

## عملي 5: حساب وقت شروق وغروب وزوال الشمس

### الهدف

حساب مواقع محددة للشمس في مسارها اليومي، ومنها نحسب وقت زوالها وشروقها وغروبها وكذلك أوقات صلاة الفجر والعصر والعشاء.

### حركة الشمس الظاهرية

تعتمد أوقات الصلوات الخمس على موقع الشمس بالنسبة لأفق المنطقة. وأوقات ظهور الشمس عند هذه المواقع الخمس تتغير كل يوم وبالتالي يبدأ وقت كل صلاة في لحظات مختلفة خلال السنة. تلف الأرض حول محورها وتدور حول الشمس ولكننا على سطح الأرض لا نشعر بهاتين الحركتين ولكن نشاهد أثرهما على مواقع الأجرام السماوية التي تقع خارج الأرض. ومقدار هذا التأثير يعتمد على بعد الجسم عن الأرض. وسندرس الآن هذا التأثير على الشمس. تبدو ظاهرة الشروق والغروب نتيجة لف الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق. فالشمس تشرق وتغرب وتتحرك في السماء خلال يوم واحد على مسار موازي لخط الاستواء السماوي، ومسارها خلاله يسمى المسار اليومي للشمس.

إن ظاهرة الشروق والغروب ظاهرة ناتجة عن لف الأرض حول محورها، وظاهرة اختلاف مواقع الشمس في السماء ناتجة عن دوران الأرض حول الشمس. كلما تتجه الشمس شمالاً تكرر في الشروق وتتأخر في الغروب بالنسبة للمناطق التي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. والعكس للمناطق في النصف الجنوبي. وأيضاً كلما تتجه الشمس جنوباً تتأخر في الشروق وتكرر في الغروب بالنسبة للمناطق التي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. والعكس للمناطق في النصف الجنوبي.

### تعريف أوقات الصلاة

من دراسة حركة الشمس الظاهرية أمكن معرفة مدارها الظاهري بدقة عالية. وعليه وضعت معادلات حسابية يمكن منها حساب موقعها في أي تاريخ ووقت. وبمراجعة الأحاديث النبوية الشريفة سنجد أن أوقات الصلوات تعتمد على حركة الشمس ومواضعها خلال اليوم. وسنستخدم هنا التعريف المتبع في تقويم أم القرى لدخول وقت الصلاة كالآتي :

الفجر: يبدأ عند التمييز بين الخيط الأبيض من الخيط الأسود، وهذا يسمى بالشفق الصباحي، ويبدء فلكياً عندما يكون مركز الشمس تحت الأفق الشرقي بمقدار 18 درجة. الإشراف: يبدأ عندما تبرز الحافة العليا لقرص الشمس من الأفق الشرقي. الظهر: يبدأ عندما تصل الشمس إلى أقصى ارتفاع لها في السماء، أو بمعنى أدق عند عبور مركزها لخط الزوال.

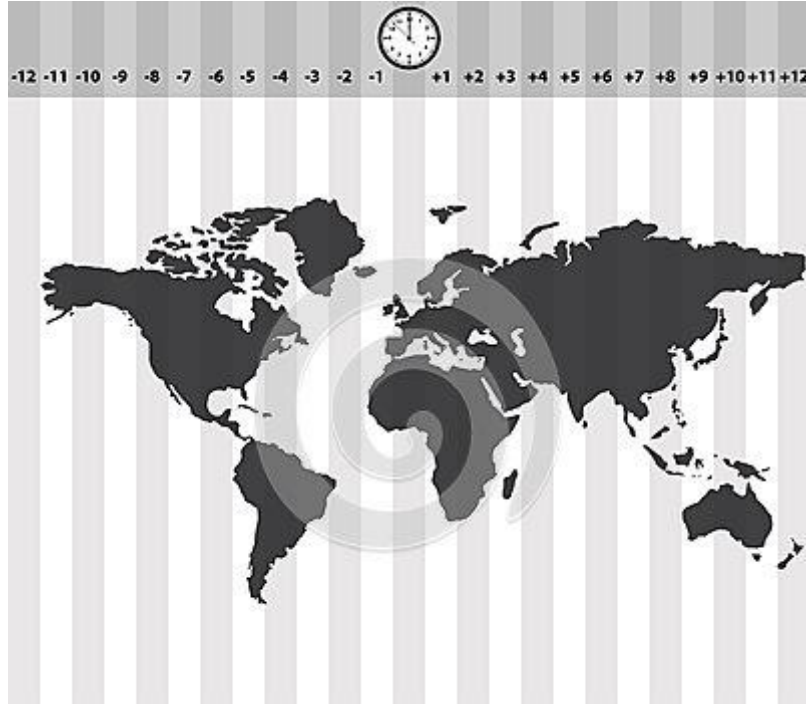
العصر: يبدأ عندما يساوي ظل الجسم طول الجسم نفسه زائد طول الظل وقت الظهر. المغرب: يبدأ عندما تختفي الحافة العليا لقرص الشمس في الأفق الغربي. العشاء: يبدأ بعد ساعة ونصف من بداية وقت صلاة المغرب. ويستثنى شهر رمضان من هذه القاعدة حيث تضاف ساعتين خلاله على وقت المغرب، وقد يكون ذلك تسهياً للصائمين، وإلا فإن وقت العشاء قد بدء في وقته حسب التعريف السابق .

ويجدر بالذكر هنا أنه يمكن استخدام أوقات الصلاة لسنة ميلادية معينة في أي سنة ميلادية أخرى سواء ماضية أو قادمة. ويرجع السبب في ذلك لأن كلاً من أوقات الصلاة والسنة الميلادية مبني على أساس حركة الشمس الظاهرية حول الأرض.

### بعض الاصطلاحات الفلكية

- (١) الوقت العالمي (UT): هو الوقت عند خط طول صفر وعادة يسمى توقيت جرينتش.
- (٢) الوقت المحلي (LT): هو الوقت عند خط طول معين.
- (٣) الوقت المدني (ZT): قُسم العالم إلى 24 منطقة زمنية تتبع كل منها خط طول معياري يبدأ من خط جرينتش ثم خط طول 15<sup>0</sup> ومضاعفاته في كلا الاتجاهين شرق وغرب جرينتش؛ أي أن الوقت يزداد بانتظام بمقدار ساعة عن توقيت جرينتش كلما إتجهنا شرقاً ويتناقص بنفس القدر بإتجاه الغرب. وكل منطقة يخضع توقيتها حسب خط الطول المعياري المار فيها أو بالقرب منها (وتشذ بعض المناطق عن هذا الاتفاق وتتبع خط طول معياري لايندرج تحت مضاعفات الـ 15). هذا التوقيت يسمى التوقيت المدني، وهو بالطبع توقيت إتفاقي القصد

منه تيسير أمور الحياة وذلك بتوحيد التوقيت لجميع مدن المنطقة، شكل (١). بالنسبة لنا في السعودية فإن التوقيت المدني يتبع خط طول  $45^0$  شرقاً وهو توقيت الساعة التي في معصمك سواء كنت هنا في الرياض أو سافرت إلى أي مدينة أخرى مهما بعدت داخل السعودية أو في نطاق منطقة الخط  $45^0$  الزمنية. ومن الواضح أن الفرق بين التوقيت هنا وتوقيت جرينتش هو 3 ساعات



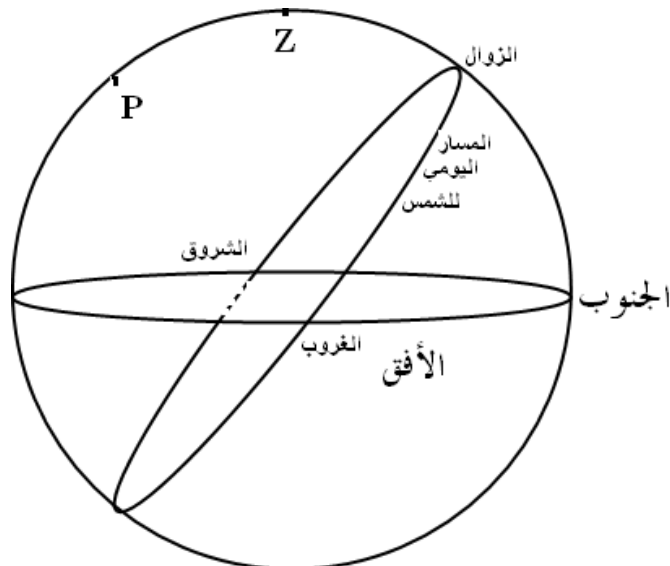
شكل (١): المناطق التوقيتية في العالم

(٤) زاوية الميل  $\delta$  التي تقيس زاوية بعد الجرم عن خط الإستواء السماوي شمالاً أو جنوباً. وتتراوح مقداره بين  $90$  درجة شمالاً إلى  $90$  درجة جنوباً. أما بالنسبة للشمس فمدارها الظاهري (دائرة البروج) ليس موازياً لخط الاستواء السماوي؛ وإنما تسير حوله مقتربة منه جداً حتى تتقاطع معه، وتتباعده عنه صاعدة شمالاً لأقصى درجة مقدارها  $23.5$ ، وهابطة جنوباً لنفس الدرجة.

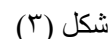
(٥) معادلة الوقت E : الشمس الحقيقية غير منتظمة السرعة ولا تعطي مؤشر دقيقاً وثابتاً للوقت؛ الأمر الذي حدا بالفلكيين لتخيل شمس تسير بسرعة منتظمة وعلى خط الاستواء السماوي وتتم دائماً دورة كاملة في مدة 24 ساعة شمسية. والفرق بين زاوية الساعة للشمس الحقيقية والشمس المتوسطة هو ما يعرف بمعادلة الوقت.

### طريقة حساب أوقات الصلاة

كما ذكرنا أعلاه أن وقت الصلاة مرتبط بموقع معين للشمس في مسارها اليومي في الكرة السماوية كما في الشكل (٢). يوضح الشكل نقطة سمت Z وهي النقطة الوهمية الواقعة فوق الراصد، P هي القطب الشمالي السماوي.



شكل (٢)


$$\cos h = \cos(90-\phi) \cos(90-\delta) + \sin(90-\phi) \sin(90-\delta) \cos H$$

أى أن:

$$\cos h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

حيث  $\phi$  خط عرض الموقع

$$\therefore H = \cos^{-1} \left[ \frac{\cos h - \sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta} \right] \quad \text{degree}$$

نحولها إلى درجات بقسمتها على 15؛ لأن كل 15 درجة = ساعة واحدة

$$H = \frac{1}{15} \cos^{-1} \left[ \frac{\cos h - \sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta} \right] \quad \text{hour}$$

وهذه هي العلاقة الأساسية لحساب زاوية الساعة للشمس عند جميع أوقات الصلاة وتختلف قيمة البعد السمتي  $h$  للشمس حسب وقت الصلاة كالآتي:

المغرب	العصر	الشروق	الفجر	
90.8	$90 - \tan^{-1}\left(\frac{1}{1 + \tan(\phi - \delta)}\right)$	90.8	108	قيمة h

ومن ثم نجد وقت صلاة الظهر من العلاقة:

$$T_d = 12 - E - [4(L - L_o)]$$

**انتبه:** الحد  $[4 (L - L_o)]$  بالدقائق، E بالدقائق، 12 بالساعات ويجب توحيد الوحدات قبل إجراء أي عملية حسابية.

نحسب وقت كل صلاة من العلاقة:

$$\mathbf{T} = \mathbf{T}_d \pm \mathbf{H}$$

تُستخدم إشارة الجمع لصلاتي العصر والمغرب وإشارة الطرح لوقتي الفجر والشروق.

جدول معادلة الوقت E وزاوية ميل الشمس  $\delta$  خلال سنة كاملة

No.	JD	Date	Delta ( $\delta$ ) (degree)	Equ. of time (E) (minute)
	244			
1.	8622.5	01 Jan	- 23.08	- 3.29
2.	8632.5	11	- 21.95	- 7.71
3.	8642.5	21	- 20.11	- 11.16
4.	8652.5	31	- 17.65	- 13.38
5.	8662.5	10 Feb	- 14.66	- 14.25
6.	8672.5	20	- 11.26	- 13.82
7.	8682.5	01 Mar	- 7.57	- 12.30
8.	8692.5	11	- 3.70	- 9.97
9.	8702.5	21	- 0.25	- 7.11
10.	8712.5	31	+ 4.17	- 4.09
11.	8722.5	10 Apr	+ 7.96	- 1.24
12.	8732.5	20	+ 11.53	+ 1.20
13.	8742.5	30	+ 14.78	+ 3.00
14.	8752.5	10 May	+ 17.63	+ 3.6
15.	8762.5	20	+ 19.99	+ 3.6
16.	8772.5	30	+ 21.78	+ 2.4
17.	8782.5	09 June	+ 22.94	+ 0.6
18.	8792.5	19	+ 23.43	- 1.34
19.	8802.5	29	+ 23.23	- 3.47
20.	8812.5	09 July	+ 22.35	- 5.22
21.	8822.5	19	+ 20.84	- 6.26
22.	8832.5	29	+ 18.74	- 6.41
23.	8842.5	08 Aug	+ 16.13	- 5.56
24.	8852.5	18	+ 13.09	- 3.73
25.	8862.5	28	+ 9.70	- 1.11
26.	8872.5	07 Sep	+ 6.06	+ 2.40
27.	8882.5	17	+ 2.25	+ 5.64
28.	8892.5	27	+ 1.64	+ 9.12
29.	8902.5	07 Oct	- 5.51	+ 12.25
30.	8912.5	17	- 9.26	+ 14.70
31.	8922.5	27	- 12.79	+ 16.13
32.	8932.5	06 Nov	- 15.99	+ 16.33
33.	8942.5	16	- 18.74	+ 15.16
34.	8952.5	26	- 20.95	+ 12.58
35.	8962.5	06 Dec	- 22.50	+ 8.81
36.	8972.5	16	- 23.32	+ 4.2
37.	8982.5	26	- 23.36	- 0.75

### مثال محلول

احسب وقت شروق وغروب وزوال الشمس في مدينة الرياض يوم ١٤١٧/٦/٥ هـ (١٧ / أكتوبر ١٩٩٦ م)  
معطيات لا بد منها:

(1) خط العرض:  $\phi = 24.6^\circ$  (2) خط الطول:  $L = 46.7^\circ$  (3) خط الطول المعياري:  $L_0 = 45^\circ$

(4) زاوية ميل الشمس:  $\delta = -9.26$  (5) معادلة الوقت (بالدقائق):  $E = 14.7$

$T_D = 12:00 - E - 4(L - L_0) = 12:00 - 14.7 - 4(46.7 - 45) = 11:38$	وقت الظهر
$H_F = \frac{1}{15} \cos^{-1} \left[ \frac{\cos h - \sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta} \right]$ $H_F = \frac{1}{15} \cos^{-1} \left[ \frac{\cos 108 - \sin 24.6 \sin -9.26}{\cos 24.6 \cos -9.26} \right] = 7.04 = 7:03$	زاوية الساعة للشمس وقت الفجر
$H_S = H_M = \frac{1}{15} \cos^{-1} \left[ \frac{\cos 90.8 - \sin 24.6 \sin -9.26}{\cos 24.6 \cos -9.26} \right] = 5.77 = 5:46$	زاوية الساعة للشمس وقت الشروق والغروب
$h_A = 90 - \tan^{-1} \left( \frac{1}{1 + \tan(\phi - \delta)} \right)$ $= 90 - \tan^{-1} \left( \frac{1}{1 + \tan(24.6 + 9.26)} \right) = 59.1^\circ$ $H_A = \frac{1}{15} \cos^{-1} \left[ \frac{\cos 59.1 - \sin 24.6 \sin -9.26}{\cos 24.6 \cos -9.26} \right] = 3.31 = 3:19$	زاوية الساعة للشمس وقت العصر
$T_F = T_D - H_F = 11:38 - 7:03 = 4:35$	وقت الفجر
$T_S = T_D - H_S = 11:38 - 5:46 = 5:52$	وقت الشروق
$T_A = T_D + H_A = 11:38 + 3:19 = 14:57$	وقت العصر
$T_M = T_D + H_M = 11:38 + 5:46 = 17:24$	وقت الغروب
$T_I = T_M + 1:30 = 17:24 + 1:30 = 18:54$	وقت العشاء

## تقرير عملى ٥: وقت شروق وغروب وزوال الشمس

على الطالب اكمال هذا التقرير وتسليمه في الموعد المحدد

الاسم:

الرقم الجامعي:

الفصل الدراسي ..... العام ١٤ / ١٤

احسب أوقات الصلاة لمدينة \_\_\_\_\_ يوم \_\_\_\_\_

$\phi =$ $L =$ $L_0 =$	1. الاحداثيات الجغرافية للمدينة: وخط الطول المعياري:
$d =$ $m =$ $y =$	2. التاريخ
$\delta =$ $E =$	3. من جدول (٢) سنحصل على قيمة $\delta$ و $E$
$T_d =$	4. وقت الظهر
$H_f =$	5. زاوية الساعة للشمس وقت الفجر
$H_s =$ $H_m =$	6. زاوية الساعة للشمس وقت الشروق والمغرب
$H_a =$	7. زاوية الساعة للشمس وقت العصر
$T_f =$	8. وقت الفجر
$T_s =$	9. وقت الشروق
$T_a =$	10. وقت العصر
$T_m =$	11. وقت المغرب
$T_i =$	12. وقت العشاء