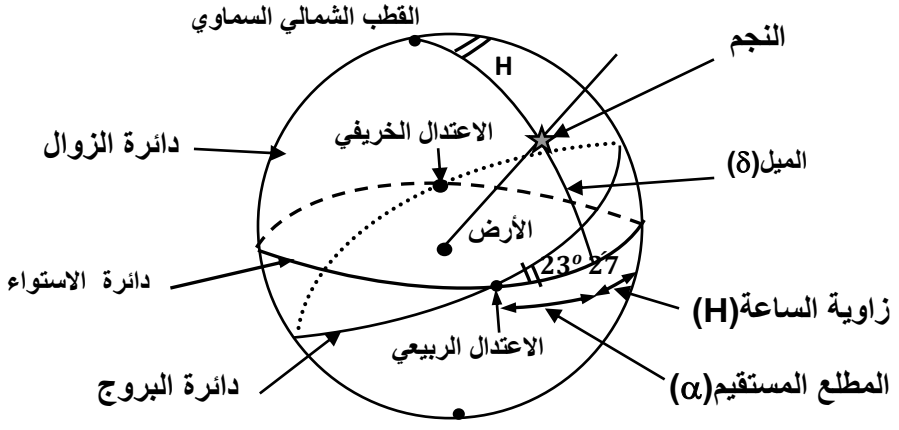
ج- المطلع المستقيم (α) Right ascension

الإزاحة الزاوية المحصورة بين نقطة الاعتدال الربيعي ودوائر الساعة المارة بالجرم السماوي، مقيساً باتجاه الشرق خلال °360 أي 24 ساعة أو باتجاه الحركة الظاهرية للشمس، وأنه يقابل خط الطول الجغرافي.

إن وحدات المطلع المستقيم هي الساعة وأجزائها، وانه ذو علاقه بالزمن ألنجمي كالتالي:

$$\alpha + H = S_t \qquad (9-1)$$

إن الميل والمطلع لا يعتمدان على الزمن بصوره مباشرة ، أي أنهما يتغيران تغيراً صغيراً جداً خلال السنة لواحدة بالنسبة لحركه الإجرام السماوية. والشكل (1-7) يوضح إحداثيات النظام الاستوائي.



القبة السماوية مبين عليها إحداثيات النظام الاستوائي.

ولمعرفة الإحداثيات الأفقية وعلاقتها بالإحداثيات الاستوائية لأي جرم سماوي، وكذلك للحصول على ارتفاع الجرم له والإزاحة السمتية (Z) والاتجاه الأفقية يمكن استعمال العلاقات الآتية:

$$\cos Z = \cos\delta \cos\phi \cos H + \sin\phi \sin\delta \qquad (10\text{-}1)$$

$$\sin\delta = \cos\phi \cos A \sin Z + \sin\phi \cos Z \qquad (11\text{-}1)$$

حيث Z هي خط العرض للموقع الذي يتم فيه الأرصاد.

<u>مثال:</u> تم رصد نجم ميله $42^\circ 21'$ شمالاً في منطقة خط عرض 60° شمالاً، في وقت كانت زاوية الساعة $8^h 16^m 42^s$ جد ما يلي:-

1- الارتفاع الزاوي للنجم عن الأفق. 2- الاتجاه الأفقي للنجم.

<u>الحـــل:</u>

الميل= $\delta = 42^\circ 21' = 42 + \frac{21}{60} = 42.35^\circ \ N$

خط العرض $\phi = 60^\circ N$

$$H = 8^{\,h} 16^{\,m} 42^{\,s} = (8 + \frac{16}{60} + \frac{42}{3600}) \times 15 = 124.175^\circ$$

من المعادلة (1-10) نجد أن :- $\cos Z = \cos\delta \cos\phi \cos H + \sin\phi \sin\delta$

$\cos Z = \cos 42.35^\circ \cos 60^\circ \cos 124.175^\circ + \sin 60^\circ \sin 42.35^\circ$

$\cos Z = 0.375 \Longrightarrow Z = 67.97^\circ$

$a = 90 - Z = 90 - 67.97^\circ = 22.033^\circ$

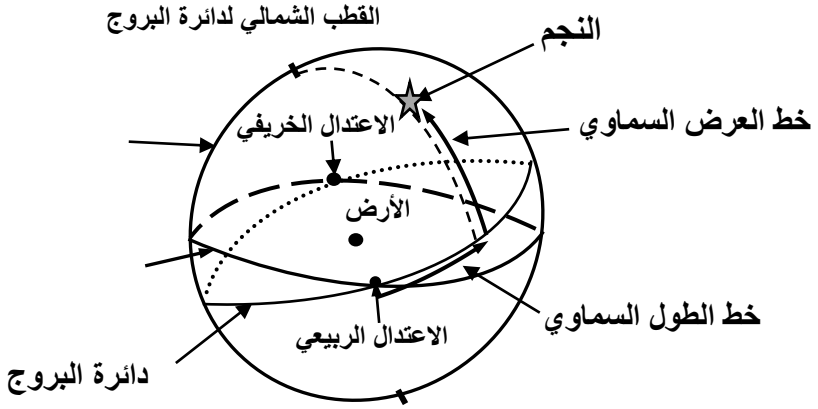
من المعادلة (1-11) نجد أن:- $\sin\delta = \cos\phi \cos A \sin Z + \sin\phi \cos Z$

$\text{Sin } 42.35^\circ = \cos 60^\circ \cos A \sin 67.97^\circ + \sin 60^\circ \cos 67.97^\circ$

ومنها ينتج أن:- **$A = 41.2154^\circ$**

3- النظام البروجي Zodiac system

إن هذا النظام قديم وقليل الاستعمال حالياً وهو مشابه للنظام الاستوائي، ولكنه يختلف عنه في أن الدائرة الأساسية فيكون الإحداثيان الأساسيان هما خط الطول السماوي وخط العرض السماوي، كما مبين في الشكل (1-8). ويستعمل هذا النظام عادة لمعرفة موقع الشمس والقمر والكواكب السيارة التي تتحرك على دائرة البروج.



الشكل (1- 8): القبة السماوية مبين عليها إحداثيات النظام البروجي.

4- النظام المجري Galactic system

يستعمل هذا النظام لدراسة مجرتنا المسماة درب التبانة، والدائرة الأساسية في هذا النظام هي دائرة وهميه عظمى قريبة من الخط المركزي للمجرة، تسمى بدائرة الاستواء المجري الموضحة في الشكل (1-9)، وأن الإحداثيان الرئيسان هما :

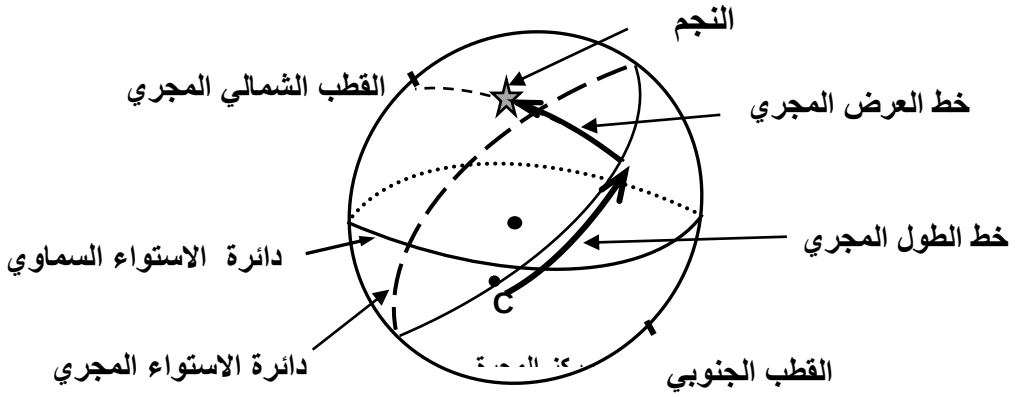
أ- خط العرض المجري Galactic latitude

هو الإزاحة الزاوية مقاسة بالدرجات شمال أو جنوب دائرة الاستواء المجري.

ب-خط الطول المجري Galactic longitude

هو الإزاحة الزاوية مقاسة من نقطة عند الاستواء المجري وقريباً من الاتجاه المفروض لمركز المجرة، ويقاس بالدرجات في نفس الاتجاه الذي يقاس به المطلع المستقيم في النظام الاستوائي.

وتُعد هذه الأنظمة ذات أهمية كبيره، فمثلا نظام الأفق يستعمل من قبل المساحين أو الملاحين بالإضافة إلى الفلكيين، أما النظام البروجي فيستعمل لدراسة أفراد المجموعة الشمسية....وهكذا



الشكل (1- 9): القبة السماوية مبين عليها النظام المجري.