المؤتمر السنوي لمجمع اللغة العربية بدمشق
(نحو رؤية معاصرة للتراث)
دمشق، 9-13/11/2009م

الرياضيات والفلك في التراث العربي

الأستاذ الدكتور مصطفى موالدي
رئيس قسم تاريخ العلوم الأساسية
معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب

مقدمة:

بحث الإنسان عن المعلومة منذ أقدم العصور تلبيةً لحاجاته المعرفية والمادية، وتراكمت تلك المعلومات وتناقلتها الأجيال بداية بشكلها الشفوي، ثم بشكلها الكتابي على مواد مختلفة: كالأحجار، والعظام، والجلود، ...، والورق؛ وأخيراً نُقِلت المعلومة بشكلها الرقمي السريع جداً والواسع لتكون متاحةً لكل إنسان على سطح البسيطة في ذات الوقت.

تعد المعلومات المتراكمة والصحيحة منطقياً العنصر الأول لنشوء أي علم من العلوم، ولذلك نعزو تشكل العلوم إلى الحضارة الإنسانية، ومساهمة جميع الحضارات في بنائها وتطورها.

إنّ العنوان الذي وضعته إدارة المؤتمر لبحثي: "الرياضيات والفلك في التراث العربي" عامٌ وواسعٌ جداً، ولذلك سأشير إلى بعض إنجازات علماء الحضارة العربية بشكل عام ومبسط في الفروع الرئيسة للرياضيات وهي الحساب والجبر والهندسة والمثلثات بالإضافة إلى علم الفلك لإظهار مساهمة علماء الحضارة العربية في بناء الحضارة الإنسانية.

1ً – العلوم الرياضية:

تطورت العلوم الرياضية طرداً مع تطور الحضارات الإنسانية من حيث بنيتها وتنوعها وتفرعها.

تأثرت الرياضيات العربية برياضيات الحضارات القديمة البابلية والمصرية واليونانية والهندية، وتركت آثاراً مختلفة العمق في فروع الرياضيات المتعددة.

وسندرس من العلوم الرياضية الفروع التالية:

أ– الحساب.

ب–الجبر.

ج–الهندسة.

د–المثلثات.

أ- الحساب:

يُعد علم الحساب من أقدم فروع العلوم الرياضية، وأول من كتب بالعربية في علم الحساب محمد بن موسى الخوارزمي في القرن التاسع للميلاد، وقد وضع رسالتين: الرسالة **الأولى** في الحساب وهي مفقودة حالياً في التراث العربي ووصلت إلينا مترجمة إلى اللاتينية، وأما **الثانية** وعنوانها **الجمع والتفريق** أشار إليها أبو منصور عبد القاهر بن طاهر البغدادي في كتابه **التكملة في الحساب**، ومن ثم توالت كتب الحساب العربية، ومن تلك الكتب الموسعة كتاب: **الفصول في الحساب الهندي** لأبي الحسن أحمد بن إبراهيم الأقليدسي الذي يعالج الحساب الهندي بشكل رئيس بالإضافة إلى نظامين آخرين: الحساب الأصبعي والنظام الستيني.

إنَّ الحساب الهندي مع الحساب الأصبعي والنظام الستيني وعلم الحساب اليوناني شكلت المبادئ الأساسية لعلم الحساب.

يُعد تطوير نظام العد من أهم إنجازات العلماء العرب في علم الحساب.

لقد كانت الأعداد في البلاد العربية تتمثل بأحرف عربية قبل ظهور الإسلام، وأُطلق على هذا النظام "حساب الجُمَّل"، فكان لكل حرف من الأبجدية العربية رقماً يُمثِله بحسب ما يلي:

الحرف	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح	ط	ي
الرقم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

الحرف	ك	ل	م	ن	س	ع	ف	ص	ق
الرقم	20	30	40	50	60	70	80	90	100

الحرف	ر	ش	ت	ث	خ	ذ	ض	ظ	غ
الرقم	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

ويمكن جمع الأحرف بالعبارة التالية: أبجد هوز حطي كلمن سعفص قرشت ثخذ ضظغ.

وعبروا عن الأعداد التي تزيد على الألف بتركيب الحروف مع بعضها البعض، فرمزوا للعدد 2000= بغ، 5000= هغ، وللعدد 1000000= غغ.....

وبالتالي يمكننا التعبير عن كل الأعداد بالأحرف العربية.

ومن الأنظمة الشائعة في البلاد العربية النظام الستيني، وتعود أصول هذا النظام إلى البابليين، رغم أن للعدد /60/ أحد عشر قاسماً (1، 2، 3، 4، 5، 6، 10، 12، 15، 30، 60) إلا أنه تراجع ولم تبق آثاره إلا فيما خص أجزاء الساعة أو درجات الزوايا.

أما نظام العد الهندي فقد أدخله الخوارزمي إلى العالم العربي وتطور عبر الزمن وتفرع إلى سلسلتين رئيسيتين:

- السلسلة المشرقية: 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9 وهي المستعملة في بلاد المشرق العربي.
- وإلى السلسلة المغربية: 9,8,7,6,5,4,3,2,1 وهي المستعملة في بلاد المغرب العربي.

وانتقلت السلسلة المغربية إلى أوروبا في النصف الثاني من القرن العاشر الميلادي وسميت بالأرقام العربية، والتي تغلبت على نظام العد الروماني المعقد والصعب جداً وحلت محله، نظراً لسهولة استخدامها في العمليات الحسابية والتعبير عنها، وفيما يلي الأرقام الرومانية ومثال عنها:

الأرقام الرومانية

الرقم العربي	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الرقم الروماني	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

الرقم العربي	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الرقم الروماني	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX

الرقم العربي	50	100	500	1000
الرقم الروماني	L	C	D	M

مثال:

MDCCCLVI = 1846

M =1000 DCCC=800 XL=40 VI=6

يظهر بوضوح الفرق بين نظام العد الذي أدخله الخوارزمي إلى العالم العربي وبين نظام العد الروماني الصعب جداً وخاصة عند استخدامه في العمليات الحسابية: الجمع والطرح والضرب والقسمة.

يشكل نظام العد العشري الذي أدخله الخوارزمي إلى العلوم الرياضية قفزة كبيرة في تقدم كافة العلوم على مر العصور.

واستخدم العلماء العرب الكسور العشرية، وطوروا الكسور العادية، واهتموا بالمتواليات والسلاسل العددية وبرهنوا على صحتها، واستطاع الرياضيون استخراج الجذر لعدد صحيح، من أية قوة كانت، ووضعوا بعض الصيغ التقريبية للجذور الصم.

اهتم العلماء العرب بنظرية الأعداد التي تعد إحدى فروع علم الحساب، ودرسوا المربعات السحرية والأعداد المتحابة، والتي تستخدم في علوم السحر والتنجيم، وكانوا يشعرون باستخدامها بلذة التسلية الفكرية ومتعة الرياضة الذهنية.

فمن **المربعات السحرية** التي ظهرت في المؤلفات العربية الشكل المتسع التالي:

15	2	7	6
15	9	5	1
15	4	3	8
	15	15	15

15 15

وخاصية هذا المربع السحري المتسع أنه كيفما جمعت الأسطر أو الأعمدة أو الأقطار كان المجموع خمسة عشر.

ويُقال لعددين أنهما متحابان إذا كان أحدهما يساوي مجموع قواسم العدد الآخر – ما عدا العدد نفسه – ، مثال ذلك العددان 220 و 284:

220= 1+2+4+71+142 (وهي قواسم العدد 284 ما عدا العدد ذاته).

284= 1+2+4+5+10+11+20+22+44+55+110 (وهي قواسم العدد 220 ما عدا العدد ذاته).

ب- الجبر:

أضاف أبو عبد الله، محمد بن موسى الخوارزمي (من علماء القرن التاسع الميلادي) إلى علم الرياضيات علماً جديداً بكل أركانه الأساسية من مصطلحات ومفاهيم خاصة وقوانين عامة، وأسماه "علم الجبر والمقابلة". ظل هذا العلم يحمل تسميته العربية "الجبر" بكل لغات العالم حتى الآن، وتدل كلمة "الخوارزمية" على مجموعة العمليات الرياضية في العالم بأسره.

حدد الخوارزمي في مقدمة كتابه، أنه يرمي إلى إيضاح الغامض، وتسهيل الصعب، ليكون كتابه عوناً للعامة في حياتهم اليومية، خصص الخوارزمي لعلم الجبر وتطبيقاته نصف كتابه، وضمّن النصف الآخر المعاملات والمساحة والوصايا.

لا يستخدم الخوارزمي الرموز للتعبير عن مفاهيمه وقوانينه ومعادلاته ومسائله الجبرية، وإنّما يعبّر عنها بالكلام، فقد اعتمد كلمة "مال" للتعبير عن مربع المجهول (س^2 أو X^2)، وكلمة "شيء" أو كلمة "جذر" للتعبير عن المجهول (س أو X).

بعد صياغة المسألة وإجراء العمليات الجبرية اللازمة عليها، يضع الخوارزمي لكل مسألة من مسائله الست، قانوناً عاماً موحداً لحلها.

وبالتالي يمكننا عدّ علم الجبر آلة علم الرياضيات، وقد أطلق أكثر من رياضي عربي على هذا العلم "صناعة الجبر".

تميز علم الجبر – منذ بداياته عند الخوارزمي – بتجريد المسألة من خصوصيتها، فأي مجهول في أية مسألة نسميه "شيئاً" – أو "X" أو "س" بلغتنا الرياضية الحالية – مهما كانت طبيعة هذا المجهول، ثم إن صياغة آلية المسألة بشكل معادلة هي عملية تجريدية وتعميمية، هذه الطبيعة التجريدية والتعميمية للجبر وحدت طريقة حل المسائل ذات الطبيعة نفسها.

أدرج الخوارزمي عدداً كبيراً من المسائل الجبرية، تطبيقاً لقوانينه ولعملياته الجبرية، وتثبيتاً لفكرته الجبرية وتمريناً لجميع الحالات والعمليات التي ذكرها في بداية كتابه.

خصص الخوارزمي أكثر من نصف كتابه لموضوع الوصايا، حتى إنه سمى هذا القسم "كتاب الوصايا"، فقد عالج من خلاله عدداً كبيراً من مسائل الوصايا، وحلّ بعضها بالطرق الجبرية، ومسائل الإرث والوصايا تحددها الشريعة الإسلامية، ويحلها الرياضي، **فقد نشأ عن هذا التعاون علم جديد يسمى "علم الفرائض".**

أسهم الرياضيون العرب مساهمة فعالة في تطوير علم الجبر، فنجد في **كتاب الجبر والمقابلة** لأبي كامل – شجاع بن أسلم (توفي نحو 340 هـ/ 951م)، أنه استعمل المعادلات الجبرية لحل المسائل الهندسية المعقدة منها: مسائل التحديد العددي لضلع المخمس المنتظم والمعشر المنتظم.... وحل المعادلات غير المحدودة (السيالة)، وغيرها من الموضوعات.

وفي كتاب **الباهر في الجبر** للسموأل (توفي نحو 570هـ/ 1175م)، يعطينا الكرجي (توفي نحو 410هـ/1020م) مفكوك الثنائي $(a+b)^n$ معتمداً على المثلث الحسابي والمعروف بمثلث باسكال (1623-1662)، ويعالج الكرجي لأول مرة في التاريخ استخراج الجذر التربيعي لكثير الحدود الجبري بمجهول واحد.

يحل عمر الخيام (تقريباً 1048-1131م) في مقالته "**في الجبر والمقابلة**" العديد من معادلات الدرجة الثالثة هندسياً، وبالتالي يمكن اعتبار الخيام "أول من وضع النظرية الهندسية للمعادلات الجبرية، وأسهم بصورة ما في إبداع الهندسة التحليلية بالمعنى الذي سنجد منه شيئاً في كتاب ديكارت الملقب بالهندسة، كما يقول المؤرخ رشدي راشد في كتابه: **رسائل الخيام الجبرية**.

اهتم الرياضيون الأوروبيون بالجبر العربي في عهد مبكر جداً، ويعود ذلك لترجمة كتب العلماء العرب، منها ترجمة **كتاب الجبر والمقابلة** للخوارزمي إلى اللغة اللاتينية في عام 1145م من قبل روبير دو شستر (Robert de Chester)، ثم تتالت الترجمات اللاتينية للكتاب، وتأثر علماء الغرب بجبر الخوارزمي وانعكس ذلك في مؤلفاتهم من أمثال: جوردانوس دو نموراريوس (Jordanus de Nemorarius) (توفي سنة 1237م)، وليوناردو فيبوناتشي (Leonardo Fibonacci)، وتعد مؤلفاتهم الحجر الأساس لعلم الجبر في الغرب اللاتيني.

وكذلك تأثرت كتب رياضيي عصرا لنهضة الأوروبية بكتاب **الجبر والمقابلة** لأبي كامل – من القرن العاشر الميلادي–، ونظراً لأهمية كتاب أبي كامل في الغرب فقد تُرجم بكامله إلى العبرية، كما تُرجم الجزآن الأول والثاني مع أول بداية الجزء الثالث إلى اللغة اللاتينية، ويعترف المؤرخون بأهمية محتوى كتاب **الجبر والمقابلة** وتأثيره العميق في تطور علم الجبر العربي وانتقاله إلى الغرب اللاتيني.

ووضع الكرجي العلاقات اللازمة لتشكيل مثلث معاملات ذات الحدين، والذي يسمى حالياً بمثلث باسكال (PASCAL)–عاش باسكال بين عامي 1623–1662م.

وبذلك أسس الكرجي مدرسة جبرية تركت آثاراً واضحة على علماء النهضة الأوروبية.

تدل كل من هذه الإبداعات، في وضع أسس علم الجبر وتطويره، على أصالة الفكر الرياضي العربي، الذي قدّم للإنسانية نموذجاً حياً للتفكير العلمي الأصيل وفتح المجال واسعاً أمام العلماء الأوروبيين للبحث عن علوم جديدة، فتفرعت الرياضيات ومنها علم الجبر إلى فروع مختلفة، إن علماء الرياضيات العرب كانوا أساتذة الرياضيين في أوروبا لفترة طويلة في الإبداعات الجديدة وفي تجريد الرياضيات وتعميمها.

ج – الهندسة:

يُعد علم الهندسة من العلوم الرياضية القديمة، ومنذ القِدَم استفاد الإنسان من الهندسة العملية في تقدير مساحات الأراضي وبناء المساكن والمدن.

إنَّ أقدم الآثار الرياضية وصلت إلينا من بابل ومصر، من ثمّ انتقلت إلى اليونان وطبق اليونان على الهندسة البرهان الهندسي الذي يعد أول أركان المنهج العلمي.

ومع انتشار الدين الإسلامي أصبحت الحاجة إلى الهندسة العملية أكثر ضرورة لتعيين حدود الأراضي لتقدير خراجها، وكذلك لبناء المدن في البلاد المفتوحة.

اعتمد العرب في الهندسة على الأصول اليونانية التي وضعها فيثاغورث وأقليدس وابولونيوس وأرشميدس، فتدارسوها واستوعبوها بعد أن نقلوها إلى لغتهم وتوسعوا في بعض نواحيها وابتكروا التمارين الصعبة وتفننوا في إيجاد الحلول لها كتثليث الزاوية ، واستخراج مقدارين يقعان بين مقدارين مفروضين لتتوالى الأربعة على نسبة واحدة، وغير ذلك من المسائل القديمة المستعصية.

واهتمت الهندسة العربية كذلك بالموضوعات التالية:

مسألة قياس الأشكال الهندسية، حيث برهن بنو موسى أن نسبة قطر الدائرة إلى محيطها هي نفسها في جميع الدوائر، وأن نسبة الدائرة إلى قطرها (π) تتجاوز الـ $3+\frac{10}{71}$ وتقل عن $3+\frac{1}{7}$.

وكما نعلم يُعد المقدار الأصم (π) عنصراً هاماً في حساب مساحات وحجوم عدد من الأشكال الهندسية: الدائرة والأسطوانة والمخروط والكرة... التي تنبثق عنها تطبيقات عملية لا تحصى.

وسعى الرياضيون العرب إلى الوصول إلى أقرب قيمة ممكنة لـ (π) اعتماداً على تقديم براهين أصيلة وجديدة.

فقد توصل الكاشي (توفي سنة 1429م) – على سبيل المثال– إلى القيمة التقريبية التالية:

$$(\pi)= 3.14\ 159\ 265\ 358\ 979\ 325$$

والتي قد لا تلزم في عصره، وإنما تُعد نتيجته استشرافاً للمستقبل الذي فرضه البحث علينا بأدق النتائج لدفع عجلة التقدم والحضارة.

ولعب المقدار (π) دوراً في الحساب الدقيق لحجم الكرة، بالفعل تأثر الرياضيون العرب بالرياضيين اليونانيين في موضوع حساب حجم الكرة، ولكنهم قدّموا براهين أخرى لحجم الكرة تتميز بالاستقلالية والأصالة، وقد قدّم الصينيون والعرب فكرة عملية متشابهة لحساب حجم الكرة، ولكننا لا نستطيع تحديد كيفية انتقال الفكرة بين الحضارتين.

– مسألة التوازي:

حاول الرياضيون اليونانيون والعرب والأوروبيون عبر قرون عديدة برهنة صحة المصادرة الخامسة في المتوازيات، لقد كان مصير جميع تلك المحاولات الفشل، ولكن لم تضع جهود الرياضيين سُدى، فقد تمخضت البراهين التي قدمها العلماء العرب عن نتائج هامة في مجال الرياضيات منها:

استخدم ابن الهيثم الموضوعة المعروفة باسم موضوعة باش (أدخلها باش في محاضراته عام 1882م) كما فعل سابقوه، ولكن ابن الهيثم صاغها بصورة واضحة وجلية.

لقد حملت براهين العلماء العرب وتساؤلاتهم بذور الهندسات اللا أقليدية – التي تعارض مصادرة التوازي– من خلال الأفكار والطرق والمناهج التي طرحت أثناء عرضهم لبراهينهم، علماً أننا لا نستطيع القول إن العلماء العرب فكروا بمثل تلك الهندسات اللا أقليدية.

قدر العلماء العرب مسألة التوازي حق قدرها، وحاولوا تقديم براهين مختلفة خلال فترة زمنية طويلة منذ القرن التاسع الميلادي وحتى القرن الرابع عشر الميلادي.

تأثر معظم الرياضيين الأوروبيين – الذين عاشوا بين القرنين الرابع عشر والثامن عشر الميلاديين– بشكل أو بآخر ببراهين العلماء العرب.

ومن المنجزات العربية في مجال الهندسة كذلك:

- بناءات في الفضاء (الفراغ).
- بناءات هندسية على الكرة (الهندسة الكروية).
- تصميم أدوات هندسية واستعمالها لبناءات هندسية منها: البركار التام لرسم القطوع المخروطية.
- الإسقاط المجسم على مستوٍ والذي استخدم في بناء الأسطرلابات وكذلك في تحديد جهة القبلة، وفي رسم خريطة سطح الأرض على مستوِ – أي لرسم الخرائط–، ...
- استخدم العلماء العرب خط العرض وخط الطول الجغرافيين، كما استعملوا مختلف الإحداثيات على الكرة السماوية.

د – علم المثلثات:

وضع العلماء العرب علم المثلثات بشكل علمي منظم مستقل عن الفلك، ويقول مؤرخ العلوم دونالد هيل في كتابه **العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية** "شغل حساب المثلثات مكانة مهمة في الرياضيات الإسلامية، وهو الفرع الذي ساهم فيه المسلمون أعظم مساهمات التي لم تسبق من قبل. كما أنه يكوّن رابطة مهمة مع علم الفلك من خلال مجموعة قوانين التقاويم والشواخص – نظرية المزاول وتطبيقاتها– التي انتشرت في جميع أنحاء العالم الإسلامي".

إنّ علم المثلثات علمٌ قديم تعود أصوله إلى زمن إبرخس تقريباً، والذي يُنسب إليه أول جدول للأوتار، وهو العلم المساعد في دراسة حركات النجوم.

ومن إنجازات العلماء العرب في مجال علم المثلثات:

1. أصبح علم المثلثات منذ عهد البويهيين موضوعاً لمؤلفات مستقلة.
2. إنّ دالة الظل والعلاقات الأولى في المثلث ومفهوم المثلث القطبي من المكتسبات العلمية في الحضارة العربية.
3. توصل العرب إلى إثبات أن نسبة جيوب الأضلاع بعضها إلى بعض كنسبة جيوب الزوايا الموترة بتلك الأضلاع بعضها إلى بعض في أي مثلث كروي.
4. استعمل العرب الجيب بدلاً من وتر ضعف القوس الذي كان يستعمله علماء اليونان، ولهذا أهمية كبرى في تسهيل حلول الأعمال الرياضية.

5. يقول سمث: "ولم تدرس المثلثات الكروية المائلة بصورة جدية إلاّ على أيدي العرب في القرن العاشر للميلاد".
6. استطاع العرب بوساطة الشكل المغني والظلي أن يحلّوا كل المسائل الخاصة بالمثلثات الكروية القائمة الزاوية.
7. استعمل العرب المماسّات والقواطع ونظائرها في قياس الزوايا والمثلثات، ويعترف سوتر بأن لهم الفضل الأكبر في إدخالها إلى علم المثلثات.
8. كشفوا بعض العلاقات بين الجيب والمماس والقاطع ونظائرها.

9. توصل العرب أيضاً إلى معرفة القاعدة الأساسية لمساحة المثلثات الكروية ووضعوا الجداول الرياضية للمماس والقاطع وتمامه.
10. أوجدوا طريقة لعمل الجداول الرياضية للجيب.
11. يدين الغربيون للعرب بطريقة حساب جيب 30ْ بشكل دقيق.

ونتيجة لذلك نستطيع القول إن العلماء العرب وضعوا الأسس الصحيحة والقواعد الهامة لعلم المثلثات، وأصبح علماً مستقلاً قائماً بذاته، ويلعب علم المثلثات دوراً هاماً في عملية البحث العلمي، ويسهل العمليات الرياضية في العديد من العلوم وعلى رأسها علم الفلك.

2ً – علم الفلك:

كانت المعارف الفلكية قبل العصر العباسي محدودة جداً، وهي متعلقة برصد بعض الكواكب وحركاتها وأحكامها بالنظر إلى الخسوف والكسوف وعلاقتها بالحظ والتنبؤ للمستقبل وبتوقعات الحرب والسلم والمطر والظواهر الطبيعية، وكانوا يسمون تلك المعارف بعلم التنجيم.

ابتداءً من نهاية القرن الثامن الميلادي طُلب من الفلكيين بشكل خاص المساهمة في حل المسائل العملية المتعلقة بالتقاويم والساعات والتوجه على الأرض أو على البحر. وهذا ما عبّر عنه ابن يونس في مقدمة كتابه **الزيج الحاكمي** الذي حرره في بداية القرن الحادي عشر قائلاً: "ولما كان للكواكب ارتباط بالشرع في معرفة أوقات الصلوات وطلوع الفجر الذي يحرَّم به على الصائم الطعام والشراب، وهو آخر أوقات الفجر، وكذلك مغيب الشَّفَق الذي هو أول أوقات العشا الآخرة، وانقضاء الأيمان والنذور والمعرفة بأوقات الكسوف للتأهب لصلاته والتوجه إلى الكعبة لكل مُصَلٍّ، وأوائل الشهور معرفة بعض الأيام إذا وقع فيه شكٌ وأوان الزرع ولقاح الشجر وجني الثمار ومعرفة سمت مكان من مكان والاهتداء عن الضلال".

إن الموضوعات العملية التي أشار إليها ابن يونس رافقتها تطورات نظرية متميزة في مجال علم الفلك، منها:

صناعة المزاول وعلم الميقات، ومسألة تحديد سمت القبلة، أي كيفية تحديد اتجاه مكة انطلاقاً من مكان معين، حساب قابلية رؤية الهلال، الجغرافية الرياضية، حساب خط الطول وخط العرض لمكان معين، وعلم الملاحة للتوجه في البحر،...

من الإنجازات العلمية المتميزة في مجال علم الفلك:

جاءت معظم الإنجازات العلمية: النظرية والعملية في مجال علم الفلك تلبية لاحتياجات الدين الإسلامي الجديد منها:

أ- التقويم الهجري والميلادي:

بدأت السنة الهجرية في يوم الجمعة 16 تموز 622 ميلادية، والشهر القمري يزيد قليلاً على /29/ يوماً ونصف، والقيمة الوسطية للسنة القمرية (الهجرية) المؤلفة من اثني عشر شهراً هي 354،367 يوماً.

فقد تحقق الفلكيون العرب من هذه القيمة وأخذوا بها منذ القرن التاسع الميلادي، وأعدوا دورة من /30/سنة لوضع تقويم رسمي، تتناوب فيه الأشهر ذات الأطوال المساوية لـ /30/ يوماً مع الأشهر ذات الأطوال المساوية لـ /29/ يوماً، فيكون مجموع الأيام /354/ يوماً، ولإضافة 0.367 من اليوم، كان يزاد يوم في الشهر الأخير لكل سنة من السنوات الإحدى عشرة لهذه الدورة، والتي تحمل الأرقام التالية: 2، 5، 7، 10، 13، 16، 18، 21، 24، 26، و29. وهكذا تم التوافق على المدى الطويل مع المعطيات الفلكية بشكل جيد.

إن طول السنة الشمسية أقصر بقليل من 365 يوماً وربع اليوم، ويشير المؤرخ مورلون إلى أن "طول السنة الشمسية أقصر بقليل من 365 يوماً وربع اليوم، وفي آخر القرن الحادي عشر كلّف جلال الدولة مكلشاه...علماء الفلك الذي كانوا تحت رعايته بمراجعة تركيب هذا التقويم للقيام بالتصحيحات الضرورية وتجنب تراكم التفاوت البسيط مع حركة الشمس الظاهرية. وهكذا أسس في سنة 467هـ /1075م، "التاريخ الجلالي" الذي يوجد فيه ثمان سنوات كبيسة كل 33 سنة – بدلاً من 32 سنة في التقويم السابق– وهذا ما أعطى **تطابقاً دقيقاً مع الحسابات الفلكية**. إن هذا التصحيح شبيه بالتصحيح الذي لم يحصل في الغرب إلا في سنة 1582م عندما تم الانتقال من التقويم اليوليوسي إلى التقويم الغريغوي".

وقد وضع العلماء العرب الجداول التوفيقية بين التقويم الهجري والتقويم الميلادي.

ب – رؤية الهلال:

درس علماء الفلك "مسألة إمكانية التنبؤ، عن طريق الحساب، بقابلية رؤية هلال القمر في مكان معين، مساء اليوم التاسع والعشرين من الشهر القمري، مهما كانت معطيات التقويم الرسمي، وهكذا ما يخص "الأيام التي يدخل فيها الشك"، كما ذكر ابن يونس في النص السابق. إن هذه المسألة صعبة نظراً لعدد الوسائط التي تدخل فيها – إحداثيات الشمس والقمر السماوية، السرعة الظاهرية النسبية لهذين "النيِّرَين"، عرض المكان، ضيائية السماء على الأفق،...الخ. وقد أكبَّ عليها العديد من علماء الفلك، وهذا ما أدى إلى تطورات نظرية مهمة جداً حول قابلية رؤية الكواكب على الأفق، تماماً بعد غروب الشمس".

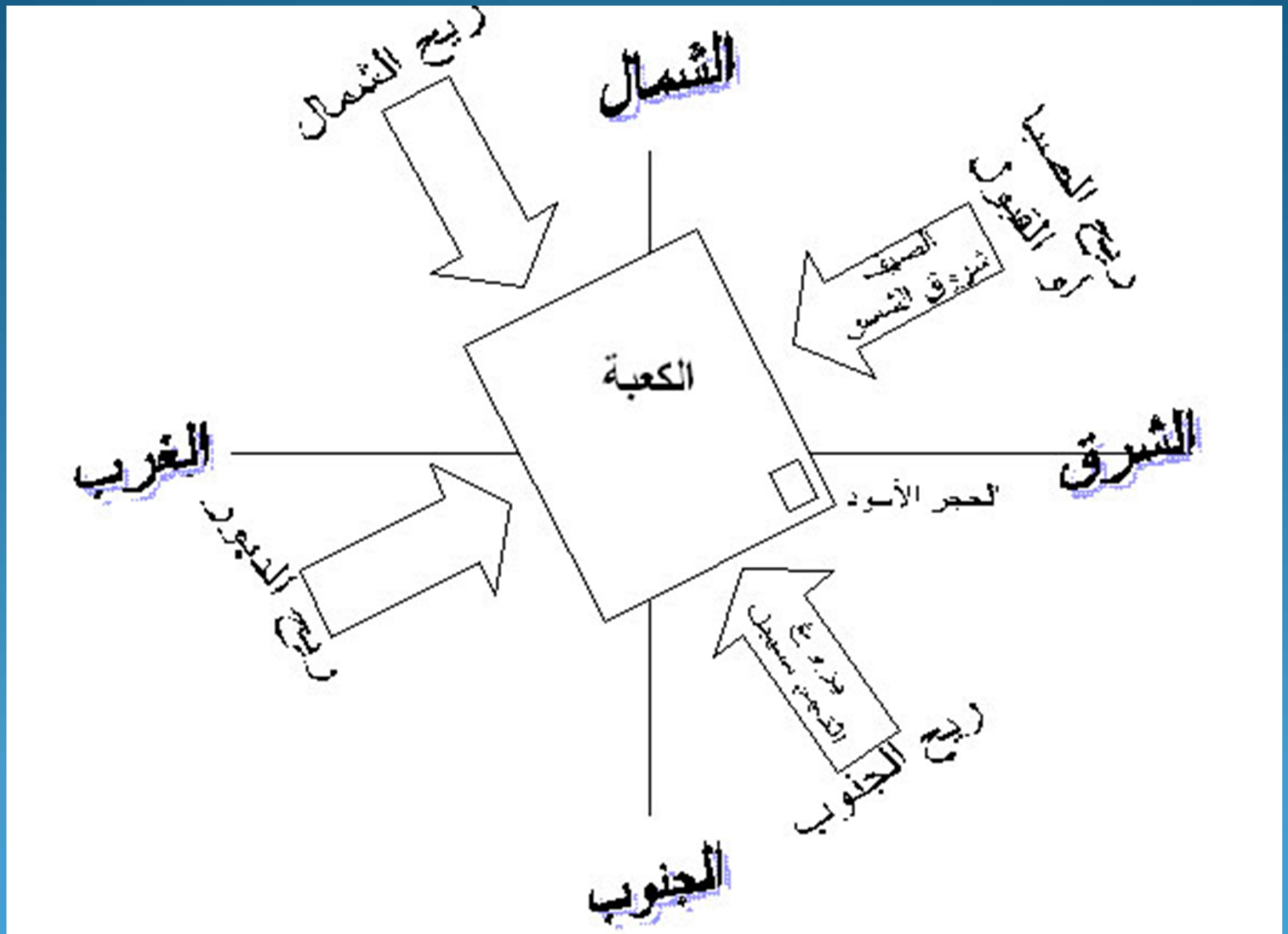
ج – **تحديد سمت (اتجاه) القِبلة:**

فُرض علينا التوجه نحو القبلة عند إقامة الصلاة، ولذلك سعى العلماء العرب إلى تحديد اتجاه القِبلة بشكل دقيق من أي مكان في بلاد الإسلام.

أولاً لا بد من الإشارة إلى أن الكعبة نفسها موجهة فلكياً، أي إن قاعدتها المستطيلة موجهة وفقاً لاتجاهات فلكية لها دلالتها.

"وتوحي النصوص بأن المحور الكبير موجه نحو بزوغ النجم سهيل، الأكثر إشراقاً في نصف الكرة الجنوبي، وبأن المحور الصغير موجه نحو شروق الشمس في الانقلاب الصيفي. هذان الاتجاهان هما تقريباً متعامدان في خط عرض مكة المكرمة. وتؤكد الخرائط الحديثة للكعبة وللجبال المحيطة بها، والمبنية على التصوير الجوي، المعلومات الأساسية التي تقدمها النصوص العائدة للقرون الوسطى".

وفيما يلي الشكل الذي يبين اتجاه القِبلة:



حُدد اتجاه القِبلة عبر العصور الإسلامية بشكل عام بمنهجين رئيسيْن: غير رياضي ورياضي، وهما:

1ً – تحديد اتجاه القِبلة بطرق غير رياضية:

يتم تحديد اتجاه القبلة بواسطة:

أ – ظاهرة فلكية تحدث في الأفق:

– **كبزوغ أو أفول نجم بارز**: في مكان محدد، تبزغ وتأفل النجوم في نقاط ثابتة من الأفق.

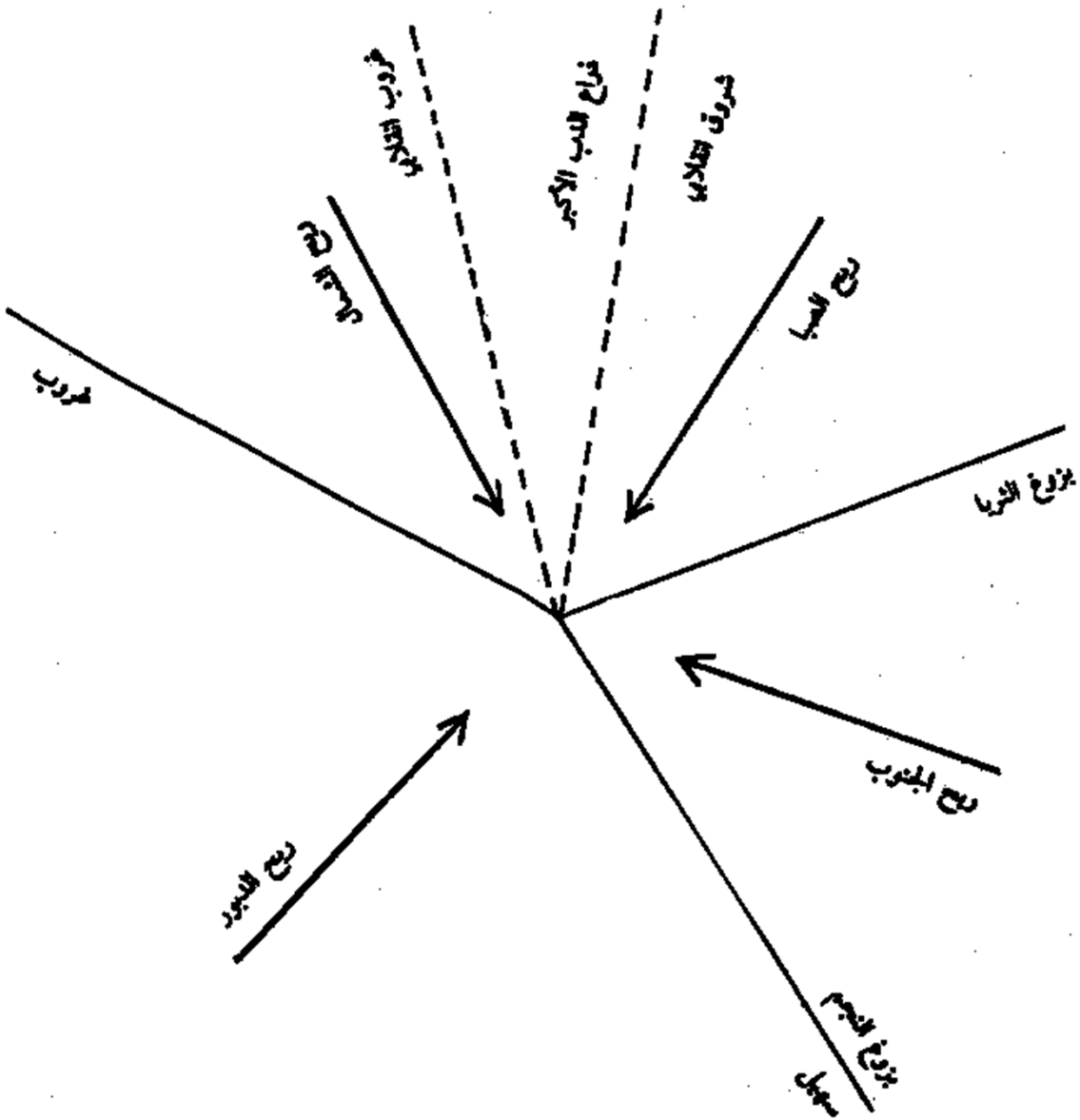
– **كشروق أو غروب الشمس في الاعتداليين أو في الانقلابين**: في الاعتداليين يحدد شروق وغروب الشمس: الشرق والغرب، وفي الانقلابين تكون أمكنة شروق وغروب الشمس على 30° تقريباً من هذه المواقع الأصلية، باتجاه الشمال في الانقلاب الصيفي، وباتجاه الجنوب في الانقلاب الشتوي.

ب- الرياح:

كانت تصاميم الرياح محددة بواسطة شروق وغروب الشمس أو النجوم، والتي كانت تشكل جزءاً من علم الفلك الشائع والأنواء في شبه الجزيرة العربية قبل مجيء الإسلام.

"ويجمع أحد هذه التصاميم الأكثر رواجاً بين الرياح الأربع وأسوار الكعبة، وعندما يتم اعتماد اتجاه ريح ما كقبلة، يفترض معرفة حدود الاتجاه من حيث تهب الريح، والحدود هذه محددة فلكياً".

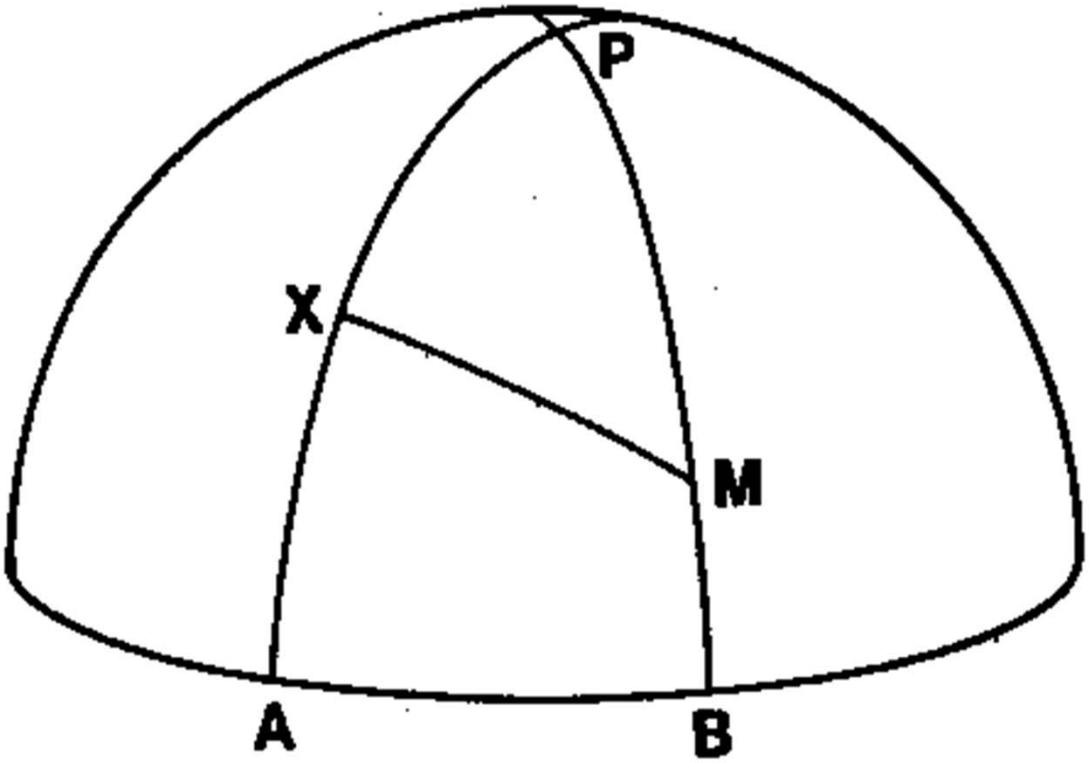
كما هو مبيّن في الشكل التالي:



تصميم[٢١] للرياح ذكره اللغوي الشهير ابن الأعرابي (أقام في الكوفة حوالي سنة ٨٢٥م)، الذي هو على الأرجح من أصل عربي قبل الإسلام.

2ً - تحديد اتجاه القبلة بطرق رياضية:

"حدد الفلكيون المسلمون القبلة كاتجاه لدائرة كبرى مارة في مدينة مكة، ويتم قياس هذا الاتجاه بالزاوية المحددة بين خط زوال مكة وخط الزوال المحلي (انظر الشكل رقم (4 – 6)). وابتداءً من القرن التاسع، أجروا حساب اتجاه مكة لمناطق مختلفة. وتتطلب مثل هذه الحسابات معرفة خطوط العرض والطول، المأخوذة في البدء من جغرافية بطلميوس. كما تتضمن أيضاً تطبيقاً لصيغ من حساب المثلثات أو لإنشاءات هندسية معقدة، طورها المسلمون بدمج طرق يونانية وهندية. إن العمل الذي أتمه الفلكيون المسلمون في هذا المجال معروف بشكل لا بأس به في المصنفات الحديثة، فلقد تمت بشكل جيد دراسة وتحليل المحتوى الرياضي لطرق العديد من فلكييي القرون الوسطى ".



الشكل رقم (٤ ـ ٦)

مسألة القبلة عل الكرة الأرضية. يرمز X إلى موقع ما، M إلى مكة، N إلى القطب الشمالي، الدائرة AB ترمز إلى خط الاستواء. خطوط عرض X وM هي $\varphi = XA$ و$\varphi_M = MB$، فرق خط الطول بين الموقع ومكة هو $\Delta L = AB$. تحدد الزاوية AXM القبلة q.

صناعة الأدوات الفلكية:

اهتم المسلمون بصناعة الأدوات الفلكية المتنوعة وذلك تلبية لحاجاتهم إليها في أبحاثهم وحياتهم اليومية، منها:

المزاول: وهي أداة تستخدم لقياس الوقت وتحديد أوقات الصلاة، "وساهم الفلكيون المسلمون بشكل فعال في هذا العلم من الناحيتين النظرية والتطبيقية معاً. ولقد وُجدت مزاول بأشكال مختلفة، وفي نهاية القرون الوسطى، في أغلب المساجد الكبرى في العالم الإسلامي".

الأسطرلاب والربع المجيب وغيرها: استخدمت تلك الأدوات لتحديد الوقت في النهار أو في الليل. ووضع العلماء العرب مجموعة كبيرة من الآلات والأدوات والمراصد الفلكية التي استخدمت في مجالات البحث العلمي النظرية منها والتطبيقية.

الخاتمة:

ساهم الرياضيون والفلكيون العرب مساهمة متميزة في مجاليْ الرياضيات والفلك، وتركوا بصماتهم الخلاقة والمبدعة في كافة فروع تلك العلوم، مما أدى إلى تسارع التطور العلمي في تلك المرحلة، الذي كان له آثارٌ إيجابية في حياة الإنسان العادي اليومية بشكل مباشر وتُظهر الإضافات العلمية العربية في كافة فروع المعرفة مساهمة العلماء العرب القيّمة في بناء صرح الحضارة الإنسانية.