الرياضيات وإسهاماتها في تطوّر الحضارة عبر التاريخ (2)

جمال حيمان
مخبر الحسابيات والترميز والتوافقيات، كلية الرياضيات، جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين
djamel17himane@gmail.com

1. الحضارة العربية الإسلامية

اهتم الإسلام منذ ظهوره بالعلم بمختلف فروعه، وبصفة خاصة بالرياضيات؛ فقد كان للحساب أهمية خاصة لارتباطه بالمعاملات التجارية وتقسيم المواريث. وتُنسب إلى الخليفة الرابع وابن عم رسول الله ﷺ، علي بن أبي طالب، بعض المسائل الحسابية، مثل مسألة الجِمال السبعة عشر (النصف والثلث والتسع)، التي تُبرز براعة في معالجة مسائل القسمة. وقد أسهمت هذه التطبيقات العملية للحساب في تهيئة المناخ العلمي الذي شهد لاحقًا نشأة علم الجبر على يد الخوارزمي [13]. ولايزال العالم يتذكر إسهامات بعض العلماء المسلمين في العصور الوسطى، على غرار ابن الهيثم وعمر الخيام وشرف الدّين الطُوسي وثابت بن قُرة وأبو جعفر الخازن وأبو الوفاء البوزجاني [1]، [2]. وهو ما يدل على عمق اهتمام الحضارة الإسلامية بالرياضيات وإسهامها في التمهيد لتطورها الحديث.

بالعودة إلى الحديث عن العالم المسلم ذي الأصول الفارسية محمد بن موسى الخوارزمي، الذي كان من العلماء المرتبطين ببيت الحكمة في بغداد خلال عهد الخليفة العباسي المأمون، وهي فترة شهدت ازدهارًا علميًا كبيرًا في الحضارة العربية الإسلامية في مجالات الرياضيات والطب والفلك والجغرافيا وغيرها من العلوم. كان الخوارزمي من أبرز أعلامها، إذ أسّس علم الجبر عبر كتابه الشهير "المختصر في حساب الجبر والمقابلة" [10]، الذي غيّر مسار دراسة الرياضيات، خاصة في حل المعادلات الجبرية، ولا سيما من الدرجة الثانية بمجهول واحد. ومن اسمه اشتُق مصطلح الخوارزميات (Algorithms) التي تُعد اللبنة الأساسية لعلوم الحاسوب والتطور التكنولوجي المعاصر. ساهم الخوارزمي أيضًا في إدخال كلمات ومفاهيم رياضية جديدة إلى اللغات العالمية، مثل كلمة "الجبر" (Algebra)، و"الخوارزمية" (Algorithm)، وكذلك الرقم "صفر" (Zephirum).

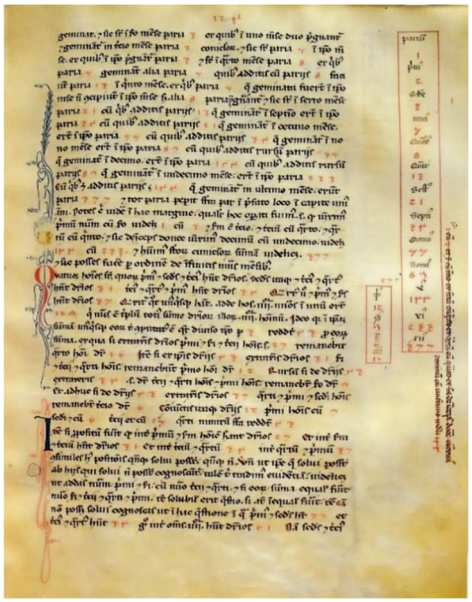
الصورة 1. غلاف مخطوط لكتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة للخوارزمي.

الصورة 2. صورة تخيلية لليوناردو فيبوناتشي (صاحب الصورة فنان غير معروف).

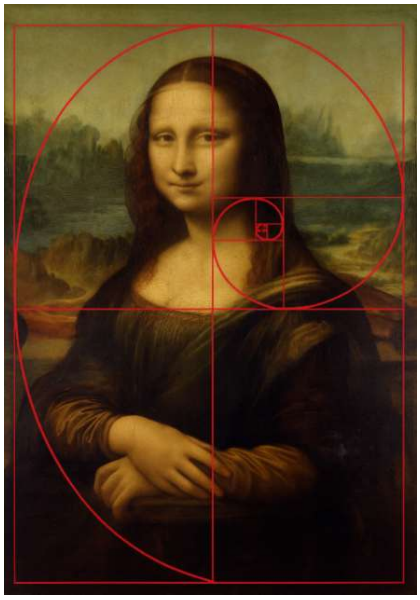
كما أسهم الخوارزمي في نشر النظام العشري ذي الأصل الهندي في العالم الإسلامي، وعرّف بطرائق الحساب المرتبطة به من خلال مؤلفاته. وقد انتقلت الأرقام العربية إلى أوروبا عبر قنوات متعددة، كان من أبرزها جهود العالم الإيطالي ليوناردو فيبوناتشي [9]، الذي تعرّف إلى أساليب الحساب العربية أثناء إقامته في مدينة بجاية بالجزائر. وفي كتابه Liber Abaci عرّف الأوروبيين بهذه الأرقام وبمزاياها العملية، مما أسهم في انتشارها تدريجيًا وحلولها محل الأرقام الرومانية في كثير من التطبيقات الحسابية.

ويُعرف فيبوناتشي بمتتاليته الشهيرة التي ظهرت في سياق مسألة افتراضية حول تكاثر الأرانب وفق شروط معينة. وتُعرَّف هذه المتتالية بالعلاقة التراجعية: $F_{n+2} = F_{n+1} + F_n$ لكل عدد طبيعي n، ولها صيغة صريحة تُعرف بصيغة بِينه (Binet's formula):

$F_n = \frac{\alpha^n - \beta^n}{\sqrt{5}}$، حيث $\alpha = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ و $\beta = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$. ويُمثّل α العدد الذهبي، في حين أن β هو مرافقه الجبري والحل الآخر للمعادلة $x^2 - x - 1 = 0$.



الصورة 3. صفحة من مخطوط كتاب Liber Abaci، المحفوظ في المكتبة الوطنية المركزية بفلورنسا. يظهر في الإطار الجانبي إلى اليمين عرضٌ لمتتالية فيبوناتشي.



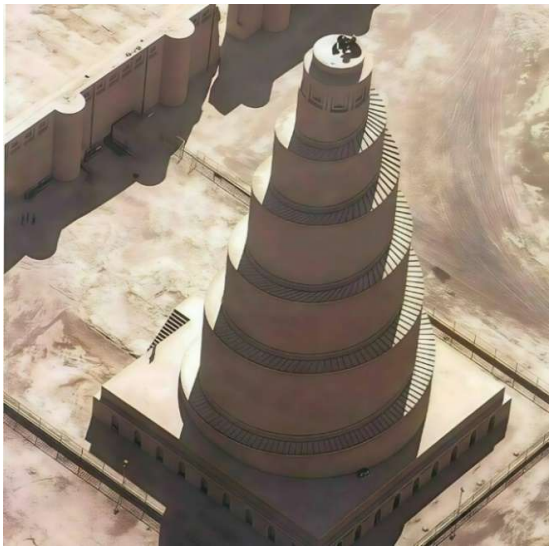
الصورة 5. لوحة الموناليزا (Mona Lisa) للفنان ليوناردو دا فينشي (1503–1506)، والمعروضة في متحف اللوفر بباريس. يرى بعض النقّاد أنّ تناسق أبعاد الوجه في هذه اللوحة يرتبط بما يُعرف بالنسبة الذهبية (Golden Ratio)، التي اعتُبرت رمزًا للجمال والتوازن في الفن الكلاسيكي.

لم تكن خصائص النسبة الذهبية مجهولة في العصور القديمة [8]؛ فقد رأى بعض الباحثين أن هذه النسبة تظهر في بعض الأعمال المعمارية والفنية القديمة، مثل البارثينون الإغريقي وبعض الأهرامات المصرية، غير أن مدى تعمد استخدامها في هذه المنشآت ما يزال محل نقاش بين المؤرخين. كما ترتبط النسبة الذهبية ارتباطًا وثيقًا بمتتالية فيبوناتشي. وتظهر أعداد فيبوناتشي في عدد من الأنماط الطبيعية، مثل ترتيب الأوراق والبذور في بعض النباتات، مما جعلها من أكثر المتتاليات الرياضية حضورًا في الدراسات التي تربط بين الرياضيات وأشكال التنظيم في الطبيعة.

ويبرز هنا تساؤل تاريخي مهم: إلى أي مدى كانت بعض الخصائص المرتبطة بمتتالية فيبوناتشي أو بالنسبة الذهبية معروفة قبل أن تُصاغ في صورتها الرياضية الحديثة؟ ومن المعروف أن علماء الحضارة الإسلامية ومعماريها امتلكوا معرفة متقدمة بالهندسة والنسب الرياضية، وهو ما يتجلى في العديد من الإنجازات المعمارية والفنية.

الصورة 5. تشكيلات طبيعية وكونية تُظهر النمط الحلزوني المعروف بـ حلزونية فيبوناتشي، من أبرز تجليات النسبة الذهبية في الطبيعة.

من الأمثلة اللافتة المئذنة الملوية في سامراء، التي شُيّدت في القرن التاسع الميلادي، أي في الفترة نفسها تقريبًا التي عاش فيها الخوارزمي. وقد دفع تصميمها الحلزوني المميز بعض الباحثين إلى دراسة احتمال وجود علاقات هندسية خاصة في بنائها، بل واقترح بعضهم ارتباطها بالنسبة الذهبية. غير أن هذه الفرضيات ما تزال محل نقاش، ولا توجد أدلة تاريخية قاطعة تثبت أن النسبة الذهبية استُخدمت فيها عمدًا من قبل مصمميها.



الصورة 6. المئذنة الملوية في سامراء (العراق). بُنيت الملوية بشكلٍ مستقلٍ عن الجامع، على قاعدة مربّعة.

الصورة 7. المئذنة الملوية لمسجد أبي دلف في سامراء (العراق). وتُعدّ المئذنة الملوية لمسجد أبي دلف مثالًا مميزًا على توظيف الحلزونيات في العمارة الإسلامية العباسية.

تشير معظم المصادر [3] إلى أن المئذنة الملوية في سامراء شُيّدت في عهد الخليفة العباسي المتوكل على الله (848–851م). وتنسب بعض المصادر المتأخرة تصميمها إلى المهندس دليل بن يعقوب[1]، غير أن ذلك لا تؤيده وثائق تاريخية قاطعة. ويثير التقارب الزمني بين تشييد الملوية وعصر الخوارزمي اهتمام الباحثين بتاريخ العلوم والعمارة، خاصة أن القرن التاسع الميلادي شهد نشاطًا علميًا مكثفًا في الرياضيات والفلك والهندسة داخل المراكز العلمية العباسية، وفي مقدمتها بيت الحكمة في بغداد. ومن ثمّ لا يُستبعد أن تكون المعارف الرياضية والهندسية المتداولة آنذاك قد أسهمت، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، في تشكيل بعض الخصائص المعمارية المميزة لهذه المنشآت.

ويُعدّ التصميم الحلزوني الفريد للملوية من أبرز سماتها المعمارية، وقد دفع بعض الباحثين إلى دراسة العلاقات الهندسية الكامنة في بنائها وإلى البحث في مدى ارتباطها ببعض النسب الرياضية المعروفة. غير أن مثل هذه الفرضيات ما تزال محل نقاش، ولا توجد أدلة تاريخية قاطعة تثبت استخدام النسبة الذهبية أو غيرها من النسب الخاصة بصورة مقصودة في تصميم المئذنة. وتظهر خصائص مشابهة في ملوية مسجد أبي دلف، التي شُيّدت في الفترة نفسها تقريبًا، مما يعكس حضور هذا النمط المعماري المميز في عمارة سامراء العباسية [4].

2. خطوط نازكا (Nazca lines)

توجد آثار شهيرة تعرف بـ خطوط نازكا، وهي سلسلة من النقوش الصخرية القديمة (الجيُوغليفات) التي تنتشر في صحراء نازكا بجنوب بيرو. وقد أدرجتها منظمة اليونسكو ضمن قائمة التراث العالمي في عام 1994 لما تمثله من قيمة تاريخية استثنائية. وتتخذ هذه الخطوط أشكالًا متنوعة، تشمل حيوانات وأشكال هندسية. ويُعتقد أنها تعود إلى حضارة نازكا التي ازدهرت بين عامي 400 و650 ميلادية.

الصورة 8. رسم تخطيطي لطائر الطنان (النحلة الطنانة) من خطوط نازكا في البيرو.

[1] تنسب بعض المصادر الشيعية تصميم المئذنة إليه، غير أنّه لا توجد وثائق رسمية تؤكّد ذلك. من بين هذه المصادر مقال منسوب إلى الدكتور علي ثويني بعنوان *"ملوية سامراء ومتحف غوغنهايم... واستلهام التراث في الحداثة المعمارية"*.

ومن اللافت أن أكبر هذه النقوش يمتد لمسافة 200 متر تقريبًا، ويعتقد العلماء أن الهدف من نحتها كان دينيًا، ربما يرتبط بطقوس الزراعة أو عبادة الآلهة. ولعل المناخ الجاف في المنطقة ساهم في حفظ هذه النقوش على مدى القرون، لتظل شاهدة على عبقرية حضارة نازكا وإبداعها الفني والفكري [5]. ورغم الغموض الذي يكتنف خطوط نازكا، فقد حاول العلماء دراسة هذه النقوش القديمة لفهم طبيعتها وهدفها.

تؤكد الدراسات الأثرية[2] أصالة خطوط نازكا وارتباطها بحضارة نازكا القديمة، كما تشير إلى أنها أُنشئت عبر إزالة الطبقة السطحية من الحصى الداكن لكشف التربة الأفتح لونًا تحتها، مما أتاح رسم أشكال ضخمة بدقة لافتة على امتداد الصحراء. وتمثل هذه الرسومات حيوانات ونباتات وأشكالًا هندسية متنوعة، ولا يزال الغرض الدقيق من بعضها موضع نقاش بين الباحثين [14]. ومن أبرز التفسيرات المطروحة أنها ارتبطت بطقوس دينية أو شعائر متعلقة بالمياه والخصوبة والزراعة، وهي عناصر كانت ذات أهمية كبيرة في البيئة الصحراوية التي عاش فيها شعب نازكا. كما اقترح بعض الباحثين وجود دلالات فلكية لبعض الخطوط، إلا أن هذه الفرضية لم تحظَ بإجماع علمي. أما النظريات التي تنسب هذه الرسومات إلى كائنات فضائية أو حضارات خارج الأرض فلا تستند إلى أدلة أثرية مقبولة. وتبقى خطوط نازكا واحدة من أكثر المواقع الأثرية إثارة للاهتمام، لما تجمعه من عناصر فنية ودينية وتاريخية ما تزال تستقطب اهتمام الباحثين إلى اليوم [12].

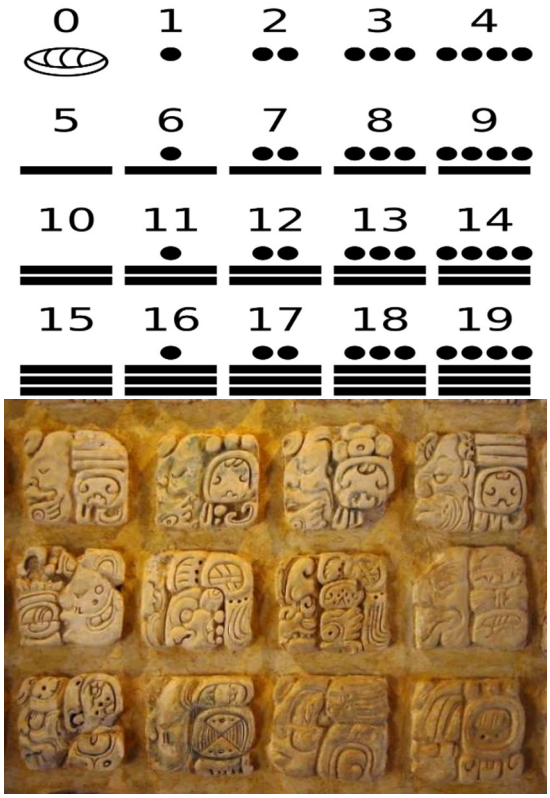
3. حضارة شعب المايا

الصورة 9. موقع تيكال (Tikal) الأثري في غواتيمالا.
صورة تُظهر مدينة تيكال، إحدى أكبر مدن حضارة المايا،
المعروفة بمعمارها الهرمي الضخم ودقّة تخطيطها الفلكي.

خلّفت حضارة المايا آثارًا ضخمة تعكس تقدّمها الهندسي والمعماري، مثل آثار مدينة تيكال بغواتيمالا التي تضم معابد شاهقة وسط الغابات، ومدينة كوبان بهندوراس التي اشتهرت بنقوشها البارزة، وتشيتشن إيتزا في المكسيك التي تحتوي على معبد كوكولكان الشهير (هرم مدرج صُمم بدقة ليعكس حركة الشمس خلال الاعتدالين). كما اشتهرت بالميادين المخصصة للعبة الكرة الطقسية التي كانت تحمل أبعادًا دينية واجتماعية. أما في الجانب العلمي، فقد أبدعت حضارة المايا

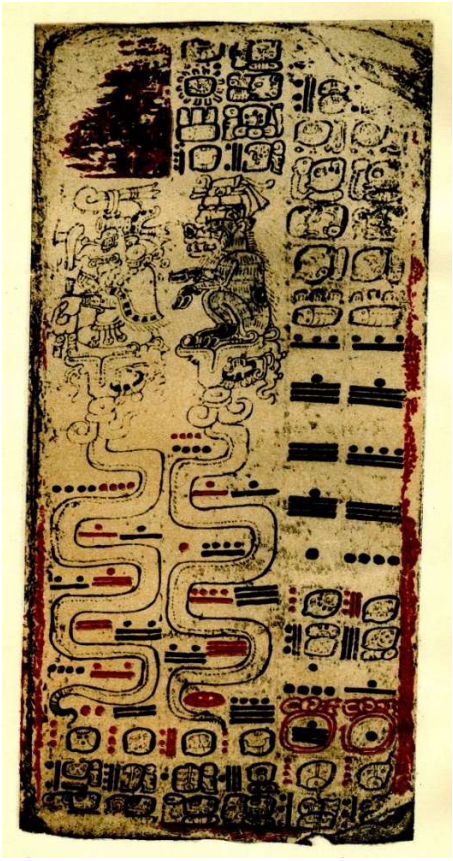
[2] للاطلاع، انظر: Dario Radley, "AI uncovers 303 new Nazca geoglyphs, including knife-wielding orca and alien figures in Peru," *Archaeology Magazine*, September 25, 2024.

في الفلك، حيث رُصدت حركات الشمس والقمر والكواكب بدقة مذهلة، وتمّ التنبؤ بالكسوف والخسوف. كما وُضع تقويمان: تقويم طقوسي من 260 يومًا، وآخر شمسي من 365 يومًا، ودُمجا في نظام معقد يُعرف بـ"التقويم الطويل" الذي كان يستخدم لتأريخ الأحداث الكبرى[3].



الصورة 10. نظام العدّ العشريني الرأسي عند حضارة المايا.

يعتمد نظام العدّ عند المايا على الأساس العشرين، ويُكتب ترتيب القيم رأسيًا، بحيث تمثّل النقاط الوحدات والخطوط العدد خمسة، بينما ترمز الأصداف إلى الصفر.



الصورة 11. نظام العدّ العشريني عند حضارة المايا. رسم توضيحي يحتوي نقوشًا من حضارة المايا، يُظهر طريقة تمثيل الأعداد في نظامٍ خماسيٍّ عشريٍّ (أساس 20)، الصورة ضمن الملكية العامة.

في مجال الرياضيات، ابتكر المايا نظامًا عدديًا عشريًا وخُماسيًا-عشرينيًا (أساس 20)، استخدموا فيه النقاط والخطوط لتمثيل الأعداد. ومن أبرز إنجازاتهم الرياضية استخدام رمز مستقل للصفر، وهو ما جعلهم من أوائل الشعوب التي طورت هذا المفهوم بصورة واضحة. وقد مكّنهم ذلك من إجراء حسابات دقيقة ارتبطت بالتقاويم والرصد الفلكي وتسجيل التواريخ. وإلى جانب ذلك، ابتكر المايا نظام كتابة متقدمًا يتكون من رموز تصويرية وعلامات صوتية، استُخدم في تدوين النصوص الدينية والتاريخية والفلكية على النصب الحجرية والمخطوطات والفخار. وقد ساعد هذا النظام الباحثين المعاصرين على فهم الكثير من تفاصيل حياتهم السياسية والدينية [7].

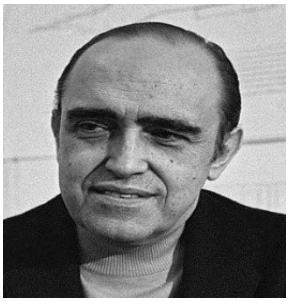
[3] Kettunen, H., & Helmke, C. (2024). *Workshop handbook* (19th ed.). Wayeb. Retrieved from: https://www.wayeb.org/resources-links/wayeb-resources/workshop-handbook/

4. هندسة بناء جامعة باب الزوار (USTHB)

تم إنشاء جامعة الجزائر للعلوم والتكنولوجيا[4] سنة 1974 لتضم تخصصات العلوم الدقيقة، والعلوم الطبيعية، وعلوم الأرض، باعتبارها امتدادًا لجامعة الجزائر 1. وقد شُيّدت على هيئة مدينة جامعية مصغّرة ببلدية باب الزوار، مما جعلها تُعدّ أكبر جامعة في الجزائر. وفي سنة 1980 أُطلق عليها اسم جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، لتتحوّل إلى قطب وطني للتكوين والبحث العلمي في مجالي العلوم والتكنولوجيا.

الصورة 12. صورة من داخل الحرم الجامعي لباب الزوار (جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين)، تُظهر إبداع المصمّم في تناسق بديع.

الصورة 13. الرئيس الجزائري هواري بومدين، الذي تحمل الجامعة اسمه.



الصورة 14. المهندس المعماري البرازيلي أوسكار نيماير، أحد أبرز روّاد العمارة الحديثة في القرن العشرين، ومصمّم جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين بالجزائر العاصمة (باب الزوار).

صمّم الجامعة المعماري البرازيلي أوسكار نيماير (1907–2012)، أحد أبرز معماريي القرن العشرين، المولود في ريو دي جانيرو. وقد عُرف باستخدامه المبتكر للخرسانة المسلحة واستغلاله إمكاناتها الجمالية، مع اعتماد الأشكال المنحنية والرمزية بدل الزوايا المستقيمة والخطوط الصارمة، وهو ما يظهر بوضوح في مختلف الهياكل المعمارية للجامعة.

[4] أمر رقم 74-50 المؤرخ في 25 أبريل سنة 1974، المتضمن إحداث جامعة الجزائر للعلوم والتكنولوجيا.

ويُعدّ هذا المجمع الجامعي نموذجًا رائدًا للهندسة المعمارية الحديثة في الجزائر، حيث يجسّد رؤية نيماير التي جمعت بين الإبداع الهندسي والرمزية في تشكيل فضاء أكاديمي فريد.

من الناحية الإنشائية، تتّسم الأبنية الأصلية للمجمع بتناسق هندسي وتناظر دقيق في توزيع الكتل، مع حضور الخرسانة المسلحة كعنصر أساسي في البناء. ويُعدّ مبنى القاعة الكبرى (Auditorium) من أبرز عناصر المشروع حيث شُيّد على شكل مضلّع شبه هرمي تحيط به بحيرة صغيرة ومساحة خضراء من أشجار الصنوبر، ما يخلق توازنًا بصريًا بين الكتلة الخرسانية والعنصر الطبيعي. ويقابل هذه القاعة مبنى رئاسة الجامعة، وهو بناء زجاجيّ من طابقين يتّسم بالشفافية والانفتاح على الفضاء الخارجي، مما يتيح رؤية بانورامية للموقع الجامعي المتميّز بالأقواس والمنحنيات، في انسجام مع عدد من السمات التي تميز أسلوب نيماير.

وتشير دراسة التصميم الأصلي للموقع إلى أن العناصر المعمارية تتكرّر وفق منطق هندسي متوازن حيث تتوزع المباني المستطيلة الضخمة المتصلة بأروقة إسمنتية مسقوفة، والهياكل المسطّحة القائمة على أعمدة فراغية، والقبب والمنحنيات التي تُضفي على المشهد حركية ديناميكية مميزة. كما يبرز مبنى دائريّ مخصّص لتعليم اللغات، إلى جانب خزان ماء أسطوانيّ من الخرسانة المسلحة، في استمرارية واضحة للمفردات الشكلية ذاتها.

الصورة 15. صورة مبنى القاعة الكبرى، بجانبه بحيرة صناعية تسبح فيها طيور مائية.

تثير الخصائص المعمارية للمجمع الجامعي بباب الزوار تساؤلات حول المرجعيات الجمالية والثقافية التي قد تكون ألهمت مصممه أوسكار نيماير. فالملاحظة البصرية للموقع من الطوابق العليا لبعض المباني تكشف عن حضور قوي للمساحات الخضراء وتداخلها مع الكتل الخرسانية، بما يمنح المشهد العام طابعًا يذكّر بالطبيعة الاستوائية التي ارتبطت بأعمال نيماير في عدد من مشاريعه.

ومن هذا المنطلق، يمكن النظر إلى تصميم الجامعة بوصفه تعبيرًا عن رؤية معمارية تتجاوز الاعتبارات الوظيفية البحتة، إذ توظف الأشكال المنحنية والكتل الهندسية والعلاقات البصرية بين المباني والفضاءات المفتوحة لإنتاج هوية عمرانية مميزة. وقد يرى بعض الباحثين أو المراقبين في بعض عناصر هذا التصميم أصداءً بعيدة للتراث العمراني لأمريكا اللاتينية، أو تشابهًا شكليًا مع بعض المنشآت التاريخية الكبرى التي اعتمدت على تنظيم هندسي لافت للمجال العمراني.

الصورة 16 .منظر جانبي لبعض المدرّجات وحجرات التدريس، يُبرز التدرج الهندسي للمدرّجات والانحناءات والتموّجات في عدد من البنايات.

الصورة 17. منظر علوي يوضح تخطيط وتصميم الكليات. يُظهر التصوير الجوي مخطط تصميم الكليات بشكل مميز.

الخاتمة

يكشف هذا المقال أنّ تاريخ الرياضيات يرتبط ارتباطًا وثيقًا بتطوّر الوسائط التي نُقلت عبرها المعرفة الإنسانية، إذ أسهمت هذه الوسائط في حفظ الأفكار الرياضية وتداولها وتطويرها عبر العصور. وقد أظهرت المقاربة التاريخية المعتمدة أن الألواح الطينية والبرديات والمخطوطات وغيرها من وسائل التدوين لم تكن مجرد أدوات لحفظ المعرفة، بل لعبت دورًا مهمًا في تشكيل طرائق التعبير الرياضي وتنظيم المفاهيم ونقلها بين الأجيال والحضارات.

ومن خلال تتبع تطور هذه الوسائط من حضارات الشرق القديم إلى الحضارة الإغريقية، ثم إلى الحضارة العربية الإسلامية، يتبين أن انتقال المعارف كان عملية تفاعل ثقافي ومعرفي معقدة، شاركت فيها الترجمة والتأويل والتطوير والإبداع. وفي هذا السياق، أسهم علماء الحضارة العربية الإسلامية، مثل الخوارزمي والبيروني والكرخي، في تطوير المعارف الرياضية وإعادة صياغتها ضمن أطر منهجية جديدة، وكان لأعمالهم أثر مهم في تطور الرياضيات في الحضارات اللاحقة.

كما تكشف العمارة التاريخية عن الصلة الوثيقة بين الرياضيات والفنون البنائية، إذ تُظهر العديد من المعالم الكبرى حضورًا واضحًا للمفاهيم الهندسية والتنظيم الرياضي في تصميم الفضاءات والأشكال المعمارية. ومن ثمّ، يمكن النظر إلى العمارة بوصفها أحد الميادين التي تجسدت فيها المعرفة الرياضية في صورة مادية، بما يعكس التفاعل المستمر بين الفكر العلمي والإبداع الفني عبر التاريخ.

رابط الجزء الأول من المقال https://www.ens-kouba.dz/magazine/pdf/n18/article18-3.pdf

المراجع

[1] العزاوي، ع.، علماء الرياضيات والفلك في العراق في عهد آل بويه، مجلة سومر العراقية، 24، 1968، 139-170.

[2] العزاوي، ع.، علماء الرياضيات والفلك في العراق، مجلة سومر العراقية، 28، 1972، 201-232.

[3] القيسي، ر.، الملوية – منارة المسجد الجامع في سمراء، مجلة سومر العراقية، 26، 1970، 277-284.

[4] مظفر، د. ط.، عمارة سامراء العباسية في عهد المتوكل، مجلة سومر العراقية، 32، 1976، 191-235.

[5] Aveni, A. F. (Ed.), *The Lines of Nazca*, American Philosophical Society, 1990.

[6] Bruins, E. M., *On the system of Babylonian geometry*, Sumer, 11(2), 1955, 44–49.

[7] Cauty, A., & Hoppan, J. M., *Les écritures mayas du nombre*, 2007.
https://shs.hal.science/file/index/docid/713305/filename/FDL_CultureMath_proPDF_version_CELIA_bis.pdf

[8] Debnath, L., *A short history of the Fibonacci and golden numbers with their applications*, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 42(3), 2011, 337–367.

[9] Devlin, K. J., *The Man of Numbers: Fibonacci's Arithmetic Revolution*, Walker & Company, 2011.

[10] Esposito, J. L. (Ed.), *The Oxford History of Islam*, Oxford University Press, 1999.

[11] Fibonacci, L. (n.d.). Liber abaci [A page showing the Fibonacci sequence]. Biblioteca Nazionale di Firenze.

[12] Foerster, B. D. *Nazca: Decoding the Riddle of the Lines*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.

[13] King, D. A. *A medieval Arabic report on algebra before al-Khwārizmī*, Al-Masāq, Studia Arabo-Islamica Mediterranea, 1(1), 1988, 25–32.

[14] Sakai, M., Sakurai, A., Lu, S., Olano, J., Albrecht, C. M., Hamann, H. F., & Freitag, M., *AI-accelerated Nazca survey nearly doubles the number of known figurative geoglyphs and sheds light on their purpose*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 121(40), 2024, e2407652121.