



المشروع الإسلامي لرصد الأهلة
Islamic Crescents' Observation Project

حقوق الطبع لهذا البحث محفوظة للمشروع الإسلامي لرصد الأهلة © 2007

المواد غير قابلة لإعادة النشر دون إذن مسبق

المشروع الإسلامي لرصد الأهلة



حساب مواقيت الصلاة

محمد شوكت عودة

تشرين أول 2001
رجوع في أيلول 2004

بسم الله الرحمن الرحيم حساب مواقيت الصلاة

* الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى بيان كيفية حساب مواقيت الصلاة، و بيان العوامل المؤثرة عليها من جوية و جغرافية، و يشار في الدراسة إلى بعض الآراء الفقهية المتعلقة بمواقيت الصلاة.

بالنسبة لحساب مواقيت الصلاة بدقة عادية، تكون زاوية سمت الرأس على النحو التالي:-

- لصلاة الفجر = $18^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.
- لشرق الشمس = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333° .
- لصلاة الظهر = يتم حساب موعد صلاة الظهر مباشرة باستخدام المعادلة (1).
- لصلاة العصر = يتم حساب زاوية سمت الرأس باستخدام المعادلة (5) أو (6).
- لصلاة المغرب = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333° .
- لصلاة العشاء = $18^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.

أما إذا كانت الدقة المطلوبة عالية، فتكون زاوية سمت الرأس على النحو التالي:

- لصلاة الفجر = $18^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.
- لشرق الشمس = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار + انخفاض الأفق - اللوص الأفقي.
- لصلاة الظهر = يتم حساب موعد صلاة الظهر مباشرة باستخدام المعادلة (1).
- لصلاة العصر = يتم حساب زاوية سمت الرأس باستخدام المعادلة (C6).
- لصلاة المغرب = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار + انخفاض الأفق - اللوص الأفقي.
- لصلاة العشاء = $18^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.

و يتم حساب نصف قطر الشمس و الانكسار عن طريق معادلات خاصة مذكورة في البحث.

1- لمحة عن مواقيت الصلاة

قد يختلف تعريف بداية وقت بعض الصلوات من مذهب لآخر أو من دولة لأخرى، و نورد فيما يلي ما هو معتمد في معظم الدول الإسلامية دون الخوض في رأي كل مذهب أو دولة.

- الفجر الكاذب: هو ضوء أبيض باهت يظهر في جهة الشرق قبل حلول الفجر الصادق على شكل مثلث قاعدته على الأفق ورأسه إلى أعلى، وهو ناتج عن انعكاس أشعة الشمس عن حبيبات غبارية وأتربة تسبح في الفضاء على نفس مستوى دوران الأرض حول الشمس، ويسمى فلكيا بالضوء البرجي وهو يظهر أيضا في جهة الغرب بعد انتهاء الغسق المسائي، وبالنسبة لنصف الكرة الأرضية الشمالي فإن الضوء البرجي أكثر وضوحا قبل الفجر في جهة الشرق في فصل الخريف وبعد العشاء في جهة الغرب في فصل الربيع، وبشكل عام يمكن رؤية الضوء البرجي يوميا ولكن بسبب خفوت إضاءته فإنه لا يمكن رؤيته من المدن الملوثة ضوئيا، فإضاءة المدن تخفي ضوء الفجر الكاذب الباهت، فهو لا يرى إلا من مكان مظلم بعيد عن إضاءة المدن.

- الفجر الصادق: يبدأ وقت صلاة الفجر عند انتشار الضوء الأبيض في جهة الشرق بعد ظهور الفجر الكاذب، إذ يختفي الفجر الكاذب بظهور الفجر الصادق. و ضوء الفجر الصادق ناتج عن تشتت أشعة الشمس من قبل الغلاف الجوي، ولقد وجد عمليا أن الفجر الصادق يبدأ بالظهور عندما يكون مركز الشمس منخفضا تحت الأفق بمقدار 18 درجة [17].

- الظهر: يبدأ وقت صلاة الظهر عند زوال الشمس، أي ميلها عن سطر السماء. ولا يقصد بوسط السماء نقطة سمت الرأس (وهي النقطة الواقعة فوق رأس الراصد مباشرة في السماء) بل المقصود هو خط الزوال، وهو الخط الواقع في منتصف المسافة بين المشرق والمغرب، ويمر هذا الخط في جهتي الشمال والجنوب تماما. فما أن يصل مركز قرص الشمس إلى خط الزوال حتى يحين موعد صلاة الظهر.

- العصر: يبدأ وقت صلاة العصر حسب المذهب الشافعي عندما يصبح طول ظل الشاخص يساوي طول الشاخص نفسه مضافا إليه ظل الشاخص وقت الزوال (الظهر). أما حسب المذهب الحنفي يبدأ وقت صلاة العصر عندما يصبح طول ظل الشاخص يساوي مثلي طول الشاخص نفسه مضافا إليه ظل الشاخص وقت الزوال، علما بأن معظم الدول الإسلامية تعتمد تعريف المذهب الشافعي.

- المغرب: يبدأ وقت صلاة المغرب عند غروب الحافة العليا لقرص الشمس تحت الأفق الغربي.

- العشاء: يبدأ وقت صلاة العشاء عند اختفاء الضوء الأبيض من جهة الغرب بعد غروب الشمس و دخول ظلمة الليل، و بداية وقت صلاة العشاء مثل بداية وقت صلاة الفجر، فلقد وجد عمليا أن بداية وقت صلاة العشاء يحين عندما يصبح مركز الشمس منخفضا تحت الأفق بمقدار 18 درجة.

2- زاوية سمت الرأس (θ)

زاوية سمت الرأس θ هي بعد مركز الشمس بالدرجات عن نقطة سمت الرأس (Zenith)، و بشكل تقريبي تكون زاوية سمت الرأس وقت شروق أو غروب الشمس تساوي 90 درجة، أما بالنسبة لصلاتي الفجر والعشاء فتكون الزاوية تساوي 108 درجات، و ذلك لأن موعد صلاتي الفجر والعشاء يحين عندما يكون مركز الشمس منخفضا تحت الأفق بمقدار 18 درجة، وحيث إن الأفق يبعد عن وسط السماء بمقدار 90 درجة، فعليه يحين موعد صلاتي الفجر والعشاء عندما يكون مركز الشمس بعيدا عن وسط السماء بمقدار $18 + 90 = 108$ درجات.

3- حساب مواقيت الصلاة

إن نقطة البدء في حساب مواقيت الصلاة هي حساب وقت صلاة الظهر، حيث تحسب بقية مواقيت الصلاة بالنسبة لصلاة الظهر. و ذلك على النحو التالي:-

3-1 حساب وقت صلاة الظهر:

وقت الظهر = 12 + فرق خط الطول (بالساعات) - معادلة الزمن (بالساعات) (1)

حيث إن:

فرق خط الطول: قسمت الكرة الأرضية إلى حزم زمنية (Time Zones)، عرض الواحد منها 15 درجة ولكل حزمة زمنية خط طول يسمى خط الطول الأوسط، حيث تفترض جميع الدول الواقعة ضمن حزمة زمنية معينة أن خط طولها يساوي خط الطول الأوسط لهذه الحزمة الزمنية، وهذا الافتراض سيؤدي لوجود فرق زمني بين الوقت الحقيقي للمنطقة وبين الوقت المعتمد، ويسمى هذا الفرق بفرق خط الطول، ويمكن الحصول على قيمة فرق خط الطول من المعادلة التالية:

$$\text{فرق خط الطول (بالساعات)} = \frac{\text{(خط الطول الأوسط - خط طول الموقع)}}{15} \quad \text{..... (2)}$$

علما بأن إشارة فرق خط الطول للمناطق التي تقع شرق خط الطول الأوسط هي سالبة، وبالنسبة للمناطق التي تقع إلى الغرب من خط الطول الأوسط فهي موجبة، و يبين الملحق (1) خط الطول الأوسط لمختلف الحزم الزمنية.

* مثال على مدينة عمان:

$$\text{فرق خط الطول (بالساعات)} = \frac{(36 - 30)}{15} = -0.4 \text{ ساعة}$$

معادلة الزمن (Equation of Time): لتسهيل الحسابات الفلكية فإننا نفترض أن الشمس تسير ظاهريا في السماء بسرعة ثابتة على خط الإستواء السماوي، وتسمى هذه بالشمس المتوسطة (Mean Sun) ويسمى التوقيت المنسوب لها بالتوقيت الشمسي المتوسط (Mean Solar Time)، ولكن بسبب إهليلجية مدار الأرض وميلان محور دورانها حول نفسها بمقدار 23.4 درجة فإن الشمس تسير بسرعة متغيرة على مدار البروج، وهذه هي الشمس الظاهرية أو الحقيقية (Apparent Sun)، ويسمى التوقيت المنسوب لها بالتوقيت الشمسي الظاهري أو الحقيقي (Apparent Solar Time)، ومعادلة الزمن هي الوقت اللازم للشمس الحقيقية حتى تصل إلى موقع الشمس المتوسطة، أو العكس تبعاً للتعريف المعتمد لمعادلة الزمن، ويمكن الحصول على قيمة تقريبية لمعادلة الزمن من الملحق (2)، أو حسابها عن طريق المعادلات المبينة في الملحق (3).

3-2 حساب وقت صلاة الفجر والشروق وصلاتي المغرب والعشاء:

تحسب جميع الأوقات الأربعة سالفة الذكر باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{جتا (H)} = \frac{\text{جتا (}\theta\text{)} - \text{جتا (}\phi\text{)} \text{ جا (}\delta\text{)}}{\text{جتا (}\phi\text{)} \text{ جا (}\delta\text{)}} \quad \text{..... (3)}$$

حيث إن:

ϕ : خط العرض الجغرافي للموقع، وتكون الإشارة موجبة إذا كان الموقع يقع شمال خط الاستواء، وسالبة إذا كان يقع جنوبه.

δ : الميل الإستوائي للشمس (Declination)، ويمكن الحصول عليه من الملحق (2)، أو حسابه من الملحق (3).

θ : زاوية سمت الرأس.

H: الزاوية الساعية (Hour Angle)، وهي الزاوية المراد إيجادها، و تحول إلى زمن بالقسمة على 15، ومن ثم

نطرح هذا الزمن من وقت صلاة الظهر لإيجاد وقت صلاة الفجر أو شروق الشمس، أو يضاف هذا الزمن إلى وقت صلاة الظهر لإيجاد وقت صلاة العصر أو المغرب أو العشاء.

(3-3) حساب وقت صلاة العصر:

لحساب وقت صلاة العصر نستخدم المعادلة (3)، ولكن لأن زاوية سمت الرأس بالنسبة لصلاة العصر غير ثابتة من يوم لآخر كبقية مواقيت الصلاة، فيجب أولاً حساب زاوية سمت الرأس لصلاة العصر وذلك باستخدام المعادلات التالية:

$$a = \sin^{-1} (\sin(\Phi) \sin(\delta) + \cos(\Phi) \cos(\delta)) \quad \dots\dots (4)$$

$$\theta' = 90 - \cot^{-1} (1 + \cot(a)) \quad \text{المذهب الشافعي} \quad \dots\dots (5)$$

$$\theta' = 90 - \cot^{-1} (2 + \cot(a)) \quad \text{المذهب الحنفي} \quad \dots\dots (6)$$

حيث إن :

Φ : خط العرض الجغرافي للموقع، وتكون الإشارة موجبة إذا كان الموقع يقع شمال خط الاستواء، وسالبة إذا كان يقع جنوبه.

δ : الميل الإستوائي للشمس (Declination)، ويمكن الحصول عليه من الملحق (2)، أو حسابه من الملحق (3).
 θ' : زاوية سمت الرأس، وتحويل إلى زاوية موجبة إذا كانت الزاوية الناتجة سالبة الإشارة.

نتيجة للانكسار الحاصل في الغلاف الجوي فإن الشمس تبدو أعلى من موقعها الحقيقي، لذلك علينا حساب قيمة الانكسار عند قيمة زاوية سمت الرأس التي تم الحصول عليها من المعادلة (5) أو (6). وذلك باستخدام المعادلة (6a).

$$(6a) \quad \dots\dots\dots \frac{1}{\tan\left(h + \frac{7.31}{h + 4.4}\right)} = R' = \text{الانكسار (دقائق قوسية)}$$

حيث إن :

h : بعد مركز الشمس عن الأفق بالدرجات و يساوي $90^\circ - \theta'$.

بعد حساب قيمة الانكسار من المعادلة (6a) من الممكن استخدام المعادلة (6b) للحصول على قيمة الانكسار عند معرفة درجة الحرارة و الضغط الجوي.

$$(6b) \quad \dots\dots\dots \left(\frac{0.28P}{T + 273} \right) * R' = R = \text{الانكسار (دقائق قوسية)}$$

حيث إن:

P : الضغط الجوي بالملبار.

T : درجة الحرارة بالدرجات المئوية.

R' : قيمة الانكسار التي تم الحصول عليها من المعادلة (6a).

R : قيمة الانكسار النهائية.

بعد حساب قيمة الانكسار فإن زاوية سمت الرأس بالنسبة لصلاة العصر تساوي

$$(6c) \quad \dots\dots\dots R + \theta' = \theta$$

حيث إن:

θ' : زاوية سمت الرأس التي تم الحصول عليها من المعادلة (5) أو (6).

R : قيمة الانكسار التي تم الحصول عليها من المعادلة (6b) بعد تحويلها إلى درجات.

θ: زاوية سمت الرأس النهائية لصلاة العصر.

بعد معرفة زاوية سمت الرأس θ نستخدم العلاقة (3) لإيجاد الزاوية الزمنية ثم تحول إلى زمن ويضاف هذا الزمن لموعد صلاة الظهر.

4- العوامل المؤثرة على مواقيت الصلاة

تتأثر مواقيت الصلاة بعوامل مختلفة، أما العوامل التي تؤثر على مواعيد شروق و غروب الشمس، فهي: نصف قطر الشمس الظاهري و انكسار أشعة الشمس و اللوص الأفقي و الارتفاع عن سطح البحر. و فيما يلي تفاصيل تلك العوامل:

نصف قطر الشمس: ذكرنا سابقا أن موعد شروق أو غروب الشمس يحين عند ظهور أو اختفاء الحافة العليا لقرص الشمس على الترتيب، وحيث إن زاوية سمت الرأس تعبر عن موقع مركز الشمس وليس حافتها فيجب أخذ نصف قطر الشمس الظاهري بعين الاعتبار، و يبلغ قطر الشمس الظاهري 32 دقيقة قوسية كمتوسط (الدرجة تساوي 60 دقيقة قوسية)، وعليه فإن موعد شروق أو غروب الشمس يحين عندما يكون مركز الشمس بعيدا عن وسط السماء بمقدار 90 درجة مضافا إليها نصف قطر الشمس الظاهري، و بالتالي تصبح زاوية سمت الرأس وقت شروق أو غروب الشمس كالآتي:

$$\theta = 90^\circ + \text{نصف قطر الشمس الظاهري} = 90^\circ + \frac{16'}{60}$$

إن قيمة 16 دقيقة قوسية هي قيمة تقريبية لنصف قطر الشمس الظاهري، و لكن بسبب إهليلجية مدار الأرض حول الشمس، فإن الأرض تقترب من الشمس تارة، و عندها يبدو قرص الشمس الظاهري أكبر من المعدل بقليل، وبتبعد عن الشمس تارة أخرى، و عندها يبدو قرص الشمس الظاهري أصغر من المعدل بقليل، فإذا أردنا حساب موعد شروق أو غروب الشمس بدقة يجب علينا حساب نصف قطر الشمس الظاهري وعدم استخدام القيمة التقريبية لقطر الشمس وهي 32 دقيقة قوسية، و يمكننا حساب نصف قطر الشمس الظاهري باستخدام المعادلات الموجودة في الملحق (3).

انكسار أشعة الشمس: يعمل الغلاف الجوي الأرضي عمل العدسة التي تحيط بالأرض، ولأن كثافة و درجة حرارة الغلاف الجوي تختلف من منطقة لأخرى، فإن أشعة الشمس لدى دخولها الغلاف الجوي تعاني من الانكسار، و يبلغ متوسط قيمة الانكسار عند الأفق 34.16 دقيقة قوسية (0.569333°)، و تتأثر هذه القيمة عكسيا مع درجة الحرارة و طرديا مع الضغط الجوي، وللحصول على قيمة أدق للانكسار يمكننا استخدام العلاقة التالية:

$$\text{الانكسار} = \left(\frac{0.28P}{T + 273} \right) \times 0.569333 \dots \dots \dots (7)$$

حيث إن:

P: الضغط الجوي بالمليبار.

T: درجة الحرارة بالدرجات المئوية.

وبسبب انكسار أشعة الشمس فإن الشمس تبدو لنا أنها تشرق قبل شروقها الحقيقي، و تظهر لنا أنها تغرب بعد غروبها الحقيقي، ولذلك يجب أخذ الانكسار بعين الاعتبار، وعليه تصبح زاوية سمت الرأس بالنسبة لموعد شروق أو غروب الشمس على النحو التالي:

$$\theta = 90^\circ + \text{نصف قطر الشمس الظاهري} + \text{الانكسار}$$

وبشكل تقريبي فإن هذا يساوي:

$$\theta = 90^\circ + \frac{16'}{60} + \frac{34'}{60} = 90.8333^\circ$$

اللوص الأفقي (Horizontal Parrallax): إن المعادلات الرياضية سالفة الذكر تفترض وجود الراصد في مركز الأرض، و تحسب موقع الشمس بالنسبة له، إلا أن الراصد حقيقة يقع على سطح الأرض، و بالتالي فإن انزياح موقع الراصد من مركز الأرض إلى سطحها سيغير موقع الشمس بمقدار بسيط يساوي 0.0024°، و هذا يسمى بالتزح

أو اللوص الأفقي. وعليه تصبح زاوية سمت الرأس بالنسبة لشرق وغروب الشمس على النحو التالي:

$$\theta = 90^\circ + \text{نصف قطر الشمس الظاهري} + \text{الانكسار} - \text{اللوص الأفقي}$$

وبشكل تقريبي فإن هذا يساوي:

$$\theta = 90^\circ + \frac{16'}{60} + \frac{34'}{60} - 0.0024^\circ = 90.8309^\circ$$

الإرتفاع عن مستوى سطح البحر: ينخفض الأفق بالنسبة للراصد نتيجة للارتفاع عن سطح البحر، وبالتالي فإن الراصد الواقع في منطقة فوق مستوى سطح البحر يرى الشمس تشرق قبل الراصد الذي يقع على مستوى سطح البحر، وهو يرى أيضا الشمس تغرب بالنسبة له بعد أن تغرب بالنسبة للراصد الواقع على مستوى سطح البحر. و تحسب قيمة انخفاض الأفق بالدرجات بالنسبة لراصد يقع على ارتفاع (h) متر عن مستوى سطح البحر بالمعادلة التالية:

$$D' = 0.02917\sqrt{h}$$

وعندما يقع الراصد فوق مستوى سطح البحر فإن أشعة الشمس تعاني من انكسار آخر يعطى بالمعادلة التالية:

$$RR = 0.00617\sqrt{h}$$

و عليه فإن التعديل الكلي الناتج عن الارتفاع عن مستوى سطح البحر يعطى بالمعادلة التالية:

$$D = 0.035333\sqrt{h} \dots\dots (8)$$

وهكذا تصبح زاوية سمت الرأس بالنسبة لشرق وغروب الشمس على النحو التالي:

$$\theta = 90^\circ + \text{نصف قطر الشمس الظاهري} + \text{الانكسار} + \text{انخفاض الأفق} - \text{اللوص الأفقي} \dots\dots (9)$$

وبشكل تقريبي فإن هذا يساوي:

$$\theta = 90^\circ + \frac{16'}{60} + \frac{34'}{60} - 0.035333\sqrt{h} - 0.0024^\circ$$

و لمنطقة تقع مثلا على ارتفاع 1000 متر عن مستوى سطح البحر باستخدام هذه القيم، فإن $\theta = 91.948^\circ$.

هذا ويمكن تقسيم المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر إلى فئات ثلاث هي:

1- أن يكون أفق المنطقة الواقعة فوق مستوى سطح البحر هو البحر أو منطقة تقع على مستوى سطح البحر، و مثل هذا ينطبق على بعض الجبال مثلا، و في هذه الحالة يمكن تطبيق المعادلات السالف ذكرها مباشرة.

2- أن يكون أفق المنطقة الواقعة فوق مستوى سطح البحر يقع على نفس ارتفاع المنطقة، ومثل هذا ينطبق على الهضاب الواسعة، فقد يكون ارتفاع المنطقة 500 م فوق مستوى سطح البحر مثلا، إلا أن جميع المنطقة المحيطة بها تقع على نفس هذا الارتفاع، فالمنظر بالنسبة للراصد مستوي، وفي هذه الحالة فإن الارتفاع عن مستوى سطح البحر لا يؤثر على وقت الشروق أو الغروب، أي أنه يجب اعتبار المنطقة واقعة على مستوى سطح البحر.

3- أن تكون المنطقة الواقعة فوق مستوى سطح البحر ما بين الحالتين السابقتين، كأن يكون ارتفاع المنطقة هو 1000م مثلا، في حين أن ارتفاع المناطق المحيطة بها هو 600 م، فعندها يجب اعتبار ارتفاع المنطقة هو الفرق بين الارتفاعين أي 400 م فوق مستوى سطح البحر فقط.

5- ملخص زاوية سمت الرأس

5-1 (حسابات الدقة العالية:

إذا كان المطلوب حساب مواقيت الصلاة بدقة عالية، فإن زاوية سمت الرأس تكون كما يلي:

- لصلاة الفجر = $180^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.
- لشرق الشمس = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار + انخفاض الأفق - اللوص الأفقي.
- لصلاة الظهر = يتم حسابها مباشرة باستخدام المعادلة (1).
- لصلاة العصر = يتم حساب زاوية سمت الرأس باستخدام المعادلة (6).
- لصلاة المغرب = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار + انخفاض الأفق - اللوص الأفقي
- لصلاة العشاء = $180^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.

و لتكون الدقة عالية يفضل حساب نصف قطر الشمس الظاهري كما في الملحق (3)، و حساب قيمة الانكسار من المعادلة (7)، و حساب انخفاض الأفق من المعادلة (8).

5-2 (حسابات الدقة العادية:

إذا كانت الدقة المطلوبة عادية، فتكون زاوية سمت الرأس كما يلي:

- لصلاة الفجر = $180^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.
- لشرق الشمس = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333° .
- لصلاة الظهر = يتم حسابها مباشرة باستخدام المعادلة (1).
- لصلاة العصر = يتم حساب زاوية سمت الرأس باستخدام المعادلة (5) أو (6).
- لصلاة المغرب = $90^\circ +$ نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333° .
- لصلاة العشاء = $180^\circ + 90^\circ = 108^\circ$.

و هذا هو المعمول به في معظم المراجع والكتب الفلكية، ولا تستخدم قيم أخرى إلا إذا كان المطلوب الحصول على قيم دقيقة جداً لمواقيت الصلاة، أو في المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر.

وكما ذكرنا سابقاً، بعد معرفة زاوية سمت الرأس لكل صلاة يتم استخدام المعادلة (3) للحصول على الزاوية الزمنية لوقت الصلاة المراد إيجادها، وتحول إلى زمن بالقسمة على 15، وتطرح هذه القيمة من وقت صلاة الظهر للحصول على وقت صلاة الفجر أو شروق الشمس، أو تضاف هذه القيمة لوقت صلاة الظهر للحصول على وقت صلاة العصر أو المغرب أو العشاء. و في حالة اعتماد التوقيت الصيفي، فيجب إضافة ساعة لجميع مواقيت الصلاة بعد إيجاد الجواب النهائي.

6- ملاحظات عامة

1- لاحظ أن قيمة الطرف الأيسر من المعادلة (3) يجب أن تكون ما بين 1 و -1، وإلا دل ذلك على أن الشمس ستبقى طيلة اليوم فوق أو تحت الأفق، وهذا يحدث في مناطق خطوط العرض العليا. و عليه يجب التأكد من قيمة الطرف الأيسر من المعادلة (3) قبل الاستمرار بإجراء الحسابات.

2- نلاحظ من المعادلة (3) أنه لحساب وقت الصلاة يجب إدخال الميل الإستوائي للشمس وقت الصلاة، إلا أن وقت الصلاة مجهول إذ أنه هو المطلوب إيجادها، و يمكن حل هذه الإشكالية بعدة طرق منها أن يتم حساب الميل الإستوائي للشمس عند منتصف اليوم مثلاً، و تستخدم هذه القيمة الأولية لحساب مواقيت الصلاة بشكل تقريبي، و من ثم يتم حساب الميل الإستوائي للشمس مرة أخرى عند وقت كل صلاة تقريبي، و تستخدم القيم الجديدة للميل الإستوائي للشمس للحصول على قيم جديدة أكثر دقة لمواقيت الصلاة.

3- يعتقد البعض خطأً أن مواقيت الصلاة تعتمد على خط الطول الجغرافي فقط! وهذا غير صحيح، فجميع مواقيت الصلاة باستثناء صلاة الظهر، تتأثر باختلاف خط العرض الجغرافي؛ فقد تقع مدينتان على نفس خط الطول، مثل عمان والعقبة مثلاً، ولكن نلاحظ أن الفجر وشرق الشمس والعصر والمغرب والعشاء لا تحين في المدينتين في نفس الوقت، بل إن الفارق بين المدينتين غير ثابت فهو يختلف من فصل لآخر، وسبب ذلك هو ميلان محور دوران

الأرض حول نفسها بمقدار 23.4 درجة. وبطريقة أبسط فمعظمنا يعلم أن النهار في بريطانيا مثلا في فصل الصيف أطول بكثير من النهار في مناطقنا العربية، أما في فصل الشتاء فإن النهار في بريطانيا أقصر بكثير منه في مناطقنا العربية. وكقاعدة فإن شروق الشمس في فصل الصيف يحين في المناطق الشمالية قبل الجنوبية بثبوت خط الطول الجغرافي، وغروب الشمس في فصل الصيف يحين في المناطق الشمالية بعد الجنوبية بثبوت خط الطول الجغرافي، والعكس صحيح شتاء.

4- من المعلومات البسيطة التي يفضل أن يعرفها أي مهتم بمواقيت الصلاة هي أن الفترة ما بين شروق الشمس واذان الظهر يجب أن تساوي تقريبا الفترة ما بين اذان الظهر وغروب الشمس، وكذلك فإن الفترة ما بين اذان الفجر واذان الظهر يجب أن تساوي تقريبا الفترة ما بين اذان الظهر واذان العشاء، وكذلك فإن الفترة ما بين اذان الفجر وشروق الشمس وهي فترة الشفق يجب أن تساوي تقريبا الفترة ما بين غروب الشمس و اذان العشاء و هي فترة الغسق. وجميع ذلك بالنسبة لنفس الموقع و لنفس اليوم.

7- مسائل للنقاش

نورد فيما يلي بعض المسائل الفلكية أو الفقهية المتعلقة بمواقيت الصلاة، و التي يوجد لها أكثر من رأي، و لا نحاول نحن البت في كل مسألة، فبعضها يحتاج إلى بحث كامل ليتم البت فيها، بل نورد في نهاية كل مسألة ما هو معمول به في غالبية الدول الإسلامية أو الرأي الراجح بين علماء الفلك أو الشريعة الإسلامية.

7-1 وقت صلاة الظهر:

إن المعتمد في حساب وقت صلاة الظهر في معظم البلاد الإسلامية هو عبور مركز الشمس لخط الزوال، إلا أن البعض يرى أن ذلك غير دقيق، وحجتهم في ذلك أن التعريف الشرعي لصلاة الظهر هو ميل الشمس عن وسط السماء وليس وصول الشمس إلى وسط السماء، فبعضهم يفضل انتظار عبور جميع قرص الشمس لخط الزوال، والبعض الآخر ينتظر لمدة قد تصل إلى 15 دقيقة زمنية بعد عبور مركز الشمس لخط الزوال، منتظرا بذلك نقصان طول الظل. إلا أننا نرى أن المعتمد في معظم الدول الإسلامية هو الأصح، فالشمس تميل عن وسط السماء فور وصولها إلى خط الزوال، و ذلك لأن الأرض في حركة مستمرة حول نفسها، وبالتالي فإننا نرى الشمس تتحرك باستمرار، فاللحظة التي تزول فيها الشمس عن وسط السماء هي لحظة وصول مركز الشمس إلى خط الزوال (وسط السماء).

7-2 مشكلة الأفق والجبال البعيدة:

تبرز هذه المشكلة في وقت صلاة المغرب، فالبعض يراقب حركة الشمس وما أن يلاحظ أن الشمس قد اختفت في جهة الغرب حتى يصلي المغرب أو يفطر إن كان صائما، متجاهلا بذلك أن الشمس قد لا تكون قد غربت فعلا بل قد تكون قد اختفت خلف هضبة أو جبل بعيد. بالطبع كانت مراقبة الشمس بالعين المجردة هي الوسيلة الوحيدة لمعرفة وقت صلاة المغرب في عهد الرسول صلى الله عليه وسلم، وكان ذلك أقصى ما يمكن فعله في ذلك الزمان، ولا يكلف الله نفسا إلا وسعها، أما الآن وقد أضحى استخدام الحاسوب متيسرا فلا حجة لنا باعتماد العين المجردة فحسب، بل يجب تحري الوقت الحقيقي لغروب الشمس وليس مجرد اختفائها كما يبدو للعين المجردة. و إهمال الجبال أو المرتفعات هو المعمول به في حساب وقت الشروق والغروب في جميع الدول الإسلامية على حد علمنا.

7-3 بداية وقت صلاتي الفجر والعشاء:

ذكر سابقا أنه وجد فلكيا أن وقت صلاتي الفجر والعشاء يحين عندما يكون مركز الشمس منخفضا بمقدار 18° تحت الأفق، وهذا هو المعتمد في المراجع والكتب الفلكية، إلا أن بعض الدول الإسلامية تفضل استخدام زاوية أخرى، فالعديد من الجهات الإسلامية في الولايات المتحدة الأمريكية مثلا تفضل استخدام الزاوية 15°، وفي مصر على سبيل المثال فهم يعتمدون الزاوية 19.5° للفجر و17.5° للعشاء، ولكن لا يوجد حتى الآن بحث علمي حقيقي يبين أن بداية وقت صلاتي الفجر والعشاء يحين عندما تكون قيمة الزاوية غير 18° . فالزاوية 18° قد تم الحصول عليها بعد دراسة علمية دقيقة. [17]

7-4 تأثر صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر والعوامل الجوية:

من المعروف أن الشروق والغروب يتأثران بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر، وهذا أمر مثبت فيه. أما تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر فما زال غير محسوم تماماً. فيذكر إلياس في كتابه [14] أنه كلما زاد الإرتفاع عن مستوى سطح البحر نقص سمك الغلاف الجوي، وبالتالي يقل التشتت وعليه يتأخر وقت صلاة الفجر ويتقدم وقت صلاة العشاء، ومن جهة أخرى أكد شيفر (Scheafer) [21] عدم تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر. وتميل مراجع أخرى إلى أن تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر مهملاً [19, 20]، ومن هنا نرى التباين بين الآراء المختلفة ونرى ضرورة إجراء دراسة حقيقية لمعرفة تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر، و بعد الإطلاع على حجة كل طرف فإننا نميل إلى عدم تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر.

و كذلك الحال بالنسبة لتأثير صلاتي الفجر والعشاء بالعوامل الجوية، فنشتت الأشعة في الغلاف الجوي يتأثر بكمية الأتربة و الأبخرة الموجودة في الغلاف الجوي و بنسبة الرطوبة و درجة الحرارة، و لكن لا يوجد حتى الآن بحث يدرس هذه التأثيرات بشكل تفصيلي و دقيق.

(7-5) مراقبة وقت بداية الفجر أو العشاء:

يرى البعض أن آذان الفجر يؤذن قبل ظهور الفجر الصادق ودليلهم في ذلك مراقبتهم ظهور الفجر الصادق بالعين المجردة من داخل المدينة، وهذا دليل لا يصلح. فإضاءة المدينة تمنعنا من رؤية التباشير الأولى للفجر الصادق، فالتأكد من صحة آذان الفجر يجب مراقبته من منطقة بعيدة عن إضاءة المدن ومن سماء خالية من ضوء القمر.

(7-6) حساب مواقيت الصلاة بالنسبة للمدن:

قد يكون من المحير تحديد المنطقة التي سيتم اعتمادها لحساب مواقيت الصلاة بالنسبة لمدينة ما، فهل هي شرق المدينة أم وسطها أم غربها؟ أمّا إذا اعتمد شرق المدينة فهذا يعني أن المؤذن في رمضان مثلاً سيؤذن لصلاة المغرب عند غروب الشمس بالنسبة لشرق المدينة، و عندها سيفطر الصائمون في غرب المدينة على الرغم من عدم غروب الشمس بعد بالنسبة لهم، وعليه بطل صيامهم. أما إذا تم اعتماد غرب المدينة فهذا يعني أن القاطنين في شرق المدينة سيستمرون في السحور في رمضان حتى يؤذن الفجر بالنسبة لغرب المدينة على الرغم من بزوغ الفجر في شرق المدينة، وعليه أيضاً بطل صومهم. أما إن أجريت الحسابات بالنسبة لوسط المدينة فستبرز كلتا المشكلتين السابقتين. و من هنا نرى أن الحل الأمثل لهذه المشكلة و الأحوط هو حساب موعد صلاة الفجر وشروق الشمس بالنسبة لشرق المدينة وحساب باقي مواقيت الصلاة بالنسبة لغرب المدينة وبذلك نضمن صحة صوم وصلاة جميع أهل المدينة.

8- الخلاصة

إن حساب مواقيت الصلاة منضبط بمعادلات رياضية يمكنها حساب مواقيت الصلاة بدقة عالية، و يمكن أخذ الآراء الفقهية المختلفة و المتعلقة بمواقيت الصلاة بعين الاعتبار، و لكن تبقى هناك بعض العوامل التي بحاجة إلى بحث متخصص لبيان تأثيرها على مواقيت الصلاة، مثل تأثير صلاتي الفجر والعشاء بالإرتفاع عن مستوى سطح البحر وبالعوامل الجوية، و دقة اختيار الزاوية 18° لتحديد وقت صلاتي الفجر والعشاء. لذلك فإننا ندعوا إلى إجراء دراسات حول هذا الإشكالات، و التي من شأنها أن تحسم خلافات دامت لسنوات طويلة.

* الكاتب

محمد شوكت عودة: رئيس المشروع الإسلامي لرصد الأهلة ICOP، رئيس لجنة رصد الأهلة و المواقيت التابعة للجمعية الفلكية الأردنية، عضو مؤسس في الإتحاد العربي لعلوم الفضاء و الفلك، عضو اللجنة الرسمية لإثبات الأهلة في الأردن و الإمارات. (modeh@icoproject.org).

* المراجع

المراجع العربية:

- 1- دراسة الشفق و علاقته بمواقيت صلاتي الفجر و العشاء، د. عبد العزيز بكري أحمد، 2000م.
- 2- السماء في الليل، د. علي عبيده و د. عبدالقادر عابد، مؤسسة الرسالة - بيروت، 1985م.
- 3- رصد السماء، د. عبد الرحيم بدر، مؤسسة عبد الحميد شومان - عمان، 1992م.
- 4- تطبيقات علم الفلك في الشريعة الإسلامية، م. عوني خصاونة، المكتبة الوطنية - عمان، 1999م.
- 5- تحديد أوقات الصلاة، د. إبراهيم زيد الكيلاني.
- 6- تحقيق مواقيت صلاتي الفجر و العشاء، علي بن السيد عبد الرحمن آل هاشم، 2000م.
- 7- تحقيق مواقيت صلاتي العشاء و الفجر، أ.د. أحمد إسماعيل خليفة، 2000م.
- 8- تحقيق عن مواقيت صلاتي الفجر و العشاء، أ.د. عيسى علي محمد علي عيسى، 2000م.
- 9- دراسة مقارنة مواقيت صلاتي العشاء و الفجر، أ.د. عيسى علي محمد علي عيسى و أ.د. محمد أحمد سليمان و د. أمير حسن، 2000م.
- 10- صلاتي العشاء و الفجر بين الحسابات و الأرصاد الفلكية، أ.د. منير أحمد محمود حمدي، 2000م.
- 11- دراسة تأثير تغير خطوط العرض على مواقيت صلاتي العشاء و الفجر، د. أمير حسين حسن، 2000م.
- 12- تحقيق صلاتي الفجر و العشاء، د. نصر فريد واصل، 2000م.

المراجع الإنجليزية:

- 13- Astronomical Algorithms, Jean Meeus, Willmann-Bell, Inc., 1991.
- 14- Astronomy of Islamic Times for the Twenty-first Century, Prof. Mohammad Ilyas, Mansell Publishing Limited, 1989.
- 15- Elements of Astronomy for Surveyors, JBM, Charles Griffin & Company LTD, 1982.
- 16- The Astronomical Almanac, Nautical Almanac Office USNO & Royal Greenwich Observatory HMNAO, U.S. Government Printing Office, 1994.
- 17- Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, P. Kenneth Seidelmann, U.S. Naval Observatory, 1992.
- 18- Observer's Handbook 2001, Rajiv Gupta, RASC, 2001.
- 19- The U.S. Air Almanac, table 3, p. A151.
- 20- Supplement to the 1946 American Ephemeris, p. 17.
- 21- Prof. Bradley E. Schaefer 2000, personal communication.

الملحق (1): خط الطول الأوسط

فيما يلي خط الطول الأوسط لكل حزمة زمنية، و الحزمة الزمنية هي فرق التوقيت الزمني المستخدم في الدولة أو المنطقة لتحويل الوقت من توقيت جرينتش إلى توقيت محلي. و لمعرفة خط الطول الأوسط من الجدول التالي، يجب أولا إلغاء التوقيت الصيفي إذا كان مستخدما.

الحزمة الزمنية	خط الطول الأوسط	مثال	الحزمة الزمنية	خط الطول الأوسط	مثال
0	0	بريطانيا	0	0	بريطانيا
+1	15	الجزائر	-1	-15	كيب فيرد
+2	30	الأردن	-2	-30	وسط الأطلسي
+3	45	الكويت	-3	-45	برازيليا
+4	60	الإمارات	-4	-60	كراكاس
+5	75	كراتشي	-5	-75	EST
+6	90	دكا	-6	-90	CST
+7	105	جاكرتا	-7	-105	MST
+8	120	هونغ كونج	-8	-120	PST
+9	135	طوكيو	-9	-135	الاسكا
+10	150	سدني	-10	-150	هاواي
+11	165	جزر سولومون	-11	-165	ساموا
+12	180	جزيرة فيجي	-12	-180	--

الملحق (2): معادلة الزمن و الميل الإستوائي للشمس

فيما يلي معادلة الزمن Equation of Time بالدقائق (الوقت الشمسي الحقيقي ناقص الوقت الشمسي المتوسط) و الميل الإستوائي للشمس بالدرجات حسب العام 2000م، و لا تختلف هذه القيم كثيرا من سنة لأخرى. و إذا كان المراد الحصول على قيم دقيقة لمواقيت الصلاة، فيفضل حساب معادلة الزمن و الميل الإستوائي للشمس كما هو مبين في الملحق 3، فاستخدام القيم أدناه سيعطي قيم تقريبية لمواقيت الصلاة.

اليوم	معادلة الزمن	الميل الإستوائي	اليوم	معادلة الزمن	الميل الإستوائي
01/01	- 03.2	- 23.0	01/07	- 03.9	23.1
05/01	- 05.1	- 22.7	05/07	- 04.6	22.7
10/01	- 07.3	- 22.0	10/07	- 05.4	22.2
15/01	- 09.2	- 21.2	15/07	- 06.0	21.4
20/01	- 10.8	- 20.2	20/07	- 06.3	20.6
25/01	- 12.2	- 19.1	25/07	- 06.5	19.5
01/02	- 13.5	- 17.2	01/08	- 06.3	17.9
05/02	- 13.9	- 16.1	05/08	- 05.9	16.8
10/02	- 14.2	- 14.5	10/08	- 05.3	15.4
15/02	- 14.2	- 12.8	15/08	- 04.4	13.9
20/02	- 13.8	- 11.1	20/08	- 03.3	12.3
25/02	- 13.2	- 09.3	25/08	- 02.0	10.6
01/03	- 12.3	- 07.4	01/09	00.1	08.1
05/03	- 11.4	- 05.9	05/09	01.4	06.6
10/03	- 10.2	- 03.9	10/09	03.1	04.8
15/03	- 08.9	- 01.9	15/09	04.9	02.8
20/03	- 07.4	00.0	20/09	06.7	00.9
25/03	- 05.9	02.0	25/09	08.4	- 01.0
01/04	- 03.8	04.7	01/10	10.4	- 03.4
05/04	- 02.6	06.3	05/10	11.7	- 04.9
10/04	- 01.2	08.1	10/10	13.1	- 06.8
15/04	00.0	09.9	15/10	14.3	- 08.7
20/04	01.2	11.7	20/10	15.3	- 10.5
25/04	02.1	13.3	25/10	16.0	- 12.3
01/05	03.0	15.2	01/11	16.4	- 14.6
05/05	03.3	16.4	05/11	16.4	- 15.8
10/05	03.6	17.7	10/11	16.1	- 17.3
15/05	03.7	19.0	15/11	15.4	- 18.6
20/05	03.5	20.1	20/11	14.3	- 19.8
25/05	03.1	21.0	25/11	12.9	- 20.8
01/06	02.2	22.1	01/12	10.9	- 21.9
05/06	01.5	22.6	05/12	09.3	- 22.4
10/06	00.5	23.0	10/12	07.1	- 23.0
15/06	- 00.5	23.3	15/12	04.8	- 23.3
20/06	- 01.6	23.4	20/12	02.3	- 23.4
25/06	- 02.6	23.4	25/12	- 00.2	- 23.4

الملحق (3): حساب إحداثيات الشمس و معادلة الزمن

يمكن حساب الإحداثيات الإستوائية للشمس [الصعود المستقيم (Right Ascension) و الميل الإستوائي (Declination)] و معادلة الزمن باستخدام المعادلات التالية، و تبلغ دقة هذه المعادلات في الفترة ما بين 1950م و حتى 2050م 0.01 درجة بالنسبة للإحداثيات الإستوائية للشمس و 0.1 دقيقة بالنسبة لمعادلة الزمن.

$$n = JD - 2451545.0$$

$$L = 280.466 + 0.9856474 * n$$

$$g = 357.528 + 0.9856003 * n$$

ضع الزاوية L و الزاوية g ما بين $0^\circ - 360^\circ$ بإضافة أو طرح مضاعفات الـ 360°

$$\lambda = L + 1.915 \sin g + 0.020 \sin 2g$$

$$\varepsilon = 23.440 - 0.0000004 * n$$

$$\alpha = \tan^{-1} (\cos \varepsilon \tan \lambda)$$

$$\delta = \sin^{-1} (\sin \varepsilon \sin \lambda)$$

$$E = (L - \alpha) * 4$$

$$R = 1.00014 - 0.01671 \cos g - 0.00014 \cos 2g$$

$$\text{Horizontal Parallax} = 0.0024$$

$$\text{Semi diameter} = 0.2666 / R$$

حيث إن:

- n: عدد الأيام منذ 01/01/2000م.
 JD: اليوم اليولياني للوقت المراد حساب إحداثيات الشمس و معادلة الزمن عنده (راجع الملحق 4).
 L: خط طول الشمس الوسطي المصحح للزيغان بالدرجات
 Mean longitude of Sun, corrected for aberration
 g: البعد الزاوي الوسطي للشمس عن نقطة الحضيض بالدرجات
 Mean Anomaly
 λ: خط الطول البرجي للشمس بالدرجات
 Ecliptic longitude
 ε: ميلان محور الأرض بالدرجات
 Obliquity of ecliptic
 α: الصعود المستقيم للشمس بالدرجات
 Right Ascension
 δ: الميل الإستوائي للشمس بالدرجات
 Declination
 E: معادلة الزمن Equation of Time بالدقائق (الوقت الشمسي الحقيقي - الوقت الشمسي المتوسط)
 R: بعد الأرض عن الشمس بالوحدات الفلكية.
 Horizontal Parallax: اللوص الأفقي بالدرجات.
 Semi diameter: نصف قطر الشمس الظاهري بالدرجات.

الملحق (4): حساب اليوم اليولياني (Julian Day)

اليوم اليولياني هو بمثابة عداد أيام مستمر منذ العام 4712 قبل الميلاد، فاليوم اليولياني الموافق ليوم 01/01/2002م مثلاً هو 2452276.0، أي أن عدد الأيام منذ العام 4712 قبل الميلاد و حتى 01/01/2002 هو 2452276.0 يوماً. ويبدأ اليوم اليولياني عند الساعة 12 ظهراً حسب توقيت جرينتش، فاليوم اليولياني 2452276.0 هو الموافق ليوم 01/01/2002م في تمام الساعة 12 ظهراً حسب توقيت جرينتش. أما اليوم اليولياني يوم 01/01/2002م في تمام الساعة السادسة مساءً بتوقيت جرينتش فهو 2452276.25. و يمكن حساب اليوم اليولياني بالمعادلات التالية:-

فلتكن Y = السنة، M = الشهر، D = اليوم.

إذا كانت $M < 2$ فإن: $M = M, Y = Y$.

إذا كانت $M = 1$ أو 2 ، فإن $(Y = Y - 1)$ ، $(M = M + 12)$.

إذا كان التاريخ بالتقويم الجريجوري (بعد 15/10/1582م) فإن
 $A = \text{INT}(Y/100)$ $B = 2 - A + \text{INT}(A/4)$

إذا كان التاريخ بالتقويم اليولياني (قبل 15/10/1582م) فإن $B = 0$.

$$JD = \text{INT}(365.25(Y+4716)) + \text{INT}(30.6001(M+1)) + D + B - 1524.5$$

*** مثال 1: احسب اليوم اليولياني ليوم 4.81 من شهر 10 من سنة 1957 م ؟**

- الحل:

$$Y = 1957, M = 10, D = 4.81, A = \text{INT}(19.57) = 19, B = -13$$

$$JD = 2436116.31$$

*** مثال 2: احسب اليوم اليولياني في تمام الساعة 12 ظهراً بتوقيت جرينتش من يوم 27/01/333 م ؟**

- الحل:

$$Y = 332, M = 13, D = 27.5, B = 0$$

$$JD = 1842713.0$$