استحداث نظم البنية الإيقاعية في التصميم الزخرفي المتعدد السطوح من خلال نظرية محاكاة الطبيعة Bio-mimicry

د/ طارق محمد عبد الحي محمد
المدرس بقسم الزخرفة –كلية الفنون التطبيقية–جامعة دمياط–2016م

- **ملخص البحث:**

تتحدد مشكلة البحث في اطار التوصل التجريبي الى أسلوب جديد في اثراء بنائية تصميم المعلق الجداري والزخرفي، والذي يمكن تحقيقه من خلال فهم واستلهام النظم البنائية واللونية الطبيعية ذات السمة الايقاعية، والإستفادة من جمالية التفاصيل الشكلية العضوية الدقيقة في الطبيعة والكائنات الحية في ضوء نظرية محاكاة الطبيعة "**Bio–mimicry**"، وتوضيح امكانية استخلاصها ومحاكاتها، ثم طرحها من جديد في صورة رمزية يمكن استخدامها كوحدة شكلية او فراغية قابلة للنمو الانشائي وفق نظم محددة للتكرارات الايقاعية، واعادة تنسيق العلاقة البنائية "الشكلية/الفراغية" الناتجة عن هذا الترتيب الايقاعي بانواعه المختلفة لهذه الوحدات في اثراء بنية تصميمية ابتكارية تتميز بتعدد مستوياتها الانشائية المسطحة والمفرغة، بغرض التوصل الى انتاج معلقات جداريه تصلح للاستخدام في العماره الداخليه المعاصره. ولذلك فالاطار التجريبي يؤكد على التواصل بين التقدم العلمي بنظرياته الحديثة وتطوره السريع وبين مداخل التشكيل والتجريب ذو الممارسة الجمالية المميزة . وبذلك يمكن الإستفادة منها فى من خلال تتبع عناصرها وعملياتها البنائية ونظمها الشكلية فى ايجاد بنيه تصميميه قائمة على أشكال تصلح كمفردات جديدةتحمل في طابعها الهوية العربية والاسلامية تتواكب وانتاج تصميمات لمعلقات جدارية ذات صبغة معاصرة.

- **ومن ذلك السياق فان الباحث يطرح التساؤلات التالية:**

– هل يمكن استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" ؟

– هل يمكن تطبيق مفاهيم نظرية محاكاة الطبيعة Bio–mimicry في تصميم التكسيات الزخرفية الداخلية و الخارجية بحيث تحمل طابع وهوية التصميمات الزخرفية الاسلامية؟

- **اهداف البحث:**

– تطبيق مفاهيم نظرية محاكاة الطبيعة Bio–mimicry في اطار نظرية الجشطلت بما يثري الجانب الزخرفي في التصميم المتعدد السطوح.

– استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" تحمل طابع وهوية التصميمات الزخرفية الاسلامية.

- **الكلمات المفتاحية** : النظم – البنية الايقاعية–تعدد السطوح – نظرية محاكاة الطبيعة **Bio–mimicry.**

Development of rhythmic structure systems in the multi decorative surfaces design through theory of nature simulation "Bio–mimicry"

Dr . Tarek Mohamed Abd El Hai
Lecturer, Decoration department, Faculty of Applied Arts, Damietta University, 2016

Abstract:

The research problem is determined as part of the framework to reach a new way of enriching the structural design of the wall and decorative pendants, which can be achieved through understanding and inspiration structural systems, natural color with a rhythmic theme, and take advantage of the aesthetic details formalism organic micro in nature and biota of the light to simulate nature theory " Bio-mimicry ", and to clarify the possibility of drawn and simulation, and then re-introduced in the form of symbolism that can be used as a pattern form or vacuum pattern, viable structural according to specific systems iterations rhythmic, and re-coordinate the relationship constructivist" formal /

DOI:10.12816/0036577

vacuum "caused by the rhythmic arrangement of various different kinds of these units to enrich the design innovative structure characterized by multiple of flat levels construction and flat levels contains void shape patterns, in order to reach a production some mural pendants suitable for using in contemporary interior decorative architecture.

Therefore experimental framework is confirmed of the communication between his theories of modern scientific progress and rapid development and the composition of the entrances and experimentation with distinctive aesthetic practice, And thus it can be used through following the elements and operations of the structural and formal systems to find constriction of design forms suitable for using as new patterns bearing in character the Arab and Islamic identity to keep pace and produce designs for the mural posters with a contemporary character.

• It is that context; the researcher raises the following questions:

- Can the introduction of the multi-level structural design so be rhythmic systems through simulation “Bio-mimicry " theory?

-Could it apply the theory to simulate nature Bio-mimicry concepts in the design of decorative internal and external coatings to withstand the character and identity of the Islamic decorative designs?

• Research goals:

- The application of theory to simulate nature Bio-mimicry concepts within the framework of the theory of Gestalt including enriches the decorative side of the multi-design surfaces.

- The introduction of structural design with multiple levels of rhythmic systems through simulation “Bio-mimicry " theory carry the character and identity of the Islamic decorative designs.

• Keywords: systems - multi-rhythmic structure surfaces - the theory of Bio-mimicry .framework

- **مقدمة:**

تعد دراسة الطبيعة في دقائقها وعلاقاتها ونظم تراتبها المختلف الإيقاعات من المصادر الرئيسة للأفكار الابتكارية للفنانين ودارسى الفنون بشكل عام والمصممين التطبيقيين فى مجال التصميمات الزخرفية بوجه خاص ، حيث إن الطبيعة بما تشتمل عليه من طبيعة عضوية حية وجامدة دائما ما تجذب انتباه الكثيرين لما تحتوي عليه من غموض في الكثير من اشكالها وطبيعتها التي تحتوي في كل مناحيها على النظام في ما يبدو أنه غير منظم، فكل نظام أو نسق ينطوى على الكثير من العلاقات الداخلية المتباينة والمتنامية في توافق عجيب خاضع للعديد من النظريات العلمية التي تفسره وتوضح حقائقه في إطارها العلمي، أما في المجال التشكيلي فإن الفنان والمصمم يتخذ مسلكا مغايرا في نتيجته ولكن نابعا من نفس مصدر التفسير العلمي؛ حيث يتخذ العديد من مداخل التجريب من خلال تكشفه برؤيته الخاصة والرقمية العلاقات التشكيلية التي يبدع منها مؤلفاته ورؤاه الشكلية والرمزية والتعبيرية ذات الدلالة.

- **مشكلة البحث:**

تتحدد مشكلة البحث في إطار التوصل التجريبي إلى أسلوب جديد في إثراء بنائية تصميم المعلق الجداري والزخرفي، والذي يمكن تحقيقه من خلال فهم واستلهام النظم البنائية واللونية الطبيعية ذات السمة الإيقاعية، والاستفادة من جمالية التفاصيل الشكلية العضوية الدقيقة في الطبيعة والكائنات الحية في ضوء نظرية محاكاة الطبيعة **"Bio-mimicry"**، وتوضيح إمكانية استخلاصها ومحاكاتها، ثم طرحها من جديد في صورة رمزية يمكن استخدامها كوحدة شكلية أو فراغية قابلة للنمو الإنشائي وفق نظم محددة للتكرارات الإيقاعية، وإعادة تنسيق العلاقة البنائية "الشكلية/الفراغية" الناتجة عن هذا الترتيب الإيقاعي بأنواعه المختلفة لهذه الوحدات في إثراء بنية تصميمية ابتكارية تتميز بتعدد مستوياتها الانشائية المسطحة والمفرغة، بغرض التوصل إلى إنتاج معلقات جدارية تصلح للاستخدام في العمارة الداخلية المعاصرة .

وتعد هذه الممارسة التجريبية مدخلا تصميميا ممنهجا جديدا في المجال التطبيقي والتشكيلي من الوجهة الابتكارية والمتعلق بتصميم وإنتاج المعلقة الجدارية المتنوعة السطوح، حيث تعتمد النظرية الطبيعية للمحاكاة على التدقيق في استخدام أدق التفاصيل "الجزء" لإنتاج فكرة أو تصميم شامل "الكل" ؛ ولذلك فالإطار التجريبي يؤكد على التواصل بين التقدم العلمي بنظرياته الحديثة وتطوره السريع وبين مداخل التشكيل والتجريب ذو الممارسة الجمالية المميزة . وبذلك يمكن الاستفادة منها فى من خلال تتبع عناصرها وعملياتها البنائية ونظمها الشكلية فى إيجاد بنية تصميمية قائمة على أشكال تصلح كمفردات جديدةتحمل في طابعها الهوية العربية والاسلامية تتواكب وإنتاج تصميمات لمعلقات جدارية ذات صبغة معاصرة.

ومن ذلك السياق فإن الباحث يطرح التساؤلات التالية:

- هل يمكن استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" ؟
- هل يمكن تطبيق مفاهيم نظرية محاكاة الطبيعة Bio-mimicry في تصميم التكسيات الزخرفية الداخلية و الخارجية بحيث تحمل طابع وهوية التصميمات الزخرفية الاسلامية؟
- إلى أي مدى يمكن الاستفادة من جماليات التصميم الزخرفي من خلال نظرية المحاكاة" البايوميمكري" Bio-mimicry في تنوع الصياغة التشكيلية للمسطحات الجدارية والتطبيقية ؟
- هل يمكن تحقيق البعد الثالث الحقيقي والإيهامي من خلال الحد من قيمة اللون المستخدم في التصميم الزخرفي المتعدد السطوح في المعلقة الجدارية؟

- **فروض البحث :**

- يمكن استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" تثري جماليات المعلقات الجدارية الداخلية .
- تعد النظريات والمفاهيم العلمية والطبيعية أحد أهم المنابع الحديثة والمتجددة التي تفيد في إيجاد منطلقات فكرية معاصرة للفنون التصميم التطبيقية.
- توظيف التحليل البنائي ذو النسق الرياضي النابع من استخلاص الوحدات الطبيعية العضوية في المسطح يثري البنية الإيقاعية التشكيلية والتطبيقيه للمعلق الجداري .
- يمكن تحقيق البعد الثالث الحقيقي والإيهامي من خلال الحد من قيمة اللون المستخدم في التصميم المتعدد السطوح.

- **مسلمات البحث:**

- التركيز على المحاكاة المحددة والمقصودة في الاكتشاف والتناول الابداعي والجمالي التشكيلي والتطبيقي للأنماط والوحدات الشكلية الطبيعية الكاملة المرئية بالعين المجردة أو ما يتكشف للرؤية باستخدام عدسات التكبير أوالتصوير والتكبير.
- التحديد والانتقاء الشكلي والتصميمي المجرد في سياق الإطار العضوي القابل للتناول والاستلهام والطرح الجمالي والتنظيمي التشكيلي والتطبيقي.
- التناول التجريبي في إطار النظم البنائية والإنشائية للتشكيلات الإيقاعية على السطح التصميمي متعدد ومتنوع المستويات الشكلية والفراغية.

- **أهمية البحث:**

- التأكيد على التواصل الدائم بين نتائج البحث العلمي والفن من خلال التفاعل فيما بينهما في إطار مكتشفات العلوم الطبيعية.
- إن تحقيق البعد الثالث الحقيقي والإيهامي من خلال الحد من قيم اللون المتناقضة في التصميم المتعدد السطوح يكسب السطح الجداري بنية تصميمية مبتكرة .
- إمكانية الدمج بين الشكل والفراغ الحقيقي والتصميم الجداري يثري جماليات المعلقات والمسطحات الجداريه للعمارة الداخلية.
- إثراء المنظومة البصرية للجداريات والمعلقات الداخلية من خلال التطبيق الواعي المنظم للقيم الإيقاعية الجمالية المتنوعة للمسطح التصميمي يثري الجوانب التشكيلية والتطبيقيه للمعلق الجداري .

- **أهداف البحث:**

- تطبيق مفاهيم نظرية محاكاة الطبيعة Bio-mimicry في اطار نظرية الجشطلت بما يثري الجانب الزخرفي في التصميم المتعدد السطوح.

- استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" تحمل طابع وهوية التصميمات الزخرفية الإسلامية.
- إثراء جماليات التصميم الزخرفي للمسطحات الجدارية من خلال نظرية المحاكاة" البايوميمكري".
- تحقيق البعد الثالث الحقيقي والإيهامي من خلال الحد من قيمة اللون المستخدم في التصميم المتعدد السطوح.

- **حدود البحث :**

يعتمد الباحث على دراسة بعض مظاهر الوحدة العضوية لطبيعة المظهر الخارجي لبعض الكائنات الحية بغرض التوصل إلى عمل تحليلات بنائيه لتلك الوحدات في سياق المحددات البحثية التالية:

- يقتصر البحث على التدقيق البحثي في مختارات من النظم الشكلية التفصيلية الطبيعية والتشريحية لبعض الكائنات الحية التي ترى تفاصيلها الشكلية بالعين المجردة .
- الاقتصار فقط على محددات المظهر الخارجي للكائنات الحية متمثل في قطاعات تفصيلية من تفاصيل الرسوم الحقيقية اللونية المميزة مثل (الجلود/ الفراء / الريش)
- تعتمد تقنية التنفيذ التطبيقية على توليف ومواءمة وحدة الأنساق الشكلية والفراغية بين الخامات المختلفة المدمجة على المسطحات المتعددة المستويات والتصميم الإنشائي بالتشكيل البنائي الإيقاعي المباشر في المعلقة الجدارية.
- يتحدد الجانب التطبيقي في البحث على تحقيق المواءمة في استخدام المسطحات والمستويات الهندسية والعضوية المستلهمة من وحي العلاقات الهندسية للشكل والأرضية المفرغة، تصميم بنية المسطح الجداري المتعدد المستويات والسطوح وفق منطق رياضي تكراري محسوب قائم على مجموعة من القيم الإنشائية ذات النسق ، بحيث يؤكد جمالية الشكل والفراغ في نفس الوقت، والمحاكي للأنساق والنظم البنائية ذات الطابع الإسلامي والعربي .
- إنتاج أفكار بنائية وتصميمية جرافيكية بالبرامج التطبيقية للحاسب "برنامج معالج الصور/ الفوتوشوب" تعتمد على ما تسفر عنه تصميمات المحاكاة من خلال النظم الإيقاعية المتغيرة في التجربة التطبيقية من خلال الشكل النهائي للمعلقة الجدارية، ومن خلال التصميم الكلي الشامل وفي ضوء استخدام تقنيات الفن الرقمي، والتصوير الرقمي الفوتوغرافي و استخدام برامج الحاسب الآلي برنامج " الفوتوشوب ".

- **منهجية البحث:**

- المنهج التحليلي : يشمل تفسير وتحليل الحقائق والمعلومات والبيانات التي تم الحصول عليها.
- المنهج التجريبي : يشتمل التجربة التطبيقية للباحث والطلاب والقائمة على بعض المداخل التصميمية الثنائية الأبعاد التي انتهجها الباحث وثلاثية الأبعاد والمنفذة في بعض المعلقات الجدارية المتعددة المستويات والسطوح والمنفذة بالخامات.

وقد جاءت منهجية البحث من خلال رغبة الباحث في تحقيق مدخل ابتكاري تعليمي مستحدث يعتمد على إحياء قيم المحاكاة من الطبيعة ولكن بأسلوب تصميمي متنوع ومتناسق، يحمل بين طياته أسلوباً واضحاً ومحدداً ومرتباً ومتتابعاً؛ وذلك لابتكار منهج نابع من استراتيجية بنائية وتصميمية حقيقية وفاعلة في تطوير وتحسين مستوى الطالب المصمم والارتقاء بمهاراته الإدراكية والعقلية والتنظيمية ومهارات المجال العلمي المعرفي ذو الصلة.

حيث تعتمد منهجية البحث على مدى امكانية استحداث نظم البنية الإيقاعية في التصميم الزخرفي المتعدد السطوح من خلال نظرية محاكاة الطبيعة Bio-mimicry بهدف الإتقان التحليلي والتطبيقي والافتراضي لمهارات التصميم المتنوعة في تجميل المساحات الداخلية بالتكسيات الجدارية والتصميمات المتعلقة بالمعلقات الحائطية ذات الصبغة الجدارية من حيث تنوع وتراكب السطوح المزخرفة والمفرغة، غير أن المنهجية تعتمد على تحديد سياق تشكيلي بنائي ذو طابع وهوية عربية إسلامية بحيث يعد من المحددات التجريبية للتفاعل مع الصيغ الشكلية المتوعة، ويعد من الصعوبة من حيث طبيعة الاختيار للوحدات الشكلية منذ البداية وطبيعة ترتيبها

في إيقاعات متناغمة ومتضادة ومتقابلة ومتباينة بحيث تحقق أنساق بنائية مزخرفة تؤكد القيم الشكلية الفراغية المستلهمة في ذات الوقت من روح وطابع الفنون الإسلامية، ويعد البحث التجريبي للباحث وطلاب التجربة في هذا السياق أمرا مميزا ومختلفا من حيث الفكرة والصياغة والتحقيق.

- **مصطلحات البحث :**

النظام عبارة عن مجموعة من المكونات المرتبة والمنظمة التى تعمل معاً لتحقيق غرض مشترك، وقد تزامن ظهور هذا المفهوم مع ظهور مفهوم الاتصال وقد زاد من أهمية مقدرته على استيعاب أفكار المواد التعليمية بشكل كلى. وأكد مفهوم النظم أن الوحدة الأساسية أو الناتج للمجال هى أنظمة تعليمية كاملة، وليست مواد تعليمية فردية مستقلة، وكذلك أكد وجوب النظر إلى المواد التعليمية الفردية كمكونات للنظام التعليمى وليست كمعينات منفصلة لتعليم المعلم".[1]

- تكوين النظم :

التكوين هو عملية ترتيب وتنظيم تلك العناصر التصويرية التي سبق أن دُرست منفصلة بهدف خلق وحدة مفاهيمية"[2]، وتكوين النظم يعني الاتساق العام الشامل والمترابط التي تتحقق من خلاله الوحدة الكلية لمجموع الأجزاء التفصيلية في الكل الكامل الواضح الذي يحقق ويحدد الخرض من ترتيب علاقات هذه الأجزاء بما يحقق الجوانب الجمالية والتطبيقية المرجوة.

- توازن البنية الإيقاعية:

يعرف التوازن بأنه التحكم في الجاذبية المتعارضة عن طريق الإحساس بتعادل عناصر وأجزاء العمل الفني أو تعادل بين القوى المتعارضة أو المتضادة، والتوازن هو ضرب من الوزن، فهو بمثابة توزيع الأثقال بالنظر إلى الطريقة التي يؤثر بعضها في بعض".[3] وارتباط التوازن بالايقاع يتحقق من خلال التنظيم البنائي للأشكال والفراغات وفقا للقيم الإنشائية التي يقوم المصمم بترتيبها . ويعرف الإيقاع بأنه " تكرار منظم للكتل أو المساحات أو الحجوم أو الألوان أو الخطوط أو الظل والضوء أو الملمس في التكوين الفني، والتي يطلق عليها وحدات (units)، وتكون إما متماثلة أو مختلفة أو متقاربة أو متباعدة، وتقع مسافات بين كل وحدة وأخرى لترتيب درجاتها تعرف بالفترات (Intervals) "[4]، والإيقاع مهما كان في الصورة لابد من وقوعه في أي من المراتب الآتية؛ إما أن يكون الإيقاع رتيباً أو غير رتيب أو إيقاعاً حراً أو إيقاعاً متناقصاً أو متزايداً، والإيقاع الرتيب هو ذلك الإيقاع الذي تتشابه فيه كل من الوحدات والفترات تشابهاً تاماً من جميع الأوجه باستثناء اللون، إذ تختلف فيه الألوان، فقد تكون الوحدات سوداء مثلاً والفترات بيضاء أو رمادية، والإيقاع غير الرتيب هو الإيقاع الذي تتشابه فيه جميع الوحدات مع بعضها، كما تتشابه فيه جميع الفترات مع بعضها أيضاً، ولكن تختلف فيه الوحدات عن الفترات حجماً أو لوناً، والإيقاع الحر هو الإيقاع الذي يختلف فيه الوحدات عن بعضها اختلافاً تاماً، كما تختلف فيه الفترات عن بعضها اختلافاً تاماً أيضاً.

ـــتعدد السطوح:

يشير مفهوم التعدد إلى التكرار الثابت أو المتنوع من الوحدات الشكلية أو الفراغية أو النظم كاملة بما تشتمل عليه من علاقات تتسق في إطارها الوحدات، ويمكن أن يتضح التعدد على المستويين الأفقي والتتابعي المتراكب بالتقدم والارتداد عن المستويات

---

[1] http://alkhabra.net/vb/showthread.php?442-%D9%85%D9%81%D9%87%D9%88%D9%85-%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%B8%D9%85

[2] قصي طارق: أسس التكوين، مجلة فنون تشكيلية، ط1، عمان، 2009م، ص58-66. http://www.maqalaty.com/33752.html

[3] http://www.maqalaty.com/33752.html

[4] فتح الباب عبد الحليم . التصميم في الفنون التشكيلية ، عالم الكتب للطباعة والنشر والتوزيع،ط 2، 1985م،ص82 ، وكذلك يراجع - الحمامي ، نجوى صديق .البناء النسقي للايقاع في فن الرسم (دراسة تحليلية في البنية الايقاعية) ، مجلة الاكاديمي ، العدد (21) ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، بغداد ، 1998 ، من ص75: 80 .

المسطحة المتتالية، ويستخدم الباحث فكرة التعدد بالتراكب والتداخل الشكلي ليؤكد إيقاعية الأنساق المنتظمة بما تحمله من تواءم متوافق أو متباين في سياق التصميمي الكلي.

– نظرية محاكاة الطبيعة:

اختصارا تعني النقل بالتقليد المباشر أو المستلهم مع شيء من التغيير والتحويل بما يناسب القيم الجمالية والوظيفية المرجوة من سياق عملية التقليد المحاكي وإعادة الصياغة.

- **<u>الإطار النظري :</u>**

ويتناول البحث الجوانب التالية :

أولا : مفاهيم نظرية المحاكاة في العلوم و الفنون.

1. البيوميميكري "المفهوم":

إن محاكاة الطبيعة Bio-Mimicry تعني تقليد الحياة. حيث نشأ المصطلح من الجمع بين الجذور اليونانية Bio أي الحياة، مع mimikos أي التقليد. تقليد الطبيعة هو علم حديث وهو أحد فروع التصميم الذي يدرس نماذج الطبيعة ومن ثم يحاكي هذه الأشكال، العمليات، والنظم، والاستراتيجيات لحل المشكلات في وقتنا "[1]،إن" أول من أشار إلى مصطلح البيوميمتك Biomimetics هو **أوتو شميت** (1969) ، حيث تعني Bios "وحدة للحياة unit of life "، والمحاكاة mimetic تشير إلى التقليد،المضاهاة، التقليد الأعمى Biomimetics ، مرادف للبيولوجية الالكترونية Bionics، وقد استخدم على نطاق واسع في العلوم والهندسة؛ فتجد المحاكاة Biomimcry وفقا لاساسيات تحفيز الميكانيزمات البيولوجية - مثل الشكل البيولوجي، اللون، و التركيبات الطبيعية - الحلول للصعوبات التي تواجهها البشرية. المحاكاة هو دراسة الكائنات تحديدا التي سلوكها وشكلها ولونها أو محاكاتها السلوكية تحافظ على بقاء الجنس البشري بحيث يصبح أكثر ملاءمة"[2]، " يهدف علم البيوميميكري إلى محاكاة الطبيعة والتكامل مع النظم الطبيعية عند التخطيط و التصميم بداية بمحاكاة الاجسام الأشكال والهياكل figures ، ومحاولة تقليد الطبيعة لتعزيز وتحسين قدراتها، وظل كذلك حتى نهاية القرن العشرين، عندما أصبح ممكناً تقليد العمليات الدالة والنظم الطبيعة في التصاميم و بغرض التصميم.[3]

إن المحاكاة الشكلية للمظاهر المميزة من الطبيعية أو قطاعات منها تنحو تجاه" فحص العمليات الطبيعية بيولوجيا وفيزيائيا وكيميائيا من حيث النظم، فالمحاكاة ليست نقلا كربونيا عن الطبيعة، ولكنه ابتكار جديد يستوحى من أمثلة طبيعية، يمر بعدة مراحل قبل أن يصل إلى الشكل النهائي، هو بناء أو تصميم نظام يفكر، يمكنه استخدام المنطق في عملياته بدلا من فكر العلاقة الثابته بين الرموز".[4]

كما يعد البيوميمتك هو تطوير للتكنولوجيات المبتكرة من خلال تقطير المبادئ الناتجة عن دراسة النظم البيولوجية. وتنشأ تكنولوجيات المحاكاة البيولوجية من تدفق الأفكار من العلوم البيولوجية إلى الهندسة، و من خلال الاستفادة من ملايين السنين من الجهد

---

[1] Guerreiro, Maria, Oct. 2011. "Sustainability through biomimicry Urban solutions inspired by nature", Proceedings of 7VCT, Lisbon, Portugal, 11-13.

[2] Chen, Tzu-Yu; Peng, Li-Hsun, "Nature-inspired Fashion Design through The Theory of Biomimicry", https://www.academia.edu/5119373/Nature-inspired_Fashion_Design_through_The_Theory_of_Biomimicry.

[3] El Ghawaby Mohamed, Hanrot Stéphane & Marc André Velay-Dabat,2010, Biomimicry : a new approach to enhance the efficiency of natural ventilation system in hot climate, Ph D. Thesis. Marseille School of Architecture, France.

[4] دينا محمد عباس مندور :فعالية وكفاءة التصميم في التواءم بين كيفية عمل الطبيعة وطريقة تفكير الإنسان كمجال للتدريب البصري والتشكيل وبناء وصقل المهارات الأساسية للتصميم،مؤتمر تطويربرامج التعليم العالي النوعي في مصروالوطن العربي(العربي السادس-الدولي الثالث)، 14-13 إبريل2011،ص 734.

التصميمي المؤدى بواسطة الانتقاء الطبيعي في الأنظمة الحية"[1]، ومن خلال هذه التعريفات للبيوميمكري، تظهر أهمية علوم المحاكاة البيولوجية في حلول المشكلات التصميمية وامكانية الاستفادة منه في استحداث نظم البنية الإيقاعية الثنائية والثلاثية الأبعاد في السياق التصميمي والتطبيقي التجريبي والأكاديمي.

2. الإدراك والمحاكاة :

أشارت Janine M. Benyus إلى بعض فوائد المحاكاة كمصدر للاستلهام من الطبيعة لابتكار العديد من الاختراعات، " فهي تسهم بفاعلية في إنشاء العمليات التي تعد أكثر استدامة، تظهر أداء أفضل، تساعد في استخدام كميات أقل من الطاقة، القضاء على النفايات، الحد الأدنى من المواد أو تقليل الهالك، تقليل الوزن والتكلفة، وأيضا إنشاء منتجات تفاعلية جديدة.[2]

وجدير بالذكر أن الإدراك الحقيقي والعميق للعلاقات والأشكال الطبيعية وتحديد الأفكار والاتجاهات التصميمية المترتبة عليه أمر غاية في الارتباط والتشابك، غير أنه يمكن تحديده وفق ما أورده جراهام كولير Graham Callier في تصنيفه لإدراك المصمم للطبيعة"[3] .. والتي تتم على النحو الآتي:

- عندما يسترعي انتباه المصمم نظم أشكال ذات طابع خاص في تركيبها مثل غرابة أجزائها في هيئاتها وتوزيعاتها.
- عندما يحدث نوعا من الاستحواذ التخيلي نتيجة هذا الإدراك، لينتج عنه اندماج ذاتي كامل مع الشكل المدرك لينتج بالتالي فهم لنظامه الخاص.
- عندما يحدث تطابق بين مشاعر المصمم الخاصة وبين ذلك النسق الخاص.

3. البيوميميكري وعلاقات التصميم:

ينقسم البيوميميكري علمياً في ارتباطه بالعمليات التصميمية إلى هذين النهجين؛ الأول" التأثير البيولوجي على التصميم" **Biology influencing design** حيث يتطلب تحليل علمي للنظام البيولوجي وتحتاج إلى التعاون فيما بين علماء الأحياء والمصممين ، والاتجاه الثاني " تصميمات تبحث لعلم الأحياء ويتفق ذلك مع ابتكار تصاميم جديدة في سياق السلوك البيولوجي " **Designs looking to biology**"،وبنية الشكل والوظيفة الطبيعية للكائنات الحية والنظم الإيكولوجيةمن أجل دراسة كيفية التغلب علي نفس المشكلة التي تواجه المصممين في تصاميمهم".[4]

4. التصميم الحلزوني للمحاكاة:

التصميم الحلزوني للمحاكاة يتضمن (ستة)[5] عمليات مترابطة متتالية تتحرك من المركز إلى الخارج وهي (التعريف والترجمة والاكتشاف والتجريد والمحاكاة و التقييم)- شكل (1)؛ حيث ترتبط هذه الخطوات المتتالية بالعملية التصميمية والابتكارية محل الدراسة لتحقيق الفكرة من خلال المحاكاة من خلال التدقيق والتأمل ثم الاكتشاف والتحديد والعزل وبداية رحلة الأنساق الإيقاعية التصميمية، وقد أوردت Janine M. Benyus في تعريفها للمحاكاة من الطبيعة ما وصفت به الطبيعة بانها النموذج والمقياس والمعلم (Nature as model, measure, and mentor) إشارة منها إلى الدور المهم والمحدد لطبيعة التقليد والنقل المحاكي من الطبيعة.[6]

---

[1]. Lepora, Nathan F; et.al, 2013. "The state of the art in biomimetics", Bioinspir. Biomim., Vol. 8, 013001 (11pp) doi:10.1088/1748-3182/8/1/013001.

[2] Janine M. Benyus, 1998," Biomimicry; Innovations inspired by nature" , Harper Collins publishers, perennial press .

[3] Graham Callier: From - space and vision, 4th Edition, Englewood, CL, U.S.A., 1985.

[4] Pedersen Zari, M T G. (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. Presented in: The SB07 NZ Sustainable Building Conference. Auckland.

[5] http://www.vibrant-os.com/registration-online-training.html

[6] http://www.sustainicum.at/files/projects/73/en/BIOMIMICRY_Supporting-Material/1a_Biomimicry_Intro.pdf

شكل (1) - Bio-mimicry design spiral*

5. استخلاص الأنماط الزخرفية في ضوء إيقاعية المحاكاة :

مع بدايات القرن الحادي والعشرين انتشرت ظاهرة الاهتمام بالتصميمات التي تستجيب بشكل أكثر فاعلية للمتغيرات البيئية، التي ترصد علاقة أكثر عمقا بالمحاكاة سواء في الوظيفة أو في السلوك إلى جانب الناحية الشكلية ؛ فقد لوحظ على مر العصور عملية التغيير والتبديل الدائمين للطبيعة، فالكائنات الحية دائمة التكيف مع البيئةمن خلال عمليات النمو والتطور والقدرة الدائمة والمتنوعة على الاستجابة للتغيرات الطبيعية من لحظة لأخرى".[1]

حيث تشير هذه الدراسة إلى أحد مظاهر السلوك الوظيفي والتركيبي لهيئات الأشكال وأطوار تطور نموها التشكلية المرتبط بالتحولات المورفولوجية الشكلية والمرتبطة بطبيعتها الموروثة، حيث يتصف كل نوع من انواع الكائنالت الحية بمظهره الخارجي الذي يكسوه ويميزه؛ حيث يتصف النوع الواحد في داخل بيئته بالتنوع في ترتيب واختلاف نظم وأنساق ملامحة التشريحية وما يكسوها من ترتيبات وتجمعات للهيئات الشكلية وانتظام علاقاتها. وفي سياق تلك التغيرات المرتبطة بالناحية الشكلية للكائنات الحية نلاحظ أن السطح الخارجي للعديد من الكائنات الحية يتميز بالكثير من القيم الشكلية واللونية ذات الأنماط الشكلية المختلفة والتي يستخدمها في الكثير من المتطلبات الحياتية والعمليات والسلوكيات التي تخصه وتميزه، ويعد التمويه والاختفاء camouflage أحد أهم هذه الأساليب الحياتية التي يوظف الكائن صفاته الظاهرية من خلال غريزيته بطريقة مباشرة بغرض الحفاظ على حياته ونوعه، وما استرعى الباحث من خلال التدقيق والاستنباط والاكتشاف القائم على الملاحظة انه يمكن استخلاص العديد من الانماط الشكلية في ضوء نظرية المحاكاة واعادة صياغتها على نحو تصميمي وتشكيلي غير مسبوق. شكلي (2 - 3)

ثانيا:القيم الانشائية و البنائية الايقاعية في التصميم.

1) إيقاعية الطبيعة والمحاكاة البنائية:

تتضمن المحاكاة في سياقها البنائي مجموعة القيم الإنشائية التي يتجه الباحث إلى تناولها في تنظيم عناصره التصميمية، والتي تعد من المحددات البنائية في تنظيم أنساق العلاقات الشكلية الفراغية الإيقاعية في المسطحات الثنائية والثلاثية الأبعاد، وتتحدد في مجموعة القيم التالية (التكرار، التجاور، التماس، التراكب، التقابل، التعاكس، التناظر/السيمترية، الازاحة، التبادل)، ويقوم الباحث بتوظيف وصياغة الوحدات الشكلية والفراغية في اطار الترتيب الايقاعي(المتزايد والمتناقص والمتوازن والمتناقض) والذي يحدد بنية النظم الايقاعيةrhythmic structure systems المسطحة والمتعددة المستويات من خلال النظم البنائية الشاملة والمتضمنة في أطر القيم والمفاهيم الجمالية (الوحدة، التوازن، التناسب، التنوع، الانتشارية).

2) بنية النظم الإيقاعية في التصميم:

* Doaa Ismail Ismail Attia : (April 2015), "Biomimicry In Eco – Sustainable Interior Design: Natural Ventilation Approach", International Design Journal, Volume 5, Issue 2, pp 291-303.

[1] **دينا محمد عباس مندور** :فعالية وكفاءة التصميم في التواءم بين كيفية عمل الطبيعة وطريقة تفكير الإنسان كمجال للتدريب البصري والتشكيل وبناء وصقل المهارات الأساسية للتصميم، مؤتمر تطوير برامج التعليم العالي النوعي في مصر والوطن العربي(العربي السادس-الدولي الثالث) ، 14-13 ابريل 2011، ص 736.

تتنوع النظم الإيقاعية في الصياغة التصميمية وتختلف عن نمطها الفطري الذي خلقها الله عليه، فالإيقاع يتحقق في الطبيعة الحية من خلال تتابع القيم والنظم (المصفوفة،المتراصة أو المتراكبة) وتتباين وتتوحد في نفس الوقت ويشملها مايمكن أن نطلق عليه قانون الانتظام الخلقي المحمل بالموروثات الطبيعية ، ويقوم المصمم باستخلاص الانماط الشكلية لنظم الترتيب والتنسيق الشكلي الانتظامي وفق رؤية محددة وتكون في الغالب يغلب عليها الأطر الهندسية التي تحكمها وتحدد طرق تنوع وتباين الأشكال والفراغات في علاقتهم بعضهم البعض، حيث يتجلى ذلك في الطابع الشكلي الزخرفي للنظم الهندسية الايقاعية التي تحمل الطابع الإسلامي والزخرفي،" فلايمكن أن نغفل أن الفن الإسلامي الهندسي كعمل فني صدر عن مهارة إبداعية استعان الفنان في إخراجها بأساليب التنظيم من أجل تحقيق نوع من الوحدة، رغم ما في الأشكال والعلاقات من تنوع، غير أن الفنان قد استطاع من خلال هذه العلاقات أن يُضفي عليها نظما إيقاعية خاصة، وأكسب الأشكال صيغة تتسم بالحيوية، فجاء الإيقاع محققا الوحدة والتنوع معا".[1]

ثالثا: المنطق الرياضي وقضايا الشكل .

1) اشكالية التراكب والأنساق التكرارية. / reptation / Over lapping

ان انتهاج قيمة التراكب الانشائية في التصميمات المتعددة السطوح يعد أحد المداخل البنائية التي تتسم بالتنوع والمرونة والابتكارية والتي يتجه الباحث إلى استخدامها تشكيليا وجماليا سعيا نحو الابتكارية التطبيقية، غير أن ما تتطلبه هذه الدراسة نوعية مختلفة من طبيعة التطبيق النسقي الايقاعي لعلاقات الاشكال بالأرضيات والفراغات المحصورة؛ بحيث تتوحد جميعها في سياق التراكب الحقيقي المتباعد لتؤكد تراكبا إيهاميا بنائيا ثنائي وثلاثي الأبعاد، ويتضمن في جميع علاقاته منطقا محسوبا من الأنساق الرياضية الهندسية المنتظمة والمنظمة الناتجة عن والخاضعة لتحليل شكلي/فراغي قائم على نظم تكرارية واضحة ومباشرة، ومن خلال نظم المصفوفات التراتبية ومن خلال الصياغة الانشائية القائمة على بعض المفاهيم ذات الدلالة والمستقاة من خلال محاكاة الدلالة والظواهر لتؤكد عمق الفكرة التصميمية، فبعض النظريات التي يمكن استلهام دلالاتها مثل التوالد والنمو والتطور والتمويه والتحلل والتخفي وغيرها، تعد من المسلمات الحياتية التي تتغير معها جميع القيم الشكلية الظاهرية التي تنوع وتغير من ملامس والوان وتراكيب وعلاقات الأشكال والفراغات المحصورة التي تتناسق فيما بينها بسببها.

2) الأبعاد الحقيقية و الفراغية. Virtual dimentions

تعد أنساق العلاقات المتباينة التي تقوم على وحدة التضاد والتقابل بين القاتم والفراغ اللا لوني المحصور، أحد اللبنات التي يعتمد عليها المصمم والفنان في إنتاج أفكار بنائية قابلة للتوظيف، ومدى ضرورة هذا النوع من البنية التصميمية في تحديد وتوضيح القيم البعدية لترتيب العناصر وانتظامها؛ حيث يمكن من خلال هذه العلاقة البنائية التصميمية فقط ومن خلال نظرية محاكاة الطبيعة-Bio mimicry " والتي تتعلق بطبيعة الاندماج والتمويه الافتراضية الغريزية" تحقيق العديد من الأنساق التباعدية الجمالية المتنوعة؛ حيث يتضح من نظم ترتيب تفاصيل السطح الخارجي للشكل الطبيعي جماليات التمويه المتعلقة بحجم ولون وملمس وبعدية إدراكها .

3) نظرية الجشطلت الشكلية.Gestalt theory

أتت هذه الكلمة من أصل ألماني حيث تعني في أصلها شكل (SHAPE) وتؤدي غالبا معنى الصيغة أو النمط . معناها الضمني من خلال موقف الجشطالتيين من النظريات السلوكية الارتباطية نستطيع فهم ما يعنيه هذا المفهوم حيث يتضمن النظرة إلى الكل وليس إلى الجزء على اعتبار أن الكل أكثر من مجرد تجميع الأجزاء فقد قال ((ليفن)) في تعريفه للجشطالت أنها تنظيم عام تكون جزئياته مرتبطة إرتباطا فعالا بحيث إذا تغير أحد أجزائه يتبع هذا التغيير تغيير في الشكل الكلي العام".[2]

ويشير الباحث إلى أن هذا الاتجاه في التنسيق والتنظيم البنائي الواقعي الخاص بطبيعة وهوية كل كائن حي يعد المدخل الواضح للدراسة للتعامل التصميمي والبنائي منذ بداية الارتباط الادراكي لعلاقات الشكل الكائن بأجزاءه التفصيلية الواضحة والمميزة له وكيفية استنتاجها وإعادة صياغتها، وكذلك فان التغيير في تراتبية النسق الطبيعي من أجل بنية تصميمية تحمل طابعاً تصميميًّا (تشكيلي

[1] http://www.alittihad.ae/details.php?id=77870&y=2012&article=full مقال منشور بتاريخ السبت 11 أغسطس 2012

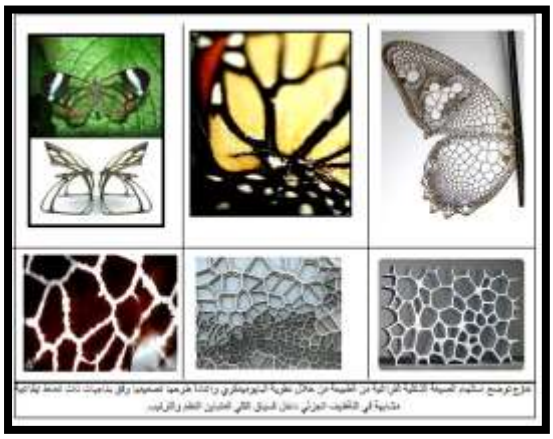
[2] http://www.tshkeel.com/vb/showthread.php?t=4644

وزخرفي) منظم، كان يتطلب فهم طبيعة وحدة العلاقات الإيقاعية المتناغمة والمتقابلة لعلاقات الأشكال (الأجزاء) وعلاقات الفراغات (الأجزاء) حتى يتسنى أن يكون الإنتاج التصميمي يمثل ويوضح (الكل) منذ بدايته حتى اكتماله؛ وذلك حتى تكون ابتكارية الفكرة والتجريب خاضعين لنفس المقياس الإدراكي والجمالي والتطبيقي النابع من نظرية تنظيم الكل والأجزاء الجشطلتية.

4) البناء والهدم الشكلي والفراغي.

يعد المسطح الصفري الثنائي الأبعاد الذي يتحدد في إطاره النظم التكرارية ذات المنطق الرياضي المسطح الأول الحقيقي الذي يتجه من خلاله المصمم إلى اختراق إيقاعية الأبعاد وتحقيقها تقدما وارتدادا، هذا المسطح يؤكد قيمة الشكل الكلي بجميع أجزائه، وكذلك يعد نفس المسطح الفراغ الشامل الذي تتحرك خلاله الوحدات الشكلية لتنتظم لتؤكد القيمة البعدية للأشكال الفراغية في تزامن منظم مع كل الوحدات المرتبة. ويعد إشغال أو تفكيك هذا المسطح من أهم أساليب الانتظام الإيقاعية المتنوعة والمتباينة.

شكل (2)



شكل (3)

- **<u>الإطار التطبيقي :</u>**

التجربة التطبيقية:

اعتمد الباحث في توضيح تجربة البحث التطبيقية على ما قام به من تجريب وتطبيق على نفسه لابتكار مدخل تصميمي بنائي يعتمد على فهمه ورؤيته الإدراكية والتشكيلية والتطبيقية للنظم الإيقاعية في ضوء بعض نظريات العلم المتعلقة بالجوانب البيولوجية ومظاهر الكائنات الحية الظاهرية المميزة لمظهرها وسطحها الخارجي والتي يمكن استلهامها وإعادة صياغتها في إطار **(البايوميمكري Bio-mimicry)** ويعد مفهوم علمي تصميمي تشكيلي معاصر والذي يتحدد في ارتباط ووحدة مفهومي **Bio البيولوجي، mimicry المحاكاة والنقل،** حيث تعتمد التجربة التطبيقية على أربعة مداخل تجريبية متتالية في التصميم قام الباحث من خلالهم بطرح رؤية تصميمية تجريبية وتطبيقية لإثراء قيم التصميم الايقاعية وفق النظرية السابقة محل الدراسة، حيث قام من خلال المواءمات التصميمية للمحاكاة بتنظيمها وطرحها بنفسه والتي يتجه الباحث من خلالها إلى التوصل إلى بعض النتائج التي تحقق أهمية البحث وأهدافه وفروضه في إطار تطوير وتحسين واستحداث وابتكار مداخل تصميمية وتعليمية وتطبيقية،

من خلال ما توصل إليه الباحث اتجه إلى الشق الثاني من التجربب وهو إثبات مدى ملاءمة ما توصل اليه للتطبيق على الطلاب واخضاعه إلى منهجية تعليمية يمكن الاستفادة منها وتعميمها واعتمادها، حيث قام بتحديد الأربعة مداخل للتجربة البحثية كمحاور هامة في التدريس بحيث تحتوي في اجمالها على مجموعة المهارات المعرفية والمهارية والذهنية والوجدانية اللازمة لدارس الفنون والتي تصقل مهارات دارس التصميم بقسم الزخرفة والتصميمات الزخرفية الداخلية والخارجية، فقام من خلال ما توصل إليه من نتائج إلى تحديد المحاور اللازم بتطبيقها وقام بالتطبيق في إطار محتوى دراسي قائم على توصيف مادة تصميم التكسيات الزخرفية الداخلية للفرقة الأولى، وهم طلاب خبرتهم التصميمية بسيطة بقسم الزخرفة بكلية الفنون التطبيقية هادفا من ذلك التأكيد على جدة وأصالة وابتكارية الفكرة وصلاحيتها للتطبيق والتدريس الأكاديمي المنهجي في التصميم، وتصبح نقطة انطلاق تصميمية للطلاب تثري

ادراكهم وتكسبهم الثقة في أنفسهم بامتلاكهم أدوات ورؤى ومفاهيم التصميم البنائية والتطبيقية اللازمة لعمليات التصميم المتعددة والمتنوعة في مجال تخصصهم.

- **المدخل الأول : التحليلي .. ويعتمد على (تحليل الأشكال واستنباط العناصر الشكلية المميزة القابلة للتطبيق والتجريب).**
- **المدخل الثاني : البنائي ويعتمد على توظيف المتغيرات الإيقاعية (الشكلية/الفراغية) .**
- **المدخل الثالث : التجريبي التطبيقي (التصميم التجريبي المتعدد السطوح) .**
- **المدخل الرابع : الافتراضي (التصميم باستخدام برامج معالج الصور "الفوتوشوب") .**

- **المدخل الأول .. المدخل التحليلي الشكلي :**

تتميز الكثير من الكائنات الحية بأن لها تفاصيل ظاهرية بديعة ومميزة ، حيث تحتوى هذه التفاصيل على الكثير من الأشكال العضوية الدقيقة التي تري بالعين المجردة، والتي تتسم بأن لها جوانب حركية يمكن استخدامها وتوظيفها، حيث يمكن تناولها من الوجهة الشكلية المورفولوجية من خلال إعادة الصياغة وفق مبادئ منظمة ومحسوبة، وإنما تعود في الأساس إلى العمليات التنظيمية على محاور التقسيم الرأسي والأفقي والمائل، أو تأخذ التنظيم الإيقاعي الالتفافي حول نقطة مركزية، بحيث يتحرك النسق الإيقاعي من بؤرة المركز إلى الخارج أو بالعكس. وبذلك فيعتمد الباحث على الرؤية المدققة للتفاصيل الصغيرة أو الدقيقة والعمل على عزلها ودراستها - شكل(4 ،5) - من خلال بعض الاتجاهات المتعلقة بالشكل مثل اختيار انسب زاوية رؤية للتفصيل أو التدوير في اتجاه عقارب الساعة أو عكس اتجاه الشكل تماما؛ وذلك بغرض اختيار أفضل وضع للعنصر بحيث يصلح للتطبيق في سياق محسوب في حالات تجاوره او تماسه مع نظيره المشابه له والمطابق.

وفي ذلك الاتجاه يعتمد الباحث على جانبين :

الجانب الأول : ويتناول ثلاث عمليات :- (الملاحظة و الاكتشاف - التدقيق و التحديد الجزئي - العزل والتلخيص).

وفيها يتبع الباحث الخطوات التالية:-

1- الحصول على صورة فوتوغرافية واضحة للعنصر الشكلي في وضع مميز أو جانبي يظهر تفاصيله بوضوح.
2- استخلاص الخطوط المحددة لنمط زخرفي أو شكلي واحد فقط و بصورة محددة فردية؛ أي تحديد الخط الخارجي المحوط له والذي يميزه بنائيا.
3- عزل أية صفة أو ملمس بصري يميز أي من أجزائه أو تفاصيله الداخلية.

- **الجانب الثاني : ويتناول ثلاث عمليات :-**

(التحديد الكلي - الترقيم بكود رقمي – التصنيف والترتيب وفق الحجم وطبيعة الاتجاه الحركي الغالب)

وفيها يتبع الباحث الخطوات التالية:-

1) يتم استخلاص الخطوط المحددة Out lines لجميع الأنماط الزخرفية Patterns أو الشكلية Figures و بصورة محددة كلية ؛ أي تحديد الخط الخارجي المحوط لكل الوحدات التمثيلية والتي يميزها بنائيا عن الأرضية، ثم عزل أية صفة أو ملمس بصري يميز أي من الأجزاء أو التفاصيل الداخلية. شكل (4)
2) يتم طباعة الشكل الطبيعي بالابيض والاسود وباستخدام الكلك" الشفاف" يتم تحديد الخط الخارجي للشكل كله وتحديد الانماط الشكلية الجزئية الداخلية التي تمثل بداية الانماط الزخرفية المرئية
3) يتم ترقيم الموتيفات المميزة و الواضحة ذات الحد الخارجي المتصل غير المتقطع على الشكل الطبيعي نفسة بحيث يتم بالترتيب من اليمين إلى اليسار، أو من أعلى إلى أسفل (1-2-3-4-5-6- .... - 30) شكل(4 ،5) .
4) ثم يتم تحديد بعض التكوينات التكرارية الايقاعية البسيطة من خلال توظيف كل موتيف على حدة ، بحيث ينظم الباحث العناصر بالتجاور الثنائي المتقابل على المحور الرأسي، ثم يتم التنظيم وفق إيقاعية تكرارية رباعية على المحور الأفقي، وبذلك ينتج أول **قيمة شكلية فراغية محصورة** بين التكرارية الرباعية ، ومنها يتجه الباحث لاختيار افضلها واكثرها قابلية

للانتشار الايقاعي المتوازن في تناسب رياضي يحقق الوحدة والتنوع، ومن ثم يلي ذلك **اختيار القيمة الشكلية** أو **القيمة الفراغية** كموتيف للتطبيق .

5) ثم يتم استخدام انساق محددة من القيم الانشائية (**التماس،التراكب،التقابل،التعاكس،التناظر/السيمتري، الازاحة)** لتحديد أنماط من العلاقات الشكلية بالفراغات المحصورة في انساق ونظم مصفوفات وشرائط وتكرارات ايقاعية داخل أطر هندسية محددة "دائرية،رباعية،....وغيرها".

6) ثم اتجه الباحث إلى اختيار أفضل النتائج الشكلية الفراغية القائمة للنظم الايقاعية أو المصفوفات التي تؤكد على وحدة العلاقات الجمالية للأشكال والأرضيات والفراغات من التناسب والتوازن والتماثل بما تتضمنه من قيم بنائية مختلفة تصلح للتنفيذ الفعلي والتطبيق الحقيقي والافتراضي الجرافيكي.

واتجه الباحث في المدخل الأول إلى استلهام تنوع البنائيات الشكلية الايقاعية معتمدا في التطبيق على استخلاص عنصر شكلي واحد "موتيف " من حيوان الحربائة،- شكل (6، 7)؛ حيث يتصف هذا الكائن على قدرته الكبيرة على الاختباء بالتمويه باستخدام التغير في النسق الظاهري الشكلي اللوني، والذي يلعب دور في التواصل أيضا حيث " تغيّر الحرباء لونها استجابة للتعرّض للضوء ودرجة حرارة المحيط"[1] ؛ وذلك بسبب" الخلايا الحاملة للألوان"*، والتي تغير من تفاصيل السطح الظاهر من الجلد، باحثا خلف هذا التطبيق إلى توضيح إمكانية الفنان والمصمم الابتكارية في التناول التشكيلي من الطبيعة ووفق نظرية المحاكاة ليحقق وحدة الرمز والفراغ والضوء والأبعاد في الصياغة التصميمية والزخرفية للأنساق الإيقاعية المتغيرة والمتعددة المستويات.

ويتأكد تنوع المستويات في طبيعة هذا الكائن في قدرته على" الجمع بين اثنين من طبقات مختلفة وظيفيا، وعن طريق طبقات من العاكسات المتناهية الصغر و المتراكبة"[2]؛ حيث استلهم الباحث هذه التقنية في تحويل بنية النسق الإيقاعي لنظم بنائية متراكبة فعلية

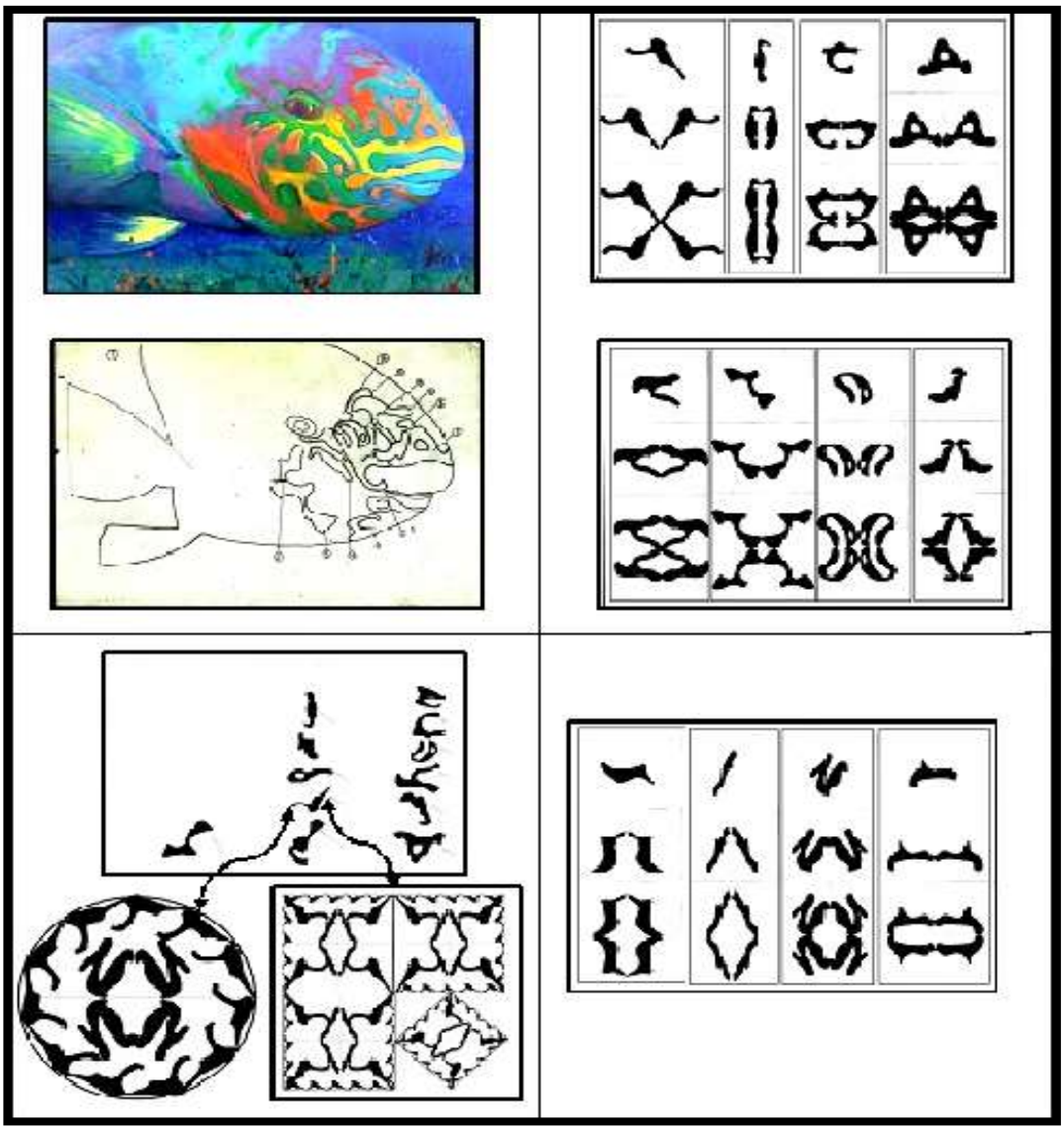
تعتمد على متغيرات التسطيح في(التحليل والتنسيق)، ومتغيرات التجسيم عن طريق (تباعد السطوح المتراكبة والمفرغة الدقيقة)، وبذلك تتغير النظرة الكلية للنظام في الطبيعة من خلال للبحث عن الأنساق الإيقاعية المنظمة والمنتظمة الدقيقة، ومن خلال فهم دقائق للأشكال المرتبة، و وفق تحليل هذه الأنساق ذات الصياغات التكرارية المتميزة.

شكل (4)

Stuart-Fox, D., & Moussalli, A. (2008). Selection for social signalling drives the evolution of chameleon colour change. 1 Public Library of Science Biology, 6, e25.

*والحرباوات من الفقريات متغيرة الحرارة وأن التغيرات اللونية السريعة تعود إلى الخلايا الحاملة للألوان وهي حاملات الزانثين التي تحتوي على مزيج من ألوان الأصفر والبرتقالي أو الأحمر، وحاملات بلورات البيورين وهي على شكل بلورات البيورين العاكسة وحاملات الميلانين ذات اللون البني ..نقلا عن .. محمد حسن الحمود: علم بيولوجيا الفقاريات - دار الأهلية للنشر والتوزيع- الطبعة الأولى 2005 م - ص41

[2] Teyssier J; Saenko SV; van der Marel D; Milinkovitch MC. 2015. Photonic crystals cause active colour change in chameleons. Nature Communications. 6: 1-7. http://www.asknature.org/strategy/1bcee5b2dec7bbe9a1ac50a8699fc8d3

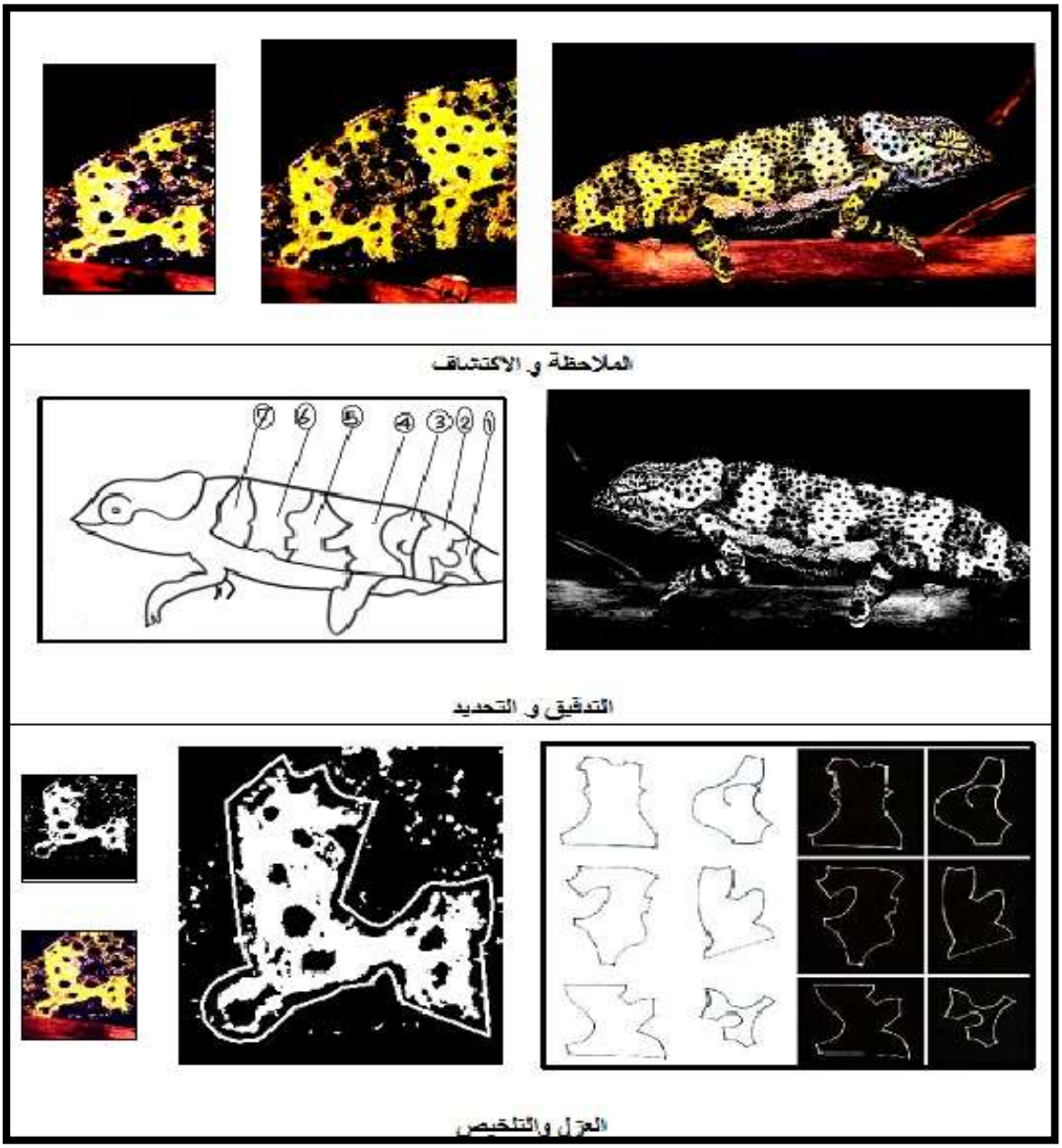


شكل (5)

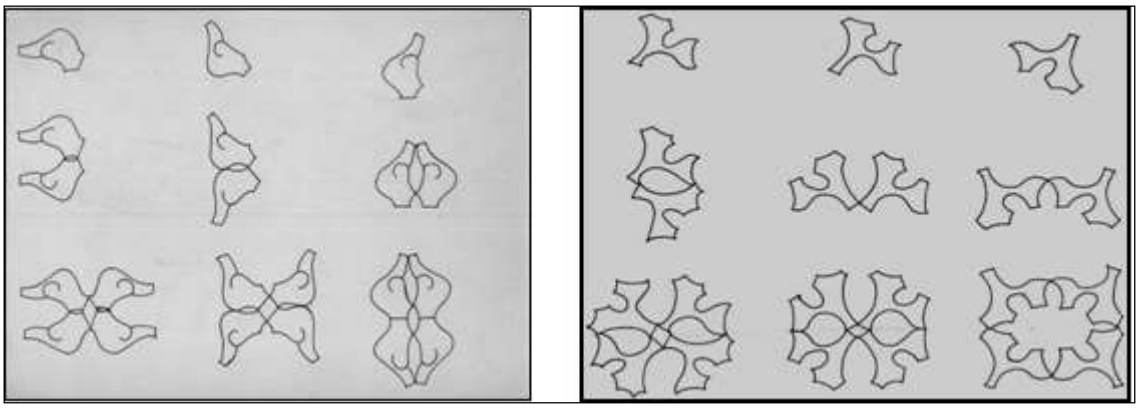
المدخل الثاني : البنائية التكرارية الإيقاعية:

ويعتمد على التوظيف (الشكلي/الفراغي) ويتناول العديد من القيم البنائية المتمثلة في (التكرار، التجاور، التماس، التراكب، التقابل، التعاكس، التناظر/السيمتري، الازاحة).

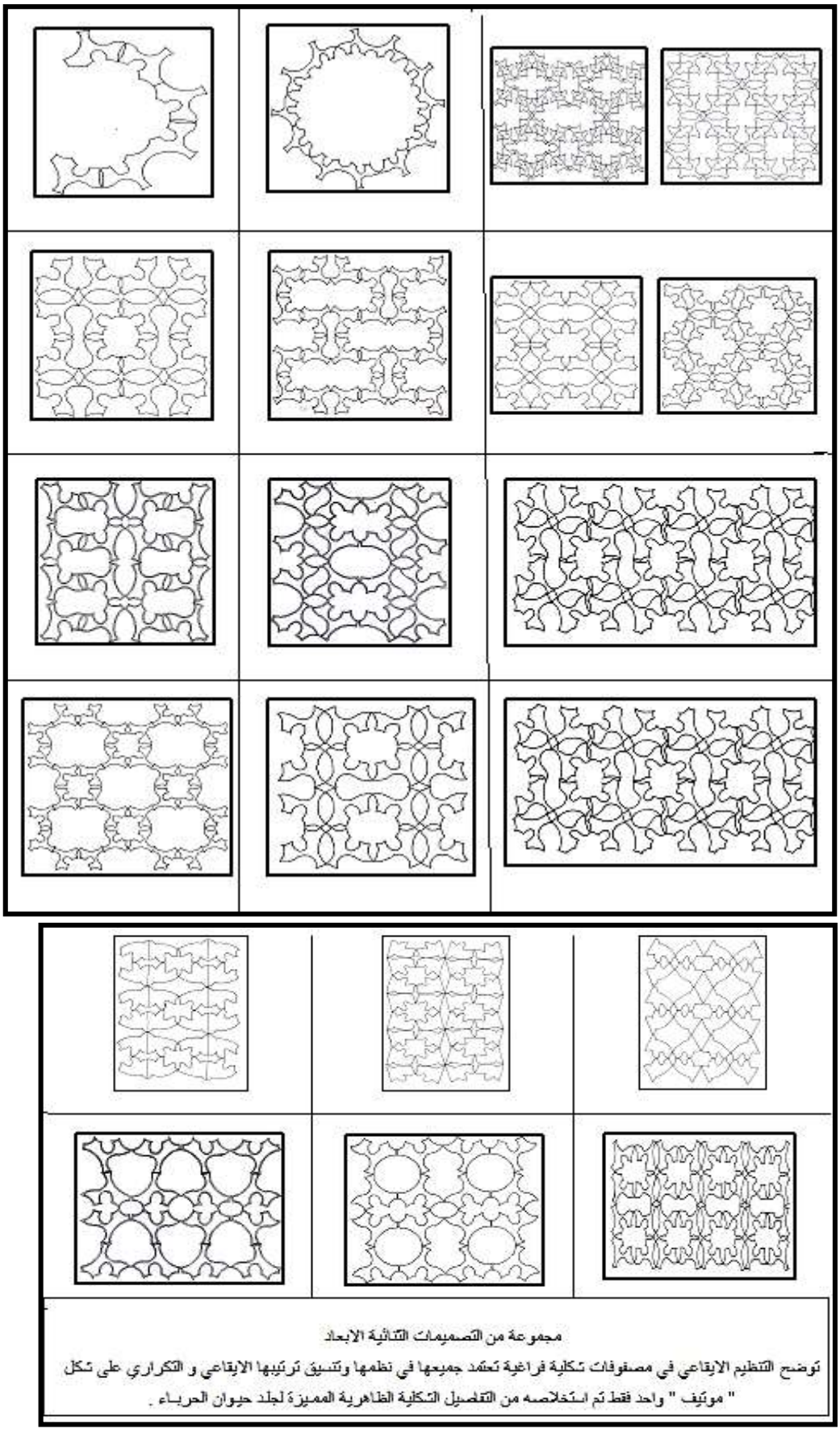
ويتجه الباحث في ذلك الاتجاه إلى استخدام بعض النظم التكرارية الإيقاعية القائمة على الصياغة التصميمية لشكل "موتيف/ نمط" واحد فقط من خلال التكرارية الإيقاعية المتقابلة بالتماس والتناظر على خط المحور الرأسي الافتراضي، بحيث تكون بداية تعتمد على تغير أوضاع الشكل بالالتفاف حول مركزه، ويعد كل وضع شكلي نقطة بداية مختلفة تحمل معنى إيقاعى مختلف ومتباين، ومن ثم يعد اتحاد الشكلان بداية مرحلة جديدة لإنتاج قيمة شكلية فراغية جديدة، تبدأ معها مرحلة متسعة من الابتكار الشكلي من تكراريات متنوعة ومتعددة يتغير معها نواتج الفراغات ، تلك الفراغات المحصورة تعد هي نفسها أشكال جمالية تبدأ نظم بنيتها الإيقاعية من خلال الترتيب والتنظيم الكلي، ومن ذلك نستطيع الحصول على العديد من المصفوفات الإيقاعية التكراية الزخرفية القابلة للتطبيق الزخرفي والجمالي - شكل (8)، وتتحدد القيم الجمالية في ذلك المدخل من خلال الصياغة الجمالية للتباين بين الأشكال والفراغات المحصورة، والتي يستطيع المصمم والحرفي استخدامها من خلال الرسم أو التفريغ أو النحت أو الإضافة أو التطعيم لينتج نظما جمالية تطبيقية كثيرة ومختلفة الوظيفة والقيمة الجمالية- أشكال(9-10 -11).



شكل (6)



شكل (7)



مجموعة من التصميمات الثنائية الابعاد

توضح التنظيم الايقاعي في مصفوفات تكلية فراغية تعتمد جميعها في نظمها وتنسيق ترتيبها الايقاعي و التكراري على شكل " موتيف " واحد فقط تم استخلاصه من التفاصيل التكلية الظاهرية المميزة لجلد حيوان الحرباء .

شكل (8)

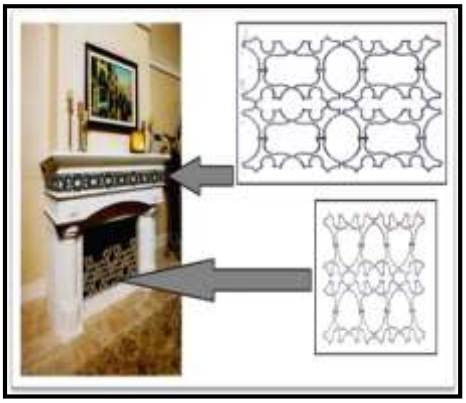
المدخل الثالث: **التطبيقي (التصميم التجريبي الحقيقي المتعدد السطوح).**

قام الباحث بتجريب تطبيقي بنفسه من خلال إنتاج منتج تطبيقي واحد (وظيفي وجمالي) شكل (9) من خلال استخلاص ما توصل اليه من نتائج تصميمية أكدت فكرة البحث وأهميته وفروضه والهدف منه في ضوء نظرية البايوميمكري العلمية التصميمية، و التي انتج نظمها الزخرفية الإيقاعية من خلال استلهام الانماط الشكلية الحقيقية الظاهرية على جلد حيوان الحرباءة المموه، حيث قام من خلال العرض التصميمي للبنية الإيقاعية المطروح في المدخلين السابقين إلى تحقيق وتشكيل قطاعات نحتية ومعدنية تصلح للتطبيق كتكسية ظاهرية داخلية، ومن ثم من خلال نفس السياق قام بتوظيف البرامج الحاسوبية في تحقيق تصميمات افتراضية تصلح للتجميل وللتطبيق كتكسيات زخرفية ابتكارية داخلية وخارجية في مجال الأشغال المعدنية والخشبية التطبيقية والعمارية .

- من تنفيذ الباحث:

مدفأة رخام بتكسيات معدنية منفذه من خلال محاكاة الموتيف المستخلص من التفاصيل الظاهرية للوحدات الشكلية في جسم حيوان الحربائة .

والتنفيذ بالتشكيل بتقنية GRP ، والتقنيات المنفذة للموتيفات الشكلية الزخرفية (الحفر ،الصب، التشكيل المعدني الخفيف) - مقتنيات خاصة -2015.



شكل (9)

ومن ذلك التطبيق قام الباحث بتنفيذ نفس التجربة من الوجهة الأكاديمية بغرض تنمية القيم الإدراكية والابتكارية والجمالية لطلاب كلية الفنون التطبيقية في مجال التخصص، والتجربة التطبيقية تم تنفيذها الفعلي ؛ وذلك بالتطبيق على طلاب الفرقة الأولي بقسم الزخرفة كلية الفنون التطبيقية جامعة دمياط في منهج مادتي تصميم المعلقات الجدارية (ذات النمط الزخرفي) و تصميم التكسيات الزخرفية (داخلي)؛ حيث اتجه الباحث في هذا المدخل إلى ابتكارية تصميمية مستحدثة تحمل هوية الطابع الإسلامي والعربي الزخرفي متمثلا من الوجهة الابتكارية في إنتاج مجموعة من المعلقات الجدارية متراكبة المستويات متنوعة الاسطح المستوية سبيلا إلى إثراء القيم الزخرفية ذات النسق والبنية الإيقاعية بالتطبيق التصميمي الافتراضي على التكسيات الزخرفية الداخلية، حيث تمثلت التجربة في عدد 19 تكوين منفذ بالخامات متنوعة التقنيات من خلال 19 طالباً وطالبة، وتتصف هذه التجربة التطبيقية بانها تختلف في بنائياتها الايقاعية المستمدة من خلال التطابق التام المحاكي للأصل الطبيعي المأخوذ عنه من طبيعة السطح الخارجي للكائن الحي من تفاصيله الشكلية المميزة، حيث يتم الاستفادة من المدخلين السابقين في نفس المنهجية والتطبيق ومن ثم يتجه كل طالب إلى تصميم معلقة جدارية متنوعة ومتراكبة السطوح بحيث يتحقق في جميع اسطحها نظم المصفوفات الايقاعية القائمة على توظيف موتيف شكلي واحد مختلف الانساق والنظم التراتبية في كل منها، وتختلف النظم والأنساق الإيقاعية والتكرارية من حيث انشائية التصميم، وتتفق فيما بينها في تقنيات التنفيذ، حيث اعتمدت التجربة في تباين السطوح المتراكبة على :

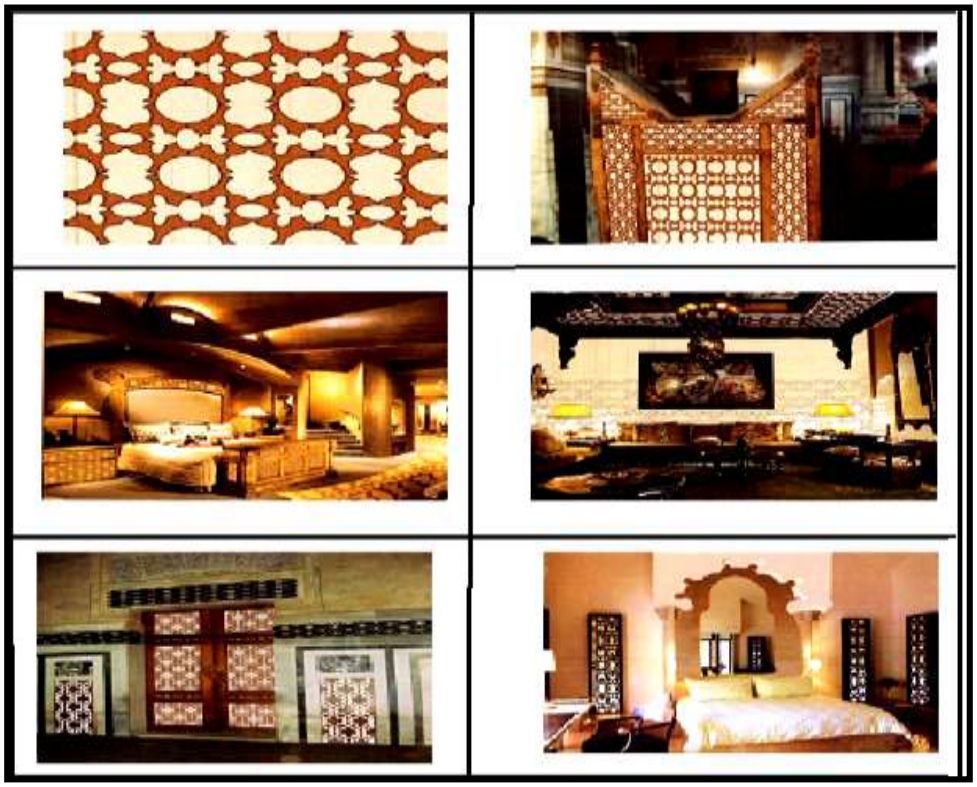
- تحقيق نظرية الهدم والبناء الشكلي والفراغي وفق جمالية المحاكاة.
- الرسم و التلوين باللونين الأبيض و الأسود (بلاستيك، اكريليك وأحبار) للوحدات الشكلية .
- التفريغ بالحذف الكامل للعنصر الشكلي من السطح باستخدام التفريغ بالليزر.
- إضافة العناصر الشكلية المفرغة لتمثل وحدات شكلية مجسمة وبارزة .
- تحديد مسارات وقطاعات شكلية هندسية من وحي الانساق الاسلامية والعربية (الأرابيسك).
- توظيف بعض أفكار الخداع البصري في تحقيق الأبعاد الإيهامية بروح وطابع التصميم الإسلامي والعربي.
- استخدام تقنية الطباعة على الأسطح المتراكبة.

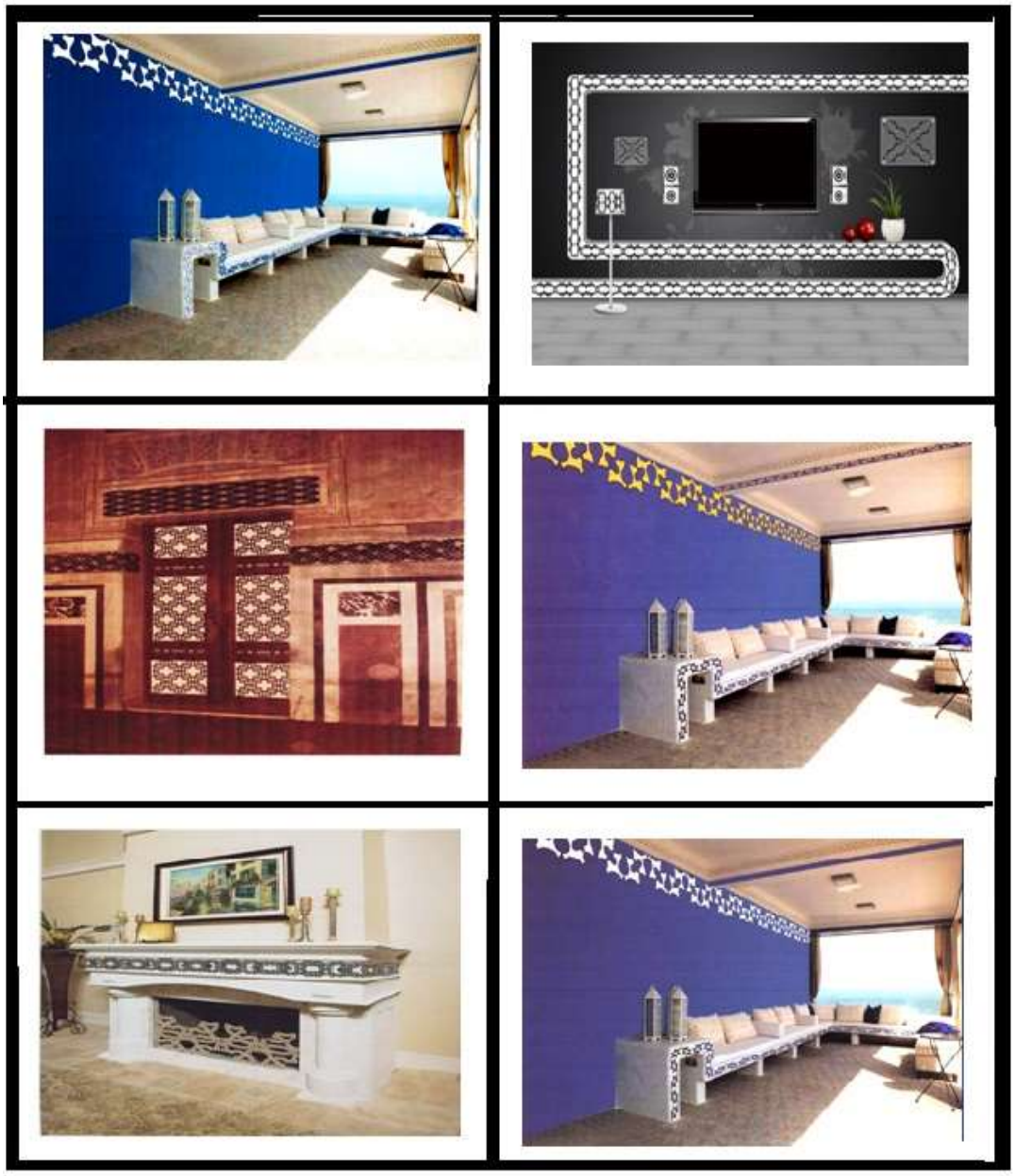
يختتم الباحث هذا المدخل في التصميم بتوضيح مدى إمكانية استخدام التصميم المنفذ بالفعل كوحدة شكلية كلية شاملة، تلك التي تحتوي العديد من الإيقاعات والنظم المختلفة والمتنوعة التقنيات، حيث يرى الباحث أنه في إعادة استخدام الشكل كاملا كنقطة انطلاق شكلية إنما هو إعادة طرح الفكرة التحليلية والبنائية للإيقاعات والبنية الايقاعية، حيث أن الانتقال من التجريب التطبيقي للتصميم المتراكب السطوح- اي المتعدد المستويات الشكلية والفراغية- إلى التوظيف المسطح مرة ثانية يؤكد فكرة التجدد المنبثقة من مفاهيم البايوميمكري، حيث تختفي اشكال وعلاقات ومستويات لتحل محلها أشكال وفراغات وارتفاعات وانخفاضات أخرى تتجدد معها البنية الايقاعية، وبذلك فان استخدام الحيادية في اللون يمنح تنوع المستويات الحقيقية نسقا ايهاميا مغايرا يتفق مع فكرة التمويه والاختفاء في الكائنات الحية، وبذلك فالتغير في بنية النسق الايقاعي المتباين يعود إلى التنوع الإيقاعي في نسق نظام تكرار وترتيب الوضع التصميمي لكل جزء في إطار الكل الذي يحتويه.

المدخل الرابع : **الافتراضي (التصميم باستخدام برامج معالج الصور "الفوتوشوب")**

ويتناول هذا المدخل بعض تطبيقات الباحث والتي اعتمد فيها على استخدام أحد الأنماط الشكلية الزخرفية المستنبطة والمستخلصة من السطح الخارجي الظاهر لحيوان الحرباءة (محل التطبيق التصميمي والتجريبي لنظرية المحاكاة البايوميمكري)، حيث يتضح مجموعة من التطبيقات الافتراضية قائمة على التصميمات المستنبطة و المنفذة وفق البنائيات الايقاعية الرياضية التبادلية القابلة للتنفيذ على الأثاث واالتكسيات الحائطية الداخلية والخارجية، والقابلة للتطبيق بتقنيات الحفر والتفريغ والإضافة والتلوين والطباعة والتشكيل المعدني وأشغال القشرة والتطعيم، وجميعها منبثقة من التصميمات الثنائية الأبعاد التي اعتمد الباحث في بنائيتها على تفصيل شكلي محدد و واحد فقط من التفاصيل الشكلية الظاهرية على جلد حيوان الحرباءة، ويمكن توظيف العديد من البنيات الإيقاعية وفق أنساق إنشائية متعددة مختلفة النظم والعلاقات التراتبية التي ترتبط بطبيعة المسطح القابل للتطبيق عليه حتى وإن كان متنوع ومتعدد المستويات والأسطح والخامات- شكل (10 -11).

شكل (10)





شكل (11)

- **تجربة الطلاب التصميمية والتطبيقية:**

أولا : المحاور :

- **(1) المحور الاختياري الانتقائي.**

يتجه الطالب من خلاله إلى فهم ودراسة المظهر السطحي الظاهري للعنصر الطبيعي "الكائن الحي"، وإدراك بعض العناصر الشكلية التمثيلية والتنبؤ بإمكانية تحديدها وعزلها واستخراجها من السياق الكلي.

- **(2) المحور التحليلي والتفكيكي.**

يتجه الطالب من خلاله إلى تحليل واستخلاص المفردات الشكلية و الفراغية المميزة للسطح الظاهري، ثم تفكيك هذه العلاقات والعمل على عزل وتحديد النمط الشكلي المميز، وتمييزه وتحديد اتجاه ارتكازه وثقله .

- **(3) المحور البنائي التركيبي المسطح.**

يتجه الطالب من خلاله إلى التعرف على بعض أنواع العلاقت البنائية التركيبية ونظم مصفوفات أنساق الترتيب الإيقاعي المتناسق والمنتظم والمتوازن بحيث يحقق قيماً شكلية وفراغية تركيبية ذات أنماط إيقاعية مبتكرة.

- **(4) المحور التجريبي متعدد المستويات.**

يتجه الطالب من خلاله إلى إنتاج بعض العينات التجريبية الحقيقية الثلاثية الأبعاد الخاضعة لبعض الأنماط الزخرفية ذات الطابع الاسلامي والناتجة أساسا من للتصميمات الثنائية الأبعاد التي قام بترتيب أنساقها البنائية، بحيث تكون أنماط شكلية متنوعة قابلة للتوظيف بالتراكب المتعدد المستويات والتي تتضمن في جميع نظمها الإيقاعية علاقة شكلية فارغية منظمة ومحسوبة.

- **(5) المحور التصميمي الافتراضي.**

يتجه الطالب من خلاله إلى إعادة طرح وتوظيف بعض المختارات من التصميمات والمصفوفات الإيقاعية الشكلية الثنائية الأبعاد في تطبيقات افتراضية باستخدام التقنيات الرقمية وجهاز الحاسب بحيث يؤكد كل تصميم (حقيقي التنفيذ افتراضي التطبيق) على السمة البنائية الإيقاعية المستمدة من استخلاص النماذج الشكلية الزخرفية من الطبيعة إلى التصميم وفق نظرية البايوميمكري .

ثانيا : المهارات:

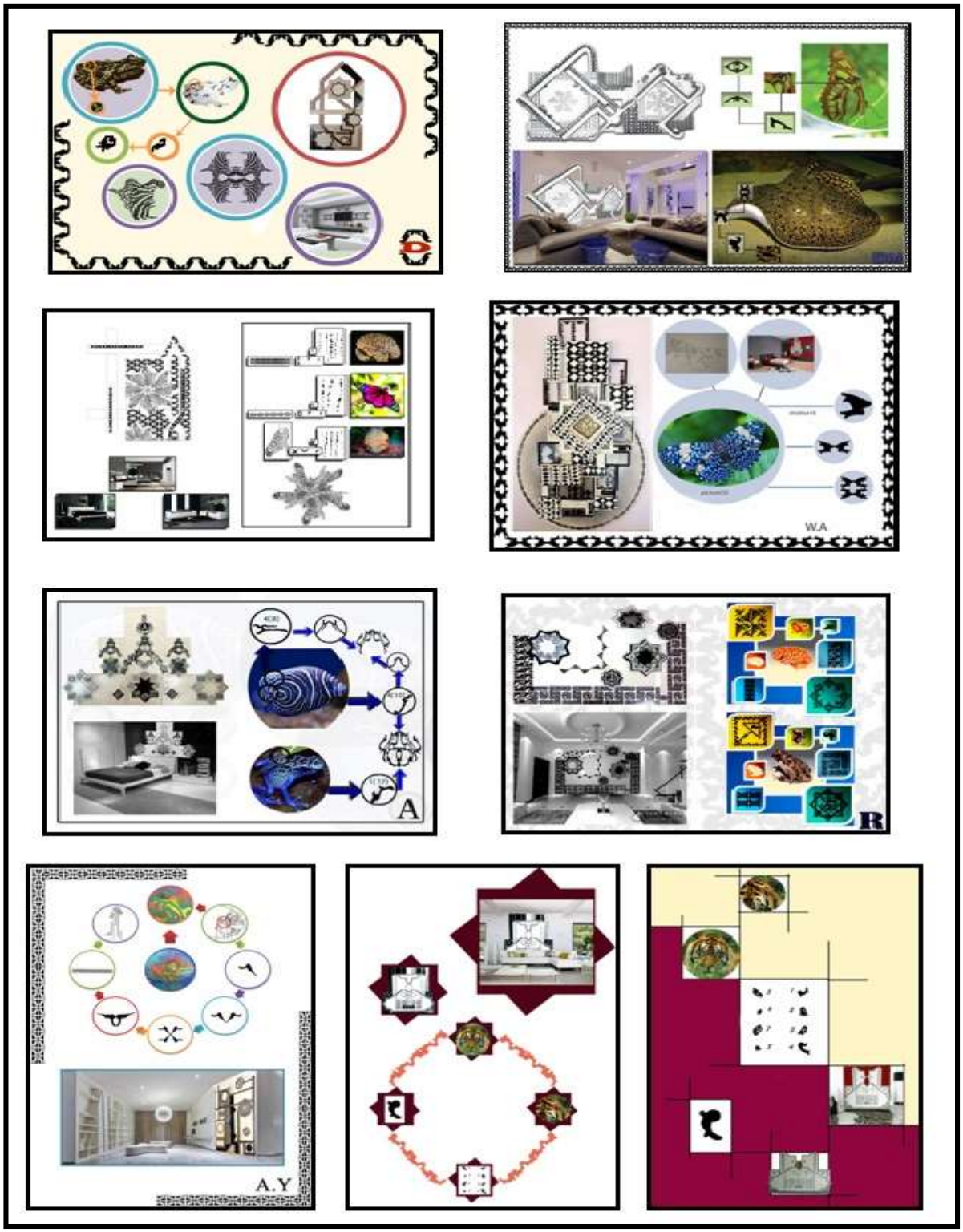
وتتناول مجموعة المهارات المعرفية والعقلية) "[1] ،و(المهارية التي تتعلق بالبنائية التصميمية وفق قيم الإيقاع)، وقد أجمل الباحث مجموعة المهارات التي يمر بها طلاب التجربة ويكتسبونها في المهارات التالية :المعرفة- الفهم- الملاحظة– الإدراك- الاستنباط- الانتقاء- التنبؤ- التحليل- الإيجاز"التلخيص"- التحديد "العزل"- التركيب- التغيير- الدمج و التحريك –الاستدلال- المواءمة- الافتراض- التحقيق والاثبات- بالاضافة إلى المهارات الإنشائية التصميمية: مهارة موازنة ومزامنة الشكل والفراغ-مهارة الحذف والإضافة- مهارة التنظيم البنائي الإيقاعي- مهارة التكرارت الإيقاعية- مهارة التراكبات الحقيقية متنوعة ومتعددة المستويات والسطوح-مهارة الموائمة الافتراضية المكانية- مهارة التهيئة والإخراج-مهارة العرض التصميمي والإقناع.

- **حدود التجربة**:

- تقتصر التجربة الطلابية على البحث في مختارات من النظم البنائية الطبيعية والتشريحية السطحية الظاهرية الواضحة و الدقيقة لمختارات من الكائنات الحية.
- توضيح الوحدة البنائية الإيقاعية التصميمية بين العلاقات الشكلية المرئية في الإطارين التسطيحي والمتعدد الأسطح في طبيعة النظام البنائي المتراكب.
- تعتمد تقنية التنفيذ التطبيقية على توليف ومواءمة وحدة الأنساق الشكلية والفراغية بين الخامات والرسوم المختلفة الأنماط والمدمجة على المسطحات المتعددة المستويات، وفي النسق التصميمي الإنشائي بالتشكيل المباشر على مسطحات المعلقة الجدارية لتحقيق المواءمة بين المسارات والمصفوفات في سياق الانتظام الكلي للنظم الشكلية.
- يتحدد الجانب التطبيقي في البحث على استخدام المسطحات والمستويات الهندسية والعضوية المستلهمة من هوية وطابع الفنون الإسلامية ذات الأنساق الإيقاعية الشكلية للمفرغات والمطعمات العربية والتي تحاكي الانتظام النسقي والبنائي للمسطحات المعمارية في العمارة الداخلية والتكسيات المعمارية والتطبيقية.
- إنتاج أفكار بنائية وتصميمية جرافيكية بالبرامج التطبيقية للحاسب "برنامج معالج الصور/ الفوتوشوب" تعتمد على ما تسفر عنه التجربة التطبيقية من خلال الشكل النهائي للمعلقة الجدارية من خلال التصميم الكلي الشامل وفي ضوء استخدام تقنيات الفن الرقمي –شكل (15).

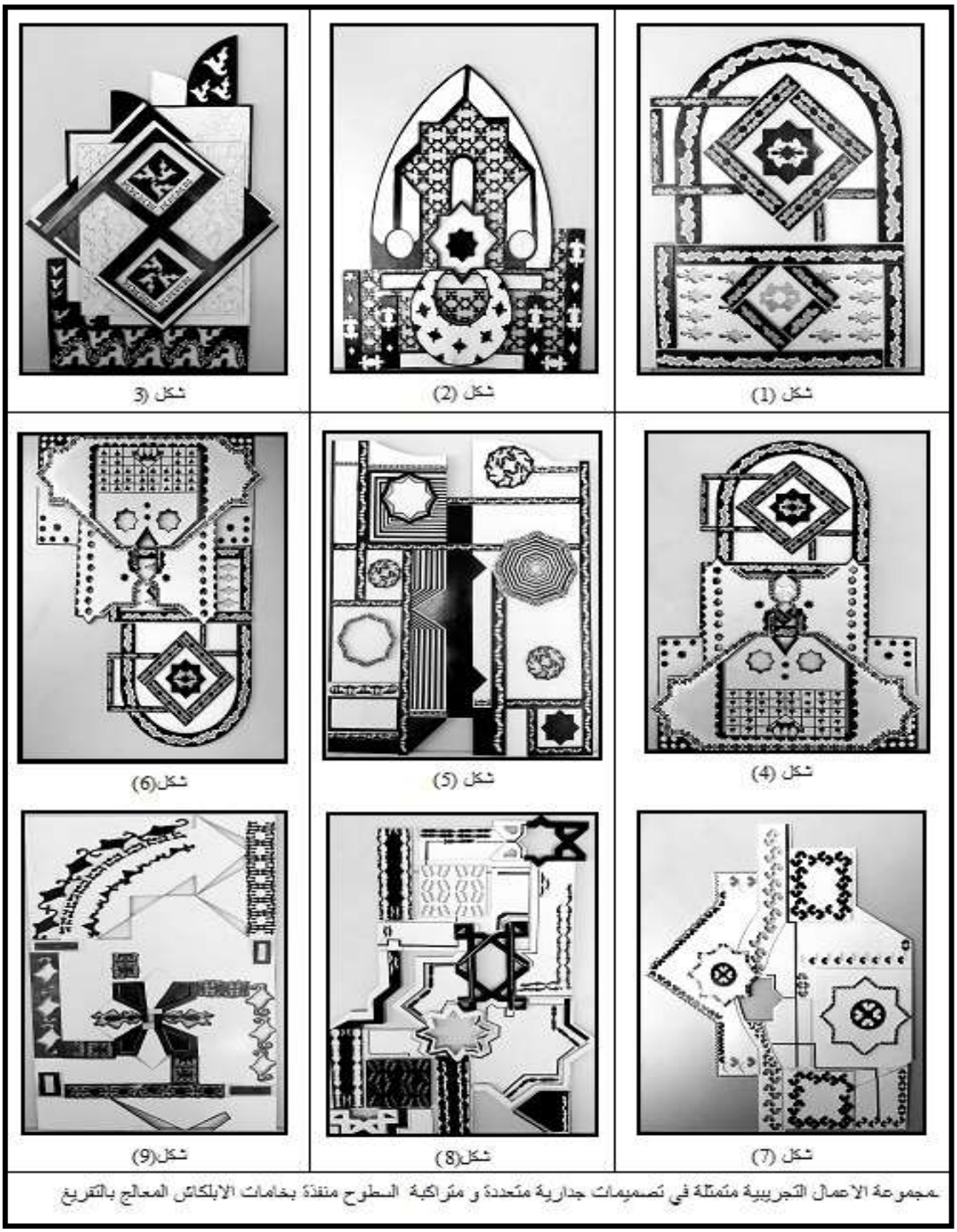
[1] دينا محمد عباس مندور :مرجع سابق، ص 743 : 745.

- تقديم ملصق شامل للفكرة ومحدد للعنصر الحي بالطبيعة وكيفية استلهام تفاصيله من خلال التحقيق التصميمي القائم على تنوع أنساق البنية الإيقاعية اعتمادا على منهجية الباحث المستمدة من نظريةالبايوميمكري محل التطبيق للتصميمات ذات التكرارات الإيقاعية الثنائية الأبعاد، بالإضافة للمنتج التطبيقي المنفذ والمستخدم في الطرح الافتراضي للتكسيات الداخلية- شكل (12).
- تحقيق المحاور الخمسة السابقة بالترتيب .



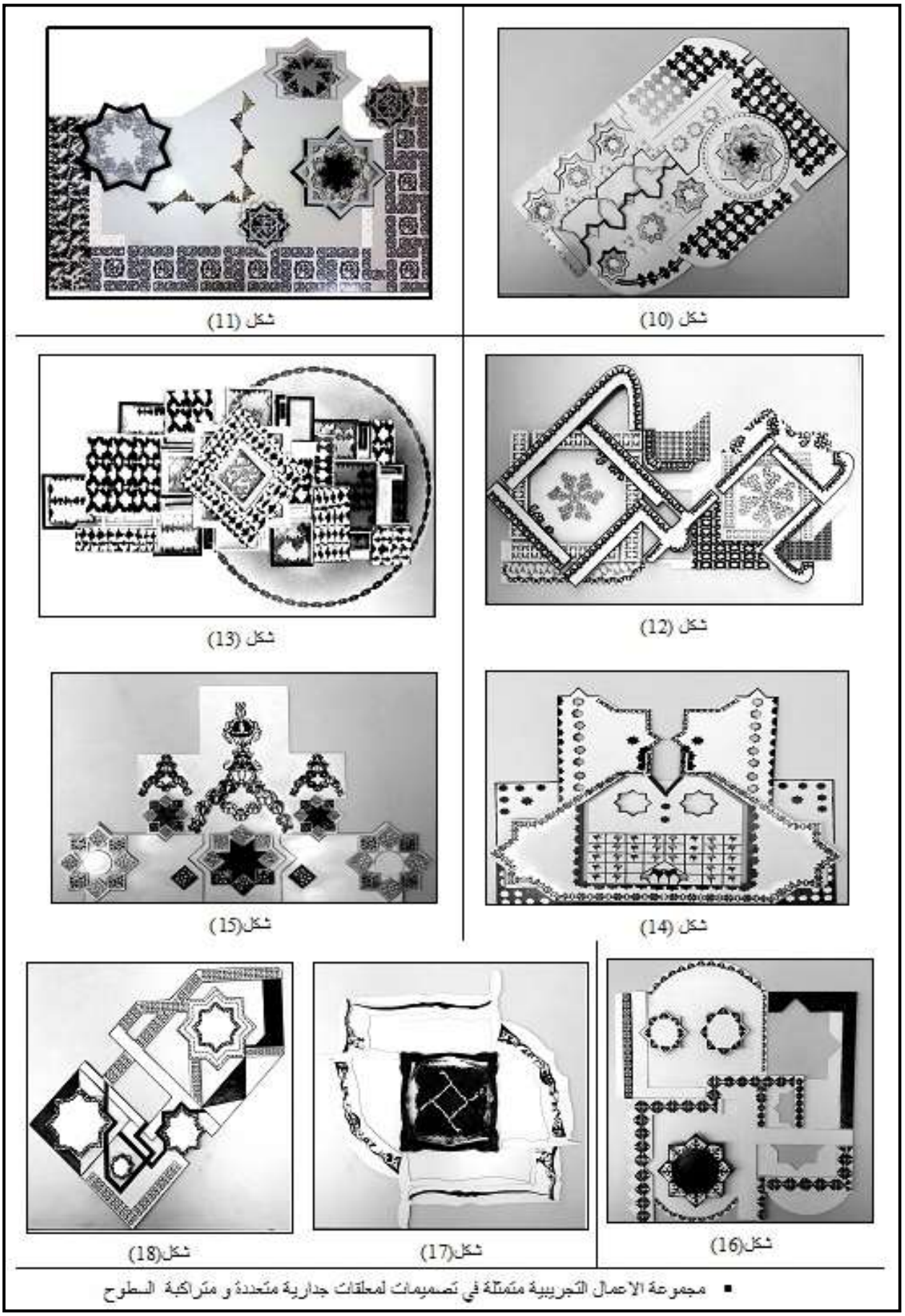
شكل (12)

شكل (12) نمازج مختارة من مجموعة التجارب التصميمية للطلاب المنفذة ببرنامج معالج الصور(الفوتوشوب) توضح تنامي البنية الايقاعية للتصميم الكلي باعتباره نقطة انطلاق تصميمية للتكسية الجدارية المتعددة المستويات على المسطحات الجدارية الداخلية.

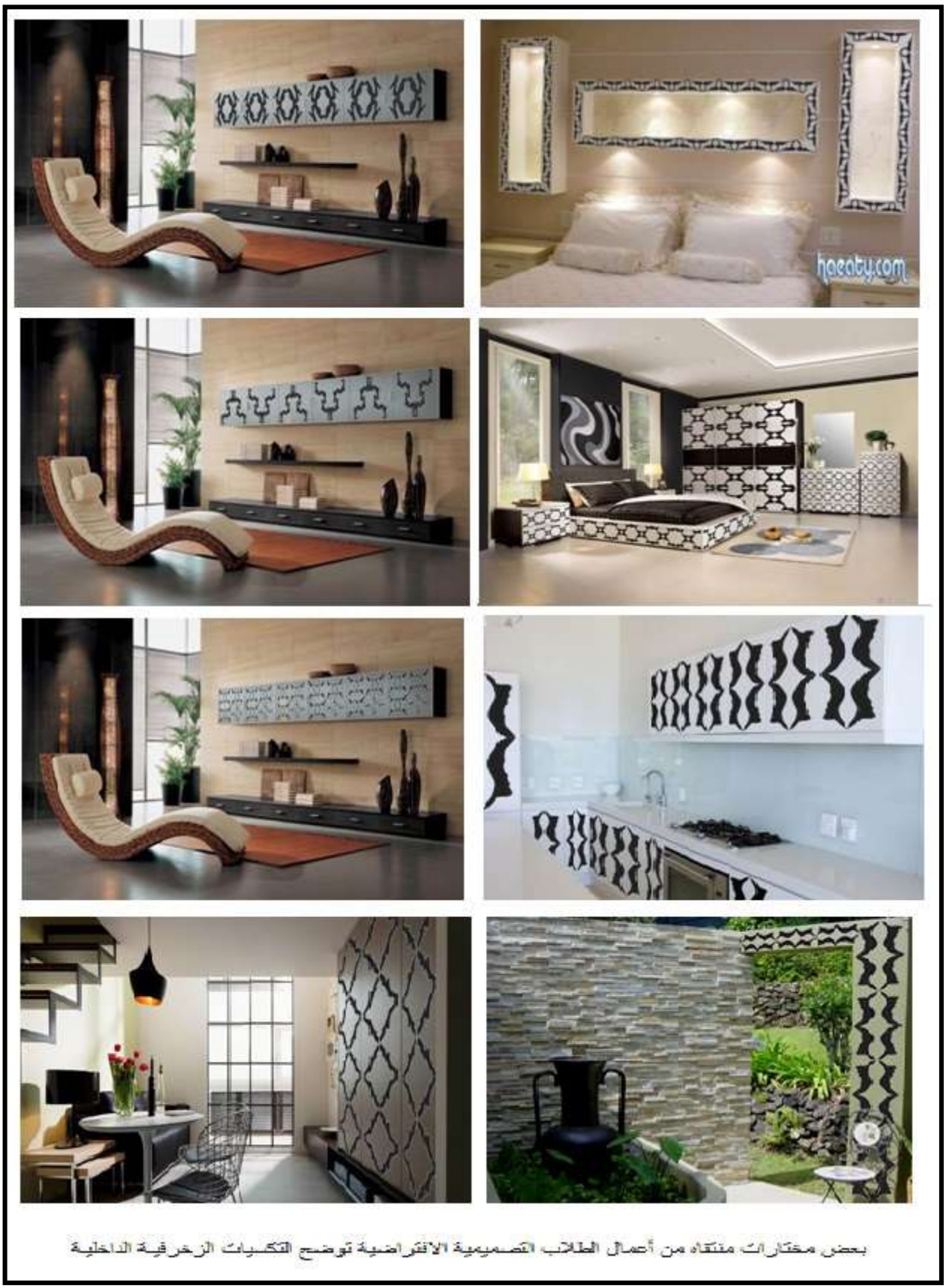


شكل (13)

شكل (13) مجموعة الأعمال التجريبية التطبيقية من تنفيذ طلاب الفرقة الأولى بقسم الزخرفة مادة تصميم التكسيات الزخرفية حيث تعد هذه المعلقات بما تتضمنه من تكسيات زخرفية تصلح للتطبيق الجداري، وبما تحققه من تباين/توافق إيقاعي متراكب حقيقي ناتج من تنوع وتراتب المسطحات المتداخلة والمتراكبة التي يمتزج فيها المفرغ بالثابت، ويؤكد الشكل الكلي الجشطلتي التكوين نقطة اهتمام واضحة في سياق النسق الجداري؛ حيث يعد بدوره جزءاً كبيراً من التكوين كبؤرة جذب تحمل روح التراث العربي الإسلامي، حيث يحمل هذا التصميم قيمة الجزء والكل في تزامن وتوازن إيقاعي متنامي.


شكل (10)
شكل (11)
شكل (12)
شكل (13)
شكل (14)
شكل(15)
شكل(16)
شكل(17)
شكل(18)
■ مجموعة الاعمال التجريبية متمثلة في تصميمات لمعلقات جدارية متعددة و متراكبة السطوح

شكل (14)



بعض مختارات منتقاه من أعمال الطالب التصميمية الافتراضية توضح التكسيات الزخرفية الداخلية

شكل (15)

- **النتائج :**

- تعد النظريات والمفاهيم العلمية والطبيعية أحد أهم المنابع الحديثة والمتجددة التي تفيد في إيجاد منطلقات فكرية معاصرة في تصميم المعلقات التطبيقية الجدارية.
- توظيف التحليل البنائي ذو النسق الرياضي القائم على الوحدات الطبيعية العضوية في المسطح يثري الجوانب التشكيلية والتطبيقية للمعلق الجداري من خلال طرح مداخل تجريبية جديدة لإيجاد صياغات تصميمية تشكيلية وتطبيقية جديدة.
- يمكن استحداث بنائيات تصميمية متعددة المستويات ذات نظم إيقاعية من خلال نظرية المحاكاة " البايوميمكري" تثري جماليات المعلقات الجدارية الداخلية .
- يمكن تحقيق البعد الثالث الحقيقي والإيهامي من خلال الحد من قيمة اللون المستخدم في التصميم المتعدد السطوح اقتصارا على العلاقات السالبة والموجبة المتضادة والمتباينة للأشكال والفراغات الممثلة للأرضيات بالتزامن.
- ان تطبيق التجربة التصميمية على الباحث ومن ثم على الطلاب يكسب التجربة آفاقا أكثر لنمو الاتجاهات التجريبية الابتكارية وييسر توقع المشاكل التصميمية التي يمكن أن تواجه الطلاب في التصميم والتطبيق الحقيقي.

- **التوصيات** :

- العمل على التواصل الدائم بين نتائج البحث العلمي والفن من خلال التفاعل فيما بينهما في إطار مكتشفات العلوم الطبيعية.
- الاهتمام بدراسة وتطبيق المفاهيم الحديثة في العلوم وتحليل محتوياتها وربطها بتنمية الجانب التصميمي و الزخرفي في الفنون التطبيقية.
- ضرورة الاتجاه إلى استحداث بنائيات تصميمية مبتكرة من خلال النظريات العلمية والشكلية الحديثة والمعاصرة .
- العمل على اكتشاف جماليات التصميم الزخرفي للمسطحات الجدارية في إطار تفهم التراث ومن خلال النظريات الطبيعية والعلمية.
- محاولة إلقاء الضوء على مداخل تشكيلية وتطبيقية جديدة تهتم بتحقيق الأبعاد الحقيقية والإيهامية في التصميم المتعدد السطوح القائم على تحليل النظم الطبيعية واستخلاص علاقاتها .
- إعداد برنامج أكاديمي تدريبي بقسم الزخرفة للطلاب والخريجين يقوم بدراسة التقنيات الحديثة والمعاصرة لاستخدام برامج الحاسب بالكيفية التي تيسر استخدام النواتج العلمية للنظريات العلمية والتكنولوجية بما يخدم الجوانب الابتكارية والإبداعية .

- **المراجع العربية**:

- الحمامي ، نجوى صديق .البناء النسقي للإيقاع في فن الرسم (دراسة تحليلية في البنية الإيقاعية) ، مجلة الاكاديمي ، العدد (21) ، جامعة بغداد ، كلية الفنون الجميلة ، بغداد ، 1998 م.
- دينا محمد عباس مندور :فعالية وكفاءة التصميم في التواءم بين كيفية عمل الطبيعة وطريقة تفكير الإنسان كمجال للتدريب البصري والتشكيل وبناء وصقل المهارات الأساسية للتصميم، مؤتمر تطوير برامج التعليم العالي النوعي في مصر والوطن العربي(العربي السادس-الدولي الثالث) ،13 - 14ابريل 2011م.
- فتح الباب عبد الحليم . التصميم في الفنون التشكيلية ، عالم الكتب للطباعة والنشر والتوزيع،ط 2، 1985م.
- قصي طارق: اسس التكوين، مجلة فنون تشكيلية، ط1، عمان، 2009م.
- محمد حسن الحمود: علم بيولوجيا الفقاريات - دار الأهلية للنشر والتوزيع- الطبعة الأولى 2005 م .

- **المراجع الأجنبية:**

- Chen, Tzu-Yu; Peng, Li-Hsun, "Nature-inspired Fashion Design through The Theory of Biomimicry",
- Doaa Ismail Ismail Attia : (April 2015), "Biomimicry In Eco – Sustainable Interior Design: Natural Ventilation Approach", International Design Journal, Volume 5, Issue 2.

- El Ghawaby Mohamed, Hanrot Stéphane & Marc André Velay-Dabat,2010, Biomimicry : a new approach to enhance the efficiency of natural ventilation system in hot climate, Ph D. Thesis. Marseille School of Architecture, France.
- Graham Callier: From - space and vision, 4th Edition, Englewood, CL, U.S.A., 1985.
- Guerreiro, Maria, Oct. 2011. "Sustainability through biomimicry Urban solutions inspired by nature", Proceedings of 7VCT, Lisbon, Portugal, 11-13.
- Janine M. Benyus, 1998,"Biomimicry; Innovations inspired by nature", Harper Collins publishers, perennial press.
- Lepora, Nathan F; et.al, 2013. "The state of the art in biomimetics", Bioinspir. Biomim., Vol. 8, 013001 (11pp) doi:10.1088/1748-3182/8/1/013001.
- Pedersen Zari, M T G. (2007). Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. Presented in: The SB07 NZ Sustainable Building Conference. Auckland.
- Stuart-Fox, D., & Moussalli, A. (2008). Selection for social signalling drives the evolution of chameleon colour change. Public Library of Science Biology, 6, e25.
- Teyssier J; Saenko SV; van der Marel D; Milinkovitch MC. 2015. Photonic crystals cause active colour change in chameleons. Nature Communications. 6: 1-7.

- **المواقع الاليكترونية:**

- https://www.academia.edu/5119373/Nature-inspired_Fashion_Design_through_The_Theory_of_Biomimicry.
- http://www.naturaledgeproject.net/documents/biomimicry_000.pdf
- http://www.naturaledgeproject.net/BenyusTour06.aspx
- http://www.tshkeel.com/vb/showthread.php?t=4644
- http://www.vibrant-os.com/registration-online-training.html
- http://www.sustainicum.at/files/projects/73/en/BIOMIMICRY_Supporting-Material/1a_Biomimicry_Intro.pdf
- http://www.asknature.org/strategy/1bcee5b2dec7bbe9a1ac50a8699fc8d3
- https://www.pinterest.com/pin/350295677248458087/
- http://www.biomimicryguild.
- http://www.alittihad.ae/details.php?id=77870&y=2012&article=full
- https://cias.rit.edu/media/uploads/faculty-s-projects/704/documents/52/graphic-design-biomimicry-book.pdf
- http://alkhabra.net/vb/showthread.php?442-%D9%85%D9%81%D9%87%D9%88%D9%85-%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%B8%D9%85
- http://www.maqalaty.com/33752.html