

المطالب الميقاتية المستخرجة من الدائرة الهندية Clock claims extracted from the Indian circuit

أ.د. هديبل سبتي^{*1}

¹ جامعة الجزائر 1 بن يوسف بن خدة، كلية العلوم الإسلامية (الجزائر)

s.hedibel@univ-alger.dz

تاريخ النشر: 2026/06/10

تاريخ القبول: 2026/05/29

تاريخ الاستلام: 2026/05/11

ملخص:

يتناول الباحث في هذه الدراسة منهجا رياضيا يعين الإنسان على التحكم في بعدي الزمان والمكان، يتمثل هذا المنهج في الدائرة الهندية، إذ الدائرة الهندية تخطيط رياضي هندسي يصمم على موضع مستو من الأرض، يستند في ذلك على حركة ظل شاخص مثبت في مركز دائرة من أجل تحديد خط الزوال لذات المكان، وتحديد هذا الخط يمكن استخراج مطالب ميقاتية زمانية لتحديد وقت منتصف ووقت الظهر والعصر....، ومطالب مكانية لتحديد الجهات الأساسية وسعة المشارق والمغارب وسمت القبلة....، يُدعم هذا المسلك الهندسي بالحساب الرياضي القائم على ربط الإحداثيات الأفقية بالإحداثيات الاستوائية من خلال علاقات عديدة في علم المثلثات، وقد استخدم الباحث في هذه الدراسة المنهج الاستقرائي التحليلي، حيث تتبّع مصطلحات علم الميقات المتعلقة بالدائرة الهندية وشرح معانيها، كما استخدم المنهج التجريبي، حيث أجرى تجارب عديدة لرصد حركة الشمس من أجل استخراج المطالب الميقاتية بمدينة الجزائر العاصمة، وقد توصل الباحث إلى أن الدائرة الهندية كانت ولا تزال أداة رياضية تعين على ضبط الزمان والمكان، وهما بعدان أساسيان في بناء وتنمية حياة الأفراد والمجتمعات بمختلف جوانبها.

الكلمات المفتاحية: الدائرة، الإحداثيات، النجم، الميل، السعة.

Abstract:

In this study, the researcher deals with a mathematical approach that helps humans control the dimensions of time and space. This approach is represented by the Indian circle, as the Indian circle is a geometric mathematical plan designed on a flat site on the ground, based on shadow movement of a fixed stylus (gnomon) in the center of a circle in order to determine the meridian of the same place. By determining this meridian, it is possible to extract temporal data such as midday, noon and afternoon..., and spatial data such as cardinal directions, the extent of the east and west, and the azimuth of the qibla..., this geometric approach is supported by mathematical calculations based on linking horizontal coordinates to equatorial coordinates through numerous relationships in trigonometry, in this study, the researcher used the analytical inductive method, where he traced the terms of the science of Miqat related to the Indian circle and explained their meanings. He also used the experimental method, where he conducted numerous experiments to monitor the Milat sun movement in order to extract the temporal data in the city of Algiers. The researcher concluded that the Indian circle was and still a good mathematical tool that helps setting time and place, which are two basic dimensions in building and developing the lives of individuals and societies in all their aspects.

Keywords: Circle, coordinates, star, déclination, amplitude.

1. مقدمة:

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه ومن ولاة، ثم أما بعد:

فقد جعل الله -عزّ وجلّ- الشّمس والقمر أمارتين للنّاس يقدرّون بها عدد السّنين والشّهور والأيام والسّاعات، قال -تعالى-: ﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ﴾⁽¹⁾، وجعل -سبحانه- اختلاف الأهلة أداة للتوقيت لأغراض دنيوية ودينية، فقال -تعالى-: ﴿يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ﴾⁽²⁾، كما جعل الله -عزّ وجلّ- النجوم

(1) سورة يونس، الآية (5).

(2) سورة البقرة، الآية (189).

معالم لتحديد الأوقات والأماكن؛ في الحلّ والترحال، قال -تعالى-: ﴿وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ اللَّيْلِ وَالْبَحْرِ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ﴾⁽¹⁾، وقال تعالى: ﴿وَعَلَامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ﴾⁽²⁾، فهذه النصوص وغيرها ممّا في معناها تدل على أن حركة تلك الأجرام - الشمس والقمر والنجوم...- تجري على نظام بديع ونسق متوازن ووضوح محكم، ينتج عن ذلك انتظام الوقت واستقامته للناس على هذه الأرض، وقد احتاج الإنسان إلى رعاية مصالحه بحفظ أوقاته ومعرفة المحيط الذي يعيش فيه، فقد اهتمّ منذ أمد بعيد ببُعدي الزمان والمكان، فتنبّى وحدات زمنية دورية منتظمة قائمة على حركة الشمس والقمر والنجوم، كالיום والشهر والسنة... وقد اهتدى إلى ذلك عن طريق حركة ظلال الأشياء المتحركة بانتظام، ووقد اهتدى الإنسان إلى ضبط وتحديد الزمن من خلال أطوال ظلال الأشياء واتجاهاتها خلال اليوم، وكذا انتظامها خلال السنة، وبالرصد المستمر اهتدى -أيضا- إلى وضع منهج رياضي ومنطقي للاستفادة من تلك الظلال، تمثّل هذا المنهج في دائرة هندسية فلكية تعين على تحديد العديد من المطالب الميقاتية، وقد أطلق عليها -قديما- المؤقتون مصطلح (الدائرة الهندية)، فما هي الدائرة الهندية؟ وكيف يتم تخطيطها؟ وما هي أهم المطالب الميقاتية الزمانية والمكانية المستخرجة منها؟ وما هي الإحداثيات المرتبطة بهذه الدائرة؟ وما العلاقات الرياضية التي تربط بين تلك الإحداثيات؟ نجيب عن هذه التساؤلات من خلال المطالب الآتية.

أسباب كتابة البحث: تكمن أسباب كتابة هذا البحث في سببين أساسيين: أحدهما تحصيل اليقين في صحة الحسابات الرياضية الفلكية التي تمنحها الآلات المستحدثة في قياس الزمن، وثانيهما التعرف على المنهج الذي يعين على ضبط بعدي الزمان والمكان في الظروف التي تغيب فيها تلك الأدوات والآلات المستحدثة.

أهمية الموضوع: للدائرة الهندية أهمية كبيرة في ضبط بعديّ الزمان والمكان في حياة الإنسان ومنها تحديد مواقيت الصلاة وفصول السنة وتحديد الجهات الأساسية وخطوط العرض وسمت القبلة وغيرها من المطالب الميقاتية، والتي تحدّد عن طريق الرصد وبمسلك يسير ودقيق.

(1) سورة الأنعام، الآية (97).

(2) سورة النحل، الآية (16).

إشكالية البحث: كيف تحكّم الإنسان في بُعدي الزمان والمكان من خلال استخدامه للدائرة الهندية؟ وللإجابة عن هذه الاشكالية نطرح التساؤلات الآتية:

-ما المراد بالدائرة الهندية؟ وكيف يتمّ تخطيطها؟

-وما هي المطالب الميقاتية الزمانية والمكانية التي تستخرج من الدائرة الهندية؟

-وما هي الإحداثيات المرتبطة بهذه الدائرة؟

-وما العلاقات الرياضية التي تربط هذه الإحداثيات؟

أهداف البحث: يهدف البحث إلى بيان مفهوم الدائرة الهندية وكيفية تخطيطها على مستوى، وكيفية استخراج بعض المطالب الميقاتية المتعلقة بالزمان والمكان، وبيان بعض العلاقات الرياضية وتطبيقاتها والتي تربط الإحداثيات الفلكية بالدائرة الهندية.

منهج البحث: استخدم الباحث في هذه الدراسة المنهج الاستقرائي التحليلي والتجريبي، يكمن المنهج الاستقرائي التحليلي في تتبع المصطلحات المتعلقة بعلم الميقات وتحليل مضامينها، ويكمن المنهج التجريبي في وضع تخطيط للدائرة الهندية على مستوى، ثم إجراء أرصاء لاستخراج المطالب الميقاتية الزمانية والمكانية لمدينة الجزائر العاصمة في تواريخ معلومة، وقد دعمت الدراسة بمجموعة من الأشكال التوضيحية، هي من إعداد الباحث من أجل تبسيط قواعد وأسس علمية.

خطة البحث: نهج الباحث في هذه الدراسة الخطة الآتية:

-وضع مقدمة وخمسة مطالب وخاتمة، أما المقدمة فقد احتوت على تمهيد وأسباب كتابة البحث وأهمية البحث، والإشكالية، وأهداف البحث، ومنهج البحث، وخطة البحث، وأما المطالب فجاءت كما يلي:

المطلب الأول: مفهوم الدائرة الهندية وكيفية تخطيطها وبيان برهانها.

المطلب الثاني: المطالب الميقاتية الزمانية المستخرجة من الدائرة الهندية.

المطلب الثالث: المطالب الميقاتية المكانية المستخرجة من الدائرة الهندية.

المطلب الرابع: الإحداثيات الفلكية في القبة السماوية.

المطلب الخامس: تطبيقات حسابية لبعض العلاقات الرياضية التي تربط بين الإحداثيات الأفقية والإحداثيات الاستوائية والإحداثيات الكسوفية.

الخاتمة ونتائج البحث.

المطلب الأول: مفهوم الدائرة الهندية وكيفية تخطيطها.

الفرع الأول: مفهوم الدائرة الهندية.

تعتبر الدائرة الهندية أقدم منهج سلكه الإنسان لتحديد معالم زمانية ومكانية في حياته، يقوم هذا المنهج على رصد حركة ظلال الأشياء الناتجة عن حركة الشمس الظاهرية اليومية، والدائرة الهندية عبارة عن تصميم هندسي فلكي يخطط على سطح مستو من الأرض، يثبت شاخص عمودي على الأرض؛ وترسم حوله دائرة، ثم ترصد حركة ظل الشاخص داخل الدائرة خلال اليوم وكذا خلال السنة من أجل فهم النسق التي يضبط حركة ظل الشاخص وطوله وجهته، وغايتها تعيين خط الزوال وهو خط -شمال/الجنوب- باستعمال الظل، ومنه نستخرج العديد من المطالب الزمانية والمكانية⁽¹⁾.

وهذا مسلك معروف عند المؤقتين، فقد تحدث عنه البتاني (ت 317 هـ) في كتابه الزيج الصائب⁽²⁾، وألف فيه مجموعة من الكتب منها:

-شرح الدائرة الهندية في معرفة سمت القبلة لحسين الحسيني الخلخالي (ت 1014 هـ) بتحقيق دريد نوري، طبعة الأوقاف العراقية، الطبعة الأولى، سنة 1401 هـ.

-الصراط المستقيم في استخراج سمت القبلة بالدائرة الهندية لرستم بن شاه وردى الخوفي (ت 1096 هـ)، ذكره عمر رضا كحالة⁽³⁾.

-رسالة المعمولة في بيان الظل وتحديد الجهات وتعيين سمت القبلة بالدائرة الهندية، لأسعد أفندي⁽⁴⁾.

(1) البتاني، محمد بن سنان بن جابر الحراني (ت 317 هـ) كتاب الزيج الصائب، طبعه وصححه الدكتور كرلونالينو، مدينة رومية العظمى، سنة 1899، ص (34)، والقليوبي، شهاب الدين أحمد بن أحمد بن سلامة (ت 1069 هـ)، الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، تحقيق: د/عبد الستار أبو غدة، دار الأقصى، القاهرة، 1412-1991، ص (74)، والبوعري، محمد مختار بن عطار الجاوي، تقريب المقصد في العمل بالربع المجيب، مطبعة البابي الحلبي وأولاده، مصر، 1371 هـ-1951 م، ص (14).

(2) البتاني، محمد بن سنان بن جابر الحراني (ت 317 هـ) كتاب الزيج الصائب، ص (34).

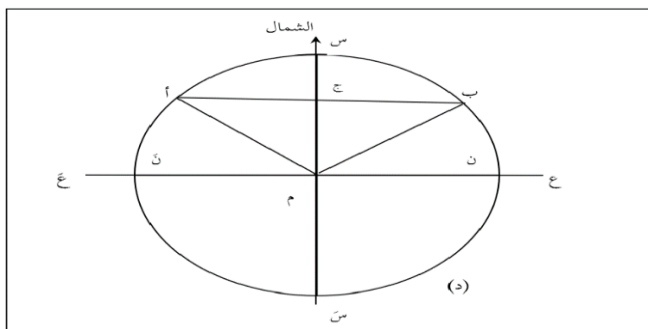
(3) عمر رضا كحالة، معجم المؤلفين (156/4) المكتبة العربية دمشق، سنوات النشر (1376-1381).

(4) علي رضا بلوط، وأحمد طوران بلوط، معجم تاريخ التراث الإسلامي في مكتبات العالم المخطوطات والمطبوعات، دار العقبة، قيصري-تركيا، ط 01، 1422-2001، (235/1).

الفرع الثاني: كيفية تخطيط الدائرة الهندية.

يتم اختيار موضع مستو ومفتوح من الأرض، وترسم عليه دائرة مركزها النقطة (د)، يثبت شاخص بطول معلوم في مركز الدائرة، ينبغي أن يتناسب طول الشاخص مع قطر الدائرة، حيث يجب أن يكون طول ظل الشاخص أطول من نصف قطر الدائرة، كما يجب أن يتعامد الشاخص مع سطح الأرض.

ولما كانت ظلال الأشياء أطول ما يكون في الصباح ممتدة نحو الغرب، و مع ارتفاع الشمس تشرع الظلال في الانقباض شيئا فشيئا حتى إذا انتصف النهار وبلغت الشمس أعلى ارتفاع لها وظنَّ أن الظل توقف، عادت الظلال إلى الزيادة شيئا فشيئا ممتدة نحو الشرق بسبب ميلان الشمس إلى ناحية الغرب ⁽¹⁾، وعليه وجب أن نرصد -صباحا- لحظة التماس رأس ظل الشاخص مع محيط الدائرة (د) جهة الغرب، فنضع علامة ولتكن النقطة (أ)، ثم نرصد -مساء- لحظة التماس رأس ظل الشاخص مع محيط الدائرة (د) جهة الشرق، ونضع علامة ولتكن النقطة (ب)، ثم نرسم الوتر [أ ب]، نعين منتصف الوتر ولتكن النقطة (ج)، ثم نرسم مستقيما (س س) يمر بمركز الدائرة (م) والنقطة (ج) معا، ثم نرسم مستقيما (ع غ) يتعامد المستقيم (س س) في النقطة (م) مركز الدائرة (د) ⁽²⁾، نبين تخطيط الدائرة الهندية من خلال الشكل الآتي:



الشكل (01): تصميم الدائرة الهندية.

(1) القرافي، أحمد بن إدريس شهاب الدين أبو العباس، (ت 684هـ)، الذخيرة، تحقيق سعيد أعراب، دار الغرب الإسلامي، ط 01، 1994م، (15/2)، والجلي، عثمان بن حسين، سراج السالك شرح أسهل المسالك، مؤسسة العصر للمنشورات الإسلامية، وزارة الشؤون الدينية والأوقاف، الجزائر، (97-98/1)، والقلوبي، الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة ص (40)، وابن قدامة عبد الله بن أحمد المقدسي (ت 620هـ)، المغني، دار الفكر، بيروت، ط 01، 1405هـ، (10/2-11).

(2) القليوبي، البداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، ص (74)، ومحمد مختار بن عطار الجاوي البوعري، تقريب المقصد في العمل بالربع المجيب، ص (14).

حيث إن:

- القطعة المستقيمة [م أ] تمثل طول ظل الشاخص أثناء التماس رأسه بالدائرة (د) صباحا.
- والقطعة المستقيمة [م ب] تمثل طول ظل الشاخص أثناء التماس رأسه بالدائرة (د) مساء.
- والقطعة المستقيمة [أ ب] تمثل الوتر، والنقطة (ج) هي منتصف الوتر.
- المستقيم (س س) يمر بمركز الدائرة ويقطع النقطة (ج)، يمثل خط الزوال أو خط منتصف النهار، يعبر هذا المستقيم من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي.
- والمستقيم (ع ع) يتعامد مع المستقيم (س س) في مركز الدائرة ، ويمثل خط المشرق والمغرب.

الفرع الثالث: برهان الدائرة الهندية.

إن ارتفاع الشمس قبل الزوال وبعده يكون متساوياً عندما يكون طول الظل متساوياً، وعليه تكون كل من النقطة (أ) والنقطة (ب) الواقعتين على الدائرة (د) متناظرتين بالنسبة لخط الزوال، معلوم أن كل نقطتين متناظرتين على دائرة يكون العمود المنصف للوتر الواصل بينهما ماراً بمحور التناظر، وهو هنا خط الزوال، أي أن النقطتين (أ) و(ب) تبعدان عن مركز الدائرة بنفس المقدار، لأنهما على نفس الدائرة، والتناظر الشمسي يجعل العمود على منتصف الوتر، إن دوران الكرة الأرضية حول نفسها أمام الشمس ينتج عنه ظاهرة الليل والنهار، والنهار -في علم الميقات- هو قوس تبتدئ من كون مركز الشمس عند الأفق الشرقي، وتنتهي حين يكون مركز الشمس عند خط الأفق الغربي، ولما كانت حركة الشمس الظاهرية منتظمة خلال اليوم فإن ظلال الأشياء المتعامدة على الأرض تحدث تناظرا في الفترتين؛ الصباحية والمسائية، فلحظة الشروق تناظر لحظة الغروب، وذلك حين يكون مركز قرص الشمس على خط الأفق. فإذا كانت الشمس على ارتفاع (50°) مثلا فوق الأفق حين وقع رأس ظل الشاخص على الدائرة (د) غربا، فإن الشمس ستكون على نفس الارتفاع (50°) حين يقع رأس ظل الشاخص على الدائرة (د) شرقا، ويكون ظل الشاخص في اللحظتين متساويا، لأن نصف قوس النهار في الفترة الصباحية يناظر نصف قوس النهار في الفترة المسائية، ويكون خط الزوال هو محور التناظر لهما.

المطلب الثاني: المطالب الميقاتية الزمانية المستخرجة من الدائرة الهندية.

الفرع الأول: تحديد وقت منتصف النهار ووقت الظهر.

1- تحديد وقت منتصف النهار: حين ترتفع الشمس شيئاً فشيئاً فإن ظل الشاخص يتناقص طوله تدريجياً وينتقل شيئاً فشيئاً حتى ينطبق على المستقيم (س س) والذي يمثل خط الزوال المثبت على الدائرة الهندية فحينئذٍ يحلّ وقت منتصف النهار، حيث تكون الشمس في وسط السماء ويبلغ مركزها دائرة الزوال، وهو وقت الزوال الفلكي في جميع أيام السنة لذلك المكان، فتكون الفترة الزمنية بين الشروق والزوال مساوية تماماً للفترة الزمنية بين الزوال والغروب، وتسمى هذه الفترة كلها من الشروق إلى الغروب قوس النهار.

وظل الزوال هو ظل الشاخص المتبقي أثناء منتصف النهار والمتجه نحو الشمال؛ حين ينطبق الظل على خط منتصف النهار، فمعلوم أنه إذا طلعت الشمس من الشرق ظهر لكل شاخص ظل ممتدّ لجهة الغرب، فإذا أخذت الشمس في الارتفاع أخذ الظل في النقص، فإذا كانت الشمس وسط السماء وبقي شيء من الظل على خط الزوال سعي ذلك الظل ظل الزوال، ويسميه بعض الفقهاء ظلاً فاسداً، يختلف طول ظل الزوال باختلاف البلدان والأزمان، فكلما طال النهار قصر الظل، وكلما قصر النهار طال الظل، فهو في حركة منتظمة بين الزيادة والنقصان خلال السنة.

2- تحديد وقت الظهر: يحدد وقت الظهر -شرعاً- بزوال الشمس عن كبد السماء، قال الله -تعالى-: ﴿اقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ﴾⁽¹⁾، وقد جاء في حديث جبريل -عليه السلام- أن النبي -ﷺ- قال: "صلى بي الظهر حين زالت الشمس"⁽²⁾. وعليه إن وقت الظهر يعرف بخروج ظل الشاخص عن خط الزوال ولو بلحظة فيما يراه الراصد، ولا شك أن الشمس قد زالت بانتقال ظل الشاخص من جهة الغرب إلى جهة الشرق، فتحلّ صلاة الظهر ويترتب على ذلك سائر الأحكام الفقهية المتعلقة بالزوال، وقد رصد ظل الزوال بعد تصميم دائرة هندية بالمعايير السابقة فتوافق خروج ظل الشاخص عن خط الزوال مع وقت الزوال المدون في اليوميات الرسمية لمواقيت الصلاة لوزارة الشؤون الدينية والأوقاف في الجزائر.

(1) سورة الإسراء، الآية (78).

(2) رواه أبو داود، سليمان بن الأشعث السجستاني (ت 275هـ) سنن أبي داود، تحقيق محمد عبد الحميد، دار الفكر، بيروت، كتاب الصلاة، باب في المواقيت (1/107).

لقد ضبط بعض الفقهاء مقدار ظل الزوال -الظل الفاسد- خلال السنة ليسهل معرفة وقت صلاة الظهر ومنه يعرف وقت صلاة العصر، فمنهم من قدره بالأشبار، ومنهم من قدره بالأقدام، وذكروا أن ظل الزوال يختلف في أشهر السنة وضبطوه بعبارة ذات اثني عشر حرفاً [طرزه جبا ابدوحى] بحساب الجمل، حيث يشير حرف الطاء -ذو العدد 09 في حساب الجمل- إلى طول الظل بالأقدام وقت الزوال في شهر جانفي، ويشير حرف الألف -ذو العدد 01 في حساب الجمل- إلى طول الظل بالأقدام وقت الزوال في شهري جوان وجويلية وهكذا⁽¹⁾.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه من جعل لظل الزوال مقادير معلومة خلال السنة الشمسية كتقديره بالأقدام أو بغيرها؛ فإنما يعمل بها في الأماكن التي جعلت لها دون غيرها أو في الأماكن ذات خط عرض نفسه، لاختلاف التوقيت باختلاف دوائر العرض من سطح الكرة الأرضية⁽²⁾، إذ لا يصح استصحاب مقادير هذا الظل من مكان لآخر، لاختلاف طول ظل الزوال -الفاقد- عند الزوال من خط عرض لخط عرض آخر.

يعتني المؤقتون في مواقيت الصلاة بتحديد أول الوقت لكل صلاة، أما الوقت المستحب فأمر ثان اهتم به الفقهاء كذلك، فالوقت المستحب لصلاة الظهر -مثلاً- عند الملكية يبتدئ حين يصير ظل الشاخص ربع القامة وهو مقدار ذراع⁽³⁾، مع مراعاة ظل الزوال⁽⁴⁾.

(1) شرح الزرقاني على مختصر خليل وحاشية البناني (1/ 249-250)، والقلبي، الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، ص (41).

(2) القليوبي، الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، ص (41).

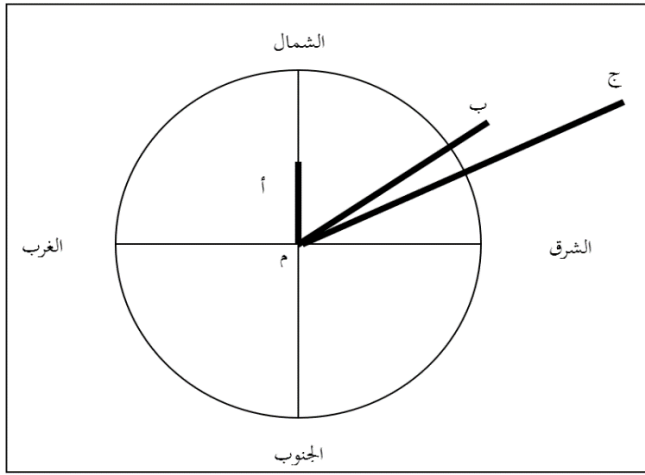
(3) ابن أبي زيد القيرواني، النوادر والزيادات على ما في المدونة من غيرها من الأمهات، تحقيق عبد الفتاح محمد الحلو، دار الغرب الإسلامي، بيروت، الطبعة (01) 1999م، (1/155).

(4) باستعمال العلاقات الرياضية يبتدئ أول وقت الظهر يوم 21 ماي 2024 على الساعة على الساعة 12:45، بينما يبتدئ وقت الظهر المستحب على الساعة 14:19.

الفرع الثاني: تحديد وقت العصر.

يبتدئ وقت صلاة العصر شرعا حين يصير ظل الشاخص كمثلته مضافا له ظل الزوال، وهذا مذهب جمهور الفقهاء، وهو آخر وقت الظهر الموسع⁽¹⁾، وأما على مذهب الأحناف فإن وقت العصر حين يصير ظل كل شيء مثليه⁽²⁾.

يحدد أول وقت العصر بالدائرة الهندية من خلال معرفة وقت الظهر، وذلك بتحديد طول ظل الشاخص وقت الزوال ليوم معين، فيحين أول العصر إذا صار طول ظل الشاخص مساويا لطوله مضافا إليه ظل الزوال الذي زالت عنه الشمس⁽³⁾، وقد رصدت وقت العصر مرات عديدة بالدائرة الهندية فوجدت أن وقت العصر المدون على اليوميات الرسمية لمواقيت الصلاة للجزائر تتوافق وبلوغ ظل الشاخص مقدار طوله مضافا له طول ظل الزوال، نوضح وقت صلاة العصر من خلال الشكل الآتي.



الشكل (02): تحديد وقت العصر بالدائرة الهندية.

(1) ابن قدامة، المغني (226/1)، وابن رشد، محمد بن أحمد (ت 595هـ)، بداية المجتهد، دار الفكر، بيروت، (67/1)، والسرخسي، محمد بن أحمد أبي سهل (ت 483هـ) المبسوط، دار المعرفة بيروت، 1406هـ، (226/1)، والنووي، يحيى بن شرف، (ت 676هـ)، المجموع، تحقيق محمود مطر، دار الفكر بيروت، ط 01، 1417هـ-1996م، (24/3)، والنفراوي، أحمد بن غنيم بن سالم (ت 1125هـ) الفواكه الدواني، دار الفكر، بيروت، 1415هـ، (167/1).

(2) محمد أمين ابن عابدين، حاشية ابن عابدين (ت 1252هـ)، دار الفكر، بيروت، ط 02، 1386هـ، (360/1)، والمرغيناني، علي بن أبي بكر (ت 593هـ)، الهداية شرح البداية، المكتبة الإسلامية، بيروت، (389/1).

(3) القرافي، الذخيرة (15-14/2)، والخطاب محمد بن محمد عبد الرحمن (ت 954هـ)، مواهب الجليل شرح مختصر خليل، دار الفكر، بيروت، 1398هـ، (388/1).

حيث إن:

(م) مركز الدائرة الهندية مثبت عليه شاخص بطول معلوم.

-والقطعة المستقيمة [م أ] تمثل طول ظل الزوال، وهو الظل الذي زالت عليه الشمس.

-والقطعة المستقيمة [م ب] تمثل طول ظل الشاخص وقت العصر على مذهب جمهور الفقهاء.

-والقطعة [م ج] تمثل طول ظل الشاخص وقت العصر على مذهب الأحناف.

ومثال ذلك لو كان طول الشاخص يساوي (1 متر)، وكان طول ظل الشاخص وقت الزوال [م أ] يساوي 50 سم-مثلا-في يوم ما؛ فإن أول وقت العصر -على مذهب الجمهور- يبتدئ حين يصير ظل الشاخص [م ب] يساوي (1.50 م)، وأما -على مذهب الأحناف- فإن أول وقت العصر يكون حين يصير ظل الشاخص [م ج] يساوي (2.50 م).

الفرع الثالث: تحديد بدايات فصول السنة الشمسية.

تحدد بداية فصول السنة بالدائرة الهندية من خلال رصد طول ظل الشاخص عند الزوال على مدار السنة.

1-تحديد بداية فصل الشتاء: إذا بلغ طول ظل الزوال أقصى طول له على خط الزوال خلال السنة تكون الشمس على أدنى ارتفاع لها، ففي مدينة الجزائر العاصمة يبلغ ارتفاع الشمس (29.6°)، ففي هذا اليوم يحلّ فصل الشتاء بالتقويم الشمسي ويوافق ذلك يوم (21 ديسمبر) بالتقويم الميلادي، ويسمى فلكيا بالانقلاب الشتوي.

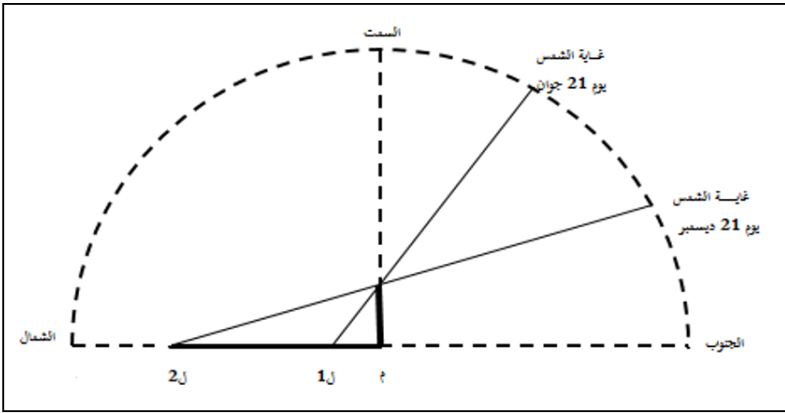
2-تحديد بداية فصل الصيف: إذا بلغ طول ظل الزوال أدنى طول له على خط الزوال خلال السنة تكون الشمس على أقصى ارتفاع لها، ففي مدينة الجزائر العاصمة يبلغ ارتفاع الشمس (76.6°)، ففي هذا اليوم يحلّ فصل الصيف بالتقويم الشمسي ويوافق ذلك يوم (21 جوان) بالتقويم الميلادي، ويسمى فلكيا بالانقلاب الصيفي.

3-تحديد بداية فصلي الربيع والخريف: إذا طرحنا الغاية يوم الانقلاب الصيفي (76.6°) من الغاية يوم الانقلاب الشتوي (29.6°) وقسمنا الحاصل على اثنين نتج مقدار الميل الأعظم. $(29.6 - 76.6) \div 2 = (23.5)$.

يمثل هذا المقدار الميل الأعظم، فإذا طرحنا هذا المقدار من الغاية العظمى أو أضفنا هذا المقدار إلى الغاية الدنيا نحصل على غاية متوسطة تقدر بـ (53.1°).

$$53.1 = (23.5 + 29.6) = (23.5 - 76.6)$$

فإذا بلغ ارتفاع الشمس خلال يوم من السنة مقدار (53.1°) وانطبق ظل الشاخص على خط الزوال من الدائرة الهندية وخرجنا من الانقلاب الشتوي فإن هذا اليوم هو أول أيام فصل الربيع بالتقويم الشمسي والذي يوافق يوم (21 مارس) بالتقويم الميلادي، ويطلق عليه فلكيا بالاعتدال الربيعي، أما إذا خرجنا من الانقلاب الصيفي فإن هذا اليوم هو أول أيام فصل الخريف بالتقويم الشمسي والذي يوافق يوم (23 سبتمبر) بالتقويم الميلادي، ويطلق عليه بالاعتدال الخريفي، حيث يتساوى في الاعتدالين قوس النهار مع قوس الليل، نبيّن بداية الفصول الأربعة وعلاقته بمسار الشمس من خلال الشكل الآتي.



الشكل (03): دلالة طول ظل الزوال وارتفاع الشمس على بدايات فصول السنة.

حيث إن:

-خط (شمال-جنوب) يمثل خط الزوال أو خط منتصف النهار (س س) من الدائرة الهندية(د).

-والقطعة المستقيمة [م ل 1] تمثل طول ظل الشاخص يوم 21 جوان، وهو أقصر ظل خلال السنة.

-والقطعة المستقيمة [م ل 2] تمثل طول ظل الشاخص يوم 21 ديسمبر، وهو أطول ظل خلال السنة.

المطلب الثالث: المطالب الميقاتية المكانية المستخرجة من الدائرة الهندية.

الفرع الأول: تحديد الجهات الأساسية والفرعية.

1- تحديد الجهات الأساسية: تعرف الجهات الأساسية من خلال الدائرة الهندية وفق ما يلي:
يحدد المستقيمان (س س) و(ع ع) المتعامدان في مركز الدائرة (م) الجهات الأربعة، حيث يمثل المستقيم (س س) خط شمال جنوب، حيث يكون الشمال جهة ظل الشاخص، فلو وضعنا بوصلة على خط الزوال فإنها تتجه نحو الشمال مع انحراف يسير بسبب تباين الشمال الفلكي عن الشمال الأرضي، فإذا عرف الشمال كان الجنوب ما يقابله، أما المستقيم (ع ع) فهو خط شرق غرب، حيث إنه إذا وقف الراصد مقابل الشمال بوجهه وبأساط ذراعيه بالتعامد على خط الزوال يكون الشرق ناحية يده اليمنى، ويكون الغرب ناحية يده اليسرى، وعلى امتداد خط شرق غرب يقع موضع شروق الشمس وغروبها في الاعتدالين الربيعي يوم (21 مارس) و الخريفي يوم (23 سبتمبر).

2- تحديد الجهات الفرعية: إذا تم تحديد الجهات الأساسية تعرف الجهات الفرعية (الشمال الشرقي، والشمال الغربي، والجنوب الشرقي، والجنوب الغربي).

الفرع الثاني: تحديد جهة القبلة.

جعل الشارع الحكيم استقبال القبلة شرطا لصحة الصلاة، قال -تعالى-: ﴿قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ﴾⁽¹⁾. وفي حديث النبي صلى الله عليه وسلم - علمه الصلاة فقال له: "إذا قمت إلى الصلاة فأسبغ الوضوء ثم استقبل القبلة"⁽²⁾.

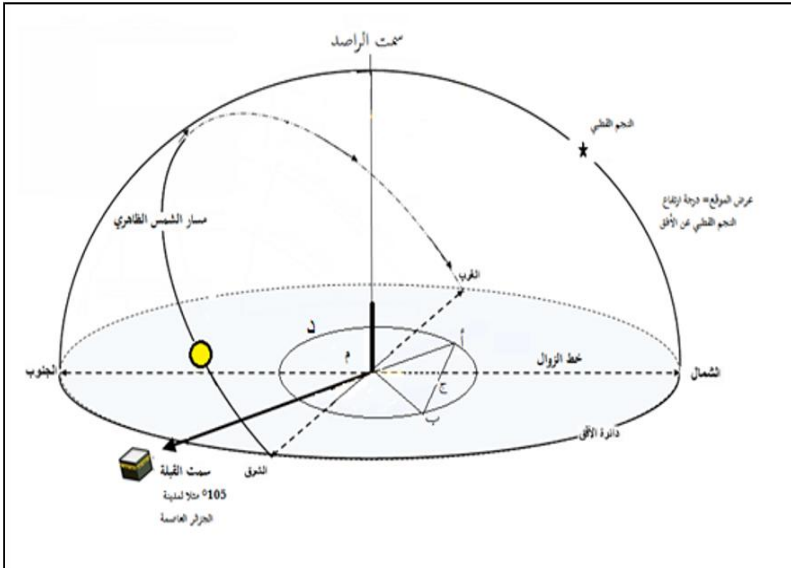
فَمَنْ كان بالكعبة وجب عليه استقبال عينها، ومن كان بعيدا عنها اجتهد في تحديد جهتها بالطرق الممكنة، وقد ذكر أهل الميقات طرقا عديدة في تحديد سمت القبلة، وتجدر الإشارة إلى أنه من جعل ضابطا لمعرفة القبلة بالنجم لموضع ما من الأرض فإنه لا يصلح

(1) سورة البقرة، الآية (144).

(2) رواه البخاري، صحيح البخاري، تحقيق مصطفى ديب البغا، دار ابن كثير، بيروت، 1407 هـ-1987 م، كتاب الاستئذان، باب من رد وقال السلام عليك، رقم (6251).

استصحابه لموضع آخر¹، كقول القائل استقبل القطب بوجهك ثم اجعله على يسارك فما استقبلت فهو ناحية القبلة، فهذا الأصل لا ينطبق إلا على مواقع معينة⁽¹⁾

وقد وضع أهل الميقات قواعد رياضية معلومة في علم المثلثات من أجل تحديد جهة الكعبة المشرفة لكل موضع من الكرة الأرضية، حيث يجب تعيين زاوية انحراف البلد - الموقع- عن الشمال، ففي مدينة الجزائر العاصمة تقدر زاوية الانحراف ب (105°) عن الشمال، وعليه يمكن تحديد القبلة في مدينة الجزائر العاصمة بالدائرة الهندية بأن تنشئ زاوية ينطبق أحد ضلعها على خط الزوال (س س) باتجاه الشمال، وتفتح الضلع الثاني بمقدار (105°) ناحية الشرق فإن جهة الكعبة تكون في اتجاه الضلع الثاني، حسب ما يبيّنه الشكل الآتي.



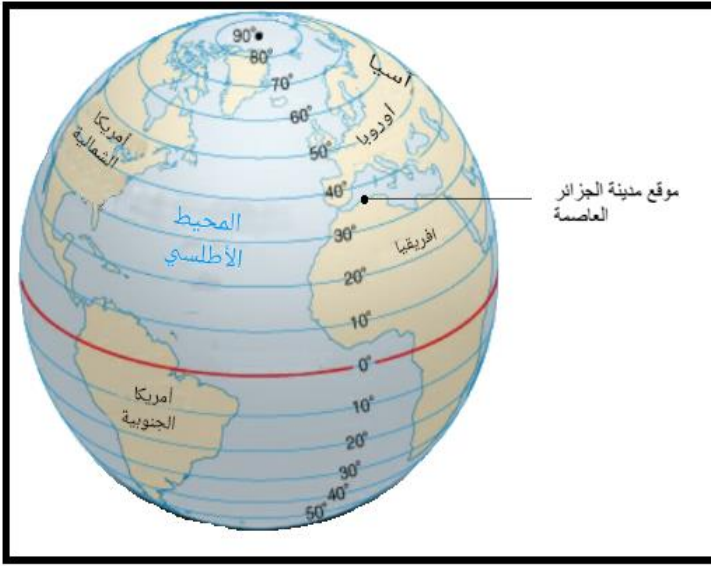
الشكل (04): تحديد جهة القبلة بالدائرة الهندية.

حيث إن: سمت الكعبة بمدينة الجزائر ينحرف عن الشمال بمقدار (105°).

(1) انظر النفراوي، الفواكه الدواني (343/2)، ومحمد العربي الخطابي علم المواقيت أصوله ومناهجه، وزارة الأوقاف، المملكة المغربية ص (52).

الفرع الثالث: تحديد خط عرض موقع ما من الأرض.

1- مفهوم خطوط العرض: اصطلاح أهل الميقات على إطلاق مصطلح درجات العرض على دوائر وهمية موازية لخط الاستواء الذي يقسم الكرة الأرضية إلى قسمين متساويين، يتألف كل قسم من 90° عرض، إن درجة العرض 90° شمالا وجنوبا ليستا بدائرتين، وإنما هما نقطتان تمثلان القطب الشمالي والقطب الجنوبي، تم تقسيم كل درجة إلى ستين دقيقة، وتقسم كل دقيقة إلى ستين ثانية⁽¹⁾، نبين صورة خطوط العرض من خلال اللوحة الآتية.



الشكل (05): دوائر العرض الأساسية.

حيث إن: -الخط الأحمر يمثل مدار الاستواء الأرضي، وهو يقسم الكرة الأرضية إلى قسمين متساويين، وكل الخطوط الدائرية الموازية له هي دوائر العرض، فمكان أعلى خط الاستواء فهي دوائر عرض شمالية، وما كان أسفل خط الاستواء فهي دوائر عرض جنوبية، وهي متناظرة بالنسبة لخط الاستواء.

(1) انظر غوري، إبراهيم حلمي، الأرض، دار الشرق العربي، بيروت، ص (142) و(151).

ولما كان المحور الأرضي الذي يعبر القطبين الشمالي والأرضي متجها لنجم معلوم في القبة السماوية، وهو نجم خفي ولكن بجانبه نجم قريب منه يَبْن واضح ولا يكاد يشعر بحركته، يستدل به عليه يدعى (الجدي)، وناحية هذا النجم هناك سبعة نجوم كبير تسمى كوكبة الدب الأكبر، وسبعة نجوم صغيرة تسمى كوكبة الدب الأصغر، وأما النجوم الصغيرة ففي أحد طرفيها الجدي، وهذه النجوم لا تغيب أبدا-لسكان شمال الكرة الأرضية- ويمكن مشاهدتها وهي تدور، ومن خصائصه أنه لا يتحرك أبدا من موضعه بالنسبة للكرة الأرضية، بينما جميع النجوم تتحرك وتتخذة محورا لدورانها⁽¹⁾.

وتجدر الإشارة إلى أنه يشرع الاستعانة بالنجم لتحديد المواقيت والأماكن والقبلة، فقد قال -تعالى- في محكم تنزيله ﴿وَعَلَامَاتٍ وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ﴾⁽²⁾، فإن الله -سبحانه- أطلق الاهتداء بالنجم، بل جاء اعتبار الهداية بالنجم في سياق الامتنان، والهداية إنما تكون للمقاصد، والصلاة من أهم المقاصد، فصار النجم أمانة يهتدى به على الجهات لكل غرض⁽³⁾.

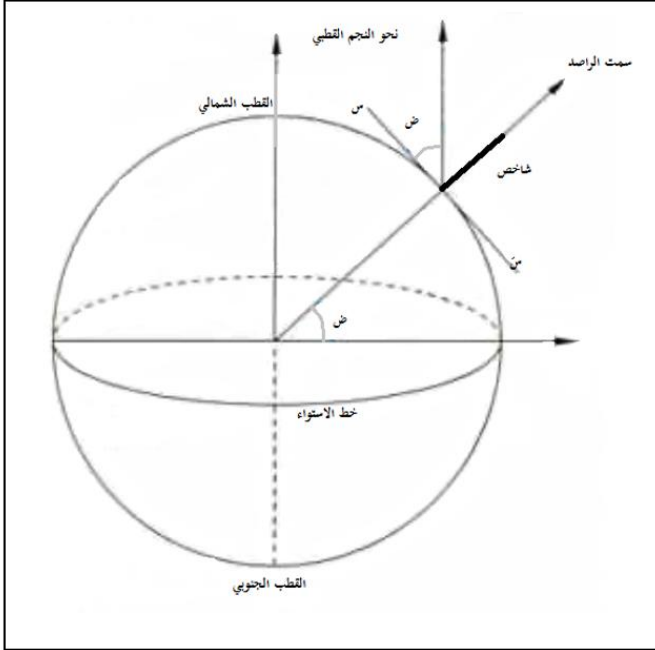
2-كيفية تحديد خط عرض موقع: يتم تحديد موقع ما من الكرة الأرضية بواسطة الدائرة الهندية بإنشاء زاوية أحد ضلعها موازيا لخط الزوال أي المستقيم (س س) وضلعها الثاني نحركه حتى يقع باتجاه النجم القطبي (الجدي) وذلك باستخدام منقلة أو أية أداة تعين على تحديد الأجرام السماوية كالربع المجيب أو غيره، فإن الزاوية المحصورة بين دائرة الأفق ناحية الشمال وبين موقع النجم القطبي هي نفسها درجة موقع البلد من خط الاستواء الأرضي إلى الموقع المراد تحديد موقعه.

(1) زين العابدين متولي، وعلامات وبالنجم هم يهتدون، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2005م، ص (32)، وعلي حسن موسى، بدائع السماء، دمشق 1428هـ-2007م، ص (62-63).

(2) سورة النحل، الآية (16).

(3) الهوتي، منصور بن يونس، كشاف القناع، تحقيق هلال مصيلحي مصطفى هلال، دار الفكر، بيروت، 1402هـ، (307/1)، وابن قدامة المغني (1/263)، والشربيني، محمد الخطيب، مغني المحتاج إلى معرفة معاني ألفاظ المنهاج، دار الفكر، بيروت (1/146)، والنووي المجموع (3/198).

3-تطبيق حسابي لتحديد خط عرض موقع: إذا أردنا تحديد خط عرض مدينة الجزائر العاصمة فإننا نجد مقدار الزاوية المحصورة بين خط الزوال والنجم القطبي تساوي (37°)، وهي على وجه التحديد (36° و 48 دقيقة قوسية)؛ فمعناه أن هذه المدينة تبعد عن خط الاستواء الأرضي بمقدار 36° و 48 دقيقة قوسية، وبتحويل الدقائق إلى النظام العشري نجد (36.8°)، نوضح هذه الطريقة بالشكل الآتي.



الشكل (06): تحديد عرض موقع بالدائرة الهندية.

حيث إن:

-المستقيم (س س) يمثل خط الزوال.

-والزاوية (ض) المحصورة بين المستقيم (س س) على الدائرة الهندية والضلع

المتجه إلى النجم القطبي تمثل عرض البلد.

المطلب الرابع: الإحداثيات الفلكية في القبة السماوية.

يعتمد أهل الفلك والميقات في تحديد مواقع أي جرم في القبة السماوية وحركته على ثلاثة أنظمة أساسية: الأول نظام الإحداثيات الأفقية، والثاني نظام الإحداثيات الاستوائية، والثالث نظام الإحداثيات الكسوفية.

الفرع الأول: الإحداثيات الأفقية.

1- مفهوم الإحداثيات الأفقية: انطلاقاً من الدائرة الهندية -الشكل (04)- فقد اصطلح أهل الميقات على تسمية الدائرة العظمى والتي هي امتداد أفقي للدائرة (د) بـ (دائرة الأفق)، كما اصطلحوا على تسمية الدائرة العظمى التي تقطع نقطة الشمال وتمر بالنجم القطبي وسمت الراصد والجنوب ثم تعبر نقطة النظيف وترجع للشمال بـ (دائرة الزوال).

2- أسس نظام الإحداثيات الأفقية: يتم تحديد موقع أي جرم (ج) في السماء وفق الإحداثيات الأفقية بمعرفة درجة ارتفاع الجرم (ج) عن دائرة الأفق ومعرفة درجة بعد الجرم عن خط الزوال السماوي ⁽¹⁾، ابتداء من نقطة الجنوب ⁽²⁾، فوجب معرفة زاويتين وهما:

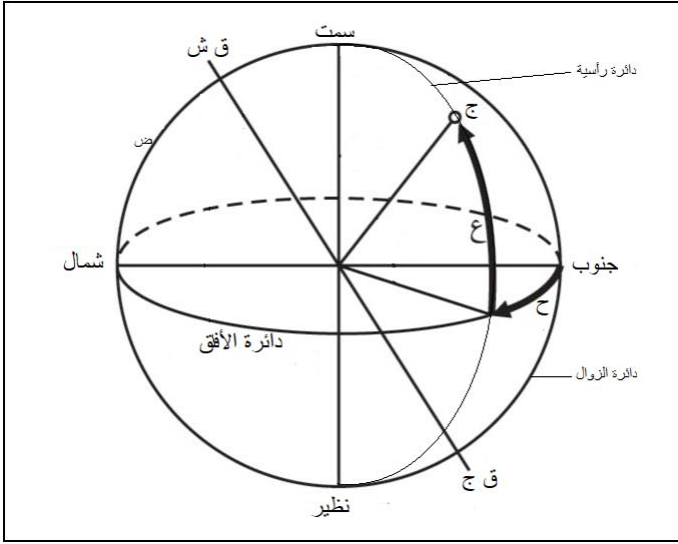
- الأولى: زاوية الارتفاع (ع)، فقد اصطلح أهل الميقات على تصور دوائر موازية لدائرة الأفق، يتناقص أقطار هذه الدوائر كلما زاد الارتفاع باتجاه رأس الراصد إلى أن تنتهي في النقطة (90°)، تسمى هذه النقطة بـ (السمت)، تسمى هذه الدوائر بـ (المقنطرات)، كما أن لدائرة الأفق دوائر موازية لدائرة الأفق باتجاه رجل الراصد، تنتهي هذه الدوائر بنقطة عند الزاوية (-90°)، وتسمى هذه النقطة بـ (النظيف) ⁽³⁾.

(1) انظر د الطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقاويم، ط01، 1424، 2003، دار النفائس، بيروت، ص (102).

(2) أما عند البحارة فإن مبدأ التحديد هو نقطة الشمال.

(3) انظر الكيرنوري، خليل أحمد عبد اللطيف، موسوعة الأفلاك والأوقات، كتاب-ناشرون، بيروت، الطبعة 03، 1431هـ، 2010م، ص (93)، والخطابي، محمد العربي، علم المواقيت أصوله ومناهجه، وزارة الأوقاف، المملكة المغربية، ص (50)، والطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقاويم، ص (106).

-الثانية: زاوية السمّت وهي الزاوية المحصورة بين نقطة الجنوب ومسقط الجرم على دائرة الأفق⁽¹⁾، إذ خط الزوال السماوي هو دائرة عظمى تمر بالقطبين السماويين الشمالي والجنوبي وتتعامد مع دائرة الاستواء السماوي مروراً بنقطة (السمّت) ونقطة (النظير) معا⁽²⁾، يمكن تحديد موقع الجرم (ج) وفق الاحداثيات الأفقية من خلال الشكل الآتي:



الشكل (07): تحديد موقع جرم وفق الاحداثيات الأفقية.

حيث إن:

(ج) جرم في السماء (شمس، قمر، نجم، كوكب ...)، و(ح) زاوية السمّت، وهي زاوية انحراف الجرم عن نقطة الجنوب، و(ع) زاوية ارتفاع الجرم عن دائرة الأفق، و(ق ش) القطب الشمالي، (ق ج) القطب الجنوبي، و(ض) خط عرض الموقع من الكرة الأرضية، يرمز له بـ (°).

(1) انظر د الطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقويم، ص (102).

(2) انظر د الطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقويم، ص (107).

الفرع الثاني: الإحداثيات الاستوائية.

1- مفهوم الإحداثيات الاستوائية: يتخذ هذا النظام دائرة الاستواء السماوي ونقطة الاعتدال الربيعي (λ) معياراً لتحديد مواقع الأجرام السماوية، حيث تميل الدائرة الكسوفية على دائرة الاستواء السماوي بمقدار (23.5°)، ويتقاطعان في نقطتين، الأولى: نقطة الاعتدال الربيعي (λ) يوم 21 مارس، والثانية: نقطة الاعتدال الخريفي يوم 23 سبتمبر⁽¹⁾.

2- أسس نظام الإحداثيات الاستوائية: يتم تحديد موقع أي جرم في القبة السماوية وفق هذا النظام بدلالة إحداثيتين:

الأولى: **المطلع المستقيم (α)**: وهو قوس من دائرة الاستواء السماوي يبدأ من نقطة الاعتدال الربيعي - أول الحمل - إلى الدائرة الزمنية المارة بالجرم المراد تعيين إحداثياته.

ولاستخراج المطلع المستقيم (α) نستخدم القانون الآتي⁽²⁾:

$$\text{جب (مط)} = (\text{جب ط} \times \text{تجب م أ}) \div \text{تجب م}$$

حيث إن: (مط): المطلع المستقيم، ويرمز له بـ (α)، و(ط): خط الطول المتوسط

للشمس، يرمز له بـ (λ)، و(م أ): الميل الأعظم، يرمز له بـ (ε)، و(م): الميل الجزئي ليوم ما.

الثانية: **الميل الاستوائي الجزئي (δ)**: وهو قوس من دائرة زمنية تمر بالجرم وتتعامد على الدائرة الاستوائية السماوي.

ولما كانت الشمس جرم من الأجرام السماوية وتنتقل على الدائرة الكسوفية خلال سنة وهي أساس التوقيت فإن ميلها الاستوائي ينعدم يوم 21 مارس (م=0°)، ثم يزداد مقداره يوماً فيوماً إلى أن يبلغ أقصى قيمة له يوم 21 جوان بمقدار (+23.44°)، ثم يتناقص تدريجياً بإشارة موجبة إلى أن ينعدم يوم 23 سبتمبر، ثم يتزايد تدريجياً بإشارة سالبة إلى أن يبلغ (-23.44°) يوم 21 ديسمبر، ثم يتناقص بإشارة سالبة إلى أن ينعدم يوم 21 مارس⁽³⁾.

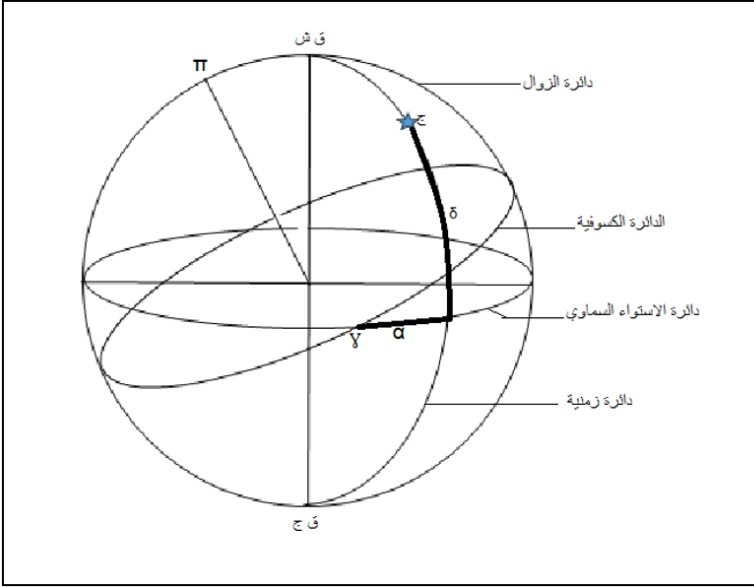
(1) انظر الطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقاويم، ص (103).

(2) عبد الكريم محمد نصر، حساب رؤية الأهلّة، دار إحياء للنشر الرقعي، الإصدار الأول، جوان 2013 م ص (114).

(3) د/حسن بن محمد باصرة، الاستدلال بالنجوم، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، 1428هـ، ص (45)، والقليوبي،

الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، ص (66).

نوضح الإحداثيات الاستوائية من خلال الشكل الآتي.



الشكل (08) الاحداثيات الاستوائية

حيث إن: (ج) جرم سماوي (شمس، قمر، كوكب...)، و(ق ش) القطب السماوي الشمالي، (ق ج) القطب السماوي الجنوبي، و (π) سمت الدائرة الكسوفية، و(γ) نقطة تقاطع الدائرة الكسوفية (دائرة البروج) مع دائرة الاستواء السماوي، وذلك في أول برج الحمل يوم 21 مارس، والقوس (α) المطلع المستقيم، وهو بعد مسقط الجرم على دائرة الاستواء السماوي من نقطة (γ). والقوس (δ) الميل الاستوائي للجرم، وهو بعد الجرم عن دائرة الاستواء السماوي.

3- كيفية استخراج الميل الاستوائي الجزئي: لاستخراج الميل الاستوائي الجزئي ليوم ما من أيام السنة نستخدم القانون الآتي:

$$\text{جب(م)} = \text{جب(طم)} \times \text{جب(م أ)}.$$

حيث إن: (م) هو مقدار الميل الاستوائي الجزئي ليوم ما من أيام السنة.

(طم): الطول المتوسط للشمس، ويرمز له (λ)، وهو بعد الشمس عن نقطة

الاعتدال الربيعي يوم 21 مارس ثانياً.

(م أ): مقدار الميل الأعظم ويساوي (23.5°)، ويرمز له (ε)، ويستخرج بحساب متوسط الغايتين العظمى والصغرى -وقت الزوال- في الانقلابين الصيفي يوم (21 جوان) والتي تقدر بـ (76.6°)، والشتوي يوم (21 ديسمبر) والتي تقدر بـ (29.6°) وعليه فإن: مقدار الميل الأعظم = (76.6° - 29.6°) ÷ 2
الميل الأعظم = 23.5°

4-تطبيق حسابي للميل الاستوائي الجزئي: إذا أردنا حساب الميل الاستوائي الجزئي يوم 21 ماي فإن الشمس قد قطعت (60°) من درجة البروج ابتداء من أول الحمل (21 مارس)، وعليه فإن:

$$\text{جب (م)} = \text{جب (60)} \times \text{جب (23.5)}$$

$$\text{م} = 20.2^\circ$$

الفرع الثالث: الإحداثيات الكسوفية.

1- مفهوم الإحداثيات الكسوفية: يتخذ نظام الإحداثيات الكسوفية الدائرة الكسوفية (دائرة البروج) والنقطة (λ) معيارا في تحديد مواقع الأجرام السماوية، حيث اصطلح أهل الميقات على تقسيم الدائرة الكسوفية إلى اثني عشر برجاً، مقدار كل برج (30°)، تقطع الشمس برجاً واحداً في شهر، وهذه البروج هي: الحمل والثور والجوزاء، والسرطان والأسد والسنبلة والميزان والعقرب والقوس والجدي والدلو والحوت.

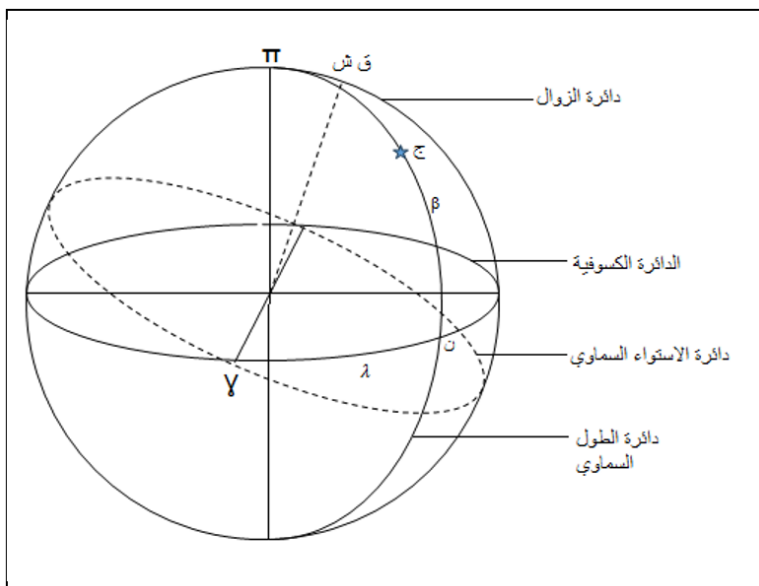
2- أسس نظام الإحداثيات الكسوفية: يتم تحديد موقع أي جرم سماوي وفق هذا النظام بإحداثيتين وهما:

الأولى: خط الطول السماوي: (λ)، وهو قوس من الدائرة الكسوفية (البروج) يبتدئ من نقطة الاعتدال الربيعي إلى غاية خط العرض السماوي الذي يعبر على الجرم ويتعامد على دائرة البروج، ويقال الطول المتوسط بالدرجات من (0) إلى (360)⁽¹⁾.

(1) أقايجرت و ه تسمرمان الموسوعة الفلكية ، ترجمة أ د عبد القوي عياد ، مراجعة: أ د محمد جمال الدين الفندي، الهيئة المصرية العامة للكتاب ص (30-31).

2. الثانية: خط العرض السماوي: (β) وهو قوس يبتدئ من الدائرة الكسوفية على طول دائرة الطول المارة بالجرم وتنتهي بسمت الدائرة الكسوفية (π), وتقدر بالدرجات، وتكون موجبة في اتجاه القطب الشمالي وسالبة في اتجاه القطب الجنوبي⁽¹⁾.

نبيّن الإحداثيات الكسوفية من خلال الشكل الآتي:



الشكل (09): الاحداثيات الكسوفية

حيث إن:

-(ج) جرم سماوي (شمس، قمر، كوكب...)، و(ق ش) القطب السماوي الشمالي، و(π) سمت الدائرة الكسوفية، (γ) نقطة تقاطع الدائرة الكسوفية (دائرة البروج) مع دائرة الاستواء السماوي...، والقوس (λ) الطول المتوسط للجرم، وهو الزاوية المحصورة بين (γ) و (ن) والتي تمثل مسقط الجرم على الدائرة الكسوفية، والقوس (β) العرض السماوي للجرم، وهو بعد الجرم الدائرة الكسوفية.

ولما كانت الشمس تسير على دائرة الاستواء السماوي فإن خط عرضها يكون -دائما- معدوما.

(1) المرجع السابق، ص (30-31).

المطلب الخامس: تطبيقات لبعض العلاقات الرياضية التي تربط بين الاحداثيات الأفقية والاستوائية والإحداثيات الكسوفية.

الفرع الأول: مفهوم الغاية وكيفية استخراجها.

1- مفهوم الغاية: الغاية هي الذروة التي تبلغها الشمس في مدارها اليومي جهة الأفق الجنوبي عندما ينطبق ظل الشاخص على خط الزوال (س س)، وفي تلك اللحظة ينتصف قوس النهار، فإذا قُسم اليوم إلى قوسين قوس النهار والذي يبتدئ من شروق الشمس إلى غروبها وقوس الليل والذي يبتدئ من غروب الشمس إلى شروقها فإن بلوغ الشمس الغاية يكون قد انتصف قوس النهار.

2- كيفية استخراج الغاية: لاستخراج الغاية لأي يوم من أيام السنة نستعمل القانون الرياضي الآتي⁽¹⁾: $\text{غ} = 90 - (\text{ض} - \text{م})$

حيث إن: (غ) الغاية، وهي قوس من دائرة منتصف النهار، تبتدئ من دائرة الأفق الجنوبي وتنتهي بمركز الشمس، وذلك حين ينطبق ظل الشاخص على خط الزوال (س س)، و(90°) الزاوية المحصورة بين خط الأفق وسمت الراصد، و(ض) خط عرض المكان من الكرة الأرضية.

و(م) الميل الاستوائي في يوم ما من السنة.

3- تطبيق حسابي لمقدار الغاية: إذا كان مقدار الميل ليوم (21 ماي) -حسب النتائج السابقة- هو (20.2°)، فإن الغاية لهذا اليوم بمدينة الجزائر العاصمة ذات خط عرض (36.8°) تحسب كما يلي:

$$\text{غ} = 90 - (20.2 - 36.8)$$

$$\text{غ} = 73.4^\circ$$

وعليه فإن أقصى ارتفاع للشمس (الغاية) يوم (21 ماي) وقت منتصف النهار في مدينة الجزائر العاصمة هو: (73.4°).

(1) حسين كمال الدين، تعيين مواقيت الصلاة في أي زمان ومكان على سطح الأرض، مجلة البحوث الإسلامية، العدد الثالث، المملكة العربية السعودية، ص (319).

الفرع الثاني: تحديد سعة المشرق والمغرب.

1- مفهوم سعة المشرق والمغرب: يختلف مطلع الشمس وكذا مغربها من يوم لآخر خلال السنة على المستقيمين (ق ق) و(غ غ)، من الدائرة الهندية، يرجع ذلك إلى انتقال الشمس في الدائرة الكسوفية، وقد ورد في القرآن الكريم مصطلح المشرق والمغرب بصيغة المفرد والمثنى والجمع، قال تعالى ﴿فَلَا أُقْسِمُ بِرَبِّ الْمَشَارِقِ وَالْمَغَارِبِ إِنَّا لَقَادِرُونَ عَلَى أَنْ نُبَدِّلَ خَيْرًا مِنْهُمْ وَمَا نَحْنُ بِمَسْبُوقِينَ﴾⁽¹⁾، فمطلع شروق الشمس وكذا مطالع غروبها تختلف من يوم لآخر، حيث يكون مطلع الشمس أقصى الشمال الشرقي ويكون مغرب الشمس أقصى الشمال الغربي في الانقلاب الصيفي يوم (21 جوان)، بينما يكون مطلع الشمس أقصى الجنوب الشرقي ويكون مغرب الشمس أقصى الجنوب الغربي في الانقلاب الشتوي يوم (21 ديسمبر)، بينما يكون مطلع الشمس عند النقطة (ن) وهو متوسط المشرق ويكون مغرب الشمس عند النقطة (ن) وهو متوسط المغرب في الاعتدالين الربيعي (21 مارس) والخريفي (23 سبتمبر).

2- كيفية حساب مقدار سعة المشرق والمغرب: اصطلح أهل الميقات على إطلاق مصطلح (سعة المشرق أو المغرب) على القوس من دائرة الأفق المحصورة بين مطلع شروق الشمس في يوم ما من أيام السنة وبين المطلع أو المغرب المتوسط، الذي يحدّد بالقانون الآتي⁽²⁾:

$$\text{جب (عه)} = \text{جب م} \div \text{تجب ض}$$

حيث إن: (عه) سعة المشرق أو المغرب، و(م) الميل الاستوائي في يوم ما، و(ض) خط عرض المكان.

3- تطبيق حسابي لمقدار سعة المشرق والمغرب: إذا كان الميل الجزئي للشمس يوم 21 ماي يساوي 20.2°، فإن مقدار سعة الشروق والغروب لهذا اليوم لمدينة الجزائر العاصمة ذات خط عرض (ض) 36.8° يحسب كما يلي: جب (عه) = جب 20.2 ÷ تجب 36.8

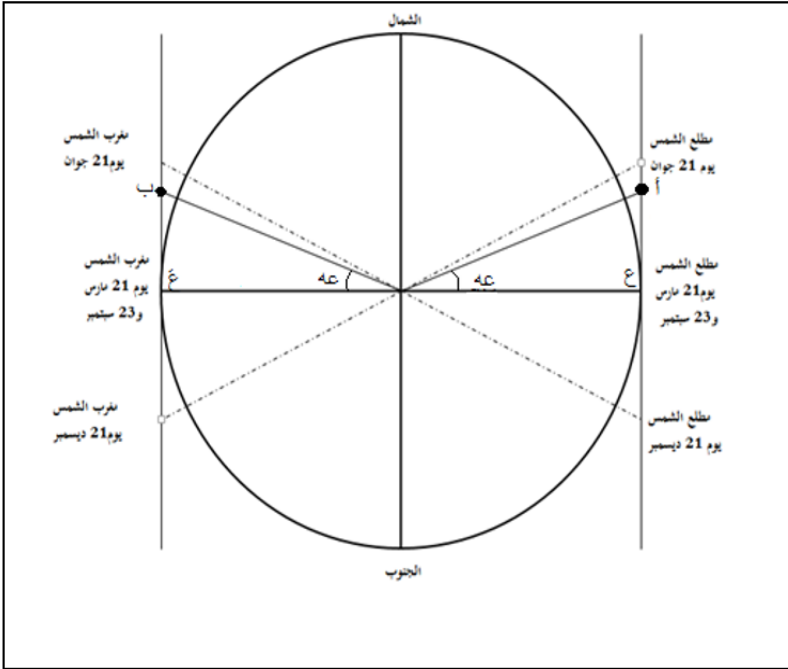
$$\text{جب (عه)} = 0.345 \div 0.800$$

$$\text{عه} = 25.5^\circ$$

(1) سورة المعارج، الآيتان (40-41).

(2) عبد الكريم محمد نصر، حساب رؤية الأهلة، ص(76).

ومنه فإن مقدار سعة المشرق والمغرب ليوم 21 ماي في مدينة الجزائر العاصمة هو: (25.5°)، فتطلع الشمس عند هذه الدرجة ابتداء من الشرق المتوسط ناحية الشمال الشرقي، وتغرب الشمس عند هذه الدرجة ابتداء من الغرب المتوسط جهة الشمال الغربي، نبين مقدار سعة المشرق والمغرب في الانقلابين والاعتدالين وسعة الشمس يوم 21 ماي من خلال الشكل الآتي.



الشكل (10): حساب سعة المشرق والمغرب ليوم معين (21 ماي).

حيث إن : النقطة (أ) موضع شروق الشمس، والنقطة (ب) موضع غروب الشمس من يوم 21 ماي، تحدد الزاوية (ع) مقدار السعة والمحصورة بين الشروق أو الغروب المتوسطين (ع) و(ع) مع النقطتين (أ) و(ب) والمركز (م).

الفرع الثالث: مفهوم نصف قوس النهار وكيفية حسابه.

1- مفهوم نصف قوس النهار: إذا كان النهار هو القوس المحصورة بين كون مركز قرص الشمس على خط الأفق الشرقي وبين مركز قرص الشمس على خط الأفق الغربي، فإن نصف قوس النهار هو القوس المحصورة بين كون مركز قرص الشمس على خط الأفق الشرقي وكون مركز قرص الشمس على خط منتصف النهار، وهذا القوس يساوي وينظر القوس المحصورة بين كون مركز قرص الشمس على خط منتصف النهار وكون مركز قرص الشمس على خط الأفق الغربي.

2- كيفية حساب مقدار نصف قوس نصف النهار: ولحساب نصف قوس النهار نستعمل القانون الآتي⁽¹⁾: $\text{تجب (ن ق)} = -\text{ظل ض} \times \text{ظل م}$

حيث إن: (ن ق): نصف قوس النهار، و(ض) خط عرض الموقع من الكرة الأرضية، و(م) الميل الاستوائي الجزئي-ليوم من أيام السنة-.

3- تطبيق حسابي لمقدار نصف قوس النهار:

إذا كان ميل الشمس الجزئي يوم 21 ماي يساوي 20.2° فإن نصف قوس النهار في مدينة الجزائر العاصمة ذات خط عرض $(\text{ض} = 36.8^\circ)$ يساوي:

$$\text{تجب (ن ق)} = -\text{ظل } 36.8 \times \text{ظل } 20.2$$

$$= -0.275$$

إذن مقدار نصف قوس النهار بدرجات هو 105.976°

وبتحويل هذا المقدار من الدرجات إلى الساعات:

$$105.96 \div 15 = 7.065$$

$$0.065 \times 60 = 3.9 \text{ تقريبا } 4 \text{ دقائق}$$

نجد أن مقدار نصف قوس النهار هو: (7 سا و 4 د)

فإذا كان وقت الزوال يوم 21 ماي 2024 م بمدينة الجزائر العاصمة 12:45 فإن

وقت غروب الشمس لهذا اليوم كالتالي:

$$12:45 + 7:04 = 19:49$$

(1) عبد الكريم محمد نصر، حساب رؤية الأهلة، ص (75).

وبإدراج تعديلين أساسيين، أحدهما مقدار الانكسار الضوئي والذي يقدر بـ 4 و30 ثا، والآخر اعتبار ارتفاع المكان عن سطح البحر، والذي يقدر بـ 3 دقائق فإن وقت الغروب يكون 19:57 وهذا ما هو مثبت على اليومية الرسمية لمواقيت الصلاة لوزارة الشؤون الدينية والأوقاف بالجزائر لعام 2024م.

-الخاتمة:

تعتبر الدائرة الهندية أداة رياضية هندسية فلكية تعين على تحديد معالم الزمان والمكان من أجل التحكم في تنظيم شؤون الناس الدينية والدنيوية، تقوم على رصد وملاحظة حركة الظلال خلال اليوم والسنة، تستخرج منها مطالب ميقاتية زمانية كمواقيت الصلاة وأوائل فصول السنة...، ومطالب ميقاتية مكانية كتحديد الجهات والمواقع وجهة القبلة وغيرها من المطالب، وقد أثبتت الدراسة تطابق النتائج بين الرسومات الهندسية الناتجة عن الدائرة الهندية مع القوانين الرياضية الفلكية التي وضعها أهل الميقات.

-نتائج البحث: بعد هذا البحث خلصنا إلى النتائج الآتية:

- 1- الدائرة الهندية مسلك رياضي هندسي يعين على التحكم في بعدي الزمان والمكان، من أجل تنظيم وظائف المكلفين الدينية والدنيوية، يمكن تصميم الدائرة الهندية بطريقة يسيرة تمكن المكلف من معرفة العديد من المطالب الميقاتية الزمانية والمكانية.
- 2- تقوم الدائرة على رصد حركة الظلال خلال اليوم والسنة، ومنه تضبط المعالم الأساسية التي تعين على تحديد المطالب الميقاتية المتعلقة بالزمان والمكان، كمعرفة خط عرض الموقع والميل الاستوائي.
- 3- تعين الدائرة الهندية على تحديد العديد من المطالب الميقاتية الزمنية كمعرفة وقت منتصف النهار، ووقت الظهر، ووقت العصر، وتحديد بدايات فصول السنة الشمسية.
- 4- تعين الدائرة الهندية -كذلك- على تحديد العديد من المطالب الميقاتية المكانية كتحديد الجهات الأساسية والفرعية.
- 5- تعتبر كل من الإحداثيات الأفقية والإحداثيات الاستوائية وكذا الإحداثيات الكسوفية المعالم الأساسية لضبط حركة الأجرام في القبة السماوية، ومنها الشمس، وقد وضع أهل الميقات علاقات رياضية تربط بين الإحداثيات الأفقية والاستوائية والكسوفية، تعين على تحديد مطالب ميقاتية عدية كمواقيت الصلاة وسعة المشارق والمغارب وجهة القبلة وتعيين الوقت...

قائمة المصادر والمراجع:

- 1- ابن أبي زيد القيرواني، النوادر والزيادات على ما في المدونة من غيرها من الأمهات، تحقيق عبد الفتاح محمد الحلو، دار الغرب الإسلامي، بيروت، الطبعة (01) 1999م.
- 2- ابن رشد، محمد بن أحمد (ت 595هـ)، بداية المجتهد ونهاية المقتصد، دار الحديث، القاهرة، 2005م.
- 3- ابن عابدين، محمد امين، حاشية ابن عابدين (ت 1252هـ)، دار الفكر، بيروت، ط 02، 1386هـ.
- 4- ابن قدامة عبد الله بن أحمد المقدسي (ت 620هـ)، المغني، دار الفكر، بيروت، ط 01، 1405هـ.
- 5- أبو داود، سليمان بن الأشعث السجستاني (ت 275هـ) سنن أبي داود، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد، المكتبة العصرية صيدا، بيروت، 1431هـ.
- 6- البتاني، محمد بن سنان بن جابر الحراني (ت 317هـ) كتاب الزيج الصائب، طبعه وصححه الدكتور كرولونالينو، مدينة رومية العظمى، سنة 1899.
- 7- البخاري، محمد بن إسماعيل، صحيح البخاري، تحقيق مصطفى ديب البغا، دار ابن كثير، بيروت، 1407هـ- 1987م.
- 8- الهوتي، منصور بن يونس، كشف القناع، تحقيق هلال مصيلحي مصطفى هلال، دار الفكر، بيروت، 1402هـ.
- 9- البوعري، محمد مختار بن عطارد الجاوي، تقريب المقصد في العمل بالربع المجيب، مطبعة البابي الحلبي وأولاده، مصر، 1371هـ- 1951م.
- 10- الجعلي عثمان بن حسنين، سراج السالك شرح أسهل المسالك، مؤسسة العصر للمنشورات الإسلامية، وزارة الشؤون الدينية والأوقاف، الجزائر.
- 11- أ. قايجرت و ه. تسمرمان، الموسوعة الفلكية، ترجمة أ. د عبد القوي عياد، مراجعة: أ. د محمد جمال الدين الفندي، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- 12- حسن بن محمد باصرة، الاستدلال بالنجوم، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، السعودية، 1428هـ.
- 13- حسين كمال الدين، حسين كمال الدين، تعيين مواقيت الصلاة في أي زمان ومكان على سطح الأرض، مجلة البحوث، مجلة الإسلامية، العدد الثالث، المملكة العربية السعودية، 1397هـ.
- 14- الحطاب محمد بن محمد عبد الرحمن (ت 954هـ)، مواهب الجليل شرح مختصر خليل، دار الفكر، بيروت، 1398هـ.
- 15- الخطابي محمد العربي علم المواقيت أصوله ومناهجه، وزارة الأوقاف، المملكة المغربية، 1407.
- 16- الزرقاني، عبد الباقي بن يوسف، شرح الزرقاني على مختصر خليل وحاشية البناني، دار الكتب العلمية لبنان، الطبعة 01، 2002م.
- 17- السرخسي، محمد بن أحمد أبي سهل (ت 483هـ) المبسوط، دار المعرفة بيروت، 1406هـ.
- 18- الشربيني، محمد الخطيب، مغني المحتاج إلى معرفة معاني ألفاظ المنهاج، دار الفكر، بيروت.
- 19- الطائي، محمد باسل، علم الفلك والتقويم، ط 01، 1424، 2003، دار النفائس، بيروت.
- 20- عبد الكريم محمد نصر، حساب رؤية الأهلة، دار إحياء للنشر الرقي، الإصدار الأول، جوان 2013م.
- 21- علي رضا بلوط، وأحمد طوران بلوط، معجم تاريخ التراث الإسلامي في مكتبات العالم المخطوطات والمطبوعات، دار العقبة، قيصري-تركيا، ط 01، 1422-2001..

- 22- علي حسن موسى، بدائع السماء، دمشق 1428هـ-2007م.
- 23- عمر رضا كحالة، معجم المؤلفين (156/4) المكتبة العربية دمشق، سنوات النشر (1376-1381).
- 24- غوري، إبراهيم حلمي، الأرض، دار الشرق العربي، بيروت.
- 25- القرافي، أحمد بن إدريس شهاب الدين أبو العباس، (ت 684هـ)، الذخيرة، تحقيق سعيد أعراب، دار الغرب الإسلامي، ط01، 1994م.
- 26- القليوبي، شهاب الدين أحمد بن أحمد بن سلامة (ت 1069هـ)، الهداية من الضلالة في معرفة الوقت والقبلة من غير آلة، تحقيق: د/عبد الستار أبو غدة، دار الأقصى، القاهرة، 1412-1991.
- 27- الكيرنوري، خليل أحمد عبد اللطيف، موسوعة الأفلاك والأوقات، كتاب-ناشرون، بيروت، الطبعة 03، 1431هـ، 2010م.
- 28- متولي زين العابدين، وعلامات وبالنجم هم يهتدون، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2005م.
- 29- المرغيناني، علي بن أبي بكر (ت 593هـ)، الهداية شرح البداية، المكتبة الإسلامية، بيروت.
- 30- النفراوي، أحمد بن غنيم بن سالم (ت 1125هـ) الفواكه الدواني، دار الفكر، بيروت، 1415هـ.
- 31- النووي، يحيى بن شرف، (ت 676هـ)، المجموع، تحقيق محمود مطرحي، دار الفكر بيروت، ط01، 1417هـ-1996م.