

فلسفة الدمج بين البناء الحركي واستلهاهم الطبيعة عند المسلمين

الأوائل "Artifices Science" فى إبداع

أ.م.د/ نرمين كامل الجداوى

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعى - كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

م.د/هيثم محمد جلال

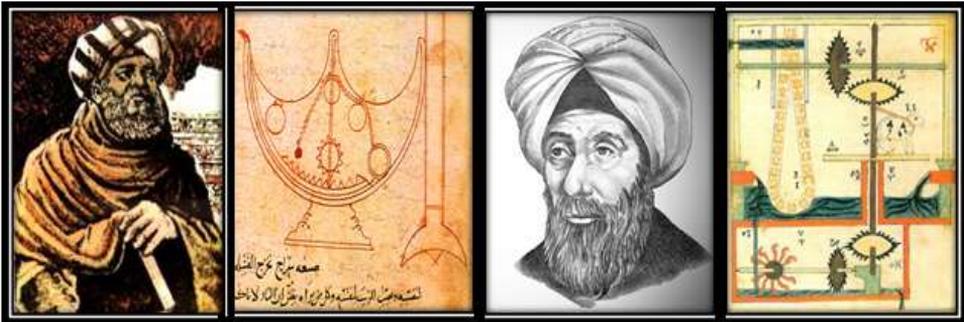
مدرس بقسم التصميم الصناعى - كلية الفنون التطبيقية-جامعة حلوان

ملخص البحث:

إن جذور كل حضارة لا بد وأن تكون قد غذيت بإنجازات أسلافها. فقد أسهم المسلمون الأوائل فى بناء حضارتنا الحالية. فلو لا إبداعات الحضارة الإسلامية لتأخرت حضارتنا المعاصرة عدة قرون. فقد أعمروا الكون بإنجازات متلاحقة أو "الفنون الميكانيكية" الذى وضع أسسه العلمية والتقنية "artifices" علمية وأدبية وفكرية وفنية. وكان لعلم "الحيل" المسلمين. كبير الأثر فى وضع ابتكارات جديدة حديثة ومعاصرة للعديد من المنتجات؛ فالنوافير المائية وآلات رفع المياه والطواحين، والساعات، وآلات الحرب، والأدوات الجراحية ... إلخ. وأيضا الطلبات المائية الموجودة الآن هى فى الأصل اختراع إسلامى وهى "آلات رفع الماء من البئر". "أما الأقفال التى نغلق بها الأبواب الآن هى فى الأصل اختراع إسلامى وهى "عالق الأبواب من الأربع جهات" والتى ظهرت حديثاً من عدة سنوات هى ابتكارات واختراعات لبناتها الأولى عربية إسلامية الأصل وأنهم أول من استخدموا الفنون الميكانيكية الوظيفية فى إبداع الحركات الميكانيكية التى تعتمد عليها تلك الاختراعات التى أطلق عليها "الحيل" فقد كانت فى زمانها أقرب لأعمال السحرة من شدة غرابتها وإخفائها داخل أشكال فنية دقيقة الصنع مستلهمة من الطبيعة ومن الكائنات الحية فنلاحظ إبداعات "بنو موسى" فى الاستلهاهم من الحيوانات فى تصميم لوحدة "غسيل الأيدي" و"طاووس الوضوء"، و"ساعة الزورق" و"ساعة الفيل" للجزرى. ومن الغريب أن بعض ألعاب عروض السحرة المعاصرين تعتمد على إبداعات بنو موسى المائية.

الكلمات المرشدة:

استلهاهم الطبيعة - علم الحيل أو الفنون الميكانيكية .



شكل 1: المبدعون "الجزرى وثابت بن قرة" ونماذج لاعمالهم

DOI:10.12816/0036527

Integration philosophy between Kinetic Structure and Nature Inspiration in Artifices Science of Islamic Pioneers

Assistant Prof. Dr. Nermen Kamel Elgadawy.

Assistant Professor, Department of industrial design Faculty of applied arts
Helwan University

Lecturer Dr. Haitham Mohamed Jalal

Lecturer, Department of industrial design - Faculty of applied arts - Helwan University,

Summery:

The roots of each civilization must have fed the achievements of their predecessors. The early Muslims had contributed in building the current civilization. Without the creativity of Islamic civilization of contemporary civilization is delayed for several centuries. It has contributed the universe by successive achievements of scientific and literary intellectual and artistic. It was the flag of 'tricks' or 'artifices mechanical arts' which was developed by the scientific and technical foundations. Significant impact on the development of new innovations in modern and contemporary to many products, water fountains and water-raising machines, mills, watches, war machines and surgical instruments. Etc. And also pumps the water is originally an Islamic invention is 'auto lift water from the well. Either the locks closed by doors now are originally an Islamic invention is 'closure of four contacts' and newly emerging from several years of innovations and inventions of Arab-Islamic origin and they first used the mechanical arts job in mechanical movements that rely on those inventions called 'tricks' were at the time closer to the work of witches from the erratic and hide inside a minute-made art forms inspired by nature and living beings we note creations 'Banu Musa' inspiration Animals in design alone 'hand wash' and 'Peacock jug', and 'boat' and 'clock hour fil' Iljazri. Curiously, some of the Games offers contemporary magicians depend on the creativity of Banu Musa.

Keywords:

Artifices Science, Mechanical Arts. Nature Inspiration,

أهمية البحث :Research Important:

التعرف على إبداعات المسلمين الأوائل وفلسفتهم في الدمج بين الفنون الميكانيكية واستلهام الطبيعة في إبداع "الحيل الميكانيكية"؛ ذلك إلى جانب وضع الإبداعات الإسلامية تحت أعين المصممين الصناعيين للاستفادة منها في وضع تصميمات معاصرة تنتمي بجذورها إلى تلك الحقب التي أثرت في حياتنا حتى الآن.

هدف البحث :Research Objective:

يهدف هذا البحث إلى كشف الفلسفة وراء جانب مهم من تاريخ التصميم والتكنولوجيا عند العرب المسلمين، من خلال نماذج من إبداعات المبدعين العرب خاصة في القرن الثاني عشر، في شتى جوانب الفكر الإنساني في وقت كان الغرب فيه مازال في سبات عميق قبل عصر النهضة في القرن السادس عشر من جانبين: الجانب الأول: هو التكوين الحركي "الميكانيكي الهندسي" والجانب الثاني: هو إستلهامهم الطبيعة لأشكال إبداعاتهم؛ وفلسفة الدمج بينهما رغم تناقضهما.

إدعاء البحث Research Assumption:

يدعى البحث أن الدمج بين التكوين الحركي "الميكانيكي الهندسي" المبتكر واستلهام الطبيعة لأشكال إبداعات المبدعين العرب لم يكن فقط تدعيماً لتلك الإبداعات من الناحية الجمالية وإن كان قد أسهم بشكل كبير في تطوير وتحسين تقبل تلك المبتكرات الميكانيكية الهندسية البحتة؛ وإنما كان ذلك وسيلة لإثارة العجب والإبهار والمتعة الفنية بأشكال تبدو طبيعية، ولكنها تحمل داخلها وطاقف أقرب لأعمال السحرة من شدة غرابتها وإخفائها داخل أشكال فنية دقيقة الصنع مستلهمة من الطبيعة ومن الكائنات الحية النباتية والحيوانية. حتى أن مبدعيها أطلقوا عليها اسم "الحيل artifices" كما ورد في مخطوطاتهم مثل مخطوطة "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" التي صنفها أبو العز اسماعيل الجزري؛ وكذلك معاصروها والمحدثون والمعاصرون من الكتاب والباحثين في ذلك المجال.

منهج البحث Methodology:

المنهج الاستقرائي Induction Approach

كلمات مرشدة Keywords:

علم "الحيل Artifices" أو "الفنون الميكانيكية" Mechanical Arts واستلهام الطبيعة Nature Inspiration.

تمهيد:

إن جذور كل حضارة لا بد وأن تكون قد غذيت بإنجازات أسلافها من الحضارات السابقة، فقد أسهم المسلمون الأوائل في بناء حضارتنا الحالية فلولاً لإبداعات الحضارة الإسلامية لتأخرت حضارتنا المعاصرة عدة قرون فقد اعمرّوا الكون بإنجازات متلاحقة علمية وأدبية وفكرية وفنية ، فقد كرم الله الإنسان بصفته عاقلاً، وجاء الإسلام ورفع من شأن العقل وأعلى من مكانته، وحث على تعلم العلم، واستخدام العقل والفكر وذلك في أكثر من موضع من المصدر الأول من التشريع، والذي كان منه على سبيل المثال لا الحصر قوله تعالى: (أفلا ينظرون إلى الإبل كيف خلقت وإلى السماء كيف رفعت وإلى الجبال كيف نصبت وإلى الأرض كيف سطحت) الغاشية آية 17-20، وقوله تعالى: (إن في خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجرى في البحر بما ينعف الناس وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد موتها وبث فيها من كل دابة ، وتصريف الرياح والسحاب المسخر بين السماء والأرض لآيات لقوم يعقلون) البقرة آية 164.

وغيرها الكثير من الآيات التي تنتهي بقوله تعالى: [لعلكم تعقلون].

ومن هنا كان علم الهندسة من العلوم الرياضية العقلية التي تستدعي الفكر وإعمال العقل، فإن الإسلام كان أول ما يدعو ويحث عليه، وقد تبلور علم الهندسة عند المسلمين وأتى ثماره عليهم وعلى غيرهم من الأمم والحضارات الأخرى.

مقدمة Introduction:

كان لعلم "الحيل Artifices" أو "الفنون الميكانيكية" الذي وضع أسسه العلمية والتقنية المسلمون كبير الأثر في وضع ابتكارات جديدة حديثة ومعاصرة للعديد من المنتجات؛ فالنوافير المائية وآلات رفع المياه والطواحين، والساعات، وآلات الحرب، والأدوات الجراحية ... إلخ. وأيضاً الطلبات المائية الموجودة الآن هي في الأصل اختراع إسلامي و"آلات رفع الماء من البئر". أما الأقفال التي تغلق بها الأبواب الآن فهي في الأصل اختراع إسلامي وهي "غالق الأبواب من الأربع جهات" والتي ظهرت حديثاً من عدة سنوات هي ابتكارات واختراعات لبناتها الأولى عربية إسلامية

الأصل، وهم أول من استخدموا الفنون الميكانيكية الوظيفية فى إبداع الحركات الميكانيكية التى تعتمد عليها تلك الإبداعات التى أطلق عليها "الحيل" فقد كانت فى زمانها اقرب لأعمال السحرة من شدة غرابتها وإخفائها داخل أشكال فنية دقيقة الصنع مستلهمة من الطبيعة ومن الكائنات الحية فنلاحظ إبداعات "بنو موسى" و"الجزرى" فى استلهام الحيوانات فى إبداعات حيل "غسيل الأيدي" و"طاووس الضوء"، و"ساعة الزورق" و"ساعة الفيل". ومن الغريب أن بعض ألعاب عروض السحرة المعاصرين تعتمد على إبداعات بنو موسى المائية الخاصة بالجرار التى تعطى جرعات من الماء منقطعة.

ظهور "علم الحيل" الخيال العلمى (البداية):

فى العصر الحالى هناك العديد من الأفلام السينمائية والروايات والقصص المطبوعة تقوم فكرتها حول الخيال العلمى Science fiction، تلك الفكرة وذلك الموضوع قد يقومان على حقائق علمية أحيانا أو تصويرية أحيانا أخرى، ومثال ذلك أفلام وروايات وقصص الخيال العلمى وعصر الفضاء والمخلوقات العجيبة، ومن ثم يأتى علماء ومخترعون تثير عقولهم تلك الأعمال ويستلهمون منها مبتكراتهم ومخترعاتهم، وذلك المفهوم ليس قاصرا على العصر الحالى بل هو قائم منذ قديم الزمان.

فمنذ أن قدم قدماء المصريين أبو الهول على شكل أسد برأس إنسان نجد أن الخيال هو أساس تلك الأعمال، ومع وجود الخيال كانت هناك الدقة المتناهية التى لا يكاد يدخلها الخطأ فى بناء الأهرامات فكان لهم قياسات عمرانية دقيقة فالأهرامات قاعدتها مربعة تماما وكل أوجه الهرم لها نفس الميل 51 درجة، وكل حجر يزن 2 طن وتتطابق الأحجار على بعضها تماما.

كذلك عند اليونان نجد ذلك الخيال فى كتابات "أرسطو" حيث ذكر أنه إذا أمكن لكل أداة "آلة" القيام بعملها، والإنصات إلى رغبة الآخرين أو توقعها، فإذا أمكن للمكوك أن ينسج، وللريشة أن تعزف على الفيتارة دون أن تهديها يد إنسان فلن يحتاج القائمون على العمل لخدام أو عبيد. كما تحتوى أساطير الرومان تماثيل من الرخام تمشى وتنتقل من مكان لآخر وكان من المعهود فى الامبراطورية الرومانية أن يستخدم كهنة المعابد عرائس متحركة بطريقة ميكانيكية، وكان هناك قوة أعلى من قوة الإنسان وأقوى منه تسيرها.

وعند العرب قصص " ألف ليلة وليلة" التى تحوى " الحصان الأبنوس" الذى (يطير دون أن يدوس)، و"الطاووس الميقاتى" الذى يعد الساعات ويرصد الآتى، وكذا "الديك الحارس" الذى يغنى عن الفؤارس (شكل 2)، ولاننسى "بساط الريح" الذى يطوى، " المصباح السحرى"، " خاتم سليمان" الذى يسخر الإنس والجان، وهى لا تختلف كثيرا عن الخيال العلمى الحالى الذى يزواج بين الحقيقة والخيال.



شكل 2: الحصان الأبنوس، الطاووس الميقاتى، والديك الحارس

فالعلماء والمخترعون المسلمون أمثال " أبو موسى " و " الجزرى " وغيرهم، ممن عملوا فى مجال الفنون الميكانيكية قد استلهموا بعض أفكارهم وأعمالهم من الأعمال الأدبية الموجودة آنذاك، التى تحوى أفكارا خيالية بالنسبة لذلك العصر من عرائس أو آلات تتحرك من تلقاء نفسها تحاكي الإنسان والحيوان.

أولاً: علم "الحيل artifices" أو "الفنون الميكانيكية" Mechanical Arts:

هناك عدة تعريفات لعلم "الحيل" منها:

- "ابن خلدون" عرفه على أنه: هو النظر فى المقادير، إما المتصلة كالخط والسطح والجسم، وإما المنفصلة كالأعداد.
- هو علم براهينه كلها بينة الانتظام، جلية الترتيب، لا يكاد الخطأ يدخل فيها لترتيبها وانتظامها، فيبعد الفكر بممارسته عن الخطأ.
- "الحيل النافعة" هى الآت وتجهيزات يعتمد البحث فيها على حركة الهواء (الايروديناميكا)، وحركة السوائل واتزانها (الهيديروديناميكا) و (الهيديروستاتيكا).

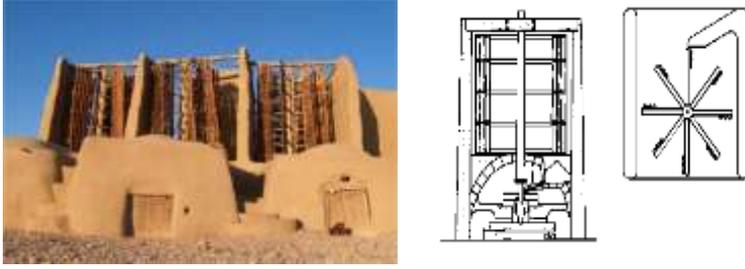
ولعل من أهم إنجازات الهندسة الميكانيكية (أو علم الحيل النافعة) ما ظهر واضحاً في الإمكانيات التي استخدمها المسلمون في رفع الأحجار ومواد البناء لإتمام الأبنية العالية من مساجد ومآذن وقناطر وسدود والارتفاعات الشاهقة لمعالم العمارة الإسلامية في عصور غابت عنها الروافع الآلية المعروفة في زماننا هذا براعة المهندسين المسلمين في التوصل لآلات رفع ساعدت على إنجاز تلك الأعمال الخالدة ، وخير مثال "سور مجرى العيون" في القاهرة أيام صلاح الدين الأيوبي، والذي كان ينقل الماء من فم الخليج على النيل إلى القلعة فوق جبل المقطم، وكانت هناك ساقية تدار بالحيوانات ترفع المياه لعشرة أمتار ليتدفق في القناة فوق السور وتسير بطريقة الأواني المستطرقة حتى تصل إلى القلعة ،ومن هنا تتجلى عظمة المسلمين في هذا الفن، ولا يستطيع أن ينكر دورهم في ذلك أحد.

قام العلماء والمهندسون المسلمون بتطوير " فن الحيل" ووضعوا له قواعد علمية جديدة وابتكروا تطبيقات رائدة للاستفادة منه وتحويله إلى واقع وإلى علم ينتفع به ... لذا سمي بعد ذلك " علم الحيل النافعة " فمن جملة منافعها التخلص من الجهل لأنها علوم يقينية لا مدخل فيها للوهم، تكسب الذهن حدة ونفاذاً، تروض الفكر ، وفيما يلي بعض نماذج من الأعمال التي سوف نوضحها:

1- طواحين الرياح :

اهتم المسلمون بالتنمية المستدامة فبنيت أول طاحونة هواء في عهد الخليفة عمر بن الخطاب عام 640 م، وأقيمت طواحين الهواء في المناطق الجافة بالصحراء العربية حيث كانت الرياح تهب بشكل دوري، وقد استخدمت في طحن الحبوب ورفع المياه كما شُيدت أعلى البيوت والقلاع لدفع الهواء عبر فتحات إلى الداخل لتكون بمثابة تكيف بدائي ، وكان يتم ثقب جدران الحجرة السفلية بفتحات مُعمية الشكل بحيث يكون طرفها الأضيق موجهاً إلى الداخل من أجل زيادة سرعة الرياح التي تضرب الأشرعة.

كانت الرحي تتصل من الأسفل باسطوانة خشبية يبلغ قطرها نحو نصف متر وطولها 3.5 متراً تقف بشكل رأسي، وكان يُثبت بها الأشرعة المصنوعة من أحزمة من أوراق الشجر أو النخل، وعندما تهب الرياح فإنها تلف الأشرعة والتي بدورها تلف الاسطوانة الرأسية والرحي (شكل3) .



شكل3: طواحين الرياح

2- تحويل التصورات والأساطير إلى حقيقة "الطيران":

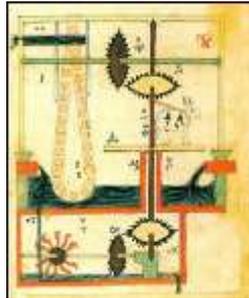
لم يقتصر دول العرب المسلمين على النقل عن الحضارات السابقة والمعاصرة لهم ولكنهم أضافوا إلى ما تعلموه وعرفوه من سابقهم نظريات، نتائج وتقنيات جديدة حولت الخيال والخرافات القديمة إلى حقيقة، والشكل التالي يوضح لوحة يونانية تبين فكرة لـ "إيكاروس" اليوناني للطيران (شكل4)، فوقتها كانت الفكرة ضرباً من الخيال، أما (شكل5) يوضح الطائرة التي اخترعها "عباس بن فرناس" ذات جناحين متحركين وطار بها فوق مئذنة مسجد قرطبة في الأندلس، التي كانت نواة لهندسة الطيران في عصرنا الحالي.



شكل4: لوحة "إيكاروس" اليوناني شكل5: الطائرة التي إخترعها "عباس بن فرناس"

3- آلة رفع الماء:-

مضخة "الزنجير والدلاء" في كتابه "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" هو نوع من آلات السقوط وهذه الآلات تعطي مردوداً حركياً بفضل سقوط الماء على المغارف ، وتحتاج عادة مثل هذه الآلات إلى رفع منسوب الماء عن طريق سدود أو مصادر مائية أخرى (شكل6).



شكل6: آلة لرفع الماء من تصميم الجزري

4- الساعة الشمعية:-

وصف الجزري أعقد ساعاتٍ شمعيةٍ عُرفت حتى الآن ، هذه الساعات صممت على أساس استخدام شمعة كبيرة ذات وزن ومقطع عرضي ثابت وذات معدل احتراق معروف، موضوعة في غلاف حديدي مع غطاء ملائم ، الجزء السفلي من الشمعة يرقد في إناء عميق له حلقة جانبه متصلة بنقل موازن من خلال بكرة كلما احترقت الشمعة كلما دفعها الثقل إلى أعلى بسرعة ثابتة ،في حين وجود آلة ذاتية التشغيل تعمل من الإناء الذي هو في أسفل الشمعة ،وهي تتكون من شمعة رفيعة عليها علامات ذات مسافات ثابتة (عادة تكون مرقمة)، وعندما تُحرق تدل على مقدار الزمن الذي مضى ، على الرغم من أن الساعات الشمعية لم تعد تستعمل الآن، فهي تقدم طريقة ذات كفاءة جيدة للدلالة على الوقت في الليل أو الأيام الغائمة (شكل7).



شكل 7: الساعة الشمعية

5- ساعة القلعة التلقائية:-

تعد أول ساعة قلعة عملاقة على الإطلاق،يعتمد مبدأ عملها على تدفق منظم ومحدد للمياه بنسبة معينة (شكل8).



شكل 8: ساعة القلعة التلقائية

ثانيا: استلهام الطبيعة Nature Inspiration:

الاستلهام هو ذلك النشاط الإنساني الذي يسعى فيه المصمم إلى الاستعانة بمصادر طبيعية بأنواعها وأشكالها المختلفة فى التصميم بصورة عامة وفى المنتج الصناعى بصورة خاصة، ولا ندعى أن الاستلهام مرادف للإلهام، إنما هو رؤية معاصرة أو بنية إبداعية فهو سلوك إنسانى له شروط محددة، فالاستلهام ليس ولادة تلقائية ،ولكنه توليد موجه يقوم على الذكاء وحسن التصرف والوعى بأصول تصميمية ،فعملية الخلق من العدم ودون وجود نموذج سابق للمخلوق هو أمر خاص بالله عز وجل وحده، أما الإنسان فيقوم بتقليد هذه المخلوقات ، فقد خلق الله المخلوقات من العدم، ونفخ فى الإنسان من روحه، ووهب الإنسان مهارات الإبداع والتصميم ولكن من موجودات وليس من العدم، فإن الكثير من المنتجات والتصميمات والإبداعات التى نعتقد انها جاءت من التصميم البشرى ما هى إلا تقليد لمخلوقات فى الطبيعة من صنع الخالق ، حتى التقنيات المتطورة التى تظهر بعد عدة سنوات من البحث، كانت موجودة سلفاً فى الأرض منذ ملايين السنين، فالاستلهام هو العلم الذى يبحث عن حل للمشكلات التصميمية من خلال النظر إلى الطبيعة كمثال يحتذى به.

فى مفاتيح العلوم نجد أن الخوارزمى عدّ " علم الحيل" واحدا من العلوم الثمانية وهى الفلسفة، العلم الالهى، المنطق، الطب، الارثماتيقي "علم الإعداد"، علم الهندسة، علم النجوم، الحيل، الموسيقى والكيمياء، ونجده يقسم علم " الحيل" إلى فرعين هما:

الفرع الأول: جر الأثقال بالقوة اليسيرة والآلات الخاصة به.

الفرع الثانى: حيل حركات الماء والأوانى العجيبة وما يتصل بها من الآلات المتحركة بذاتها.

فى التكنولوجيا الميكانيكية العربية تظهر فئتان رئيستان:

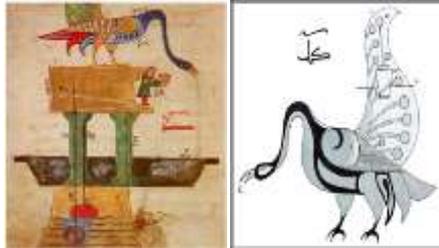
الفئة الأولى: فئة الآلات الموجهة للاستخدام اليومي، ووسائل رفع الماء وآلات الحرب.

الفئة الثانية: فئة الأدوات الموجهة لإثارة العجب والمتعة الفنية.

وفيما يلى بعض أعمال " الجزرى" التى سوف نوضحها :-

1- طاووس الوضوء:-

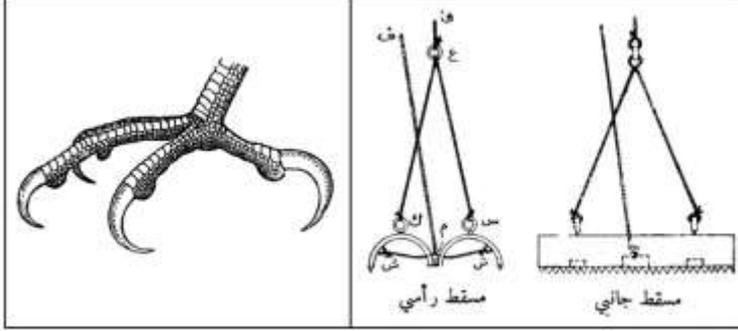
حاول المسلمون الأوائل محاكاة كثير من المخلوقات ، فقد استخدموا الأشكال النباتية والحيوانات مثل: الأسد، البطة، الثعبان، الجدى، الحوت، العقرب، الفيل، القرد والطاووس وغيرهم...، فقام العالم الشهير الجزري باختراع آلة رباتية خاصة للوضوء، وهى آلة محمولة تبدو على هيئة طاووس موضوع على صينية، على الشخص فقط أن يضغط على رأس الطاووس والمياه سوف تأتيه على ثماني دفعات كافية لإتمام الوضوء تجنبا لإهدار المياه (شكل9).



شكل 9: آلة الوضوء على شكل طاووس

2- خطاف الدلو المحارى لـ " بنو موسى":

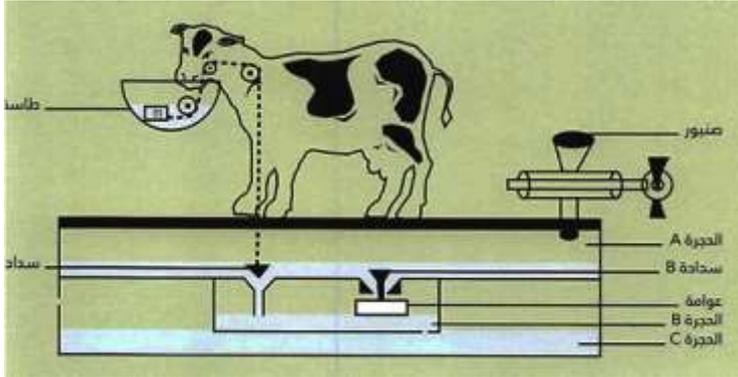
على الجانب الآخر لم يهتم المسلمون في إبداعاتهم بالشكل فقط ولكن اهتموا أيضا بالبناء الحركي " الوظيفي " فقد استلهموا من الكائنات ووظائفها ، فمثلا الطيور التي تصطاد الأسماك من البحار أو الأنهار بمخالبها القوية ، فقد أبدع "بنو موسى" أداة أو معدة لالتقاط الأشياء من البحار أو الأنهار وكانت آلية عمل تلك المعدة هي نفس آلية حركة أرجل الطائر في الإمساك بالأسماك من الماء وتسمى " خطاف الدلو المحارى لبنو موسى" (شكل10).



شكل10: خطاف الدلو المحارى لـ " بنو موسى"

3- الثور الشارب:

طور المسلمون العديد من الألعاب و النماذج الميكانيكية للحيوانات التي تُصدر أصواتا مصطنعة باستخدام ضغط الهواء وانسياب الماء ، ومن أشهرها الثور الشارب وهي عبارة عن آلة على شكل ثور تُصدر صوت ارتواء بعد أن تشرب الماء و يتضمن وصفاً دقيقاً لمضخة تتألف من زنجير طويل متصل عليه مجموعة من الدلاء، وكانت هذه المضخة التي وصفها الجزري نموذجاً مصغراً للتسلية ، وكان محيط الدولاب الرأسي يدير مسنناً آخر أفقياً متعامداً عليه، ثم تنتقل الحركة التي يسببها الماء الساقط على الدولاب عبر محور رأسي طويل إلى مسنن أفقي علوي، يدير بدوره مسنناً رأسياً آخر في الأعلى، محمولاً على محور علوي أفقي يدير الزنجير، ويدور هذا الزنجير المتصل ذو الدلاء بواسطة دولاب رأسي مثبت أيضاً على المحور الأفقي.ولما كان هذا النموذج للتسلية فإن الجزري وضع صينية وذراعاً، وتمثالاً خشبياً لبقرة تدور مع دوران العمود، ويهدف النموذج إلى تقليد السواقي التي كانت في المعتاد تدور بواسطة الأبقار (شكل11).



شكل11: آلة على شكل ثور تُصدر صوتاً

4- الروبوت:

رغم غزارة الطفرة التكنولوجية التي نعيشها في مجال الصناعات الروبوتية والأجهزة ذاتية التحكم، لا ننسى أن ندين للجزري عبقريته الميكانيكية في صناعة أول روبوت ذاتي الحركة في التاريخ، حيث صنع الجزري العديد من الروبوتات متعددة الاستخدامات ومنها مثلاً روبوت لفتاة نادلة تُقدم الماء والشاي والمشروبات، ففي هذا الجهاز يكون المشروب مخزناً بحيث يقطر في وعاء ، وبعد بذلك بسبع دقائق يُصب في كوب لتخرج الفتاة الروبوتية بعد ذلك من باب الجهاز لتقدم المشروب (شكل12).



شكل12: روبوت لفتاة نادلة تُقدم الماء والشاي والمشروبات

بالإضافة لذلك صنع الجزري فتاة روبوتية أخرى لغسل اليدين متضمنة في جهاز يعمل بآليات طرد مشابهة لآليات الطرد الموجودة في دورات المياه اليوم ،حيث تقف الفتاة الروبوتية إلى جانب حوض ماء وحينما يطرد المستخدم مياه الغسل من الحوض تقوم الفتاة بإعادة ملئه مرة أخرى (شكل13).



شكل13: غاسل اليدين المجدول من اختراعات الجزري

أما النسخة المطورة من جهاز غسل اليدين فكان جهاز الوضوء الآلي وهو يتكون من طاووس وروبوت بشري على هيئة خادم ، فعندما يقوم المستخدم بالضغط على ذراع معينة فإن الماء يتدفق من فم الطاووس ، وعندما يصل مستوى الماء في الحوض أسفله إلى مقدار معين فإنه يُحرك رافعة ليفتح باباً في الجهاز يخرج منه خادم ليُقدم الصابون، وبينما يستمر تدفق المياه حتى يعلو مستواه في الحوض إلى مقدار أعلى هنا يُحرك رافعة أخرى لتفتح باباً يخرج منه خادم آخر ليُقدم المنشفة.

5- ساعة الفيل:

وصف الجذرى عدداً من الآلات الميكانيكية المختلفة من ضاغطة، ورافعة، وناقلة، ومحركة كما أنه وصف بالتفصيل تركيب الساعات الدقيقة التي أخذت اسمها من الشكل الخاص الذي يظهر فوقها: ساعة القرد، وساعة الفيل، وساعة الرامي البارح، وساعة الكاتب، وساعة الطبال، إلخ. وتعد ساعة الفيل الضخمة أهم اختراعاته و مصدر عزه و فخره واخترعها الجزري عام (1206-1136) تتكون من وزن يعمل على الطاقة المائية على شكل فيل، والعناصر المختلفة للساعة موجودة في بيت على ظهر الفيل ، هذه الساعة مصممة لنقل وإصدار الصوت كل نصف ساعة. و آلية التوقيت تعتمد على مياه معبأة في دلو مخبأ داخل الفيل في هذا الدلو وعاء عميق عائم في المياه، ولكن مع وجود ثقب صغير في الوسط الوعاء يأخذ نصف ساعة ليتملئ من خلال هذا الثقب في عملية الغرق، الوعاء يسحب سلسلة متصلة بآلية متأرجحة بالبرج على ظهر الفيل هذه يطلق كرة تسقط في فم الثعبان، مما يؤدي إلى دفع الثعبان إلى الأمام، والذي يسحب الوعاء المغمور من المياه عن طريق السلاسل في الوقت نفسه، نظام من السلاسل يسبب في ظهور شكل في برج إما من ناحية اليسرى أو اليمنى ويضرب الفيال (سانق الفيل) الطبول، هذا يشير إلى مرور نصف أو ساعة كاملة ثم يعود الثعبان و تتكرر هذه الدورة، ما دام هناك كرات في الخزان العلوي لتساعد في تفريغ الوعاء (شكل 14).

ويمكن العثور على ساعة مستنسخة حديثة بالحجم الكامل باعتبارها حجر الزاوية في مول ابن بطوطة مركز تسوق في دبي (الإمارات العربية المتحدة) (شكل 15)، ويوجد هناك منتج مستنسخ آخر في الخارج في سويسرا وهناك نسخة جديّة غاية في الإتقان في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في جدة.



شكل 15: ساعة الفيل مول ابن بطوطة "دبي"



شكل 14: مخطوطة لساعة الفيل

بالإضافة إلى الابتكارات الميكانيكية، الساعة في حد ذاتها تُعد مثالاً مبكراً في التعددية الثقافية ممثلة في التكنولوجيا، الفيل يمثل ثقافات الهند والأفارقة، والتنين يمثل الثقافة الصينية، وطائر الفينيق يمثل الثقافة المصرية القديمة، ويمثل عمل المياه الثقافة اليونانية القديمة، والعمامة تمثل الثقافة الإسلامية.

مما سبق نستطيع أن نصل إلى أن الفلسفة وراء "علم الحيل" عند العرب المسلمين تكمن في بعض النقاط ومنها:

1- الحصول على العمل الكبير من الجهد اليسير :-

استعمال الحيلة مكان القوة ، والعقل مكان العضلات والآلة مكان البدن ، وبهذا تحايل على ضعف الإنسان .

2- تحويل التصورات والأساطير إلى حقيقة :-

علم " الحيل" هو علم قديم اهتمت به الحضارات السابقة حيث النظريات والنتائج والتقنيات حولت الخيال والخرافات القديمة إلى حقيقة مثل قدماء المصريين والصينيون والإغريق والرومان، فمعظم هذه الشعوب كانت توظفه للأغراض الدينية في المعابد أو في ممارسة السحر أو في التسلية لدى الملوك، فكان الصينيون يستخدمون عرائس متحركة على المسرح الديني لها مفاصل يتحكم فيها الممثل بواسطة خيوط غير مرئية، وقد صنع قدماء المصريين في معابدهم تماثيل لها فك متحرك تخرج صوت صفير عند هبوب الريح.

3- تطبيق تعاليم ومنهج الدين الإسلامي:

حيث إلغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني فعندما أتى الإسلام حرم إرهاب الخدم والعبيد بعدم تحملهم فوق ما لا يطيقونه ؛ لذا اتجه المسلمون إلى تطوير الآلات لتقوم عوضاً عنهم بهذه الأعمال الشاقة فلجأوا للطاقة الميكانيكية للاستغناء عن الطاقة الحيوية التي تعتمد على العبيد ، كما وأن الإسلام منع نظام السخرة في قضاء الأمور المعيشية التي تحتاج لمجهود جسماني كبير، وإتقان العمل حيث طور العرب علم الحيل الميكانيكية إلى درجة رفيعة من الإتقان ، وهذا من شيم المسلم فقد قال رسول الله صلى الله عليه وسلم " إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه".

4- وقاية الإنسان وحمايته من الأعمال الخطرة:

إن الروبوت أو "الإنسان الآلي" الذي نراه اليوم هو في الأصل اختراع إسلامي قديم، ف " بديع الزمان الجزرى" هو أحد علماء ومخترعي المسلمين وهو أول من اخترع الإنسان الآلي وكان للخدمة في المنزل في أول الأمر ،حيث طلب منه أحد الخلفاء أن يصنع له آلة تغنيه عن الخدم كلما رغب في الوضوء للصلاة ، ثم تطور الأمر لاختراع آلات لإخراج الأشياء من قاع البحر لـ " بنو موسى" ،ومن ثم أخذت الفكرة وطريقة الحركة لعمل " روبوتات " تحمي الإنسان من المخاطر مثل روبوتات البحث عن الألغام، و للعمليات الجراحية الخطرة، وروبوتات تنزل إلى أعماق البحار للاستكشاف أو لانتشال حطام السفن، وروبوتات تتفقد الأماكن الملوثة اشعاعياً... إلخ. قال الله تعالى: " ولا تلقوا بأيديكم إلى التهلكة وأحسنوا إن الله يحب المحسنين" سورة البقرة (195) .

5- استلهام أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية:

وقد حاول المسلمون الأوائل محاكاة كثير من المخلوقات سواء التي نراها أو التي لانراها مثل الجن، فقد استخدموا أشكال الحيوانات مثل الأسد، البطة، الثعبان، الجدى، الحوت، العقرب، الفيل، القرد والطاووس وغيرهم، واستخدموا

أيضا الأشكال النباتية (استلهاهم الطبيعة)، على الجانب الآخر لم يهتم المسلمون في إبداعاتهم بالشكل فقط ولكن اهتموا أيضا بالبناء الحركي " الوظيفي " مثل أعمال "بنوموسى".

6- الإبهار وإثارة العجب والدهشة:

يعد الإبهار وإثارة العجب واحدة من فلسفات علم "الحيل" قديما عند العرب المسلمين، فكانت هذه الآلات والماكينات والساعات تهدى للملوك والأمراء لكسب رضائهم ولإبهارهم وإثارة دهشتهم، فهي آلات أو معدات أو ماكينات تفعل أشياء وتتحرك وتؤدي وظائف معينة دون أن يعرف المشاهد كيفية حركتها.

7- روح العمل الجماعي:

يعد مبدأ (العمل الجماعي) أو العمل كفريق بحث متكامل من أهم ما يميز "علم الحيل" فالكتاب المسمى "معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية" وهو كتاب ألفه "بنو موسى" من أصدق الأدلة على روح الفريق، فكل جزء من الآلات المصممة من قبل بنو موسى له متخصص، فبعض الآلات عمل بها أكثر من عشرين عالماً ومهندساً، فهناك مهندسون في كيفية نقل الحركة بالتروس، وهناك مهندسون للمكايل والأوزان وهناك منهم للرياضيات والفلك، وهناك مهندسون في الصمامات ... الخ.

ثالثاً: فائدة " علم الحيل" النافعة واستخداماته:

يتصور بعض الأوروبيون أن العرب رغم ولعهم الشديد بالميكانيكا أو علم الحيل فإنهم لم يطبقوه في أمور علمية نافعة كما طبقتها أوروبا في الاختراعات العصرية الحديثة كالقطار، والسيارة والطائرة؛ كما يتصور بعضهم أن التطبيق السائد عند العرب كان في تسليية الخلفاء وفي بلاط الحكام بصناعة الدمى المتحركة والتي تصدر أصواتاً، وهذا مخالف للواقع وينم عن قصور في الدراسة والبحث؛ لأن ما تركه المسلمون والذي لا تزال آثاره موجودة حتى وقتنا الحاضر يعد أبلغ شاهد على تطور هذا العلم وتطبيقاته المتعددة... ويعد المعمار المجال الواسع لتطبيق علم الميكانيكا في عصور الإسلام المختلفة، فنظرة فاحصة إلى آثار العمارة الإسلامية الموجودة حتى عصرنا الحاضر في شرق العالم وغربه تدل على ذلك. بما تحمله من تطبيقات علمية متطورة وما أنجزه علماء المسلمين من القباب والمآذن والسدود والقنوات، فقد برع المسلمون في تشييد القباب الضخمة ونجحوا في حساباتها المعقدة التي تقوم على ما يسمى في وقتنا الحاضر بطرق "تحليل الإنشاءات القشرية" فالإنشاءات المعقدة والمتطورة من القباب مثل قبة الصخرة في بيت المقدس وقباب مساجد الأستانة والقاهرة والأندلس والتي تختلف اختلافاً جديداً عن القباب الرومانية، كل هذا يدل على تمكنهم من هذا العلم الذي يقوم على الرياضيات المعقدة. ذلك إلى جانب إنشاء السدود الضخمة التي أقيمت في العهد العباسي والفاطمي والأندلسي مثل سد النهروان وسد الرستن وسد الفرات. ثم وسائل الري والفلاحة التي ابتكرها المسلمون مثل سور صلاح الدين "سور مجرى العين" الذي يجلب ماء النيل إلى قمة جبل المقطم فوضعوا في النيل آلة متطورة ترفع الماء إلى ارتفاع عشرة أمتار لكي يتدفق من هذا الارتفاع إلى القلعة مباشرة. وطواحين الهواء، واستعمالها في مصانع الورق والمصانع نفسها وما فيها من تروس معشقة وعجلات ضخمة متداخلة. وذلك الاستغلال العبقري لنظرية الأنابيب المستطرفة في توصيل المياه في شبكة من المواسير إلى البيوت، أو في بناء النوافير داخل القصور كما في النوافير الراقصة في قصر الحمراء، هذا علاوة على استغلالها في تحريك الدمى والأبواب.

نتائج البحث Results:

1- كشفت فلسفة الدمج بين التكوين الحركي "الميكانيكي الهندسي" المبتكر واستلهام الطبيعة لأشكال إبداعات

"علم الحيل النافعة" عند المبدعين العرب المسلمين الأوائل والتي تمثلت في تطبيق تعاليم ومنهج الدين الإسلامي من عدة نواحي من خلال:

◀ الابهار وإثارة العجب والدهشة بإخفاء التفاصيل الميكانيكية المعقدة من خلال محاكاة أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية كهدف أساسي ؛ مع تطبيق تعاليم الإسلام في إتقان العمل (إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه).

◀ تطبيق تعاليم الإسلام في تكريم بنى الإنسان بإبداعات تهدف الى إلغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني، التحايل على ضعف القوة الجسدية للإنسان ووقاية الإنسان وحمايته من الاعمال الخطرة (ولقد كرّمنا بنى آدم وحملناهم فى البر و البحر).

نلك إلى جانب:

- التعرف على نماذج من الابداع والمبدعين المسلمين فى شتى جوانب الفكر الإنسانى وخاصة علم الحيل (التكنولوجيا الميكانيكية).
- سبق العرب المسلمون إلى استغلال الطاقات الطبيعية المتجددة مثل الماء والرياح.
- المبدع والمخترع العربى هو واضع مبادئ التكنولوجيا الحديثة وليس الغرب.
- الإبداعات والأفكار و التصميمات الواردة فى المخطوطات تعد بنك أفكار غنى للمصمم الصناعى.

المناقشة Discussion:

تهدف المناقشة إلى توضيح ما أضافه البحث فى مجال فلسفة الدمج بين البناء الحركى واستلهام الطبيعة فى إبداعات "علم الحيل Artifices Science" عند المسلمين الأوائل.

تحدثت كل المراجع والمخطوطات والكتب التى تناولت علم "الحيل" عن تاريخ هذا العلم والمجالات التى اختص بها هذا العلم، وأمثلة للمخترعين والعلماء العرب وشرح مخترعاتهم ، لكن لم يتناول مرجع واحد الفلسفة وراء هذا العلم ، وهذا هو ما كشفه هذا البحث، وهو السبب الخفى وراء تلك الأعمال والمخترعات، وتبين أن السبب الأساسى هو سبب دينى لتطبيق منهج وتعاليم الدين الاسلامى السمحة التى تتمركز حول " الإنسان" الذى كرمه الله تعالى فحرم سخرة الإنسان للإنسان وأيضاً تحريم إرهاب الحيوانات.

فقد اختصَّ الله عزَّ وجلَّ النَّوعَ الإنساني من بين خلقه بأن كَرَّمَهُ وفضَّلَهُ وشَرَّفَهُ، فلإنسان شأنٌ ليس لسائر المخلوقات؛ فقد خلَّقه البارئُ تعالى بیده، ونفخ فيه من روحه، وأسجد له ملائكته؛ إكرامًا واحترامًا، وإظهارًا لفضله، واتَّخذ سبحانه من هذا الإنسان الخليلَ والكلیمَ، والوليَّ والخواصَّ والأخبار، وجعله مَعِينَ أسراره، ومَحَلَّ حكمته، وموضِعَ مَثوبته.

قال الله تعالى فى كتابه الكريم : (ولقد كرّمنا بنى آدم وحملناهم فى البر والبحر ورزقناهم من الطيبات وفضلناهم على كثير ممن خلقنا تفضيلاً) (الإسراء آية 70) ، فألغى سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني بل حرم إرهاب الحيوانات، ودعا الإسلام إلى إتقان العمل أيضا ، فقد قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: " إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه " ، وقال تعالى: (الذى خلق الموت والحياة ليبلوكم أيكم أحسن عملاً) (الملك: الآية2)، وقد اهتم الإسلام بسلامة الإنسان وعدم تعريضه للخطر و وقايته من الأعمال الخطرة فقال تعالى : (وأنفقوا فى سبيل الله ولا تلقوا بأيديكم إلى التهلكة وأحسنوا إن الله يحب المحسنين) (البقرة:195)، ولا شك أن تعظيم روح العمل الجماعى من تعاليم الإسلام السمحة فقد قال تعالى: (واعصموا بحبل الله جميعا ولا تفرقوا) (آل عمران: آية

103) وغيرها كثير من الآيات والأحاديث.

التأكد من صلاحية نتائج البحث Validity of research results:

للتأكد من صلاحية نتائج البحث، تم إجراء تحرى تقييمي Validating Enquiry لوضوح الفلسفة وراء "علم الحيل النافعة" عند المسلمون الأوائل والتي تتمثل في:

- ◀ الإبهار وإثارة العجب والدهشة بإخفاء التفاصيل الميكانيكية المعقدة من خلال محاكاة أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية كهدف اساسي؛ مع تطبيق تعاليم الإسلام في إتقان العمل (إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه).
- ◀ تطبيق تعاليم الإسلام في تكريم بنى الإنسان بإبداعات تهدف الى الغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني، التحايل على ضعف القوة الجسدية للإنسان، ووقاية الإنسان وحمانيته من الأعمال الخطرة (ولقد كرمنا بنى آدم وحملناهم فى البر و البحر).

إجراءات التحرى التقييمي:

أولاً: اختيار مجموعة من الحكام Judges ممن لهم خبرة كبيرة فى جوانب فلسفة التصميم، تاريخ التصميم والفن الإسلامى، وذلك لتقدير وضوح الفلسفة وراء "علم الحيل النافعة" عند المسلمين الأوائل، وهم:

▪ الأستاذ الدكتور / محمد عزت سعد محمود

أستاذ متفرغ بقسم التصميم الصناعى بكلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
أستاذ فلسفة التصميم بقسم التصميم الصناعى.

▪ الأستاذ الدكتور / رجب هلال عبد الجواد

أستاذ بقسم التصميم الصناعى بكلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان
أستاذ التقنية الجمالية وتاريخ وتكنولوجيا التصميم بقسم التصميم الصناعى.

▪ الدكتورة / إيمان موسى البنا

أستاذ مساعد بقسم الخزف بكلية الفنون التطبيقية - جامعة حلوان

اهتمامها بالفن الإسلامى حيث كانت رسالة الدكتوراه الخاصة بها فى هذا المجال.

ثانياً: عرض موضوع البحث وجوانبه ونتائجه، وتفاصيله لكل عضو من مجموعة المحكمين الثلاثة لإعطائه رؤية متكاملة عن موضوع التحرى، وشرح وافٍ حول الجوانب المراد التحقق منها.

ثالثاً: تقديم شرح وافٍ لأسلوب استيفاء إستمارة التحرى (مرفق رقم 1).

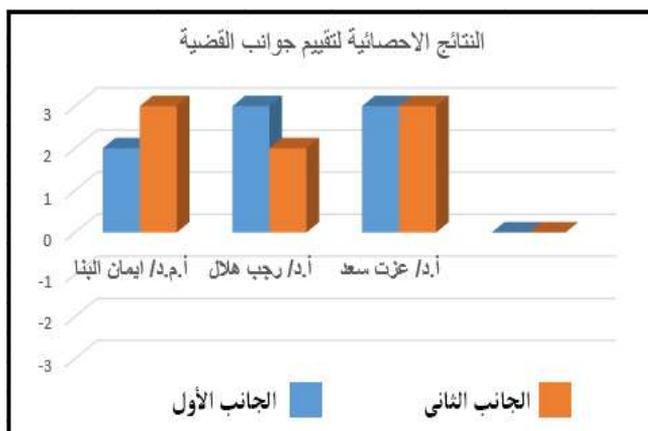
رابعاً: تحليل نتائج التحرى لتقدير صلاحية نتائج البحث؛ وذلك على أسس إحصائية.

خامساً: عرض النتائج الإحصائية للتقييم على النحو التالى (جدول 1).

جدول رقم 1: يوضح النتائج المختلفة لتقييم صدق نتائج البحث

لجنة التحكيم			جوانب القضية
أ.م.د/ إيمان البنا	أ.د/ رجب هلال	أ.د/ محمد عزت	
2	3	3	<p>وضوح الفلسفة وراء "علم الحيل النافعة" عند المسلمين الاوائل والتي تتمثل في:</p> <p>◀ الجانب الأول: الإبهار وإثارة العجب والدهشة بإخفاء التفاصيل الميكانيكية المعقدة من خلال محاكاة أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية كهدف أساسي؛ مع تطبيق تعاليم الإسلام في إتقان العمل (إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه).</p>
3	2	3	<p>◀ الجانب الثاني: تطبيق تعاليم الإسلام في تكريم بنى الإنسان بإبداعات تهدف إلى إلغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني، التحايل على ضعف القوة الجسدية للإنسان ووقاية الإنسان وحمايته من الأعمال الخطرة (ولقد كرّمنا بنى آدم وحملناهم فى البر و البحر).</p>

توضح النتائج الإحصائية للجنة التحكيم لتقييم جوانب القضية أن التقييم للثلاثة محكمين جاء كله فى الجزء الأيمن من جدول التقييم أى فى الجزء الموجب، ونلاحظ تقارب درجات التقييم ما بين 3 درجات ودرجتان مما يدل على أهمية الفلسفة وراء علم " الحيل النافعة " والتي تنصب كلها فى تطبيق تعاليم ومنهج الدين الإسلامى الحنيف، فالجانبان اللذان يتم التقييم على أساسهما مجموع تقييم كل منهما $8 = (3+3+2)$ ، فهما متساويان فى التقييم وهذا يدل على أن الإبهار وإثارة العجب والدهشة بإخفاء التفاصيل الميكانيكية المعقدة من خلال محاكاة أشكال وحركات وأصوات الكائنات الحية كهدف أساسي؛ مع تطبيق تعاليم الإسلام فى إتقان العمل لا يقل أهمية عن تطبيق تعاليم الإسلام فى تكريم بنى الإنسان بإبداعات تهدف إلى إلغاء سخرة العبيد ومجهودهم الجسماني، التحايل على ضعف القوة الجسدية للإنسان ووقاية الإنسان وحمايته من الأعمال الخطرة (ولقد كرّمنا بنى آدم وحملناهم فى البر و البحر).



خامساً: التوصيات Recommendations

- 1- دراسة علم "الحيل artifices" أو "الفنون الميكانيكية" الذى وضع أسسه العلمية والتقنية المسلمون لما له من تأثير عند وضع ابتكارات حديثة للعديد من المنتجات.
- 2- التعرف على نماذج من الإبداع المسلمين فى شتى جوانب الفكر الإنسانى وخاصة علم الحيل (التكنولوجيا الميكانيكية) للاستفادة منها.
- 3- دراسة تاريخ التصميم والتكنولوجيا عند العرب المسلمين، من خلال نماذج من إبداعات المسلمين العرب خاصة فى القرن الثانى عشر.
- 4- وضع الإبداعات الإسلامية تحت أعين المصممين الصناعيين للاستفادة منها فى وضع تصميمات حديثة معاصرة.
- 5- تحقيق وطبع المخطوطات المرتبطة بإنجازات العرب المسلمين فى مجال "الحيل النافعة".

سادساً: المراجع References - أ - الكتب العربية:

- 1- ابراهيم اليازجى، العلوم عند العرب، دار المعارف للطباعة والنشر، سوسة - تونس، 1988م.
- 2- أحمد فؤاد باشا (دكتور) ترجمة عن "دونالد ر. هيل" العلوم والهندسة فى الحضارة الإسلامية،
- 3- احمد يوسف الحسن (دكتور)، كتاب الحيل، تصنيف بنو موسى بن شاكر، سلسلة تاريخ التكنولوجيا 3، معهد التراث العلمى العربى، جامعة حلب، سوريا، 1981م.
- 4- محمد عزت سعد (دكتور)، النافع فى منابع التصميم فى نور القرآن الكريم، جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية، 2000م.
- 5- مخطوطة "الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل" تأليف أبى العز اسماعيل الجزرى، تحقيق أحمد يوسف الحسن (دكتور) مع آخرين، مصادر ودراسات فى تاريخ العلوم العربية الإسلامية - سلسلة تاريخ التكنولوجيا 2، معهد التراث العلمى العربى، جامعة حلب، سوريا، 1979م.
- 6- مخطوطة "علم الساعات والعمل بها" تأليف رضوان بن محمد الخراسانى، مخطوطة مصورة ومحفوظة بدار الكتب والوثائق المصرية تحت رقم 24 صناعة تيمور.
- 7- منير مصطفى درويش، (رسالة دكتوراه)، "الاستفادة بتصميمات مخطوطة الجامع بين العلم والعمل النافع فى صناعة الحيل للجزرى فى مجال تدريس إشغال الخشب فى إعداد مدرس التربية الفنية"، جامعة حلوان، كلية التربية الفنية، 1979م.

ب - المراجع الأجنبية:

1- Donald R.Hill - **Islamic science and engineering** - Edinburgh university press - 1986.

ج - المواقع الالكترونية :

- 1- <https://sites.google.com/a/iandalus.com/planet-science/home/alm-alsaat/ashkal-wanwa-alsaat-br-altarykh>
- 2- <https://sites.google.com/a/iandalus.com/planet-science/home/alm-alsaat/ashkal-wanwa-alsaat-br-altarykh>
- 3- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D9%84%D9%85%D9%8A%D9%86
- 4- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%A7%D8%B9%D8%A9_%D8%B4%D9%85%D8%B9%D9%8A%D8%A9
- 5- <http://mqttfat.blogspot.com.eg/2013/06/blog-post.html>