

دروس  
فلكية  
للمبتدئين



د. صالح العجيري

إعداد وتقديم

دروس  
فلكية

للمبتدئين

إعداد وتقديم

د. صلاح العجيري



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# مقدمه

تلبية لرغبة الكثيرين من الاخوان الأفاضل في اعداد دروس فلكية تكون في متناول الراغبين في دراسة هذا العلم فقد وجدت أن من واجبي العلمي أن ألبى هذه الرغبة دون تأخير . وها أنذا الآن أقدم هذه الدروس ، وقد جعلتها سهلة المنال مبسطة الاسلوب يستطيع الدارس المبتدئ أن يتفهمها بسهولة ويسر واني أعد الدارسين بأن أقدم لهم - بعد استيعاب هذه الدروس - مزيداً من الدروس الأخرى المتقدمة لمن يريد أن يواصل دراسته بتوسع ويتعمق بها . فعسى أن أكون بذلك قد قمت بخدمة العلم والوطن والله الموفق .

## ارشادات للدارس

- إذا كنت راغباً في دراسة الحسابات الفلكية فهناك ارشادات يجب اتباعها للحصول على النتيجة المرجوة وأهمها :
- ١ ) أن تكون راغباً في الدراسة رغبة أكيدة .
  - ٢ ) أن تقرأ هذه الدروس بالتسلسل ولا تحاول أن تنتقل

بينها دون ترتيب لأن كل جزء منها مبني على الجزء الذي سبقه .  
( ٣ ) الدروس معدة بصورة مبسطة وكل خطوة فيها مشفوعة بمثل من الأمثلة يمكنك الاسترشاد به على حل المسائل المشابهة .

( ٤ ) عليك أن تثابر في تفهم الدروس خطوة خطوة وان تحاول دائماً أن تطبق عمليات جديدة تقوم بها بنفسك مستعيناً بالأمثلة الموجودة في كل مسألة .

( ٥ ) للتدليل على أهمية عدم مخالفة تلك الارشادات فإنك مثلاً لو قرأت خلال الدروس - بصورة عشوائية ودون ترتيب - هذه العبارة ( إقسم بعد القطر على الأصل المعدل مرفوعاً ) أو مثلاً ( خذ نصف جيب الغاية مع جيب غاية النظير ) هذه العبارات تعتبر غير مفهومة بالنسبة لغير الدارس . ولكنك إذا كنت قد تدرجت في تفهم الدروس تباعاً وعرفت أن كل مسألة مبنية على ما قبلها فإنك ستجدها سهلة جداً . إذ أنك في البداية قد عرفت العمليات الحسابية ثم عرفت ما فوق الدرجات من المرفوع مثل المثالي والمثلث وما تحت الدرجات من المنحط مثل الدقائق والثواني والثالث . ثم كنت عرفت بعد ذلك بالتسلسل ما هي الغاية وما هو النظير وعرفت كيفية استخراج الجيب ثم عرفت فيما بعد ما هو بعد القطر وما هو الأصل المطلق وما هي الفائدة من معرفتهما وغيرهما من المصطلحات .



## ٢

# مَعْلُومَاتُ عَامَّةٍ

الكرة السماوية : يخيل للناظر الى السماء من على سطح الأرض أنها كرة عظيمة مجوفة يظهر نصفها العلوى وتحجب الأرض نصفها السفلى . وفي الحقيقة ان سعة هذه الكرة وامتدادها يقصر عقلنا البشري عن تصويره فما هذه الأرض التي نعيش عليها واخواتها من السيارات وأما جميعاً الشمس الاكعبة رمل ملقاة في بحر لحي متناهي الأطراف سنأتي على ذكر شيء من التفصيل عنها .

الحركة الظاهرية : لو نظرنا الى الكرة السماوية ليلاً وتتبعنا حركتها فإننا نلاحظ أن الاجرام السماوية فيها تتحرك نحو الغرب كلها دفعة واحدة ولا تغير أشكالها أو أوضاعها بالنسبة الى بعضها الا ما ندر منها فكأنما الكرة كلها تتحرك حول محور وهمي . وفي الواقع أن الأرض هي التي تدور

حول محورها الوهمي دورة واحدة في كل يوم وليلة من الغرب نحو الشرق .

النجوم الثوابت : الاجرام السماوية التي لا تغير أشكالها

بالنسبة إلى بعضها الآخر ما هي إلا شمس عظيمة بعيدة عنا بعداً شاسعاً بأبعاد مختلفة لا يفيد معها استعمال المقاسات الأرضية كالميل أو الكيلو متر وهي ما نسميها بالنجوم أو الثوابت .

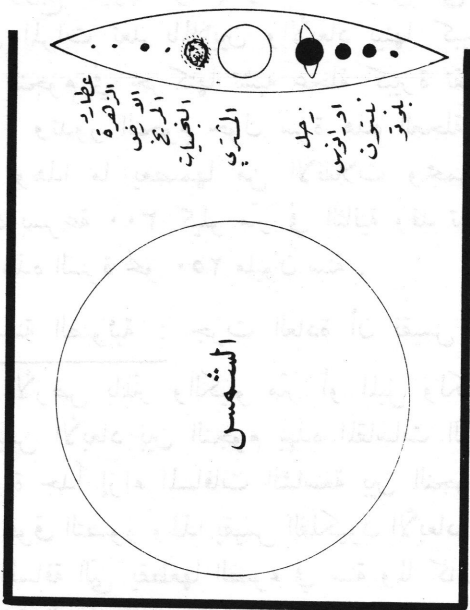
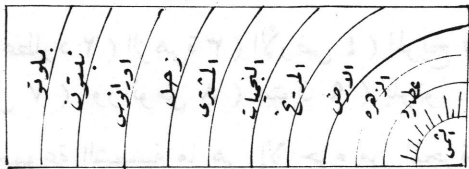
الكواكب السيارة : القليل من الاجرام السماوية نراه

يتحرك عبر النجوم الثوابت وهذه الأجرام قليلة العدد تسمى الكواكب السيارة وهي أخوات لأرضنا التي نعيش عليها وهي صغيرة الحجم لا تقارن بالنجوم . ولبعضها أقمار صغيرة تدور حولها تسمى التوابع . فالنجوم إذن شمس والكواكب أرضون .

الأسرة الشمسية : شمسننا التي نراها نهاراً كل يوم هي

أم لأرضنا وأم لأخوات الأرض وهي السيارات كما أنها جدة لأولاد السيارات أي التوابع أو الأقمار فالشمس والسيارات التي تدور حولها والتوابع التي تدور حول السيارات كلها تكون أسرة واحدة تسمى الأسرة الشمسية أو المجموعة الشمسية . والسيارات تدور حول الشمس بمدد مختلفة وتبعد

ترتيب السيارة حسب بعدها عن الشمس



الاسرة الشمسية بمقياس واحد

عنها أبعاداً مختلفة وترتيبها حسب أبعادها عن الشمس :

( ١ ) عطارد ( ٢ ) الزهرة ( ٣ ) الأرض ( ٤ ) المريخ ( ٥ ) المشتري  
( ٦ ) زحل ( ٧ ) اورانوس ( ٨ ) نبتون ( ٩ ) بلوتو .

والمجموعة الشمسية ما هي إلا جزء من المجرة ( شمس  
بعيدة عنا بعداً شاسعاً شاسعاً سحيقاً سحيقاً ) وكل منها شمس  
مثل شمسنا أو أكبر. منها مراراً ( شمسنا أكبر من أرضنا  
مليون وربع مليون مرة ) وهذه الشمس التي تكبر أرضنا  
بملايين المرات تعذ بالملايين والأبعاد بينها كبيرة جداً جداً  
وهذه النجوم في حركتها تشبه عجلة كبيرة تقع المجرة عند  
حافتها وتدور النجوم حول سرة هذه العجلة بسرعة هائلة  
مذهلة وهذا ما يعصمها من الانفلات ومجموعتنا الشمسية  
تتحرك بسرعة ٣٠٠ كيلو متر في الثانية وقد تستغرق رحلتها  
حول هذه السرة نحو ٢٥٠ مليون سنة .

السنة الضوئية : جرت العادة أن نقيس المسافات على

سطح الأرض بالمتر والكيلو متر أو الميل ولكننا لا نستطيع  
أن نقيس الأبعاد بين النجوم بهذه المقاسات التي تعتبر تافهة  
وصغيرة جداً إزاء المسافات الشاسعة بين النجوم والتي تكاد  
تكون فوق التصور ولهذا يقيس الفلكيون الأبعاد بالسنة الضوئية  
وهي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة ولما كان الضوء يقطع  
في الثانية الواحدة ٣٠٠ ٠٠٠ كيلو متر فإنه يقطع في السنة

٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٨٠٠ ٤٦٠ ٩ كيلو متر هذه المسافة العظيمة هي الذراع الفلكي وهي الوحدة التي يقاس بها أبعاد النجوم وأقرب نجم إلينا يستغرق ضوءه في الوصول إلينا نحو ٤ سنوات فإذا كان هذا بعد أقرب النجوم إلينا فما بالك بأبعاد النجوم التي لا يصل الضوء منها إلينا إلا بعد آلاف السنين أو أكثر أو السدائم التي تبعد عنا ملايين السنين الضوئية . فلو أردنا أن نعرف مقدار الزمن الذي يصل فيه ضوء النجوم إلينا ونحن نشاهدها كل ليلة لم نشك في أن كثيراً منها سافر ضوءها إلينا قبل خلق الأرض حتى وصل إلى أعيننا الآن ومنها نجوم قد بادت وهلكت قبل خلق الأرض واندرست معالمها ومع ذلك فنحن الآن نشاهد ضوءها الذي أرسلته قبل خفائها وهو مسافر إلينا .

نظرية بطليموس : كان المعتقد لدى الأقدمين أن الأرض في مركز العالم وان القمر والشمس وبقية السيارات تدور حولها وكذلك النجوم وان الأرض تدور حول نفسها مرة كل يوم وبهذه الحركة يتكون الليل والنهار ويكون شهر القمر وسنة الشمس وسنون لسائر الكواكب وهذه النظرية تسمى نظرية بطليموس وهو فلكي يوناني من علماء الاسكندرية عاش في القرن الثاني للميلاد وهو مؤلف كتاب ( المجسطي ) أول كتاب في علم الفلك وقد نقله العرب الى اللغة العربية في صدر الدولة العباسية وأخذ العرب نظريته هذه كما كانت



هذه النظرية سائدة في أوروبا حتى مطلع القرن السادس عشر إلى أن جاء كوبر نيكوس بنظريته الجديدة التي قلبت علم الفلك رأساً على عقب وأثبتت بطلان النظرية القديمة .

الثورة الكوبرنيكية : قلنا إن نظرية بطليموس بقيت

سائدة قرابة أربعة عشر قرناً حتى ظهر كوبر نيكوس ١٤٧٣ - ١٥٤٣ ونشر رأيه الجديد المسمى بالنظرية الجديدة أو ثورة كوبر نيكوس وهي أن الشمس مركز المجموعة الشمسية وإنما بأرضنا مع بقية السيارات الأخرى تدور حولها وهذه النظرية انزلت الأرض من عليائها ومركزها الممتاز وهيأت الأذهان وحفزتها إلى الشعور بأن أرضنا التي نعيش عليها ضئيلة جداً وإنما أقل شأنًا مما تصور القدماء . وكان كوبر نيكوس متردداً خائفاً وقد قدم هذه النظرية على اعتبار أنها فرضية فلم يشتد عليه غضب رجال الدين . ثم جاء بعده غاليليو ١٥٦٤ - ١٦٤٢ وكان أكثر جرأة من كوبر نيكوس وأشهر منه لاكتشافاته العظيمة و. أمرته محاكم التفتيش بأن يرتد عن أخطائه فوعده بأنه سيقلع عن آراء كوبر نيكوس ففضى بقية عمره معتقلاً ومراقباً فأصيب بالعمى ثم مات . ولقد ارتكب كوبر نيكوس خطأ في تقريره عن مدارات السيارات حول الشمس إذ كان يرى أنها على شكل دوائر ولكن كبلر ١٥٧١ - ١٦٣٠ صحح ذلك وقال بأن الكواكب

السيارة تدور حول الشمس بشكل اهليلجي تقع الشمس في إحدى بؤرتيه وفي سنة ١٧٧٢ توصل بود بالقانون الذي سمي باسمه وهو أن تضيف عدد ٤ إلى الأعداد التالية : صفر - ٣ - ٦ - ١٢ - ٢٤ - ٤٨ الخ ... ثم تضرب المجموع في ٩ ملايين ميل فينتج البعد عن الشمس وهذه أبعاد السيارات التقريبية في الوقت الذي قرر فيه هذا القانون باتخاذ بعد الأرض عن الشمس هو الوحدة

| عطارد | الزهرة | الأرض | المريخ | المشتري | زحل  |
|-------|--------|-------|--------|---------|------|
| ٠,٣٩  | ٠,٧٢   | ١,٠٠  | ١,٥٢   | ٥,٢٠    | ٩,٥٤ |

( بقية السيارات لم تكتشف آنذاك ) ومن ملاحظة هذه الأبعاد يظهر أن هناك فجوة في نحو ٢,٢٨ وقد كشفت المراصد عن النجيمات التي بين المشتري والمريخ وبذلك ملئت الفجوة وتوالت بعد ذلك الاكتشافات الفلكية وزاد عدد السيارات ٣ كواكب وهي اورانوس نبتون بلوتو باحتساب مواقع افتراضية كشفت عنها المراصد فيما بعد . وبهذا صار للفلكيين تبرير كان للثقة التي يستشعرونها ودحضت العقائد الخاطئة الموروثة عن العصور المظلمة .

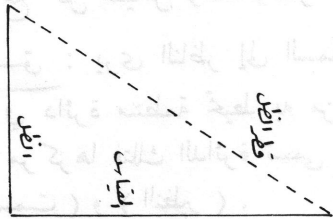
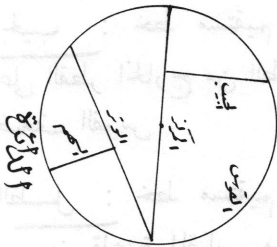
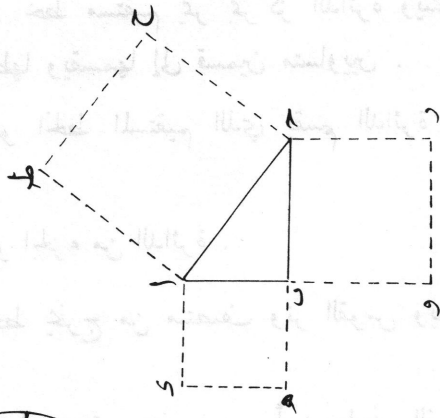
# ٣

## تَعْرِيفَات

القياسات الفلكية : القياسات المستعملة في علم الفلك التقويمي ما هي في الحقيقة إلا قياسات لزوايا وليست قياسات لأبعاد طولية . فإذا قيل أن البعد بين نجمين كذا درجة كان المقصود هو أن الزاوية بين الاتجاهين الواصلين إلى النجمين هي تلك الدرجات وتقاس هذه الزاوية بسهولة دون الحاجة إلى معرفة بعدي النجمين .

الافتراضات : من المناسب أن نقول للدارس أن تخيل الأشكال الهندسية من زوايا ودوائر وهمية وغيرها هي من الاعتبار الأساسية في علم الفلك لذلك فسندرج ما يلزم معرفته عن هذه الأشكال في حدود ما يلزم للدارس المبتدئ قبل الشروع في الحسابات الفلكية .

الدائرة : هي خط يحيط أطراف نقطة واحدة بحيث تكون الخطوط المستقيمة التي بينها وبين الخط متساوية . والدائرة العظمى هي أكبر دائرة يمكن رسمها على الكرة .



قطر الدائرة : خط مستقيم يمر بمركز الدائرة وينتهي في الجهتين إلى محيطها ويقسمها إلى قسمين متساويين .

الوتر : هو الخط المستقيم الذي يقسم الدائرة إلى قسمين مختلفين .

القوس : هو الجزء من الدائرة .

السهم : خط يخرج من منتصف وتر القوس ويصل إلى منتصفها .

الجيب : خط مستقيم يخرج من أحد طرفي القوس قائماً على القطر الخارج من الطرف الآخر . وهو أيضاً نصف وتر ضعف القوس .

الظل : خط مستقيم في السطح الذي يقوم عليه المقياس بين قاعدة المقياس وطرف الخط الشعاعي والخط الواصل بين رأس المقياس ونهاية الظل يسمى قطر الظل . فيحدث مع كل مقياس وظله وقطره مثلث قائم الزاوية .

الأفق : يرى الناظر إلى السماء أنها تلتقي مع سطح الأرض في دائرة منتظمة تحيط به من جميع الجهات ويرى نفسه في مركزها فتلك الدائرة تسمى ( الأفق ) وقطباً الأفق هما ( السميت ) و ( النظير ) .



الارتفاع : هو الزاوية المحصورة بين مركز الجرم السماوي والأفق .

الشاقول : الخيط الذي يربط بأسفله شيء ثقيل يقال له الشاقول وهو يتجه حيثما كان باستقامة جاذبية الأرض والاتجاهات الشاقولية في جميع بقاع الأرض تلتقي جميعاً في نقطة واحدة هي مركز الجذب للأرض .

سمت الرأس والنظير : يمتد الخط الشاقولي فيتقاطع مع الكرة السماوية في جهتيها إحداهما التي تقع فوق رأس الناظر وتسمى سمت الرأس والأخرى تقع تحت قدم الناظر في مركز نصف الكرة السماوية السفلي المحجوب عنا بالأرض وتسمى النظير .

المحور والقطبان : المحور السماوي هو الخط الوهمي الذي تدور عليه القبة السماوية في حركتها اليومية الظاهرية وقطباه هما النقطتان اللتان إذا إنطبق على أي منهما كوكب بدا للناظر وكأنه ثابت في مكانه وهما شمالي وآخر جنوبي وهما أيضاً نقطتا تقاطع محور دوران الأرض مع الكرة السماوية .

دائرة الزوال : هي دائرة شاقولية تقطع الأفق في نقطتي الشمال والجنوب وتسمى دائرة نصف النهار وتمر بالسمت والنظير ومرور الكواكب عليها يسمى بالزوال .

معدل النهار : هي دائرة عظمى عمودية على المحور السماوي .

الميل : ميل الكواكب هو بعدها الزاوي عن دائرة معدل النهار وهو شمالي ان كان منها نحو الشمال وجنوبي ان كان منها نحو الجنوب .

خط الاستواء : هو الدائرة العظمى الوهمية العمودية على محور الأرض في منتصفه وهو يقسم الأرض الى قسمين نصف الكرة الأرضية الشمالي ونصف الكرة الأرضية الجنوبي .

خطوط العرض : جميع الدوائر التي توازي خط الإستواء باتجاه القطبين يسمى خطوط العرض فما كان منها شمالي خط الاستواء تسمى بالعروض الشمالية وما كان جنوبها يسمى بالعروض الجنوبية وعدد كل منها ٩٠ درجة .

خطوط الطول : أحيطت الكرة الأرضية بدوائر عظمى

وهي تمر عمودية على خطوط العرض وتسمى درجات الطول وبما أنها متشابهة لزم أن يصطلح بأن يكون أحدها مبدأ لخطوط الطول وقد اعتبر خط الطول المار بغرينتش مبدأ لقياس الطول فما كان منها نحو الشرق تسمى شرقية وما كان منها نحو الغرب تسمى غربية وعدد كل منها ١٨٠ درجة .

الدوائر الساعية : دوائر عظمى تمر بالقطبين وهي لذلك عمودية على مستوى دائرة المعدل .

الزاوية الساعية : هي الزاوية بين دائرة الزوال والدائرة الساعية المارة بالنجم .

الساعة الاعتدالية : هي الدائرة الساعية المارة بمنطقة الاعتدال الربيعي وهو رأس برج الحمل وهي مبدأ اليوم النجمي .

المطلع المستقيم : هو الزاوية بين الدائرة الساعية الاعتدالية والدائرة الساعية المارة بالنجم . والمطلع المستقيم للنجم مساو لوقت النجمي لحظة عبوره مستوى الزوال .

اليوم النجمي : هو الوقت الذي ينصرم بين زوالين متعاقبين لأي كوكب ثابت ويقسم الى ٢٤ ساعة نجومية وهو أقصر من اليوم الشمسي بمقدار ٣ دقائق و ٥٦ ثانية بسبب دوران الأرض حول الشمس من الغرب نحو الشرق .

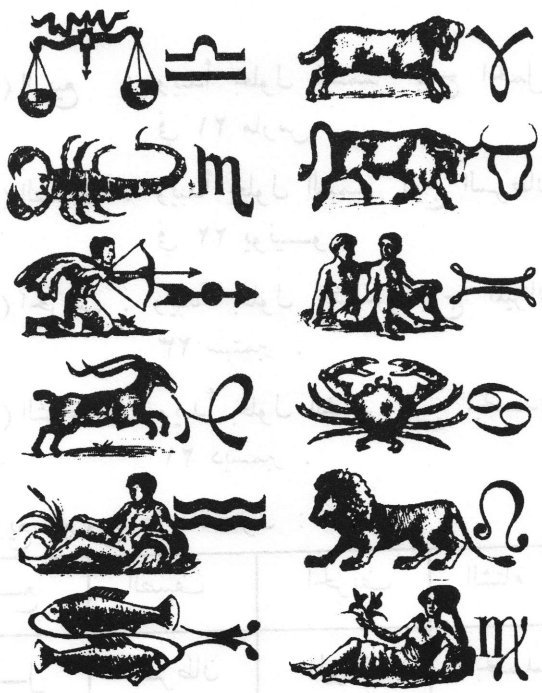
حركة الأرض الانتقالية : تدور الأرض حول الشمس في الاتجاه الذي تدور فيه الأرض حول محورها فسيرها دائماً من الغرب نحو الشرق ومدارها حول الشمس يسمى فلكها وهو اهليلجي الشكل غير كامل الاستدارة وتقع الشمس في احدى بؤرتي هذا الفلك ودورتها في هذا الفلك يسمى حركتها الانتقالية ومحور الأرض يميل عن فلكها بمقدار ٢٣ درجة و ٢٧ دقيقة ويسمى هذا الميل بالميل الأعظم .

فلك البروج : هو عبارة عن دائرة عظمى في الكرة السماوية تسير عليها الشمس في حركتها الظاهرية وتم سيرها عليها خلال سنة وهي تقاطع دائرة معدل النهار في نقطتين متقابلتين تسميان نقطتي الاعتدالين .

منطقة البروج : هو حزام في وسط الكرة السماوية عرضه ١٦ درجة يتوسط فلك البروج والشمس والسيارات والقمر محصورة ضمنه وهو مقسم إلى ١٢ قسماً متساوية كل قسم منها برج وهي :

( ١ ) الحمل ( ٢ ) الثور ( ٣ ) الجوزاء ( ٤ ) السرطان  
( ٥ ) الأسد ( ٦ ) السنبلة ( ٧ ) الميزان ( ٨ ) العقرب ( ٩ ) القوس  
( ١٠ ) الجدي ( ١١ ) الدلو ( ١٢ ) الحوت . وكل برج يقسم إلى ٣٠ درجة والشمس في حركتها الظاهرية تقطع في كل يوم درجة واحدة منها تقريباً .

الفصول الأربعة : لما كانت الشمس في احدى بؤرتي فلك الأرض فإن سرعة الأرض في دورانها في هذا الفلك ليست متساوية وبما أن محور الأرض مائل عن فلكها فإن أشعة الشمس تقع عمودية على الأرض في أماكن ومائلة في أماكن أخرى كما ان هذا الميل يجعل النهار أو الليل يطولان أو يقصران بالتعاقب وهذا التفاوت يسبب ما نسميه بالفصول الأربعة وهي :



# عَلَامَاتُ الْبُرُوجِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
 بِالنَّجْمِ الْقَدِيمِ  
 بِالنَّجْمِ الْقَدِيمِ  
 بِالنَّجْمِ الْقَدِيمِ



١) الربيع : ويبدأ بجلول الشمس برج الحمل أي في ٢١ مارس .

٢) الصيف : ويبدأ بجلول الشمس برج السرطان أي في ٢٢ يونيو .

٣) الخريف : ويبدأ بجلول الشمس برج الميزان في ٢٣ سبتمبر .

٤) الشتاء : ويبدأ بجلول الشمس برج الجدي في ٢١ ديسمبر .

توزيع البروج على الفصول :

| الربيع  | الصيف   | الخريف  | الشتاء |
|---------|---------|---------|--------|
| الحمل   | السرطان | الميزان | الجدي  |
| الثور   | الأسد   | العقرب  | الدلو  |
| الجوزاء | السنبلة | القوس   | الحوت  |

هذا الوضع هو بالنسبة لنصف الكرة الأرضية الشمالي أما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي فالفصول تكون بعكسها في الشمال فالربيع خريف والصيف شتاء وهكذا .

# ٤

## العمليات الحسابية

الدرجات : اصطلاح العلماء على تقسيم الدائرة الى ٣٦٠ قسماً يسمون كل قسم درجة وقسموا الدرجة الى ٦٠ دقيقة والدقيقة الى ٦٠ ثانية والثانية الى ٦٠ ثالثة وهكذا . وكل ٣٠ درجة برج . ولكون الأعمال الحسابية المصطلح عليها في هذا العلم يلزم أن تكون مراتبها ستينية فقد اصطالحوا على تحويل البروج الى درجات وإذا زادت الدرجات على ٦٠ تقسم على ٦٠ ويسمى خارج قسمتها مرفوعاً مرة وإذا زاد المرفوع مرة على ٦٠ يكون خارج قسمته على ٦٠ مرفوعاً مرتين وهكذا . وتوضع مراتب الدرجات قبل الدقائق ثم الدقائق ثم الثواني ثم الثوالت وهكذا . وتوضع البروج أو المرفوعات قبل الدرجات والدقائق وما بعدها تسمى جهة المنحط وما فوق الدرجات يسمى جهة المرفوع .

مثال مثالي مرفوع درجات دقائق ثواني ثوالت  
 ٣ ٢ ١ ٠ ١ ٢ ٣  
 جهة المرفوع وأسـه ٨٢ - ٤٢ جهة المنحط وأسـه

مما ذكر علمت بأن مرتبة الدرجات حد فاصل ما بين  
الجهة العليا للمراتب المرفوعة والسفلى للمراتب المنحطة ثم  
يبدأ الرقم المسلسل للمراتب ويسمى الأس فالدرجات لا أس  
لها وأسها صفر والدقائق أسها ١ والثواني أسها ٢ وهكذا .  
وكذلك المرفوع أسه ١ والمرفوع مرتان أسه ٢ وهكذا .

عملية الجمع : طريق الجمع كطريق الأعداد المنتسبة  
فإنك تضع المراتب فوق بعضها كل نوع فوق نوعه وتجمع  
من جهة الأعداد الصغيرة في الرتبة وتضع الحاصل تحت الخط  
ان لم يزد على ٦٠ فإن زاد فضع الزائد وارفع ال ٦٠ بواحد  
صحيح واجمعه على ما في المرتبة التالية الأكبر منها وان كانت  
الرتبة درجات إرفع كل ٣٠ درجة ببرج واحد واجمعه على البروج

#### مثال لعملية الجمع

| برج | درجة | دقيقة | ثانية |
|-----|------|-------|-------|
| ٣   | ١٢   | ٠٥    | ٣٧    |
| ٧   | ٠٨   | ٤٢    | ١٧    |
| ١٠  | ٢٠   | ٤٧    | ٥٤    |

#### مثال آخر

| ج | ج  | ق  | ي  |
|---|----|----|----|
| ١ | ١٧ | ١٤ | ٥٢ |
| ٦ | ٢٥ | ٢٨ | ٢١ |
| ٨ | ١٢ | ٤٣ | ١٣ |

عملية الطرح : ضع الأعداد كل مرتبة تحت أختها وتبدأ بالطرح من المرتبة الصغرى وتضع الباقي تحت الخط وان لم يمكن الطرح فاستعر واحداً من المرتبة التي تليها في الكبر وحله إلى جنس المطروح منه وكمل العمل بعد نقص واحد من المرتبة التي استعرت منها .

مثال لعملية الطرح :

| ج        | ج  | ق  | ي  |
|----------|----|----|----|
| ٥        | ١٣ | ٢٧ | ٣٢ |
| ٢        | ٠٦ | ١٤ | ١١ |
| ٣        | ٠٧ | ١٣ | ٢١ |
| مثال آخر |    |    |    |
| ج        | ج  | ق  | ي  |
| ٩        | ٠٨ | ١٤ | ٢٥ |
| ٣        | ١١ | ١٠ | ٤٢ |
| ٥        | ٢٧ | ٠٣ | ٤٣ |

عملية الضرب : ضع جدولاً عرضه بعدد مراتب أحد المضروبين وطوله بعدد مراتب المضروب الآخر ثم أقسم كل مربع بخط مستقيم من زاويته اليمنى السفلى الى اليسرى العليا

ويسمى قطر المربع ثم ضع أحد المضروبين على عرضه والآخر على طوله بادئاً بالمرتبة الكبرى ثم اضرب كل مرتبة من السطر العرضي في جميع السطر الطولي وضع حاصل الضرب في مربع التقاطع مرفوعه فوق القطر ومنحطه تحته الى أن يتم الجدول ثم اجمع ما بين الأقطار مبتدئاً من اليسار وكلما اجتمع ٦٠ ارفعها بواحد واجمعها لما قبلها وضع الزائد تحت الجدول فهو الجواب مثال :

ضربنا ١٢ ق ٢٤ ح ٣ في ٣ ق ١٥ ي ٣٠

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
|    | ٣٠ | ٢٤ | ١٢ |
| ١٥ | ٧  | ٦  | ٣  |
| ٣٠ | .. | .. | .. |
| ٣٠ | ١٥ | ١٢ | ٦  |
| ٣٠ | .. | .. | .. |

٣ ١٢ ١٩ ٤٥ ..

جنس حاصل الضرب : ادخل باسم المضروب في الضلع الأيمن من هذا الجدول وسر منه الى ما تحت اسم المضروب فيه بأعلى الجدول تجد اسم أكبر مرتبة من الحاصل .



جنس حاصل الضرب

|       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| رابع  | ثالث  | ثواني | مرفوع | درج   | دقائق | مرفوع | مثنائي | مئالت | مئالت | مئالت | مئالت | مئالت |
| دقائق | درج   | درج   | مرفوع | مرفوع | مرفوع | مرفوع | مرفوع  | مرفوع | مرفوع | مرفوع | مرفوع | مرفوع |
| ثواني | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق  | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق | دقائق |
| ثالث  | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني  | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني | ثواني |
| رابع  | رابع  | رابع  | رابع  | رابع  | رابع  | رابع  | رابع   | رابع  | رابع  | رابع  | رابع  | رابع  |
| خوادم | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم  | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم | خوادم |
| سوادس | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس  | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس | سوادس |

المضروب فيسه

جنس المضروب

القسمة والجذر : نكتفي بالقدر المبسط الذي ذكرناه  
لعمليات الجمع والطرح والضرب ونؤجل عمليات القسمة  
والجذر للدروس المقبلة لصعوبتها على المبتدئين بالطرق المعتادة  
وسنقدمها فيما بعد للمتقدمين مع طرق استخراجها من جداول  
اللوغاريثيمات .

مساحة المثلث : لا شك أنك تعلم أن مساحة المثلث هي  
حاصل ضرب ارتفاعه في نصف القاعدة وهذه الطريقة  
صحيحة من الناحية النظرية إذا عرف الارتفاع . ونقدم لك  
الآن طريقة عملية لمساحة المثلث إذا عرفت أطوال أضلعه  
ولم يعرف ارتفاعه . وخطواتها كالآتي :

( ١ ) اجمع أطوال الأضلاع الثلاثة وخذ نصفها وسمه  
المحفوظ الأول .

( ٢ ) اطرح طول أحد الأضلاع من المحفوظ الأول  
وسمه المحفوظ الثاني .

( ٣ ) اطرح طول الضلع الثاني من المحفوظ الأول وسمه  
المحفوظ الثالث .

( ٤ ) اطرح طول الضلع الثالث من المحفوظ الأول  
وسمه المحفوظ الرابع .

( ٥ ) اضرب المحفوظات الأربعة في بعضها وخذ جذرها  
التربيعي فهو مساحة المثلث . مثال ذلك ما مساحة

المثلث الذي أضلاعه ١٥ ، ١٢ ، ٩ فنجري العمل هكذا :

$$١٨ = \frac{٩ + ١٢ + ١٥}{٢} \text{ المحفوظ الأول}$$

$$٣ = ١٥ - ١٨ \text{ المحفوظ الثاني}$$

$$٦ = ١٢ - ١٨ \text{ المحفوظ الثالث}$$

$$٩ = ٩ - ١٨ \text{ المحفوظ الرابع}$$

$$٥٤ = ٩ \times ٦ \times ٣ \times ١٨ \sqrt{\text{مساحة المثلث}}$$

نظرية فيثاغورس : من أهم مستلزمات هذا العلم أن تكون على قدر ولو يسير من العلم بحساب المثلثات ومن أهم أول المعلومات للمبتدئ هو معرفة النظرية المسماة بنظرية فيثاغورس ومؤداها أن مساحة المربع المقام على وتر الزاوية القائمة يساوى مجموع مساحتي المربعين المقامين على الضلعين الآخرين مثال ذلك المثلث قائم الزاوية ا ب ح .

فمساحة المربع ا ح ط المقام على الوتر

$$٢٥ = ٥ \times ٥ = ا ح$$

ومساحة المربع ا ب د المقام على الضلع

$$٩ = ٣ \times ٣ = ا ب$$

ومساحة المربع ب ح ر و المقام على الضلع

$$ب = ٤ \times ٤ = ١٦$$

فمجموعهما  $١٦ + ٩ = ٢٥$  وهي مساحة المربع المقام على الوتر .

مثال لمساحة المثلث اب ح الذي طول أضلاعه كما تقدم ٣ ، ٤ ، ٥ .

$$٦ = \frac{٤ \times ٣}{٢}$$

تعديل ما بين السطرين : نظراً الى أن عمليات الحسابات الفلكية تقوم على الاضافات والاسقاطات لتعديلات حركات الاجرام السماوية . ثم استخراج الحصص المطلوبة لهذه العمليات من حصتين احدهما أصغر منها والأخرى أكبر منها لذلك لزم الامام بشيء ولو مبسط عن تعديل ما بين السطرين . والتعديل اما أن يكون عددا وتراد حصته أو حصة ويراد عددها . ففي الحالة الأولى ادخل في الجدول المطلوب بعددين متوالين أحدهما أقل من المعلوم والآخر أكثر منه وخذ الفضل بين حصتيهما واضربه في باقي طرح العدد الأقل من العدد المعلوم واقسم حاصل الضرب على فضل العددين وزد خارج القسمة على حصة العدد الأقل ان كانت أقل من الحصة الأخرى والا فانقصه تحصل الحصة المطلوبة .

اما ان كان المعلوم حصة واريد عددها فادخل بحصتين متواليتين احدهما أقل من المعلومة والأخرى أكثر منها وخذ عدديهما واضرب الفضل بينهما في باقي طرح الحصة الصغرى من الحصة المعلومة واقسم الحاصل على باقي طرح صغرى الحصتين المتواليتين من كبراهما وزد الخارج على العدد المحاذي للصغرى من الحصتين ان كان أقل من العدد المحاذي للكبرى والا فانقصه يحصل العدد المطلوب .

مثال للحالة الأولى وهي استخراج حصة مجهولة لعدد معلوم .

ما جيب قوس ٤٧ مستخرجاً من الجدول التالي :

| جيب | قوس |
|-----|-----|
| ٣٩  | ٤٠  |
| ٤٢  | ٤٥  |
| ٤٦  | ٥٠  |
| ٤٩  | ٥٥  |
| ٥١  | ٦٠  |

فنجري العمل هكذا :

$$\begin{array}{r}
 ٤٦ \text{ حصة العدد الأكثر} \\
 ٤٢ \text{ حصة العدد الأقل} \\
 \hline
 ٤ \text{ فضل الحصتين}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 ٥٠ \text{ العدد الأكثر} \\
 ٤٥ \text{ العدد الأقل} \\
 \hline
 ٥ \text{ فضل العددين}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ٤٧ \text{ العدد المعلوم} \\ ٤٥ \text{ العدد الأقل} \\ \hline ٢ \text{ باقي طرحهما} \end{array}$$

$$٤٧ \text{ جيب القوس} = ٤٢ + \frac{٢ \times ٤}{٥}$$

مثال آخر لايجاد العدد المجهول لحصة معلومة .  
وهي مثلاً ما قوس ظل ٤٥ مستخرجاً من الجدول التالي :

| ظل | قوس |
|----|-----|
| ٦٨ | ١٠  |
| ٤٨ | ١٤  |
| ٣٦ | ١٨  |

فنجري العمل هكذا :

ظل ٤٨ حصة أكثر من ٤٥

ظل ٣٦ حصة أقل من ٤٥

١٢ فرق الحصتين

قوس ١٨ عدد حصة ٣٦ ظل ٤٥ الحصة المعلومة

قوس ١٤ عدد حصة ٤٨ ظل ٣٦ صغرى الحصتين

٤ فضل القوسين ٩ الفضل بينهما

$4 \times 9 = 36$  حاصل ضرب فضل القوسين في فضل الحصتين

$3 = 12 \div 36$  حاصل قسمته على فضل الحصتين

$18 - 3 = 15$  قوس ظل  $45$  وهو المطلوب

ملاحظة : إذا كان الدارس متمكناً من الحساب أو الجبر  
فيمكنه اختصار هذه العمليات .

٥

# التواريخ

كان من المقرر أن أقدم هنا للدارس الكريم لمحة مختصرة عن أشهر التواريخ المستعملة في عصرنا الحاضر مع بعض القواعد لكيفية تحويل التاريخ الهجري الى ميلادي أو العكس . ثم رأيت من الأنسب أن يكون الدارس أكثر إلماماً بموضوع التواريخ وتحويلها ولهذا الاعتبار أرجو من الدارس أن يطلع على ذلك في كتابنا المسمى ( التقويم العام ) فطريقته سهلة مبسطة يفهمها كل قارئ وتكفي للمبتدئ . وسنورد هنا فقط طريقة تحويل التاريخين بالحساب .

## تحويل الهجري الى ميلادي

يصادف أول سنة للهجرة ١٥ يوليو سنة ٦٢٢ ميلادية ويعني ذلك أن أول يناير لأول سنة من الميلاد يسبق أول يوم من أول سنة للهجرة بمقدار ٢٢٧٠١٥ يوماً ولإجراء العملية اضرب السنين الهجرية التامة في ١٠٦٣١ واقسم حاصل الضرب على ٣٠ وأضف الى خارج القسمة الأيام الماضية من السنة



الناقصة المطلوبة معتبراً كل شهر قمرى ٢٩,٥ يوماً وأضيف الى الحاصل سبق الميلادي وهو ٢٢٧٠١٥ ثم اقسام المجموع على ٣٦٥ وربيع فالخارج سنون ميلادية تامة والباقي زد عليه فرق الجريجوري ثم وزعه على الشهور مبتدئاً من أول يناير واعط كل شهر ما يخصه من الأيام فحيثما نفذ العدد فهو التاريخ المطلوب ويكون ذلك من السنة الناقصة .

مثال ذلك : المطلوب ايجاد التاريخ الميلادي ليوم ١٢ ربيع الأول سنة ١٣٧٢ هجرية فنضرب السنين الهجرية التامة وهي ١٣٧١ في ١٠٦٣١ فيكون الحاصل ١٤٥٧٥١٠١ نقسمه على ٣٠ ينتج ٤٨٥٨٣٧ نضيف اليه الأيام الماضية من السنة الناقصة أعني سنة ١٣٧٢ هجرية وهي ٧١ يوماً وكذلك سبق الميلادي الثابت وهو ٢٢٧٠١٥ فيكون المجموع ٧١٢٩٢٣ نقسمه على ٣٦٥ وربيع فيكون حاصل القسمة ١٩٥١ سنة ميلادية كاملة والباقي ٣٢٠ نزيد عليه فرق الجريجوري وهو ( ١٣ يوماً خلال القرنين التاسع عشر والعشرين ) فيكون المجموع ٣٣٣ نوزعه على شهور السنة الميلادية ابتداء من أول يناير فينفذ العدد على ٢٩ نوفمبر ويكون ذلك من السنة الناقصة وهي سنة ١٩٥٢ فالجواب : - ١٢ ربيع الأول سنة ١٣٧٢ هجرية يصادف ٢٩ نوفمبر سنة ١٩٥٢ ميلادية .

تحويل الميلادي الى هجري

لاستخراج التاريخ الهجري من الميلادي عكس ما سبق

فنضرب السنين الميلادية التامة في ٣٦٥ وربع ونزيد عليها أيام شهور السنة الناقصة ونطرح من الحاصل فرق الجريجوري والباقي نطرح منه سبق الميلادي وهو ٢٢٧٠١٥ ثم نحول الباقي الى سنين هجرية بأن نضربها في ٣٠ ونقسم الحاصل على ١٠٦٣١ فالخارج سنون هجرية والباقي نقسمه على ٣٠ ثم نوزعه على الشهور العربية ونعطي لكل شهر ٢٩ يوماً ونصف فحيثما نفذ العدد فهو التاريخ الهجري من السنة الناقصة .

مثال ذلك : المطلوب استخراج التاريخ الهجري ليو ٢٦ مايو سنة ١٩٦٨ ميلادية فنضرب السنين الميلادية التامة وهي ١٩٦٧ في ٣٦٥ وربع فيكون الحاصل ٧١٨٤٤٧ نزيد عليه أيام شهور السنة الناقصة وهي ١٤٦ يوماً فيكون المجموع ٧١٨٥٩٣ نطرح منه سبق الميلادي وهو ٢٢٧٠١٥ فيكون الحاصل ٤٩١٥٧٨ نضربه في ٣٠ فيكون ١٤٧٤٧٣٤٠ نقسمه على ١٠٦٣١ فيكون الحاصل ١٣٨٧ سنة هجرية تامة والباقي ٢١٤٣ نقسمه على ٣٠ فيكون خارج القسمة ٧١ يوماً نطرح منه فرق الجريجوري ١٣ يوماً فيكون حاصل الطرح ٥٨ يوماً نوزعه على شهور السنة الهجرية ابتداء من أول محرم فينفد العدد على يوم ٢٨ صفر ويكون ذلك من السنة الناقصة وهي سنة ١٣٨٨ هجرية .

ملاحظة : في العمليات المذكورة يجبر نصف اليوم فأكثر ويحسب عن يوم كامل أما إذا كان أقل من ذلك فيحذف .

فرق الجريجوري :

| يوم | القرن الميلادي | يوم | القرن الميلادي |
|-----|----------------|-----|----------------|
| ١٦  | ٢٣٠٠           | ١٣  | ١٩٠٠           |
| ١٦  | ٢٤٠٠           | ١٣  | ٢٠٠٠           |
| ١٧  | ٢٥٠٠           | ١٤  | ٢١٠٠           |
|     |                | ١٥  | ٢٢٠٠           |

مستقلة به قنصلها بالاسيا في عتمة ولا : عتمة ولا  
 التام ٧٨ دولة ٦ عتمة ٥ دولة ٣ عتمة ٥٦

قريش بالفتا :

قبائل قريش

عقبة قريش قريش قريش قريش قريش : قريش  
 قريش قريش قريش قريش قريش : عتمة

قبائل قريش

عتمة قريش قريش قريش قريش : قريش  
 قريش قريش قريش قريش قريش : عتمة

٦

## التوقيت

جبر الكسور : تسهيلا للمبتدئين فإننا في الأمثلة القادمة حذفنا كثيراً من الكسور في الأعداد أو جبرناها لأقرب واحد صحيح . وستكون الأمثلة في الدروس المقبلة أكثر دقة وستحتوي على ما يلزم من الكسور .

تمام العدد : تمام العدد في المسائل القادمة هو تكملته الى ٩٠ فالعدد ٤٠ تمامه ٥٠ والعدد ٣ تمامه ٨٧ وهكذا .

نظائر البروج :

بروج شمالية

البرج : حمل ثور جوزاء سرطان أسد سنبله نظيره  
نظيره : ميزان عقرب قوس جدي دلو حوت البرج

بروج جنوبية

الظل : سبق تعريفه ولمعرفة استخراجها اضرب القامة في جيب تمام الارتفاع واقسم الحاصل على جيب الارتفاع

يخرج الظل المبسوط وهو موضوع درسنا الآن وهناك ظل اسمه الظل المنكوس وسأتي على ذكره في الدروس المقبلة .

مثال لاستخراج الظل : كان ارتفاع الشمس ٣٠ درجة فما هو ظلها .

٣٠ الارتفاع ٦٠ تمام الارتفاع ٥٢ جيب تمام الارتفاع

$$21 = \frac{52 \times 12}{30}$$

الظل المبسوط

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 99 | 1  | 27 | 91 | 27 | 1  | 99 | 1  |
| 2  | 97 | 3  | 26 | 89 | 26 | 2  | 97 | 3  |
| 3  | 95 | 6  | 25 | 87 | 25 | 3  | 95 | 6  |
| 4  | 93 | 9  | 24 | 85 | 24 | 4  | 93 | 9  |
| 5  | 91 | 12 | 23 | 83 | 23 | 5  | 91 | 12 |
| 6  | 89 | 15 | 22 | 81 | 22 | 6  | 89 | 15 |
| 7  | 87 | 18 | 21 | 79 | 21 | 7  | 87 | 18 |
| 8  | 85 | 21 | 20 | 77 | 20 | 8  | 85 | 21 |
| 9  | 83 | 24 | 19 | 75 | 19 | 9  | 83 | 24 |
| 10 | 81 | 27 | 18 | 73 | 18 | 10 | 81 | 27 |
| 11 | 79 | 30 | 17 | 71 | 17 | 11 | 79 | 30 |
| 12 | 77 | 33 | 16 | 69 | 16 | 12 | 77 | 33 |
| 13 | 75 | 36 | 15 | 67 | 15 | 13 | 75 | 36 |
| 14 | 73 | 39 | 14 | 65 | 14 | 14 | 73 | 39 |
| 15 | 71 | 42 | 13 | 63 | 13 | 15 | 71 | 42 |
| 16 | 69 | 45 | 12 | 61 | 12 | 16 | 69 | 45 |
| 17 | 67 | 48 | 11 | 59 | 11 | 17 | 67 | 48 |
| 18 | 65 | 51 | 10 | 57 | 10 | 18 | 65 | 51 |
| 19 | 63 | 54 | 9  | 55 | 9  | 19 | 63 | 54 |
| 20 | 61 | 57 | 8  | 53 | 8  | 20 | 61 | 57 |
| 21 | 59 | 60 | 7  | 51 | 7  | 21 | 59 | 60 |
| 22 | 57 | 63 | 6  | 49 | 6  | 22 | 57 | 63 |
| 23 | 55 | 66 | 5  | 47 | 5  | 23 | 55 | 66 |
| 24 | 53 | 69 | 4  | 45 | 4  | 24 | 53 | 69 |
| 25 | 51 | 72 | 3  | 43 | 3  | 25 | 51 | 72 |
| 26 | 49 | 75 | 2  | 41 | 2  | 26 | 49 | 75 |
| 27 | 47 | 78 | 1  | 39 | 1  | 27 | 47 | 78 |
| 28 | 45 | 81 | 0  | 37 | 0  | 28 | 45 | 81 |
| 29 | 43 | 84 | 0  | 35 | 0  | 29 | 43 | 84 |
| 30 | 41 | 87 | 0  | 33 | 0  | 30 | 41 | 87 |

جدول الظل المبسوط  
الاثني عشري

| الظل  |      |          | الظل  |      |          | الظل  |      |          |
|-------|------|----------|-------|------|----------|-------|------|----------|
| دقيقة | درجة | الإرتفاع | دقيقة | درجة | الإرتفاع | دقيقة | درجة | الإرتفاع |
| ٣٩    | ٦    | ٦١       | ٥٨    | ١٩   | ٣١       | ٢٧    | ٦٨٧  | ١        |
| ٢٣    | ٦    | ٦٢       | ١٢    | ١٩   | ٣٢       | ٤٢    | ٣٤٣  | ٢        |
| ٠٧    | ٦    | ٦٣       | ٢٨    | ١٨   | ٣٣       | ٠٠    | ٢٢٨  | ٣        |
| ٥١    | ٥    | ٦٤       | ٤٧    | ١٧   | ٣٤       | ٠٠    | ١٧٠  | ٤        |
| ٣٦    | ٥    | ٦٥       | ٠٨    | ١٧   | ٣٥       | ٠٣    | ١٣٧  | ٥        |
| ٢١    | ٥    | ٦٦       | ٣١    | ١٦   | ٣٦       | ١٠    | ١١٤  | ٦        |
| ٠٦    | ٥    | ٦٧       | ٥٥    | ١٥   | ٣٧       | ٤٤    | ٩٧   | ٧        |
| ٥١    | ٤    | ٦٨       | ٢١    | ١٥   | ٣٨       | ٢٣    | ٨٥   | ٨        |
| ٣٦    | ٤    | ٦٩       | ٤٩    | ١٤   | ٣٩       | ٤٦    | ٧٥   | ٩        |
| ٢٢    | ٤    | ٧٠       | ١٨    | ١٤   | ٤٠       | ٠٣    | ٦٨   | ١٠       |
| ٠٨    | ٤    | ٧١       | ٤٨    | ١٣   | ٤١       | ٤٥    | ٦١   | ١١       |
| ٥٤    | ٣    | ٧٢       | ٢٠    | ١٣   | ٤٢       | ٢٢    | ٥٦   | ١٢       |
| ٤٠    | ٣    | ٧٣       | ٥٢    | ١٢   | ٤٣       | ٥٩    | ٥١   | ١٣       |
| ٢٦    | ٣    | ٧٤       | ٢٦    | ١٢   | ٤٤       | ٠٨    | ٤٨   | ١٤       |
| ١٢    | ٣    | ٧٥       | ٠٠    | ١٢   | ٤٥       | ٤٧    | ٤٤   | ١٥       |
| ٠٠    | ٣    | ٧٦       | ٣٥    | ١١   | ٤٦       | ٥٠    | ٤١   | ١٦       |
| ٤٦    | ٢    | ٧٧       | ١١    | ١١   | ٤٧       | ١٥    | ٣٩   | ١٧       |
| ٣٣    | ٢    | ٧٨       | ٤٨    | ١٠   | ٤٨       | ٥٦    | ٣٦   | ١٨       |
| ٢٠    | ٢    | ٧٩       | ٢٦    | ١٠   | ٤٩       | ٥١    | ٣٤   | ١٩       |
| ٠٧    | ٢    | ٨٠       | ٠٤    | ١٠   | ٥٠       | ٥٨    | ٣٢   | ٢٠       |
| ٥٤    | ١    | ٨١       | ٤٣    | ٩    | ٥١       | ١٦    | ٣١   | ٢١       |
| ٤١    | ١    | ٨٢       | ٢٣    | ٩    | ٥٢       | ٤٢    | ٢٩   | ٢٢       |
| ٢٨    | ١    | ٨٣       | ٠٣    | ٩    | ٥٣       | ١٦    | ٢٨   | ٢٣       |
| ١٦    | ١    | ٨٤       | ٤٣    | ٨    | ٥٤       | ٥٧    | ٢٦   | ٢٤       |
| ٠٣    | ١    | ٨٥       | ٢٤    | ٨    | ٥٥       | ٤٤    | ٢٥   | ٢٥       |
| ٥٠    | ٠٠   | ٨٦       | ٠٦    | ٨    | ٥٦       | ٣٦    | ٢٤   | ٢٦       |
| ٣٨    | ٠٠   | ٨٧       | ٤٨    | ٧    | ٥٧       | ٣٣    | ٢٣   | ٢٧       |
| ٢٥    | ٠٠   | ٨٨       | ٣٠    | ٧    | ٥٨       | ٣٤    | ٢٢   | ٢٨       |
| ١٣    | ٠٠   | ٨٩       | ١٣    | ٧    | ٥٩       | ٣٩    | ٢١   | ٢٩       |
| ٠٠    | ٠٠   | ٩٠       | ٥٦    | ٦    | ٦٠       | ٤٧    | ٢٠   | ٣٠       |

جدول الجيب

| الجيب |      | الجيب    |       |      | الجيب    |       |      |          |
|-------|------|----------|-------|------|----------|-------|------|----------|
| دقيقة | درجة | الإرتفاع | دقيقة | درجة | الإرتفاع | دقيقة | درجة | الإرتفاع |
| ٢٩    | ٥٢   | ٦١       | ٥٤    | ٣٠   | ٣١       | ٣     | ١    | ١        |
| ٥٩    | ٥٢   | ٦٢       | ٤٨    | ٣١   | ٣٢       | ٦     | ٢    | ٢        |
| ٢٨    | ٥٣   | ٦٣       | ٤١    | ٣٢   | ٣٣       | ٨     | ٣    | ٣        |
| ٥٦    | ٥٣   | ٦٤       | ٣٣    | ٣٣   | ٣٤       | ١١    | ٤    | ٤        |
| ٢٣    | ٥٤   | ٦٥       | ٢٥    | ٣٤   | ٣٥       | ١٤    | ٥    | ٥        |
| ٤٩    | ٥٤   | ٦٦       | ١٦    | ٣٥   | ٣٦       | ١٦    | ٦    | ٦        |
| ١٤    | ٥٥   | ٦٧       | ٧     | ٣٦   | ٣٧       | ١٩    | ٧    | ٧        |
| ٣٨    | ٥٥   | ٦٨       | ٥٦    | ٣٦   | ٣٨       | ٢١    | ٨    | ٨        |
| ١     | ٥٦   | ٦٩       | ٤٦    | ٣٧   | ٣٩       | ٢٣    | ٩    | ٩        |
| ٢٣    | ٥٦   | ٧٠       | ٣٤    | ٣٨   | ٤٠       | ٢٥    | ١٠   | ١٠       |
| ٤٤    | ٥٦   | ٧١       | ٢٢    | ٣٩   | ٤١       | ٢٧    | ١١   | ١١       |
| ٤     | ٥٧   | ٧٢       | ٩     | ٤٠   | ٤٢       | ٢٨    | ١٢   | ١٢       |
| ٢٣    | ٥٧   | ٧٣       | ٣٥    | ٤٠   | ٤٣       | ٣٠    | ١٣   | ١٣       |
| ٤٤    | ٥٧   | ٧٤       | ٤١    | ٤١   | ٤٤       | ٣١    | ١٤   | ١٤       |
| ٥٧    | ٥٧   | ٧٥       | ٢٦    | ٤٢   | ٤٥       | ٣٢    | ١٥   | ١٥       |
| ١٣    | ٥٨   | ٧٦       | ١٠    | ٤٣   | ٤٦       | ٣٢    | ١٦   | ١٦       |
| ٢٧    | ٥٨   | ٧٧       | ٥٣    | ٤٣   | ٤٧       | ٣٣    | ١٧   | ١٧       |
| ٤١    | ٥٨   | ٧٨       | ٣٥    | ٤٤   | ٤٨       | ٣٢    | ١٨   | ١٨       |
| ٥٤    | ٥٨   | ٧٩       | ١٧    | ٤٥   | ٤٩       | ٣٢    | ١٩   | ١٩       |
| ٥     | ٥٩   | ٨٠       | ٥٨    | ٤٥   | ٥٠       | ٣١    | ٢٠   | ٢٠       |
| ١٦    | ٥٩   | ٨١       | ٣٨    | ٤٦   | ٥١       | ٣٠    | ٢١   | ٢١       |
| ٢٥    | ٥٩   | ٨٢       | ١٧    | ٤٧   | ٥٢       | ٢٩    | ٢٢   | ٢٢       |
| ٣٣    | ٥٩   | ٨٣       | ٥٥    | ٤٧   | ٥٣       | ٢٧    | ٢٣   | ٢٣       |
| ٤٠    | ٥٩   | ٨٤       | ٣٢    | ٤٨   | ٥٤       | ٢٤    | ٢٤   | ٢٤       |
| ٤٦    | ٥٩   | ٨٥       | ٩     | ٤٩   | ٥٥       | ٢١    | ٢٥   | ٢٥       |
| ٥١    | ٥٩   | ٨٦       | ٤٥    | ٤٩   | ٥٦       | ١٨    | ٢٦   | ٢٦       |
| ٥٥    | ٥٩   | ٨٧       | ١٩    | ٥٠   | ٥٧       | ١٤    | ٢٧   | ٢٧       |
| ٥٨    | ٥٩   | ٨٨       | ٥٣    | ٥٠   | ٥٨       | ١٠    | ٢٨   | ٢٨       |
| ٥٩    | ٥٩   | ٨٩       | ٢٦    | ٥١   | ٥٩       | ٥     | ٢٩   | ٢٩       |
| ٥٠    | ٦٠   | ٩٠       | ٢٨    | ٥١   | ٦٠       | ٠٠    | ٣٠   | ٣٠       |

الميل : وهو بعد الشمس عن خط الاستواء ولمعرفة الميل اضرب جيب الميل الأعظم وهو نحو ٢٤ في جيب بعد درجة الشمس عن أقرب الاعتدالين منحطاً يخرج جيب الميل قوسه في جدول الجيب يخرج الميل. أما جهته فهي جهة البرج شمالاً أو جنوباً .

مثال ذلك : كان بعد درجة الشمس اليوم عن رأس برج الحمل ٩ درجات فنضرب جيبها وهو ١٠ في ٢٤ منحطاً يخرج ٤ فهو جيب الميل نقوسه فالخارج ٤ وربع فهو الميل وجهته شمالية .

جدول الميل : تسهيلاً للدارس فاننا وضعنا جدولاً لميل الشمس تدخل فيه بدرجة الشمس طولاً تحت برج الشمس عرضاً تحصل على الميل المطلوب .

مثال ذلك : ما ميل الشمس إذا كانت في الدرجة ١٦ من برج العقرب . فندخل بدرجة الشمس طولاً تحت اسم برج العقرب فنجد ان الميل ١٦ درجة و ٣٨ دقيقة و ٤ ثوان وجهته جنوبية .

|    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ٧٧ | ٧٦ | ٧٥ | ٧٤ | ٧٣ | ٧٢ | ٧١ | ٧٠ |
| ٦٧ | ٦٦ | ٦٥ | ٦٤ | ٦٣ | ٦٢ | ٦١ | ٦٠ |
| ٥٧ | ٥٦ | ٥٥ | ٥٤ | ٥٣ | ٥٢ | ٥١ | ٥٠ |
| ٤٧ | ٤٦ | ٤٥ | ٤٤ | ٤٣ | ٤٢ | ٤١ | ٤٠ |
| ٣٧ | ٣٦ | ٣٥ | ٣٤ | ٣٣ | ٣٢ | ٣١ | ٣٠ |
| ٢٧ | ٢٦ | ٢٥ | ٢٤ | ٢٣ | ٢٢ | ٢١ | ٢٠ |
| ١٧ | ١٦ | ١٥ | ١٤ | ١٣ | ١٢ | ١١ | ١٠ |



جدول الميل

| نهاية السفلى | جوزاء شمالي<br>عقرب جنوبي |    |    | ثور شمالي<br>عقرب جنوبي |    |    | حمل شمالي<br>ميزان جنوبي |    |    | بلد العليا   |
|--------------|---------------------------|----|----|-------------------------|----|----|--------------------------|----|----|--------------|
|              | //                        | /  | o  | //                      | /  | o  | //                       | /  | o  |              |
| ٣٠           | ٧                         | ٢٢ | ٢٠ | ٣٨                      | ٤٩ | ١١ | ٥٢                       | ٢٣ | ٠٠ | ١            |
| ٢٩           | ٤٨                        | ٣٤ | ٢٠ | ٢٧                      | ١٠ | ١٢ | ٤٤                       | ٤٧ | ٠٠ | ٢            |
| ٢٨           | ٣                         | ٤٦ | ٢٠ | ٤                       | ٣١ | ١٢ | ١٦                       | ١١ | ١  | ٣            |
| ٢٧           | ٢٨                        | ٥٧ | ٢٠ | ٢٩                      | ٥١ | ١٢ | ٢٧                       | ٣٥ | ١  | ٤            |
| ٢٦           | ٩                         | ٩  | ٢١ | ٥٤                      | ١١ | ١٣ | ١٧                       | ٠٠ | ٢  | ٥            |
| ٢٥           | ٧                         | ١٩ | ٢١ | ٣٩                      | ٣١ | ١٣ | ٣                        | ٢٣ | ٢  | ٦            |
| ٢٤           | ٢٠                        | ٢٩ | ٢١ | ١٢                      | ٥٢ | ١٣ | ٤٧                       | ٤٦ | ٢  | ٧            |
| ٢٣           | ٩                         | ٣٩ | ٢١ | ٥٦                      | ١٠ | ١٤ | ٣٠                       | ١٠ | ٣  | ٨            |
| ٢٢           | ٣٤                        | ٤٨ | ٢١ | ٣                       | ٣٠ | ١٤ | ١٢                       | ٣٣ | ٣  | ٩            |
| ٢١           | ٣٦                        | ٥٧ | ٢١ | ١٦                      | ٤٩ | ١٤ | ٤٥                       | ٥٧ | ٣  | ١٠           |
| ٢٠           | ١١                        | ٦  | ٢٢ | ٤                       | ٨  | ١٥ | ١٨                       | ٢١ | ٤  | ١١           |
| ١٩           | ٢١                        | ١٤ | ٢٢ | ٣٥                      | ٢٦ | ١٥ | ٤٦                       | ٤٤ | ٤  | ١٢           |
| ١٨           | ٧                         | ٢٢ | ٢٢ | ٤٤                      | ٤٥ | ١٥ | ١٠                       | ٨  | ٥  | ١٣           |
| ١٧           | ٢٦                        | ٣٠ | ٢٢ | ٤٤                      | ٢  | ١٦ | ٣٠                       | ٣١ | ٥  | ١٤           |
| ١٦           | ٢١                        | ٣٦ | ٢٢ | ٣٦                      | ٢٠ | ١٦ | ٤٨                       | ٥٤ | ٥  | ١٥           |
| ١٥           | ٥٠                        | ٤٢ | ٢٢ | ٤                       | ٣٨ | ١٦ | ٥٢                       | ١٧ | ٦  | ١٦           |
| ١٤           | ٥٢                        | ٤٨ | ٢٢ | ١٤                      | ٥٥ | ١٦ | ٥٤                       | ٤٠ | ٦  | ١٧           |
| ١٣           | ٣٠                        | ٥٤ | ٢٢ | ٦                       | ١٢ | ١٧ | ٣                        | ٣  | ٧  | ١٨           |
| ١٢           | ٤٠                        | ٥٩ | ٢٢ | ٤٠                      | ٢٣ | ١٧ | ٥٩                       | ٢٦ | ٧  | ١٩           |
| ١١           | ٢٤                        | ٤  | ٢٣ | ٥٧                      | ٤٤ | ١٧ | ٢١                       | ٤٩ | ٧  | ٢٠           |
| ١٠           | ٤١                        | ٨  | ٢٣ | ٥٤                      | ٠٠ | ١٨ | ٥٦                       | ١١ | ٨  | ٢١           |
| ٩            | ٣٢                        | ١٢ | ٢٣ | ٣٣                      | ١٦ | ١٨ | ٢٤                       | ٣٤ | ٨  | ٢٢           |
| ٨            | ٥٢                        | ١٥ | ٢٣ | ٥٢                      | ٣١ | ١٨ | ٤٦                       | ٥٦ | ٨  | ٢٣           |
| ٧            | ٤                         | ١٨ | ٢٣ | ٥٢                      | ٤٦ | ١٨ | ٥٤                       | ١٨ | ٩  | ٢٤           |
| ٦            | ٢٠                        | ٢١ | ٢٣ | ٣٠                      | ١  | ١٩ | ٥٦                       | ٤٠ | ٩  | ٢٥           |
| ٥            | ٢٠                        | ٢٣ | ٢٣ | ٢٩                      | ١٥ | ١٩ | ٤٧                       | ٢  | ١٠ | ٢٦           |
| ٤            | ٥٦                        | ٢٤ | ٢٣ | ٤٧                      | ٢٩ | ١٩ | ٢١                       | ٢٤ | ١٠ | ٢٧           |
| ٣            | ٥                         | ٢٦ | ٢٣ | ٢٤                      | ٤٣ | ١٩ | ٤                        | ٤٦ | ١٠ | ٢٨           |
| ٢            | ٤٧                        | ٢٦ | ٢٣ | ٣٥                      | ٥٢ | ١٩ | ٢٦                       | ٧  | ١١ | ٢٩           |
| ١            | ٠٠                        | ٢٧ | ٢٣ | ٤٤                      | ٩  | ٢٠ | ٣٨                       | ٢٨ | ١١ | ٣٠           |
| بلد السفلى   | جلدي جنوبي<br>سرطان شمالي |    |    | دلو جنوبي<br>أسد شمالي  |    |    | حوت جنوبي<br>سنبلة شمالي |    |    | نهاية العليا |

الغاية : وهي قوس من دائرة نصف النهار فيما بين الحرم السماوي والأفق الأقرب . وهي هنا قوس ارتفاع الشمس وقت الزوال في البلد المطلوب ولعرفتها اجمع الميل مع تمام العرض ان اتفقا جهة وخذ الفضل ان اختلفا فما حصل أو بقي فهو الغاية وهي مخالفة للعرض في الجهة ما لم يزد المجموع في صورة الجمع على ٩٠ فإن زاد فتمام الزائد هو الغاية وتكون حينئذ موافقة للعرض في الجهة وان ساوى الميل العرض . واتفقا جهة فالغاية ٩٠ ولا جهة لها والظل معدوم وان شئت فاجمع الميل والعرض ان اختلفا وخذ الفضل ان اتفقا فتمام ما حصل أو بقي هو الغاية .

تنبيه : ان عدم العرض فالغاية تمام الميل أو عدم الميل فالغاية تمام العرض أو عدمها فالغاية ٩٠ ويكون الليل مساوياً للنهار في الثلاث الصور .

مثال للطريقة الأولى: كنا في البحرين وعرضها ٢٦ شمالاً والشمس في الدرجة ٢١ من برج الثور فما هي الغاية فنستخرج الميل فنجده ١٨ درجة شمالاً نجمعه مع تمام العرض وهو ٦٤ فالنتيجة ٨٢ فهو غاية ارتفاع الشمس لذلك اليوم في البحرين .

مثال للطريقة الثانية : في المثال السابق

العرض ٢٦ شمالي - ١٨ الميل شمالي = ٨ الفضل بينهما

٩٠ - ٨ = ٨٢ وهو الغاية

## الأصل المطلق

اجمع جيب غاية درجة الشمس لليوم والبلد المفروضين مع غاية نظيرها واقسمه على ٢ فالحاصل هو الأصل المطلق .

مثال ذلك : ما الأصل المطلق لليوم الذي تكون فيه الشمس في الدرجة ١١ من برج الجوزاء لمدينة بيروت التي عرضها ٣٢ شمالاً .

٢٢ الميل لدرجة ١١ من برج الجوزاء

٥٨ تمام العرض لمدينة بيروت

٨٠ الغاية لذلك اليوم في بيروت

٥٩ جيبها

٥٨ تمام عرض بيروت

٢٢ ميل نظير درجة الشمس

٣٦ غاية النظير

٣٥ جيبها

$$\text{فالأصل المطلق} = \frac{٣٥ + ٥٩}{٢} = ٤٧$$

طريقة أخرى : هناك طريقة أخرى لاستخراج الأصل

المطلق وهي ان تضرب جيب تمام الميل في جيب تمام العرض  
منحطا فالحاصل هو الأصل المطلق .

ففي المثال السابق :

الميل ٢٢ تمامه ٦٨ وجيب تمام ٥٥

العرض ٣٢ تمامه ٥٨ وجيب تمام ٥١

$$\text{فالأصل المطلق إذن} = \frac{٥١ \times ٥٥}{٦٠} = ٤٧$$

### عرض البلد

وهو بعدها عن خط الاستواء وتعريفه هو قوس من  
دائرة نصف النهار فيما بين سمت الرأس ومدار الاعتدال  
أو فيما بين قطب معدل النهار والأفق . ولا استخراجا اعرف  
تمام الغاية وزده على الميل ان اختلفا جهة وخذ الفضل ان اتفقا  
فالحاصل هو عرض البلد المطلوب .

مثال ذلك : كانت الغاية ٨٤ شمالية والميل ٢٣ شمالي .

فتمام الغاية ٦ نزيده على الميل وهو ٢٣ فيكون العرض

٢٩ شمالا

مثال آخر : كانت الغاية ٣٨ جنوبية والميل ٢٠ جنوبي

فتمام الغاية ٥٢ والفضل بينها وبين الميل ٣٢ فهو العرض .

## بعد القطر

وهو ارتفاع قطر مدار الشمس عن دائرة الأفق في الميل الموافق للعرض جهة وانحطاطه عنها في الميل المخالف .

وطريقة استخراجها أن تضرب جيب الميل في جيب العرض منحطا يحصل بعد القطر .

مثال ذلك : كان ميل الشمس في أحد الأيام ١٠ درجات شمالا وجيبه ١٠,٥ والمطلوب معرفة بعد القطر لذلك اليوم في مدينة الرياض التي جيب عرضها ٢٥ شمالاً فنضرب الجيبين منحطا فالناتج ٤,٥ وهو بعد القطر لذلك اليوم في الرياض .

طريقة أخرى : خذ نصف الفضل بين جيب الغاية ونظيره فهو بعد القطر .

ففي المثال السابق :

الميل ١٠ شمالاً والعرض ٢٥ شمالاً

فالغاية ٧٥ وجيبها ٥٨

وغاية النظير ٥٥ وجيبها ٤٩

الفضل بينهما ٩ ونصفها ٤,٥ بعد القطر

## نصف الفضلة

وهو قوس من مدار الشمس فيما بين قطر مدارها والأفق .  
 أقسم بعد القطر على الأصل المطلق مرفوعا يخرج نصف  
 الفضلة درجا حوله الى ساعات ودقائق بأن تعتبر كل درجة  
 ٤ دقائق فالنتاج نصف الفضلة فإن كان الميل موافقا للعرض  
 جهة فاجمعه الى ٦ ساعات والا فانقصه ان كان مخالفا فالحاصل  
 نصف قوس النهار الحقيقي اطرحه من ١٢ ساعة يبقى نصف  
 قوس الليل الحقيقي وضعف أى منهما طول ذلك النهار أو  
 طول تلك الليلة .

مثال ذلك : ما طول النهار أو الليل يوم ٢٢ يونيو في  
 الكويت . فيوم ٢٢ يونيو يصادف حلول الشمس بـرج  
 السرطان والميل ٢٣,٥ شمالا وعرض الكويت ٢٩,٥ شمالا  
 فنضرب جيب الميل ٢٤ في جيب العرض ٢٩,٥ منحطاً  
 فالحاصل  $١١\frac{٣}{٤}$  هو بعد القطر .

الغاية ٨٤ جيبها  $٥٩\frac{٣}{٤}$

غاية النظير ٣٧ جيبها  $٣٦$

$٩٥\frac{٣}{٤}$

النصف ٤٨ الأصل المطلق

$$١٤,٥ = \frac{٦٠ \times ١١\frac{٣}{٤}}{٤٨}$$

نحول ١٤,٥ الى ساعات فالناتج ٥٨ دقيقة نجمعها على ٦ ساعات فيكون نصف طول النهار الحقيقي ٦ ساعات و ٥٨ دقيقة نظرحه من ١٢ ساعة فيكون نصف الليل ٥ ساعات و ٢ دقيقة وضعفهما ١٣ ساعة و ٥٦ دقيقة طول النهار الحقيقي . و ١٠ ساعات و ٤ دقائق طول الليل الحقيقي .

ملاحظة : أضف الى نصف الفضلة نحو ٣ دقائق هي اختلاف المنظر ودقيقة واحدة لنصف قطر قرص الشمس ليكون طول النهار أو الليل مرثيين ففي المثال السابق يكون النهار المرثي ١٤ ساعة و ٤ دقائق وطول الليل المرثي ٩ ساعات و ٥٦ دقيقة .

### اليوم الشمسي الحقيقي

هو مدة ما بين مرور الشمس بدائرة نصف النهار وبين مرورها بها مرة ثانية وهو يختلف من يوم لآخر فبين ظهر اليوم وظهر يوم غد أو يوم أمس ليس ٢٤ ساعة بالضبط لأن حركة الأرض حول الشمس غير منتظمة فهي سريعة عند نقطة الرأس وبطيئة قرب نقطة الذنب .

### اليوم الشمسي الوسطي

حيث ان اليوم الشمسي الحقيقي يتغير ولا يمكن أخذه وحدة للزمن فقد تصوروا شمسا وهمية غير الشمس الحقيقية

المنظورة تدور معها بقربها فتنتطبق عليها تارة وتتقدمها أو تتأخر عنها تارة أخرى ومقدار مرورها بخط الزوال الى مرورها ثانية يساوي ٢٤ ساعة بالضبط دائماً ويسمى اليوم الوسطي والساعة تسمى ساعة وسطية وهي المستعملة في التوقيت ونوقت بها في ساعاتنا والفرق بين الساعتين يسمى تعديل الزمن أو معادلة الوقت وهو في أكبر حالاته لا يزيد عن ١٦ دقيقة تقريباً .

### وقت الظهر

لمعرفة وقت الظهر وهو منتصف النهار وضعنا جدولاً يبين فيه وقت زوال الشمس الحقيقية بالساعة الوسطية وهو أيضاً ساعة منتصف الليل .

فمثلاً لو أردنا معرفة ظهر يوم ٢٢ يونيو فندخل في الجدول الخاص بذلك فنجد أنه الساعة ١٢ و دقيقة ٢ والفرق بينه وبين الساعة ١٢ تماماً يسمى معادلة الوقت .



موعد عبور القمم عند الزوال ( الظهير ) لجميع أنحاء العالم

| الأيام | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر |
|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1      | 4     | 14     | 12   | 4     | 11   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 2      | 4     | 14     | 12   | 4     | 11   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 3      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 4      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 5      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 6      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 7      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 8      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 9      | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 10     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 11     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 12     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 13     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 14     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 15     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 16     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 17     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 18     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 19     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 20     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 21     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 22     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 23     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 24     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 25     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 26     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 27     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 28     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 29     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 30     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |
| 31     | 4     | 14     | 12   | 3     | 10   | 08    | 08    | 1     | 1      | 11     | 11     | 11     |

## موعد شروق الشمس

حيث ان لحظة عبور الشمس الحقيقية خط الهاجرة هو منتصف النهار بالساعة الوسطية فمن الممكن معرفة شروق الشمس بالساعة الوسطية وذلك بطرح نصف قوس النهار من ساعة منتصف النهار .

مثال ذلك : في المثال السابق في دروس ( نصف الفضلة ) عرفنا أن قوس نصف النهار الحقيقي في الكويت يوم ٢٢ يونيو هو ٦ ساعات و ٥٨ دقيقة . فإذا أضفنا اليه ٣ دقائق اختلاف المنظر ودقيقة واحدة لنصف قطر قرص الشمس أصبح نصف قوس النهار المرئي ٧ ساعات ودقيقة ٢ نستخرج من جدول وقت الظهر فنجده الساعة ١٢ و ٢ دقيقة نطرح منه ٧ ساعات و ٢ دقيقة فيكون الباقي الساعة ٥ بالضبط فهو موعد شروق الشمس بالساعة الوسطية في الكويت لذلك اليوم .

## موعد غروب الشمس

لتعيين موعد غروب الشمس تفعل كما فعلت في موعد شروقها الا أنك تعكس الأمر فبدلاً من أن تطرح نصف قوس النهار الحقيقي من ساعة الظهر فإنك تضيفها اليه .

مثال ذلك : لو أردنا معرفة موعد غروب الشمس ليوم ٢٢ يونيو في الكويت فنجري العمل هكذا :

| ساعة | دقيقة | زمن وسطي               |
|------|-------|------------------------|
| ١٢   | ٢     | وقت الظهر              |
| ٧    | ٢     | نصف قوس النهار الحقيقي |
| ٧    | ٤     | موعد غروب الشمس        |

### التوقيت المدني

في الأمثلة السابقة اتضح أن موعد شروق الشمس في الكويت يوم ٢٢ يونيو الساعة ٥ بالضبط والظهر الساعة ١٢ ودقيقة ٢ وغروب الشمس الساعة ٧ ودقيقة ٤ ولكننا لو نظرنا في الروزنامة أو تتبعنا الشمس بأعيننا على الطبيعة في ذلك اليوم لوجدنا أن شروقها وغروبها يختلفان عن ما ظهر لنا بالحساب في الأمثلة المتقدمة فإننا سنجد أن هذه المواعيد متخلفة عن الواقع الذي لمسناه والذي ظهر لنا أيضاً في الروزنامة بنحو ١٢ دقيقة فما هو السبب يا ترى ؟

بما أن حركة الشمس الظاهرية هي من الشرق الى الغرب فإن الشمس تشرق في البلد الشرقي قبلها منه في البلد الغربي بمقدار ٤ دقائق لكل درجة من درجات الطول أي أن الساعة تكون ١٢ ودقيقة ٤ في البلد الشرقي الذي تكون فيه الساعة ١٢ تماماً في البلد الغربي إذا كان الفرق بينهما درجة واحدة ولذا - والحالة هذه - وجب على الانسان أن يقدم أو يؤخر ساعته كلما انتقل من مكان الى آخر لتنطبق الساعة

على واقع المكان الذي حل فيه ولكن ذلك من الصعوبة بمكان لا سيما إذا وضعنا في اعتبارنا تقارب المسافات بواسطة وسائل النقل الحديثة لذلك فقد اتفقت الدول على أن يكون الوقت واحداً في كل البلدان التي تقع ضمن حدود ١٥ درجة أي ساعة زمنية واحدة وذلك لتفادي كسور الساعة وهي الدقائق ومبدأ خط الطول الذي هو غرينتش هو مبدأ خط الساعة . فالساعة عندما تدق مثلاً في الكويت معلنة الثانية عشرة فإنها تدق أيضاً معلنة الحادية عشرة في لبنان والساعة ٩ في انكلترا وهي تدق في جميع أنحاء العالم بنفس اللحظة إنما التفاوت بينها ساعات كاملة بدون دقائق فالتوقيت بهذه الساعة يسمى التوقيت المدني .

### تحويل الوقت الى مدني

لنعد ثانية الى موضوع شروق الشمس أو غروبها . فيما أن خط طول الكويت - التي أوردنا فيها المثل - هو ٤٨ درجة شرقاً وان كل ١٥ درجة تساوي ساعة واحدة فمعنى ذلك أن الكويت تقع شرقي خط الساعة الثالثة بمقدار ٣ درجات أو ما يعادل ١٢ دقيقة وهذا يعني أن الشمس تظهر فيها قبل الوقت الظاهري بهذا القدر من الدقائق لذلك يعدل شروق الشمس وغروبها وكذلك وقت الظهر كالآتي :

| الموقع : الكويت  | زمن وسطي مدني | زمن وسطي ظاهري | دقيقة | ساعة  |
|------------------|---------------|----------------|-------|-------|
| التاريخ ٢٢ يونيو | ساعة          | دقيقة          | ساعة  | دقيقة |
| شروق الشمس       | ٠٤            | ٤٨             | ٠٥    | ٠٠    |
| وقت الظهر        | ١١            | ٥٠             | ١٢    | ٠٢    |
| غروب الشمس       | ٠٦            | ٥٢             | ٠٧    | ٠٤    |

### الأصل المعدل

اجمع بعد القطر الى جيب الارتفاع في البروج المخالفة  
عرض البلد جهة وخذ الفضل بينهما في الموافقة يحصل الأصل  
المعدل .

مثال ذلك : سبق أن عرفنا أن بعد القطر ليوم ٢٢ يونيو  
في الكويت هو  $١١\frac{3}{4}$  فلو كان ارتفاع الشمس عصر ذلك  
اليوم  $٤٢$  درجة فما مقدار الأصل المعدل ؟ نستخرج أولاً  
جيب ارتفاع  $٤٢$  درجة فنجد  $٤٠$  وبما أن برج الشمس في  
ذلك اليوم شمالي وعرض الكويت شمالي فنأخذ الفضل بين  
بعد القطر وجيب الارتفاع هكذا :

$$٤٠\frac{1}{4} \text{ جيب الارتفاع}$$

$$١١\frac{3}{4} \text{ بعد القطر}$$

---


$$٢٨\frac{1}{4} \text{ الأصل المعدل}$$

## فضل الداير

اقسم الأصل المعدل على الأصل المطلق مرفوعاً يخرج جيب تمام فضل الداير .

مثال ذلك : المطلوب فضل الداير ليوم ٢٢ يونيو في الكويت إذا كان ارتفاع الشمس ٤٢ درجة ؟ عرفنا في الأمثلة السابقة ان الأصل المطلق ٤٨ والأصل المعدل  $28\frac{1}{3}$  لذلك اليوم في الكويت للارتفاع ٤٢ تنقسم  $28\frac{1}{3}$  على ٤٨ مرفوعاً فالحاصل  $35\frac{3}{4}$  هو جيب تمام فضل الداير نقوسه فيكون قوس تمام فضل الداير  $36\frac{1}{4}$  ويكون فضل الداير  $53\frac{1}{4}$  أو ما يعادل ٣ ساعات و ٣٤ دقيقة .

## وقت العصر

يدخل وقت العصر عندما يكون ظل كل شيء مثله عدا ظل الزوال ولمعرفة ذلك الوقت استخراج ظل الغاية المبسوط وزد عليه قامة يحصل ظل العصر استخراج ارتفاعه فهو ارتفاع العصر استخراج فضل دائره فهو الدائر بين الظهر والعصر اسقطه من نصف قوس النهار يبق الداير بين العصر والمغرب مثال ذلك : ما موعد دخول وقت العصر في يوم ٢٢ يونيو في الكويت ؟

عرفنا من الأمثلة السابقة أن الغاية لذلك اليوم كانت ٨٤ فتمامها ٦ وجيب التمام يكون  $6\frac{1}{4}$  .

$$1\frac{1}{4} \text{ ظل الغاية} = \frac{6\frac{1}{4} \times 12}{60}$$

ظل الغاية  $1\frac{1}{4} +$  قامة  $12 = 13\frac{1}{4}$  ظل العصر  
 نستخرج ارتفاع ظل  $13\frac{1}{4}$  فالخارج  $42$  درجة ارتفاع  
 العصر .

فضل الدابر لارتفاع  $42$  عرف في مثال متقدم وهو  
 ٣ ساعات و ٣٤ دقيقة كما عرف وقت الظهر في مثال سابق  
 وهو الساعة ١١ ودقيقة ٥٠ .

| دقيقة | ساعة | بتوقيت الكويت            |
|-------|------|--------------------------|
| ٥٠    | ١١   | وقت الظهر                |
| ٣٤    | ٠٣   | داير ما بين الظهر والعصر |
| ٢٤    | ٠٣   | وقت العصر                |

مثال لطريقة أخرى :

| دقيقة | ساعة |
|-------|------|
| ٠٢    | ٠٧   |
| ٣٤    | ٠٣   |
| ٢٨    | ٠٣   |
| ٥٢    | ٠٦   |
| ٢٨    | ٠٣   |
| ٢٤    | ٠٣   |

## وقت العشاء

وهو مغيب الشفق الأحمر أو انحطاط الشمس تحت الأفق الغربي بمقدار ١٧ درجة ولمعرفة حصة الشفق هذا اقسم جيب ١٧ على الأصل المطلق مرفوعاً ثم زد على ما خرج جيب نصف الفضلة ان كان الميل موافقاً للعرض جهة وانقصه ان كان مخالفاً فما كان قوسه وزد عليه نصف الفضلة ان كان مخالفاً للعرض وانقصه ان كان موافقاً تحصل الحصة المطلوبة وهي ما بين غروب الشمس وغياب الشفق الأحمر حولها الى ساعات ودقائق وأضفها الى موعد غروب الشمس لذلك اليوم يحصل موعد غياب الشفق الأحمر وهو دخول وقت العشاء .

مثال ذلك : المطلوب وقت العشاء في الكويت ليوم ٢٢ يونيو .

١٧ درجة جيبها  $١٧\frac{1}{4}$

والأصل المطلق عرف في مثال سابق بأنه ٤٨ لذلك اليوم .

فتقسم  $١٧\frac{1}{4}$  على ٤٨ مرفوعاً فالخارج  $٢١\frac{3}{4}$  .

نزيد على  $٢١\frac{3}{4}$  ( جيب نصف الفضلة لأن العرض شمالي وهو موافق للميل الشمالي وقد علمنا بأن نصف الفضلة  $١٤\frac{1}{4}$  فجيبها ١٥ ) فيكون المجموع  $٣٦\frac{3}{4}$  فنقوسه فيكون  $٣٧\frac{3}{4}$



نقص منه نصف الفضلة لأن الميل موافق للعرض جهة فالباقى  
 $23\frac{1}{4}$  هو حصة الشفق نحوها الى ساعات ودقائق فتكون ١ ساعة  
 و ٣٣ دقيقة .

| دقيقة | ساعة | بتوقيت الكويت                            |
|-------|------|--|
| ٥٢    | ٠٦   | مغرب الشمس                               |
| ٣٣    | ٠١   | حصة الشفق                                |
| ٢٥    | ٠٨   | مغيب الشفق الأحمر وهو دخول<br>وقت العشاء |

### طلوع الفجر

موعد الفجر الصادق هو بلوغ الشمس تحت الأفق الشرقي  
 قدر ١٩ درجة ولمعرفة هذه الحصة اقسام جيب ١٩ على الأصل  
 المطلق مرفوعا ثم زد على ما خرج جيب نصف الفضلة ان  
 كان الميل موافقا للعرض وانقصه ان كان مخالفا فما كان  
 قوسه وزد عليه نصف الفضلة ان كان مخالفا للعرض وانقصه ان  
 كان موافقا تحصل الحصة المطلوبة وهى الفترة ما بين طلوع  
 الفجر وشروق الشمس فلو نقصتها من الشروق لحصل موعد  
 طلوع الفجر الصادق .

مثال ذلك : ما موعد طلوع الفجر في الكويت يوم  
 ٢٢ يونيو .

قوس انحطاط الشمس ١٩ درجة جيبها  $19\frac{1}{4}$  .

وقد علمنا من الأمثلة السابقة بأن الأصل المطلق لذلك اليوم في الكويت هو ٤٨ فنقسم ١٩¼ على ٤٨ مرفوعا يخرج ٢٤¼ وقد علمنا من الأمثلة السابقة بأن نصف الفضلة لذلك اليوم ١٤¼ وجيها ١٥ فنضيف الى الخارج وهو ٢٤¼ مقدار ١٥ وهو جيب نصف الفضلة لأن الميل موافق للعرض جهة الشمال فالمجموع ٣٩¼ نقوسه فيكون ٤١ ننقص منه نصف الفضلة وهو ١٤¼ لأن الميل موافق للعرض فالباقي ٢٦¼ هو حصة الفجر نحوها الى ساعات ودقائق فتكون ساعة و ٤٦ دقيقة وهي الفترة ما بين طلوع الفجر الصادق و شروق الشمس .

|  | دقيقة | ساعة | بتوقيت الكويت     |
|--|-------|------|-------------------|
|  | ٤٨    | ٠٤   | شروق الشمس        |
|  | ٤٦    | ٠١   | حصة الشفق         |
|  | ٠٢    | ٠٣   | طلوع الفجر الصادق |

تنبيه : تؤخر مواقيت الصلاة بنحو ٢ الى ٥ دقائق للتمكين . ويقدم موعد الامساك في رمضان بنحو ١٠ دقائق عن طلوع الفجر احتياطا .