منهج تصميمي لأقمشة السيدات المطبوعة بالاستفادة من البناء الجمالي لعلم البيوميمكري

A Design Approach for Printed Women Fabrics Benefit from The Aesthetic Structure of Bio Mimicry Science

م.د/ ريهام محمد عبد السلام عبد الحميد

مدرس بقسم طباعة المنسوجات والصباغة والتجهيز، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان

Dr. Riham Mohamed Abd-Elsalam

Lecturer in the Department of Textile Printing, Dyeing and Finishing, Faculty of Applied Arts, Helwan University

reham2roro@hotmail.com

ملخص البحث

للطبيعة مبادئها الخاصة للحفاظ على النظام البيئي. فهي المصدر الرئيسي للأنظمة والعمليات المختلفة، وتتفوق قدرات الطبيعة في العديد من المجالات التي تتيح استخلاص الحلول التصميمية المناسبة؛ ففكر التصميم البيوميمكرى(Bio mimicric design)القائم علي محاكاة الطبيعة يجمع بين علم الاحياء و الهندسة لتحقيق الوحدة الكاملة من خلال المحاكاة الحيوية وخلق استراتيجيات تصميمية حديثة مستدامة تعتمد على الاستفادة من حلول بالفعل موجودة بالطبيعة لمعالجة مشكلات التصميم بشتي انواعها المختلفة.

فالتصميم هو أحد المجالات الهامة للحياة؛ فهو فكر فنى يصاحب كل اتجاهات الفنون؛ كعملية بناء تشكيلى يستشف من الطبيعة توزيع وتنظيم المفردات، الكتل، المساحات، الأحجام و العلاقات القائمة بينها لتحقيق الوحدة والأتزان والإيقاع والحركة داخل العمل الفني؛ لتؤدى تلك العملية وظيفتها بنجاح وفقاً لمفهوم ومتطلبات وسائط التصميم. ومن ثم أصبح أتجاه التصميم بمحاكاة الطبيعة والنظم الهندسية المأخوذة من الطبيعة منهج للتفكير العلمي للوصول الى مداخل متنوعة الأبداع الفني.

والتصميم البيوميمكري من الاتجاهات العلمية والفنية حديثة الظهور؛ تنتج بمحاكاة التقنيات الموجودة بالطبيعة والأنظمة القائمة عليها وتوظيفها فى تصميمات تتبع منهجاً تصميمياً تتنوع به الافكار التصميمية بشكل يسمح للمصمم إنجاز العديد من البدائل التصميمية، لما تمتلكه الطبيعة من المرونة التي يسمح بتحديثها باستمرار عند إضافة أو تغيير او حذف أو تعديل أحد متغيرات التصميم.

لذا تسعى هذه الدراسة إلى الأستدلال باتجاه التصميم البيوميمكري القائم علي محاكاة الطبيعة كبعد جمالي لطرح رؤية جديدة لاستنباط تصميمات مستحدثة ذات تأثيرات ملمسيه حسية وبصرية مختلفة لأقمشة السيدات المطبوعة عبر حسابات لونية و إيقاعات شكلية متوالدة.

الكلمات المفتاحية:

منهج تصميمي، البناء الجمالي، علم البيوميمكري

Abstract:

Nature has its own principles to preserve the ecosystem. It is the main source of various systems. Nature’s capabilities are superior in many fields that allow design solutions to some problems. The concept of biomimicry design combines biology and engineering to achieve

complete unity, and to create sustainable design strategies based on taking advantage of solutions found in nature to solve various design problems.

Design is one of the important fields of life. It is an artistic thought that accompanies the trends of arts as a artistic construction process that can be discerned from nature, the organization of elements, blocks, spaces, volumes and interrelations to achieve unity, balance, rhythm and movement within the artwork. For the design process to perform its function successfully in accordance with the concept and requirements of the design media; The biomimicry science became an approach to scientific thinking and engineering systems taken from nature to reach various entrances to artistic creativity.

Biomimicry design is one of the newly emerging scientific and artistic way that produced by simulating nature's systems and employing them in various designs to express and build contemporary design thought that simulates nature and its construction.

Therefore, this study seeks to use the direction of biomimicry design as an aesthetic dimension to present a new vision to devise innovative designs with different tactile, sensual and visual effects for women's printing fabrics through color calculations and repeated formal rhythms.

Keywords:

- Design Approach - Aesthetic Structure - Bio Mimicry Science

المقدمة:

للطبيعة مبادئها الخاصة للحفاظ على النظام البيئي. فهي المصدر الرئيسي للأنظمة والعمليات المختلفة، وتتفوق قدرات الطبيعة في العديد من المجالات التي تتيح استخلاص الحلول التصميمية المناسبة؛ ففكر التصميم البيوميمكرى (Bio mimicric design) القائم علي محاكاة الطبيعة يجمع بين علم الاحياء و الهندسة لتحقيق الوحدة الكاملة من خلال المحاكاة الحيوية وخلق استراتيجيات تصميمية حديثة مستدامة تعتمد على الاستفادة من حلول بالفعل موجودة بالطبيعة لمعالجة مشكلات التصميم بشتي انواعها المختلفة.

فالتصميم هو أحد المجالات الهامة للحياة؛ فهو فكر فني يصاحب كل اتجاهات الفنون؛ كعملية بناء تشكيلي يستشف من الطبيعة توزيع وتنظيم المفردات، الكتل، المساحات، الأحجام والعلاقات القائمة بينها لتحقيق الوحدة والأتزان والإيقاع والحركة داخل العمل الفني؛ لتؤدي تلك العملية وظيفتها بنجاح وفقاً لمفهوم ومتطلبات وسائط التصميم. ومن ثم أصبح أتجاه التصميم بمحاكاة الطبيعة والنظم الهندسية المأخوذة من الطبيعة منهج للتفكير العلمي للوصول الى مداخل متنوعة الأبداع الفني.

والتصميم البيوميمكري من الاتجاهات العلمية والفنية حديثة الظهور؛ تنتج بمحاكاة التقنيات الموجودة بالطبيعة والأنظمة القائمة عليها وتوظيفها في تصميمات تتبع منهجاً تصميمياً تتنوع به الافكار التصميمية بشكل يسمح للمصمم إنجاز العديد من البدائل التصميمية، لما تمتلكه الطبيعة من المرونة التي يسمح بتحديثها باستمرار عند إضافة أو تغيير او حذف أو تعديل أحد متغيرات التصميم.

لذا تسعى هذه الدراسة إلى الاستدلال باتجاه التصميم البيوميمكري القائم على محاكاة الطبيعة كبعد جمالي لطرح رؤية جديدة لاستنباط تصميمات مستحدثة ذات تأثيرات ملمسيه حسية وبصرية مختلفة لأقمشة السيدات المطبوعة عبر حسابات لونية وإيقاعات شكلية متوالدة.

- **مشكلة البحث:**

تتمثل مشكلة البحث فى أن تصميم طباعة أقمشة السيدات تحتفظ ببعض أنماط وحلول نمطية تقليدية، لذا تتجه الدراسة إلى التوصل لبنائيات تصميمية معاصرة للمسطحات الطباعية لأقمشة السيدات من أتجاه التصميم البيوميمكري؛ من خلال تحليل ودراسة واستنباط أسس الانظمة البنائية في الطبيعة، ومن ثم التوصل الي مدخل تجريبي ورؤى تشكيلية جديدة مبتكرة.

وعلى هذا تتحدد مشكلة البحث فى التساؤلات التالية:

- كيف يمكن الأعتماد على ممارسة الفكر التجريبى القائم على متغيرات أتجاه التصميم البيوميمكري للوصول إلى بناء تصميمي للمسطحات المطبوعة لأقمشة السيدات؟
- كيفية الاستفادة من وضع منظومة مستحدثة لأنتاج بناء تصميمي طباعي معاصر لأقمشة السيدات يحقق مداخل أبداعية تواكب موضة معاصرة لممارسة الفكر التجريبي لمتغيرات أتجاه التصميم البيوميمكري.

- **أهمية البحث:**

- المساهمة في التعرف على أساسيات وبنائيات اتجاه التصميم البيوميمكري بتقديم دراسة وصفية تحليلية فنية لعناصر ومكونات التصميم.
- طرح مداخل تجريبية جديدة؛ لإيجاد صياغات تشكيلية مستحدثة لتصميم أقمشة السيدات المطبوعة من خلال الاستفادة من بعض برامج الحاسب الآلي الخاصة باتجاه التصميم البيوميمكري.
- التغلب على بعض المشكلات التصميمية والتطبيقية لإنتاج تصميمات طباعية لأقمشة السيدات.
- الاهتمام بإثراء فكر مصمم طباعة المنسوجات؛ من خلال تطبيق تقنيات وادوات برامج التصميم المتخصصة لابتكار تصميمات خاصة بأقمشة السيدات المطبوعة.

- **أهداف البحث:**

- التوصل الى بنية تصميمية معاصرة في مجال تصميم طباعة المنسوجات بالاستفادة من الأتجاه البيوميمكري.
- فتح أفاق جديدة لأنتاج أقمشة سيدات مطبوعة تتميز بسهولة التصميم والتنفيذ وثراء القيم التشكيلية.

- **منهجية البحث:**

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي متضمناً الإطار النظري.

- **فروض البحث:** يفترض البحث:

- وجود علاقة ترابطية ذات دلالة إيجابية بين تطبيق أسس بناء التصميم القائم على أتجاه التصميم البيوميمكرى والمستوحى من أسس بناء الطبيعة وتصميم اقمشة السيدات المطبوعة المبتكرة.
- البناء التشكيلي القائم على أتجاه التصميم البيوميمكري والتصميمات المطبوعة يشكل فكراً مبتكر جديداً غير تقليدي يثري تصميم طباعة اقمشة السيدات.

- **حدود البحث:**

الدراسة تُقدم نهج تصميمي يتخذ من العمارة البيوميمكرية والمسطحات الطباعية لأقمشة السيدات مع الاستعانة بتقنيات بعض البرامج المتخصصة منهج فكري جديد؛ يثري بنائية تصميم طباعة أقمشة السيدات من خلال العمليات الانشائية والبدائل التصميمية المبتكرة.

- **الخطوات الاجرائية للبحث:**

تتمثل الخطوات الإجرائية فيما يلي:

الإطار النظري:

- محددات محاكاة الطبيعة.
- المفردات التشكيلية في الطبيعة.
- الأسس البنائية الجمالية لاتجاه علم البيوميمكري.
- مصادر الاستلهام من الطبيعة من خلال علم البيوميمكري.
- مناهج محاكاة الطبيعة.
- العلاقة التبادلية بين تصميم طباعة المنسوجات والازياء، والمحاكاة الحيوية.

الإطار التجريبي:

- نهج تصميمي لأقمشة السيدات المطبوعة بالاستفادة من البناء الجمالي لعلم البيوميمكري.

الإطار التطبيقي:

- التجارب التصميمية المنفذة لاقمشة السيدات المطبوعة والمستوحاة من العمارة البيوميمكرية.

الدراسة التحليلية الإحصائية.

وفيما يلي سيتم تناول هذه المحاور بالشرح والتحليل.

الاطار النظري:

منذ بداية الكون والانسان دائم البحث بشتى الطرق لدراسة الطبيعة؛ بإعتبارها مصدر إستلهام له يقدم العديد من الحلول لمشاكله، والاستلهام ليس من مستحدثات القرن العشرين. فقد تطورت فكرة الاستلهام من الطبيعة زمنياً من بدايات الإنسان الأولى، حينما دفعته الحاجة إلى التأمل في معطيات الطبيعة ليستلهم منها طرق الإنشاء والحماية لضمان بقائه واستمرار حياته وتلبية احتياجاته، وكانت رغبة الإنسان في معرفة أسرار الطبيعة هى الدافع إلى الغوص في البحار والطيران في الفضاء ودراسة بناء وإنشاء نسيج العنكبوت وخلايا النمل والنحل ونمو الخلايا الحية في الكائنات، وبملاحظة الطبيعة عرف الإنسان كيف تجرى الأشياء في قوانينها؛ وكيف تتماسك الأجزاء مع بعضها؛ وكيف تتعايش النظم سوياً؛ ومنها استلهم الشكل واللون والبناء التشكيلي العضوي، بل وأصبحت الطبيعة معياراً لتقديره الجمالي.

كما نجد أن اقدم الحضارات البشرية اتخذت من الطبيعة مصدراً لفنونها المختلفة؛ فمعابد الآلهة في بابل تشكل تعبيراً عن المنحنيات الطبيعية في المناطق الجبلية ببيئاتهم، واستخدمت الحيوانات في تزيين الجدران في مدينة بابل بالعراق، بينما استخدمت الأعمدة على شكل الإنسان في كثير من المعابد اليونانية والرومانية، كما أستخدم قدماء الصينيين شكل الإنسان والحيوان في تزيين الجدران والتكوين المعماري للمساكن والمعابد، أما الحضارة المصرية القديمة فهي أول مؤسس لمبدأ الاستلهام من الطبيعة في التصميم من العناصر التشكيلية ومنتجاتهم من العمارة والأثاث المصري القديم، ويظهر ذلك في

الكراسي والأسرة التي كانت تحمل أشكالاً حيوانية أو رؤوس الطيور؛ والتي زُخرفت بالأشكال النباتية، ونجد الحضـارة الإسلامية قدمت دراسة مستـفيضة للأشكال البنائية والعناصر البللورية في كلٍ من المقرنصات وأشكال العقود والأقواس والمآذن والقباب.

وظل التصميم لمده طويلة يحاكي الطبيعة محاكاه حرفية من خلال نقلها كما هي، ومع التطور التكنولوجي والاكتشافات العلمية الحديثة وإتجاه الأبحاث الي دراسة النظم البنائية التي تحكم الطبيعة والأداء الوظيفي للكائنات العضوية وتغير نظم بنائها للتكيف مع البيئة المحيطة، تطورت الاتجاهات التصميمية التى تربط بين التكوين الشكلي والأداء الوظيفي من خلال علم جديد أطلق عليه علم البيوميمكري(Bio Mimicry)، أوعلم محاكاة الطبيعة وهو ذلك العلم القائم على التعلم من الطبيعة و محاكاة النظم البيولوجية الطبيعية "تكويناتها، عملياتها الحيوية و نظمها الايكولوجية"؛ لإنتاج تصميمات أكثر استدامة بعد دراستها حتي الوصول لحلول تصميمية غير نمطية و مبتكرة.

علم البيوميمكري هو علم محاكاة الطبيعة البيولوجية، ويتكون المصطلح من الكلمتين (Bio) وهي أختصار لكلمه (Biology) وتعني علم الاحياء أو البيولوجيا الطبيعية، وكلمة (Mimicry) وتعني محاكاة، وهو يعتبر من العلوم التي تعتمد على دراسة النماذج الطبيعية. والعمل علي محاكاتها؛ ودراسة التنوع بين الهيئات الشكلية التي تجمع بين الانتفاع والجمال؛ وأستلهام العديد من التصميمات المختلفة منها بشكل يثري العملية التصميمية؛ ويقدم العديد من الأبتكارات التكنولوجية التي تخدم الانسان والقائمة علي النظم البنائية للطبيعة ليس مجرد الاقتباس منها كما هي بل التعلم منها جيدا[١] وإستعارة عناصرها ونماذجها ونظمها ونقلها الي تصميم طباعة المنسوجات بصفة عامة وأقمشة السيدات بصفة خاصة، بهدف إخراج منتج تصميمي يربط بين التكوين الشكلي والأداء الوظيفي.

إن كل ما انتجه المصمم من مخرجات تصميمية مستلهمه بمحاكاة النظم البنائية للطبيعة تعتمد علي مرونة تفكيره، وقدرته على تقديم حلول تصميمية متنوعة، وتعد من أهم المراحل لتصميم منتج يتفاعل مع المتطلبات المتغيرة، والمرونة التصميميه تتطلب أن تكون عملية التصميم مستمرة و مستدامه مع عمر المنتج حتى يمكن تحديد أوجه القصور في المتطلبات التصميمية، كما أن مرونة التفكير ترتبط ارتباط وثيق بمثابرة المصمم و بحثه المستمر عن الحلول التصميمية المتنوعة، إذ إنه لا يتوقف عند نقطة محددة بل يعيد تنظيم أفكاره باستمرار لإخراج منتج تطبيقي متكاملاً ومتزناً و ديناميكياً أثناء مراحل استخدامه.

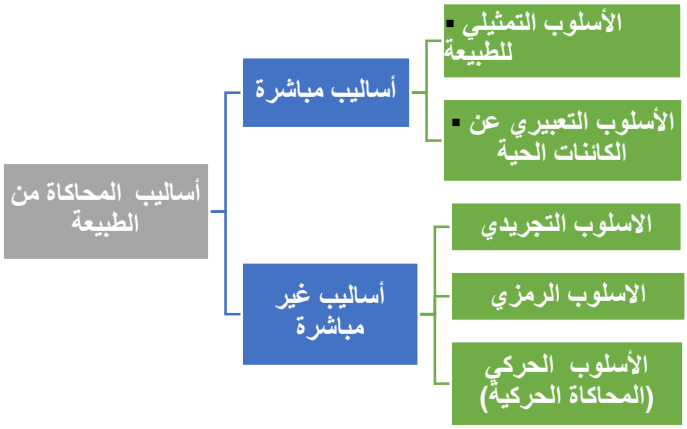
فطالما كانت البيئة هي المصدر الأساسي لأستلهام المصمم. وقدرته على التخيل التى تنشأ عن طريق تجاوب المصمم مع المؤثرات الخارجيه غير التقليدية، فلم يعد دور المصمم هو محاكاة الطبيعة كما يراها، ولكن مع نموه الفكري والثقافي والعلمى تعلم النظر إلى عناصر الطبيعة بعمق؛ وكيفية الربط بين الكل والجزء، فالعمل الفنى التصميمي هو تكوين لمجموعة من العناصر في تنظيم تصميمي متكامل؛ فيتخيل ويبنى كياناً جديداً من وحي أحاسيسه لتطوير مدركاته ووضعها في قالب تصميمى مميز له طابع خاص به يحمل الابتكار في صورة مخرجات تصميمية مميزة؛ ولفهم علم البيوميمكري لابد من التطرق الي:

محددات محاكاة الطبيعة:

- أساليب محاكاة الطبيعة.
- مصادر الاستلهام من الطبيعة.
- مناهج محاكاة الطبيعة.

أساليب محاكاة الطبيعة:

تتم محاكاة الطبيعة من خلال المحاكاة المباشرة والمحاكاة الغير مباشرة وفقا للعديد من الأساليب التصميمية، التى يمكن حصرها في الشكل التخطيطي (١) التالي:



شكل تخطيطي (١) لأساليب المحاكاة من الطبيعة (رؤية خاصة الدارسة)

الأساليب المباشرة من المحاكاة:

- **الأسلوب التمثيلي للطبيعة :**

هو أحد الاساليب التصميمية التى تعتمد على تحقيق الوحدة بين عناصر التصميم والبيئة المحيطة به. لإخراج فكرة تصميمية متميزة بما يحافظ على البيئة من خلال المزج بين الطبيعة وعناصر التصميم بأستخدام الخامات الطبيعية بصورتها الاصلية، فهو استلهام بصورة مباشرة من خلال الإيحاء الظاهري بأنها تشبه أحد كائنات الطبيعة (جماد – نبات – حيوان – إنسان)؛ وهو بذلك ينظر إلى الكائنات الطبيعية على كونها الصورة المثلى التى يطمح المصمم أن يماثل تكوينها التصميمي [٢]

- **الأسلوب التعبيري عن الكائنات الحية:**

يتميز باعتماده بشكل مباشر على علم التشريح. لتوضيح التركيب البنائي للهياكل العظمية المكون منها جسم الانسان والحيوان؛ وما جاء فيه من حلول هندسية لمشاكل الضغط والشد التي أوحت بالكثير من التكوينات الهندسية الإنشائية، ودراسة انسجة النباتات وطرق نموها وتغيرها البنائي للتكيف مع الظروف المحيطة.

الأساليب غير المباشرة من المحاكاة:

- **الأسلوب التجريدي:**

تجريد الطبيعة هو تعرية عناصرها من حلتها العضوية الحيوية للكشف عن أسرارها الكامنة ومعانيها الغامضة؛ واستخلاص الجوهر من الطبيعة من خلال اختزالها واختصارها وعرضها بشكل جديد، فيسعى المصمم إلى تبسيط العناصر التى تتبلور من خلال استلهام علامات هندسية لنماذج من الطبيعة، تظهر فيها قوانين تلك التشكيلات، وتصاغ من خلال تجريد الواقع والرجوع به إلى أساسه المنطقي المبنى على القوانين النظرية والعلاقات البنائية الهندسية المرنة، ويعتمد الاسلوب التجريدي ايضاً على اختصار تفاصيل عديدة ويمكن تتبعه بشكل واضح في الاستلهام من الكائنات الحية وتجريدها.

- **الأسلوب الرمزي:**

الاسلوب التصميمى الرمزى هو وسيلة تعبيرية إيحائية دون تصريح. وهي ذات بعد اجتماعي ثقافي وهدفها تجسيد فكرة تصميمية، وهذا النمط من الاستلهام يبدأ عندما يرتسم في ذهن المصمم رمز كصياغة للتعبير عن رغبته ومفاهيمه من خلال بناء تصميمي. وبذلك تتجسد فكرته التصميمية في صورة محسوسة فتصبح الفكرة مرتبطة بهذا البناء ويتم صقلها وتنقيحها بما يضمن استمراريتها.

والمقياس التقييمي لهذا الاسلوب التصميمي شديد الخصوصية لارتباطه بثقافات وعقائد وأفكار ذهنية يخرجها المصمم كتجسيد للفكرة التي يريد التعبير عنها، ويمكن قياس نجاح التصميم في إطار توافق الفكرة المتضمنة مع انطباع المتلقي له.

- **الأسلوب الحركي (المحاكاه الحركية) :**

يهدف الي محاكاة الحركة في الكائنات الحية وهو من الاساليب التصميمية التي تعتمد علي دراسة تحليلية لعناصر التصميم وعلاقتها بالحركة[٣] فالشكل العضوي الموحى بالحركـة يوحي أيضاً بالحياة، ويمكننا حصر بعض نماذج الحركة في الطبيعة فيما يلي:

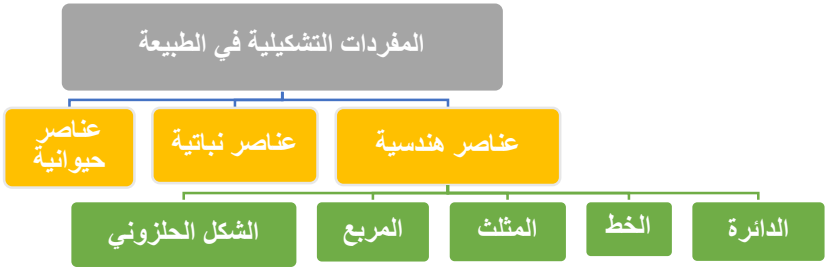
- الالتواء والتعرج: في حركة التواء الأفعى، وأيضاً في بعض عضلات الجسم البشري وأربطته.
- الحركة الدافعة الأمامية في موج البحر وتتميز بالاندفاع من الخلف نحو الأمام.
- القوة المتصاعدة إلى أعلى كما في حركة الاحصنة عند الجري والكانجرو، وتعتمد على قوة هندسية بنائية، لها صفة القوة والتصادم.
- التحليق والدوران وتكون حركة مباشرة حول مركز أو نقطة بداية كما في النحل عند امتصاص الرحيق.

ويعد تكوين العناصر التصميمية بما يحقق التحرك والانتقال جزءاً أساسياً في مرونة التصميم، فالحركة والانتقال من وضع لأخر ينتج عنه تعدد الأوضاع للمنتج التي تؤدى بدورها إلى اداء أكثر من وظيفة.

وتعتبر الطبيعة بثرائها محل لاستنباط العديد من آليات الإبداع التصميمي الطباعي، فهي تعتبر قاموس للمصمم لما تتميز به من ثراء للألوان والخطوط والأشكال والعلاقات والنظم البنائية التي تُمكن المصمم من استنباط العديد من العناصر كمفردات تشكيلية والأسس التصميمية والعلاقات البنائية التي يعتمدها في تصميماته محققاً التكامل بين الاتجاه البيوميمكري وتصميم طباعة المنسوجات.

المفردات التشكيلية في الطبيعة:

تتعدد مفردات الاشكال في الطبيعة من عناصر هندسية ونباتية وحيوانية، فكل مفردات الطبيعة تتصف بتكوينات شكلية تختلف من كائن لاخر ولكنها تتميز في المجمل بالمرونة والجمال المعياري* القائم علي تحقق التكامل بين الشكل الفني والوظيفي للمنتج النهائي مع الأستخدام الأمثل للخامة والوزن وتحقيق الاتزان ضد القوي المختلفة من خلال الطاقة التكوينية التي تقاوم بها الظروف المحيطه والتكيف مع البيئة كما يلي.

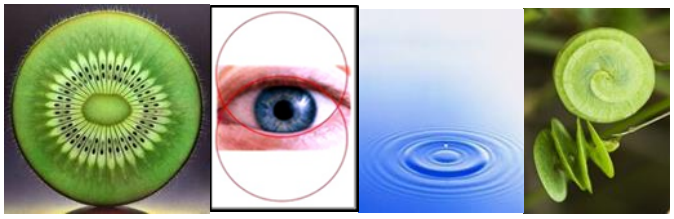


شكل تخطيطي (٢) للمفردات التشكيلية في الطبيعة (رؤية خاصة بالدارسة)

العناصر الهندسية في الطبيعة:

الدائرة:

الشكل الدائري هو بداية جميع الأشكال، فالدائرة تبدأ من نقطة ثابتة في المركز يتحرك حولها عدد لا نهائي من النقاط علي بعد ثابت منها؛ وتبدأ الدائرة من نقطة في الفراغ منعدمة البعد ولكن لها موقع في الفراغ وتكون هذه النقطة هي المكون الأول للأشكال كلها(٤)



شكل (١) نماذج من الشكل الدائري في الطبيعة -من تجميع الدارسة

الخط:

هو نتيجة لحركة نقطة في الفراغ في اتجاه معين ويتحدد بنقطة بداية ونهايه، له عدة أنواع خط مستقيم، متعرج، منكسر ومموج والخط المستقيم هو أقصر مسافة بين نقطتين. فهو شكل أحادي البعد له طول وليس له عرض أو عمق، يتميز بالديناميكية و يوحي بالحركة فهو يربط ويحيط ويخترق العناصر الأخرى.(٥)

ويتمثل الخط في الطبيعة بعدة صور؛ الخط الرأسي من سيقان النخيل، الخط الأفقي من انبساط الأرض، الخط المائل من ميل بعض فروع الأشجار، الخط المتعرج والمنكسر من تشكيل أمواج البحر، الخط المموج من بعض أفرع النباتات.

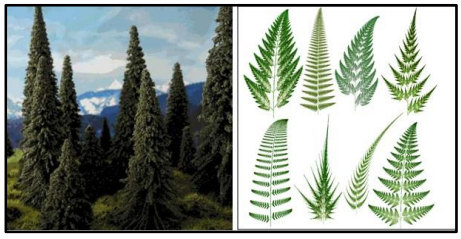
ومن أبسط نماذج الخط في الطبيعة هو خط الأفق والخطوط الرأسية في الأشجار والخطوط الاشعاعية في أوراق نخيل الزينة كما في شكل (٢).

شكل (٢) نماذج لأنواع الخط المستقيم في الطبيعة مثل خط الأفق والخطوط الرأسية في الأشجار والخطوط الاشعاعية في أوراق النخيل.

المثلث:

المثلث هو الشكل الذي يربط بين الخط والنقطة ليخلق مسطح ثنائي الأبعاد؛ والمثلث يعبر عن الإلهام والأهداف العليا ويتضمن ذلك في تكوينه حيث تتجمع القاعدة العريضة نحو نقطة. والمثلث المتساوي الأضلاع يوحي بالثبات والاستقرار،

ومن النماذج الطبيعية للمثلث الجبال، الأشجار العالية مثل الصنوبر و بعض أوراق الأشجار ذات الشكل المثلث كما في شكل (٣) [٦]



شكل (٣) الشكل المثلث في الطبيعة مثل بعض أوراق الأشجار وأشجار الصنوبر.

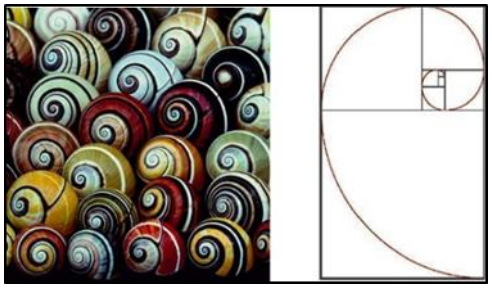
المربع:

المربع هو شكل يوحي بالصمود والمتانة ويعطي الاحساس بالأمان وهو تجسيد لمبدأ الصلابة والجمود؛ فهو يعمل علي احتواء واستقرار الطاقة ومثال الشكل المربع في الطبيعة بلورات الملح و شكل اظافر الانسان وكذلك بين التصدعات في التربة أو الصخور قد تنتج أشكال مربعة ولكنها غير منتظمة و الشكل (٤) يوضح هذه النماذج من الطبيعة.[٧]

شكل (٤) نماذج للشكل المربع في الطبيعة مثل ذرات الملح، شكل أظافر الانسان وتصدعات التربة.

الشكل الحلزوني:

الحلزون هو شكل يبدأ من نقطة. ويشكل مجموعة من المنحنيات مختلفة القطر تتسع كلما ابتعدت عن المركز؛ والحلزون اللوغاريتمي هو نموذج للنسب الجمالية؛ حيث أنه يتبع قاعدة القطاع الذهبي؛ فالشكل الحلزوني أو اللولبي شكل كوني موجود في كل أشكال الحياة. في أصل الحياة تنتظم الجينات في الحمض النووي في شكل حلزوني مزدوج، وتتراص البذور في شكل حلزوني حول نقطة المنتصف مثل زهورعباد الشمس، وينمو الشعر علي رأس الإنسان في شكل حلزوني حول نقطة المركز في قمة الجمجمة؛ كما يوجد الشكل الحلزوني في أشكال القواقع والنباتات وأنياب الأفيال وقرون بعض الحيوانات، في دوران الماء في الدوامات، ودوران الهواء في الأعاصير، فالحلزون هو مسار النمو في الطبيعة ولهذا فهو موجود في جميع الحضارات. [٨]



شكل (٥) النسبة الذهبية في الحلزون اللوغاريتمي ونموذج له من أشكال القواقع الحلزونية.

العناصر النباتية والحيوانية:

تزخر الطبيعة بالعناصر النباتية والحيوانية التي كانت مصدر الهام للمصمم في أعماله الفنية المختلفة ولجأ لمحاكاتهم من الناحية الشكلية ، اللونية، الملمس، أساليب التكييف، ودراسة الخصائص البنائية والوظيفية لكل منهم والتي من خلالها تم التوصل الي الاشكال الهندسية التي كانت بمثابة الأشكال الأساسية التي تكون المساحات التصميمية من خلال الدمج بينهم مع إجراء بعض أساليب التجريب من حذف وإضافة وغيرها؛ فحدودها الخارجية هي التي تعطي لكل منها شكلاً معيناً ومتميزاً ومع استخدام الوحدات التشكيلية في تلك المساحات التصميمية تنشأ العلاقات ذات الأسس التصميمية التي تستمد أيضا من الطبيعة، ومن أهم هذه الأسس:

الأسس البنائية الجمالية لاتجاه علم البيوميمكري:

الوحدة:

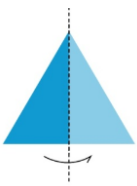
الكون وما به من نجوم وكواكب يمثل الوحدة والترابط والاستمرارية التي تظهر بين المجموعة الشمسية؛ والعلاقة بين الأجزاء وبعضها البعض، هذه الاستمرارية تشمل الملمس واللون والشكل، وهذه الصفة تظهر بصورة أقل تعبيراً ولكن أعمق في النباتات والأشجار والأسماك والطيور والحيوانات.

الإيقاع:

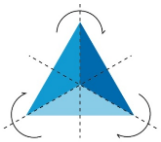
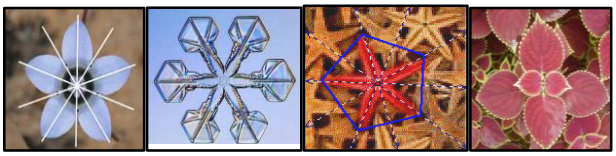
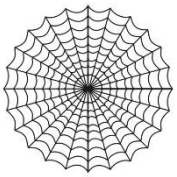
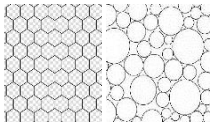
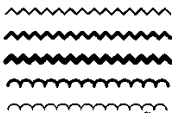
الإيقاع يتحكم في حركة الكون بدءاً من حركة الكواكب حول الشمس وما ينتج عنها من ظاهرة الزمن، وتنشأ إيقاعات ضوئية من الليل والنهار، ومناخية بين الصيف والشتاء وبحرية من المد والجزر، وفسيولوجية في إيقاع الوظائف الحيوية في جسم الإنسان، وصوتية في إيقاعات أصوات الحيوانات والطيور المتنوعة. والايقاع في الطبيعة يعتمد على التكرار كقيمة جمالية هامة وهي من القيم الأكثر تواجدا وتأثيرا بالطبيعة وتتحقق من خلال تتابع العناصر والنظم والتي تتنوع وتختلف في نفس الوقت، والنظم التكرارية الإيقاعية في الطبيعة من القيم الجمالية التي يمكن لمصمم طباعة المنسوجات أن يستلهمها بكافة أشكالها المتنوعة والمنتظمة بشكل متزن ومنسق متدرج بالحجم ووفق علاقات رياضية هندسية تحقق بناء شكلي متسق يحقق قيم جمالية مختلفة وهو ما تتميز به الطبيعة.

التكرار:

تتكون أشكال الكائنات الحية بالطبيعة من مجموعة عناصر تتكرر وفق نسق إيقاعي تراكبي متزايد أو متناقص خالقاً علاقات نظامية متشابكة حيث يتكرر نفس العنصر عده مرات وفقاً لترتيب هندسي بنائي مكونا أنماطاً (Pattern) يتضح في كافة أشكال الكائنات الحية وتفاصيلها البنائية والحيوية علي حد سواء، وتظهر وحداتها المتكررة بالتراكب منتظمة ومتشابكة في نسق بديع يتلاءم مع طبيعتها ووظيفتها وشكلها الجمالي، ويتنوع التكرار فتتداخل الأجزاء في تناغم وإتساق يكون بنية شكلية جمالية خاصة، ويمكن تقسيم الأنماط التكرارية بالطبيعة في الجدول التالي.

النمط التكراري	شكل تخطيطي	نماذج من الطبيعة
تكرار ذو تماثل محوري		

التكرار ذوالتماثل المحوري في الطائر، الفراشة، الحمار الوحشي.

تكرار ذو تماثل أشعاعي		 التكرار ذو التماثل الاشعاعي في أوراق النبات، رقائق الثلج، الزهور.
تكرار ذو تماثل أنتقالي(إزاحة)		التكرار ذوالتماثل الانتقالي من خلال الازاحة في خط مستقيم في اوراق الشجر والحشرات
تكرار ذو نمط كسوري	أشكال كسيرية متنوعة	تكرار ذو نمط كسوري كزهرة نبات القرنبيط، فروع بعض الاشجار
تكرار ذو نمط حلزوني		
تكرار ذو نمط شبكي		تكرار ذو نمط شبكي في كل من أجنحة الحشرات وخيوط العنكبوت.
تكرار ذو نمط هندسي دائري او مضلع		تكرار ذو نمط هندسي دائري او مضلع في الخلايا النباتية وخلية النحل وظهر السحلفاة.
تكرار ذو نمط متعرج		تكرار ذو نمط متعرج في في كل من تموجات الرمال وبصمة أصابع الانسان وحركة الثعبان.

جدول (٢) الأنماط التكرارية في الطبيعة

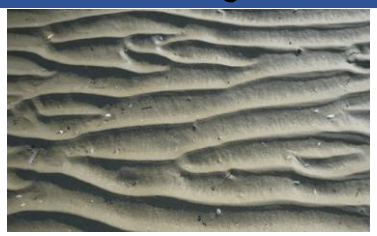
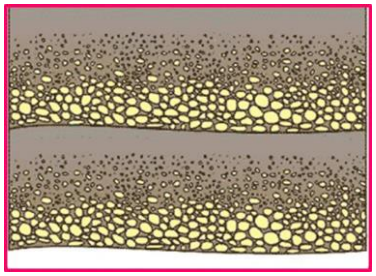
التراكب:

يظهر التراكب في الطبيعة في العديد من الأمثلة والتي تناولها علم الجيولوجيا بالدراسة الدقيقة، ويمكن تقسيم التراكب في الطبيعة الي

التراكب الاولي: يحدث فى طبقات الارض تحديدا في الصخور الرسوبية تنشأ من تأثير العوامل الطبيعية من مناخ ورياح وامطار وانهار ودرجة حرارة ومن أمثلتها علامات تموج الرمال، التدرج، التطبق، تراكب الأمواج فوق بعضها البعض، الصدوع.

التراكب الثانوي:

يتكون بفعل المؤثرات الخارجية مثل الحركات التكتونية للأرض والزلازل والبراكين وغيرها مثل الصدوع والتشققات.

نمط التراكب	شكل تواجده	نماذج من الطبيعة
التراكب الاولي	علامات تموج تظهر فى الرمال (ripple marks) بفعل تيارات الرياح او الماء على الرمال	
التراكب الاولي	التدرج: وهو أن الطبقة المكونة من أجسام ثقيلة تترسب اولا فى الاسفل ثم تعلوها الاخف فالاخف، فالحصى يترسب أولا فى الأسفل ثم يعلوه الرمل ثم الطمى فى القمة.	
التراكب الاولي	التطبق: وهو تكون الطبقات بشكل افقى بفعل الترسيب طبقة تلو الاخرى على ان تكون الطبقة الاقدم فى الاسفل والاحدث فى الأعلى.	
التراكب الاولي	تراكب الأمواج فوق بعضها.	
التراكب الثانوي	الصدوع التى تسبب ازاحة الطبقات الصلبة لاعلى او لاسفل بسبب الانكماش مسببة كسر فى الطبقات كما في شقوق الرسوبيات الطينية فى فترات الجفاف	

جدول (٣) أنماط التراكب في الطبيعة.

الملمس:

الملمس من الخصائص السطحية للمواد وهذه الخاصية نتعرف عليها من خلال الجهاز البصري ونتحقق منها عن طريق حاسة اللمس، وملمس السطح يظهر كنتيجة للتفاعل بين الضوء والسطح، وتتنوع الملامس بين الناعم والخشن، والطبيعة تتنوع بها الملامس ويجب علي مصمم طباعة المنسوجات الاستفادة من كل الخامات والزخارف والالوان لإثراء السطح مستغلاً القيم الملمسية لسطوح العناصر الطبيعية كما في شكل (٦).

شكل (٦) نماذج مختلفة من بعض ملامس السطوح الموجودة بالطبيعة.

الاتزان:

النظام الكونى في حالة اتزان ايكولوجى مادي دائم. فالأجسام الطبيعية جميعها ذات أتزان شكلى متماثل يظهر في الحيوانات والطيور عند رؤيتها بالمواجهة؛ واتزان غير متماثل عند رؤيتها من الجانب، حيث يوجد الاتزان بين الرأس والذيل. أما الأشجار فنجد ببعضها اتزان متماثل؛ والبعض الأخر غير متماثل.

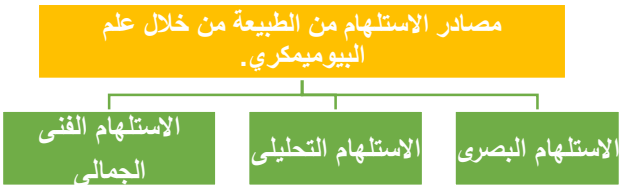
الحركة:

الحركة هي السمة الأساسية التي تحكم انتظام العلاقات والاشكال فى الطبيعة. فهي تغير موضع الجسم من مكان للآخر. وقد تُقسم الحركة إلى ثلاثة أنواع بشكل عام حركة دورانية مثل دوران الأرض حول نفسها، حركة الإزاحة تحريك جسم دون تغيير اتجاهه، حركة المنحني مثل جري الحيوانات وحركة الأمواج.

والحركة في الاعمال الفنية هي إحساس ناتج عن توزيع العناصر بطريقة توحي بالحركة. وتتحكم في طريقة حركة العين المتتابعة داخل التصميم، وللحركات اتجاهات وأشكال، وقد تكون سريعة أو بطيئة، ووجود حركة في التصميم يضفي عليه الحيوية، ومن أمثلة الحركة تكرار شكل بأوضاع مختلفة للإيحاء بالحركة، أو استخدام صور معبرة عن الحركة كتطاير أطراف الملابس أو الشعر للتعبير عن وجود رياح، أو استخدام الأسهم والخطوط الموجهة لحركة العين، وكذلك استخدام الألوان بطريقة تحدد بداية اتجاه حركة العين ثم الانتقال مع حركة اللون وانسيابه داخل التصميم.

وبعد التطرق الي عناصر واسس التصميم في الطبيعة؛ التي كانت المرجع الاساسي لمصمم طباعة المنسوجات في إخراج منتجه التصميمي ذو النظم البناية لعلم البيوميمكري القائم على الاستلهام من الطبيعة الذي تعددت صوره ومن الممكن حصر صور الاستلهام من الطبيعة التي استخدمها المصمم في التالي.

- **مصادر الاستلهام من الطبيعة من خلال علم البيوميمكرى:**



شكل تخطيطي (٣) صور الاستلهام من الطبيعة (رؤية خاصة بالدارسة)

أن الطبيعة عندما أُستَخدمت لإثراء التصميم لم تكن بالضرورة تحقق الحاجة النفعية؛ وللاستلهام مصادر منها:

الاستلهام البصري: يتم به محاكاة الأشكال الطبيعية بصرف النظر عما تقدمه من إضافة وظيفية؛ وفيه يستلهم المصمم الشكل الظاهري للطبيعة دون التعمق في الدور الحيوي الذي يؤديه التصميم. وما وراء الشكل من قيم انشائية ووظيفية، أي يتأثر المصمم بما تحتويه الطبيعة من عناصر ومدى استفادته منها بحيث تنعكس على نتاجه الفني؛ ليعطيه قيمة جمالية عالية وليس بالضرورة تحقيق الحاجة النفعية علي أكمل وجه.

الاستلهام التحليلى: فهو التبصر في قوانين الطبيعة للفلسفات العضوية واستنباط مبادئها وقوانينها الإنشائية، وهو بذلك استلهاماً أكثر عمقاً من الاستلهام البصرى, لأتجاهه لتحليل الفلسفات الإنشائية في محاولة لمحاكاة نظريات الطبيعة من خلال الدراسة التحليلية للعناصر الطبيعية؛ وهذا النمط من الاستلهام ظهر حديثاً من خلال حركة التجديد في علوم التصميم وربط المنتجات الصناعية بالبيئة والطبيعة، فخضوع العناصر الطبيعية للتحليل الدقيق ابتداء من أشكالها الخارجية وصولاً إلي أصغر خلية موجودة فيها أدي إلي ظهور فلسفات تصميميه لمحاكاة الطبيعة لتكون النظم البنائية الطبيعية مدخلاً لمفهوم " هندسة التكوين " أي القوانين التشكيلية التي تحكم العلاقات بين مكوناته وعناصره.

الاستلهام الفني الجمالي: وهو المستخدم به نمط التجريد والرمزية. لتحقيق القيم الابداعية والجمالية في عمليات الاستلهام من الطبيعة بصورة أعمق من الأساليب السابقة، ويتم من خلال استلهام واستنباط علاقات هندسية لنماذج من الطبيعة، تظهر فيها قوانين تلك التشكيلات، وتصاغ من خلال تجريد الواقع والرجوع به إلى أساسه المنطقى المبنى على القوانين النظرية.

وهذه الصور الثلاث للاستلهام من الطبيعة من مقومات علم البيوميمكري القائم على المحاكاة التي تتبع منهجاً ينظم للمصمم طرق الاستلهام من الطبيعة.

مناهج المحاكاة من خلال علم البايوميمكري:

فمبادئ علم البيوميمكري قائمة على معرفة مفهوم المحاكاة، التي يمكن من خلالها التعبير عن مستويات الاستلهام سواء للشكل الخارجي أو للسمات أو للسلوك؛ وتتم المحاكاة من خلال منهجين: منهج المحاكاة الكلية (Total Mimicry)؛ منهج المحاكاة الجزئية (Partial Mimicry)

شكل تخطيطي (٤) لمناهج المحاكاة من خلال علم البيوميمكري– من عمل الدارسة –

منهج المحاكاة الكلية (Total Mimicry):

وفيها يتم محاكاة الطبيعة بصورها المختلفة. حيث عناصرها النباتية والحيوانية التي تعد أكبر وأرسخ وأشمل المنابع التصميمية؛ وفي ذلك المنهج تتم المحاكاة ظاهرياً دون التطرق الي جوهر بنائها والاكتفاء بالمظهر الخارجي فقط او لأحد الأجزاء منتجاً العديد من الأفكار الإبداعية الغنية التي تهدف الي إنتاج نماذج أقرب ما تكون الي الطبيعة، وبه تكون الطبيعة كنموذج (Nature As a Model) والاستلهام منها يكون بصرياً؛ حيث يستلهم المصمم الشكل الظاهرى للعنصر الطبيـعى دون التعمق في الدور الحيـوى الذي يؤديـه العنصر التشكيلي، أي يتم محاكاتها كما هي للتغلب علي المشاكل التصميمية ويظهر ذلك بوضوح في شكل (٧).

شكل (٧) لمجموعة من أقمشة ملابس السيدات المطبوعة المستوحاة من الطبيعة سواء في الشكل او اللون.[٩]

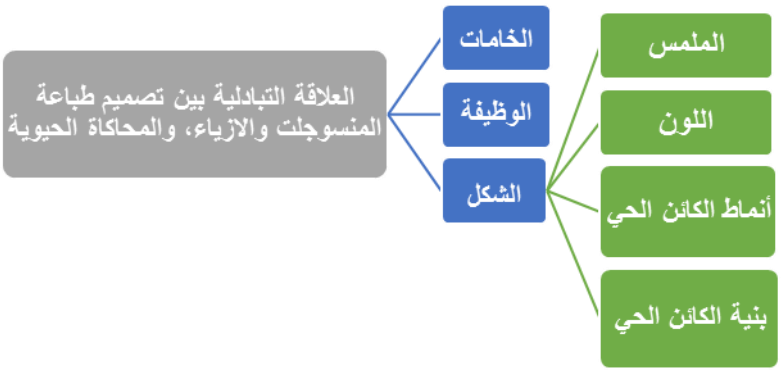
منهج المحاكاة الجزئية(Partial Mimicry):

تقتصر المحاكاة فى هذا المنهج على نقل جزء أوعدة اجزاء من العنصر الطبيعي من خلال بناءه التشكيلي والاستفادة منه في المعالجة التصميمية، وفيه تكون الطبيعة كمقياس (Nature As a Measure) بمعني انتاج تصميمات أساسها الرؤية الاختزالية للعناصر الطبيعية؛ على جانب من الجودة وفق المنطق الطبيعي. ويتم التعديل للارتقاء بوظيفة المنتج بشكل يتحقق به الحفاظ على البيئة وحل مشكلات الانسان، وهذا المنهج أساسه الاستلهام التحليلي من الطبيعة القائم على التبصر في قوانين الطبيعة العضوية واستنباط مبادئها وقوانينها الإنشائية؛ فيكون استلهاماً أكثر عمقاً لا يكتفي بالنقل البصري لما هو موجود بالبيئة بل تحليل للفلسفات الإنشائية لعناصر الطبيعة في محاولة لمحاكاة نظرياتها.

والمحاكاة بمنهجيها الكلي والجزئي كانت المحرك الأساسي للمصمم في اخراج عمل فني متكامل؛ يحقق الجانب الجمالي والوظيفي. وكان لمجالي تصميم الازياء وتصميم طباعة المنسوجات دور كبير في الاستفادة من علم البيوميمكري والمحاكاة الحيوية في التصميم او البنية الداخلية نشأ عنه وجود علاقة تبادلية.

العلاقة التبادلية بين تصميم طباعة المنسوجات والازياء، والمحاكاة الحيوية:

ان مصمم طباعة المنسوجات وجد أن مصادر الاستلهام والمحاكاة بصريًا وفنيًا تلعب دورًا مهمًا في عملية تصميم طباعة أقمشة السيدات وتصميم الأزياء؛ فهي المحددة لكافة عناصر التصميم المختلفة. حيث يمكن أن يستلهم مصممي طباعة المنسوجات ومصممي الازياء من أي شيء مرئي وملموس من الطبيعة، سواء نظم لونية أو شكلية أو ملامس السطح الخارجي للكائن الحي او أداء وظيفي لبنية كائن حي؛ مستنبطا أفكار تصميمية مبتكرة تحقق علاقة تبادلية بين تصميم طباعة المنسوجات والمحاكاة الحيوية. وتنقسم مستويات المحاكاة الحيوية في تصميم طباعة المنسوجات وتصميم الازياء الى ثلاثة مستويات: محاكاة الشكل والوظيفة والخامات المستخدمة، كما في الشكل التخطيطي.



رسم تخطيطى(٤) للعلاقة التبادلية بين تصميم طباعة المنسوجات والازياء والمحاكاة الحيوية – من عمل الدارسة –

1. محاكاة الشكل فى تصميم الازياء:

يتم تصنيف مستوى محاكاة الشكل إلى أربعة مستويات فرعية. وهي الملمس، اللون، النمط، بنية الكائن الحي من خلال النسبة والتناسب؛ يمكن استخدام كل مستوى من هذه المستويات بشكل فردي في عملية التصميم؛ أو الجمع بينهم لعمل تصميمات طباعية متنوعة ومبتكرة للأزياء. فتصميم طباعة المنسوجات يجمع بين الإبداع حيث اللون والملمس والحجم، والمحاكاة الشكلية هي الأكثر شيوعا في تصميمات طباعة المنسوجات والازياء. لإعتماد المصممين على المحاكاة الكلية للطبيعة ومحاكاة الشكل الخارجي او الهيكل للعناصر الطبيعية من خلال:

- محاكاة نسيج أو ملمس من الطبيعة.
- محاكاة ألوان الكائن الحي.
- محاكاة أنماط الكائن الحي على الأزياء.
- محاكاة بنية الكائن الحي ونسبه.

▪ محاكاة نسيج او ملمس من الطبيعة:

يلجا العديد من مصممي طباعة المنسوجات الي محاكاة العديد من الملامس في الطبيعة. بإعتبارها مصدر غني بالموارد البصرية، ولضمان رضا المتلقي عن التصميم باعتباره مستوحي من الطبيعة الام مما يثير تأثير عاطفي، ويتضح محاكاة الملمس من الطبيعة في عينات من النسيج المستوحي من نسيج وملمس سطح القمر، ونسيج مستوحي من ملمس قشور الاسماك، كما في شكل (٨)

شكل (٨) نموذج من محاكاة الملامس المختلفة للطبيعة في مجال طباعة المنسوجات والازياء. (١٠)

▪ محاكاة ألوان الكائن الحي:

وهي من أنواع المحاكاة الكلية وهي التي يلجأ المصمم بها الي محاكاة الوان الطبيعة والكائنات الحية كما هي دون تغير بإعتبارها نموذج مثالي للنسب الجمالية والنسق اللونية من خلال عملية التحليل اللوني والنسبة والتناسب في توزيع الألوان والاستفادة منها في مجال طباعة المنسوجات وتوظيفها في الازياء، ومن الأمثلة علي ذلك أعمال مصممة الأزياء العالمية

(Liliya Hudyakova) بإبداعها في ابتكار أزياء جميلة مستوحاة من مشاهد مختلفة في الطبيعة من الحيوانات وملمس والوان السحاب ، غروب الشمس وشكل والوان الزهور كما في شكل (٩).

شكل(٩) نماذج من أزياء المصممة(Liliya Hudyakova) المستوحاة من الوان الطبيعة. [١١]

- **محاكاة أنماط الكائن الحي على الأزياء:**

تتعدد في الطبيعة الأنماط التكرارية التي تميز أي كائن حي عن الاخر؛ والتي كانت مجالا خصبا لمصممي المنسوجات. وأنتشرت الانماط بصورة كبيرة في مجال الأزياء. ومن الامثله على ذلك : الانماط الطبيعية للفراش بألوانه المختلفة، الطاووس، الكائنات البحرية، جلود النمور والثعابين والحمار الوحشي....وغيره ، كما في شكل (١٠) .

شكل (١٠) نماذج من الأزياء المستوحاة من أنماط الكائنات الحية المختلفة في الطبيعة [١٢]

- **محاكاة بنية الكائن الحي ونسبه:**

تتميز الطبيعة بالمثالية في إيجاد العلاقة بين النسبة والتناسب بين أجزاء الكائن الحي. فالتناسب مفهوم يشير الى أهمية العلاقات بين أجزاء الكيان الواحد؛ من حيث النسب الرياضية ليس في الشكل الخارجي فقط بل والوظيفي، ومن الأمثلة على ذلك من الطبيعة؛ جذع الشكرة يكون عريض لحمل العصارة إلى باقي أجزاء الشجرة، وكذلك لتثبيتها على الأرض. ينطبق نفس الشيء على الجهاز الدوري الموجود داخل جسم الانسان، الشرايين والأوردة فهي تتفرع وتتشعب في أجزاء صغيرة وتتناقص نسبتها مع كل تفرع لتتناسب مع الدور المهيأ لها القيام به، وكذلك النمو الحلزوني للقواقع والنباتات؛ يحقق تناسب جمالي يربط المبادئ الرياضية بالفن والتصميم؛ بشكل يمنح العقل البشري القدرة على إدراك وفهم العلاقات بين الكتل والفراغات. محققا المبادئ الجمالية في التصميم.

2. محاكاة الوظيفة فى تصميم الازياء:

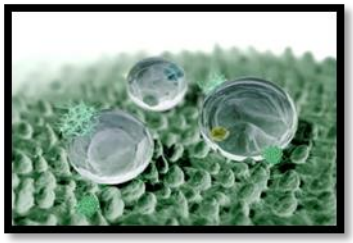
تصميم أقمشة منسوجة تعتمد على علم البيوميمكرى:

تتعدد جوانب الخامات النسجية الوظيفية. فتعتبر دراسة بعض هذه الجوانب من المبادئ الأساسية في تصميم الأقمشة النسيجية الوظيفية. ومن بين الوظائف الأساسية للمنسوجات الاستجابة للاحتياجات الفسيولوجية التي تناسب نوع النشاط المستخدم؛ على سبيل المثال، يحتاج رجال الإطفاء إلى ارتداء ملابس بخامات نسيجية مقاومة للهب والاشتعال، أو يحتاج المقيمون في لندن ونيويورك إلى ملابس من خامات نسجية مناسبة للطقس شديد البرودة، وتعتبر أيضاً الخامات النسيجية خفيفة الوزن وذات قابلية للمتانة من العوامل المهمة الأخرى. فالجوانب الوظيفية للمنسوجات لها نصيب أقل في استخدام

الآليات البيولوجية، ولكن الأبحاث العلمية الحديثة إتجهت اليها في الآونة الأخيرة. وسوف نستعرض اهم النتائج العلمية في المحاكاة البيولوجية الحيوية من الطبيعة والاستفادة من الجانب الوظيفي لها في مجال طباعة المنسوجات والنسيج.

- **تأثير المحاكاة الحيوية لزهرة اللوتس فى تصميم المنسوجات والازياء:**

أكتشف العلماء والباحثون الخاصية الموجودة في أوراق اللوتس ذات الأسطح المقاومة للماء. تلك الخاصية التي تجعل الماء يتشكل فى صورة تشبه قشور صغيرة تسقط من سطح الأوراق حاملة معها كل الملوثات المترسبة؛ وبناءً على هذه الخاصية وبمساعدة تقنية النانو، تم تصنيع الأسطح ذاتية التنظيف، حيث أن تجهيز المنسوجات لجعل سطحها طارد للاتساخات والمياه من خلال محاكاة سطح نبات اللوتس التي لا يلتصق سطحها باي اتربة او عوالق. كما بالشكل (١١).



شكل (١١) - سطح نبات اللوتس الذي لا يمتص الماء ويقلل من زاوية احتكاكه فتصبح قطرة المياه على شكل كرة.

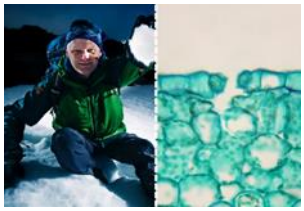
- **تأثير المحاكاة الحيوية لجلد سمك القرش فى تصميم بدلات سباحة:**

قامت شركة "سبيدو" العالمية بتصنيع بدلة سباحة. تعتمد الخامة النسجية لها على محاكاة جلد سمك القرش؛ لتحسين سرعة السباحة وتقليل قوة السحب، من خلال المحاكاة الحيوية لجلد القرش المحتوي على العديد من القنوات الصغيرة أو الاخاديد (dermal denticles) التي تتوافق مع ظروف التدفق المختلفة للمياه، بحيث تعمل على توجيه المياه بشكل أكثر كفاءة على سطحها، وتعزيز قوة الدفع وتقليل الجذب.

شكل (١٢) -بدلة سباحة قامت بتصنيعها شركة "سبيدو" العالمية.

- **تأثير المحاكاة الحيوية للنباتات فى تصميم سترات مقاومة للماء:**

تم انتاج أقمشة سترات مقاومة للماء. بتكنولوجيا النسيج المستوحاة من خاصية الثغور المسامية للأشجار والنباتات وخاصة أوراق الشجر النباتية (stomata)، وهي عملية أقرب إلى التبخر؛ تتم من خلال فتحات تشبه المسام التي تفتح وتغلق لإطلاق بخار الماء في الهواء، وفقدان المياه يسمح للنبات للوصول إلى ثاني أكسيد الكربون لعملية التمثيل الضوئي، وفى تصميم الالياف النسيجية المصنوع منها هذه السترات يترك مساحات بين الألياف مما يجعل المنسوجات تتميز بمرونتها وبمساميتها فيحبس الهواء بجوار الجلد، ويوجه الرطوبة بعيدا عن الجسم ويمنع الرطوبة الخارجية من الدخول مما يوفر أقصى قدر من الراحة لمرتديها.



شكل (١٣) لسترات مقاومة للماء.[١٣]

- **<u>تأثير المحاكاة الحيوية لفراشة المورفو فى تصميم منسوجات غير مصبوغة يتغير لونها تبعا للحرارة:</u>**

تم مؤخرا تصميم أقمشة نسيجية مستلهمه من الهيكل المجهري لأجنحة فراشة "مورفو". كتطبيق للبيوميميكري علي المنسوجات، التي تغير لونها وانعكاسها استجابة لدرجة الحرارة، فتلك الفراشة هي حشرة أصلية من الغابات المطيرة في أمريكا الجنوبية؛ وتعتبر واحدة من أكبر الفراشات في العالم؛ مع أجنحة تمتد من خمس إلى ثماني بوصات. اللون الظاهر علي أجنحتها هو نتيجة لجداول مجهرية متداخلة تمتص أطوال موجية محددة من الضوء وتشتت أضواء أخرى، أعتمد النسيج المصنع على بنية الألياف والظواهر الفيزيائية لخصائص الضوء مثل انعكاس الضوء، والتداخل، والانكسار، والتشتت لإنتاج ذلك النسيج المكون من ما يقرب من ٦٠ من ألياف البولي استر والنايلون، مرتبة في طبقات بالتناوب التي يمكن أن تختلف في السمك لإنتاج أربعة ألوان أساسية: الأحمر والأخضر والأزرق والبنفسجي. مستوحاة من الهياكل النانوية متعددة المقاييس للأضواء الموجودة في أجنحة فراشة مورفو، والتي تسمح بانعكاس وامتصاص موجات الضوء. مما يتسبب في تداخل الموجات مع بعضها البعض وانتشارها عبر المساحات أثناء انتقالها عبر الهياكل؛ منتجة ألوان قزحية دون وجود أصباغ.

شكل (١٤) لأقمشة نسجية تحاكي فراشة "المورفو". [١٤]

<u>تأثير المحاكاة الحيوية لبذور الارقطيون فى تصميم منسوجات غير مصبوغة لها خاصية اللصق:</u>

وكنموذج أخر لتطبيق علم البيوميمكرى فى المنسوجات فيعتبر الفيلكرو Velcro هو المثبت أو اللاصق الصناعي الشهير الذي يستخدم بكثرة في حياتنا اليومية، حيث يدخل في صناعة الملابس والأحذية والحقائب وغيرها الكثير، ويعود اختراعه لعام ١٩٤١م إلى المهندس السويسري جورج دي ميسترال .حيث لاحظ التصاق عدد كبير من البذور البرية(بذور الأرقطيون) بملابسه، فما كان منه إلى أن فحصها تحت المجهر؛ ليكتشف أن هذه البذور تحتوي على المئات من الخطاطيف الدقيقة للغاية والتي تشتبك مع الأقمشة المنسوجة، ومنها تم محاكاة الطبيعة وتصنيع مثل هذه الخطاطيف الدقيقة للغاية، وبعد تجارب عدة استغرقت ثماني سنوات تم تصنيع أول أداة تحاكي الطبيعة تماما؛ مكونة من قطعتين من النايلون ، أحدهما تحتوي على آلاف الخطاطيف الدقيقة للغاية والأخرى تحتوي على آلاف الأهداب، وعند جمع القطعتين مع بعضهما البعض وبقليل من الضغط تلتصقان بشدة .

شكل (١٥) لشريط لاصق يحاكي بذور الأرقطيون.[١٥]

ومما سبق نستنتج ان الطبيعة هي الأساس الذي قامت عليه الكثير من تطبيقات الفنون، وهو ما دعا المصممين إلى ابتكار الكثير من التطبيقات التي تبحث في الطبيعة وقوانينها وكيفية الاستفادة منها. لايجاد أنظمة تصميمية تقوم على اسس وقوانين مستلهمة من الطبيعة. ومن خلال دراسة علم البيوميميكري تمكن المصمم من إدراك القوانين والعلاقات التي تحكم النظم الطبيعية وتقنين اساليب منهجية للاستفادة من علم البيوميمكري كاحد مصادر التصميم ليس في مجال طباعة المنسوجات فقط ولكن أيضا في مجال العمارة ، وفي بحثنا هذا تم الدمج بين العمارة البيوميمكرية وتصميم طباعة المنسوجات من خلال إبتكار تصميمات طباعية تصلح لاقمسة السيدات كأسلوب تجريب يضفي علي التصميمات الطباعية الابتكار، الحداثة ومواكبة موضة العصر .

تطبيق علم البيوميمكرى فى عمارة محاكاه الطبيعة :

عمارة البيوميمكرى (Bio Mimicry Architecture):

ظهر اكثر من توجه للتعامل مع اشكال الطبيعة تختلف في الشكل و الفكر و الاسلوب، فالمصمم في تفاعل دائم مع الطبيعة التي تعتبر مثال للكمال ومصدرا لاينضب من الافكار والاشكال والنظم والأليات التي يسعى المعماريون والمبتكرون دائما لمحاكتها وللاستلهام منها من أجل خلق توازن وتجاذب وانسجام طبيعي بين البيئة الطبيعة على نحو يواجه تحديات التصميم باستدامة وبفعالية أكثر، وترجع محاولات إيجاد التوازن بين العمارة والبيئة المحيطة إلى الحضارات القديمة كالفرعونية والأغريقية والحضارة الصينية نظرا لتأكيدها على أهمية علاقة المباني المعمارية بالبيئة المحيطة.

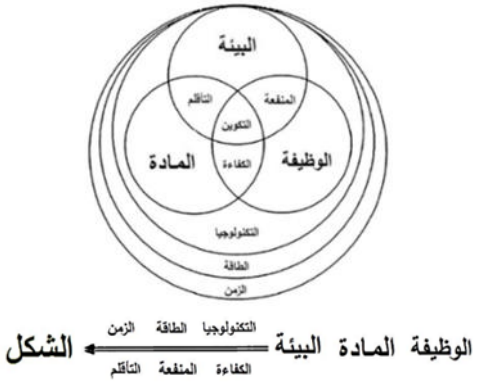
فعمارة البيوميمكري (Bio Mimicry architecture) هي اتجاه معمارى يفترض أن العمارة يجب أن تتفاعل مع بيئتها المحيطة بديناميكية تماثل تفاعل الكائن الحي؛ وتمتلك قدراته التكيفية من بنية مرنة وسلوك ذكى؛ مما يكسب المبنى القدرة على التفاعل مع النظام الإيكولوجي المحيط به؛ ويجعله جزءا منه يؤثر فيه ويتأثر به بما لا يخل بتوازنات اى منهما عمارة البيوميمكري هي اطروحة معمارية تجسد المبني او المنشأ ككيان حيوى يمتلك القدرة على التفاعل مع البيئة بديناميكية وسلوكيات ذكية تماثل تفاعلات وسلوكيات الكائن الحي تجاه المحيط البيئي ذاته.

- مبادئ التصميم المعمارى البيوميمكري المحاكي للطبيعة:

تُستمد مبادئ التصميم المعماري من التصميم الحيوى في الطبيعة؛ معتمداً على التقنيات المتطورة التي توصلت إليها البشرية من القدرة على انتاج مواد وخامات ذكية تماثل المواد الحيوية في الطبيعة؛ مما يجعلها أكثر قدرة على التفاعل مع المتغيرات المناخية البيئية البيوميمكرية مستنداً على استراتيجيات الطبيعة والعمليات الطبيعية للتنظيم الذاتي.

فالهندسة المعمارية الحيوية هي فلسفة معاصرة للعمارة تسعى إلى حلول للاستدامة في الطبيعة. ليس عن طريق تكرار الأشكال الطبيعية؛ ولكن من خلال فهم القواعد التي تحكم تلك الأشكال، وهو نهج متعدد التخصصات للتصميم المستدام يتبع مجموعة من المبادئ تقوم بفحص الطبيعة ونماذجها وأنظمتها وعملياتها بهدف الحصول على الإلهام من أجل حل

المشاكل التي من صنع الإنسان. ولا تقتصر المحاكاة الحيوية على مجرد المساعدة في اكتشاف الحلول الجديدة والمستدامة في الهندسة المعمارية ولكن أيضا يمكن تنفيذها بطرق أخرى للمساعدة في احتياجات الإنسان. (١٦) .



شكل (١٦) مبادئ عمارة محاكاه الطبيعة.

و يمكن حصر مبادئ عمارة محاكاة الطبيعة في الاتى :

- الحفاظ على البيئة الطبيعية.
- محاكاة الطبيعة والتفاعل مع البيئة المحيطة.
- الحفاظ على الطاقة واستعمال الطاقة المتجددة.
- الحد من استهلاك الموارد غير القابلة للتجديد ومنع استخدام المواد السامة .

فالمبنى البيوميمكري المحاكي للطبيعة المعتمد على هذه المبادئ، يُعرف بأنه ضمن ممارسات البناء التي تسعى إلى الجودة المتكاملة (الاقتصادية - الاجتماعية - البيئية)، مرتكزا علي ديناميكية التفاعل، الاستجابة للمتغيرات البيئية والوظيفية، الاستخدام المنطقي للموارد الطبيعية والتنامي وإعادة التشكيل لتحقيق الجانب الوظيفي والجمالي . (17)

استراتيجيات عمارة البيوميمكري :

تتبع عمارة البيوميمكري ثلاث استراتيجيات رئيسية في تفاعلها مع محيطها البيئي، من اجل تحقيق التوائم والتكيف مع المتغيرات البيئية.وهو ما يماثل استراتيجيات الكائنات الحية في تفاعلها مع المحيط البيئي ذاته؛ وهي استراتيجية المعالجة واستراتيجية التفادي واستراتيجية التحول وهو ما يمكن توضيحه فيما يلي :

رسم تخطيطي (٥) إستراتيجيات عمارة البيوميمكري– من عمل الدارسة –

استراتيجية المعالجة :

هي أحد اهم استراتيجيات التفاعل بين المبنى المعمارى والطبيعة. حيث تقتضي امتلاك مقومات وتكنيك خاص للتغلب على المتغيرات البيئية؛ دون تغير في الأداء الوظيفي او البيئي، وتعتمد على قدرة المبني على تحمل المتغيرات وفقاً

لتصميمه المعد والخامات الانشائية؛ سواء على مستوى تشكيله الخارجي او بنيته الداخلية من خلال استخدام جميع الادوات التصميمية لدى المعماري حتى يُمكن المبنى من التحكم الكامل في تفاعله مع البيئة.

استراتيجية التفادي :

هي امتلاك المبنى المعمارى لمقومات تمكنه من تفادي الفترات الحرجة، ويتم اللجوء اليها عند عدم جدوى الادوات الخاصة بالمعالجة على مقاومة المتغيرات البيئية.

استراتيجية التحول :

هي امتلاك قدرات تمكن من تحول الشكل القائم الى صورة مختلفة، لتفادي متغيرات يصعب مقاومتها، لذا تشكل استراتيجية التحول البديل الأخير في استراتيجيات التفاعل؛ حيث أن التغيرات الحادثة في التكوين الخارجي او البيئة الداخلية تؤثر بشكل مباشر على الأداء الوظيفي.

ومن نماذج عمارة البيوميمكري :

مشروع (City Hall (GLA)/2002-1998 / . لندن / England / Norman ,

المشروع هو المقر الرئيسي لسلطة لندن الكبرى(GLA) ، ويقع في ساوث وورك؛ على الضفة الجنوبية لنهر التايمز ، يبلغ ارتفاع المبنى (١١ متر) و يتكون من 82 طابق، المشروع عبارة عن شكل مخروطي شبيه بالبيضة حيث يتدرج إلى الاسفل متخذاً سلالم حلزونية تمتد على طول المبنى ويمثل نموذجا ناجحاً لمحاكاة الطبيعة بإشتقاق الشكل من حيث اعتماد الشكل البيضاوي للمبنى لتقلل من المساحة السطحية المعرضة لأشعة الشمس وذلك لتقليل كمية أشعة الشمس المباشرة، هيكل المبنى يميل الى الوراء؛ طابق بعد طابق نحو الجنوب، وبالتالي تحقيق مناطق ظل طبيعية.[18]

شكل (١٨) مشروع City Hall

مشروع.Santiag Calatrava /2001/ Milwaukee, Wisconsin /, Milwaukee Art Museum

نُفذ المشروع على شاطئ بحيرة ميشيغان في ويسكنسن، الولايات المتحدة الامريكية، البناء في شكلة الخارجي يحاكي جناح الطير؛ والمبني قابل للحركة بالفتح والغلق. .يمتاز التصميم بالضخامة والقوة والادائية والمزج بين الهندسية والعضوية؛ وبين البيئتين الداخلية والخارجية.

يتكون المشروع من جسر كبير للممشى محتويا على سقف متحرك ضخم يحوم حول المكان، مع مجموعة الاجنحة التي يبلغ عددها (١٢٨) جناح تفتح و تغلق بحركة شبيها برفرفة جناح الطير على مدار اليوم لتوفير الظل إلى داخل المبني. هذه الاجنحة أصبحت رمز لمدينة ميلووكي، ويتكون المشروع من متحف، قاعة الاستقبال، وقاعة محاضرات ، متجر ومقهى ومواقف السيارات وجسر للمشاة معلق يربط المتحف بالمدينة المشروع شبيها بحركة جناح الطير لحظة البدء بالطيران والهبوط . يعبر شكل المشروع من الداخل عن تجريد الشكل الطبيعي [19]

شكل (١٩) مشروع (Milwaukee Art Museum)

مشروع Calatrava / The Planetarium of the city of Art&Science /

المشروع عبارة عن مجمع معماري يتألف من خمسة هياكل مختلفة مقسمة في ثلاثة مجالات: الفن، والعلم والطبيعة. يقع في إسبانيا على نهر توريا، هو مثال للعمارة العضوية التى تحاكي الطبيعة، تمكن فيه المعمارى من الجمع بين العناصر الشكلية والمحتوى، عاكسا تقاليد الحوض البحر الابيض المتوسط من خلال الالوان الزرقاء وبرك المياه والاسمنت الأبيض. المشروع يتكون من متحف للعلوم و قبة فلكية تحوي على مسرح و دار اوبرا و مساحات طبيعية واسعة، الهيكل الانشائى شبيه بالهيكل العظمي للسمكه (مستوحاة من عظام السمك) [20]

شكل (٢٠) مشروعThe Planetarium of the city of Art & Science

مشروع مبنى وزارة شئون البلدية Cactus Building (MMAA) فى قطر

مبنى وزارة شئون البلدية(MMAA) فى قطر تم تقليده من الطبيعة حيث تشبه نبات الصبار ليس في الشكل فقط وانما فى وظيفة الصبار فى طريقتها للبقاء على قيد الحياة بنجاح فى البيئات الحارة والجافة وكيفية التعامل مع المناخ الصحراوي، وجعل البرج مستدام بشكل موفر للطاقة ومستغل للطبيعة و تنفيذ إستخدام النوافذ تبعا لظلال الشمس التى يمكن فتحها وغلقها تلقائيا وفقا لشدة أشعة الشمس أثناء النهار للحماية من الحرارة فهذا مماثل لكيفية إختيار الصبار لأداء النتح ليلاً.[٢١]

شكل(٢١) مشروع مبني وزارة البلدية في قطر.

وتتعدد المباني التي يظهر بها محاكاة الهياكل العظمية كأتجاه بيوميمكري مستدام، فالنماذج المعمارية المتأثرة بعلم البيوميمكري المحاكي للطبيعة تعتبر مجالاً خصباً، وبالتجريب تمكنا من الاستعانة بالشكل المعماري الخارجي في استحداث تصميمات مبتكرة تصلح كأقمشة سيدات.

سيتم من خلال أساليب التجريب ابتكار عدد من التصميمات المختلفة التي تصلح لاقمشة السيدات، والتي تعتمد في أساسها علي الاستلهام من العمارة البيوميمكرية كأساس للتصميم مع تطويعه لخدمة الفكرة التصميمية القائمة علي تنظيم العلاقات

التبادلية بين عناصر التصميم الفني مخرجة بناء تصميمي يتحقق به اساسيات التصميم المختلفة ويصلح في مجال طباعة المنسوجات بصفة عامة واقمشة السيدات بصفة خاصة من خلال نهج تصميمي قائم علي علم البيوميمكري.

الاطار التجريبي:

- **نهج تصميمي لأقمشة السيدات المطبوعة بالاستفادة من البناء الجمالي لعلم البيوميمكري بمحاكاة الطبيعة**

تعد الطبيعة مصدر إستلهام للعديد من المصممين الذين قاموا بمحاكاتها في كثير من مجالات التصميم المختلفة، وبمرور الوقت وكثرة التجارب تم تحسين وتطوير هذه المحاكاة من "النسخ أو المحاكاة النمطية " للحصول على فكرة تصميمية من الطبيعة الى أُستخدام الطبيعة في العديد من المجالات التصميمية المتخصصة، وتعرّف بالمحاكاة الحيوية التي تعتبر علم دراسة النماذج الطبيعية من أجل حل المشكلات البشرية من خلال الأستلهام من الطبيعة ومحاكاتها، وتعتبر كأحد الأساليب المستخدمة في عملية التصميم على أساس محاكاة الطبيعة من خلال ثلاثة مراحل:

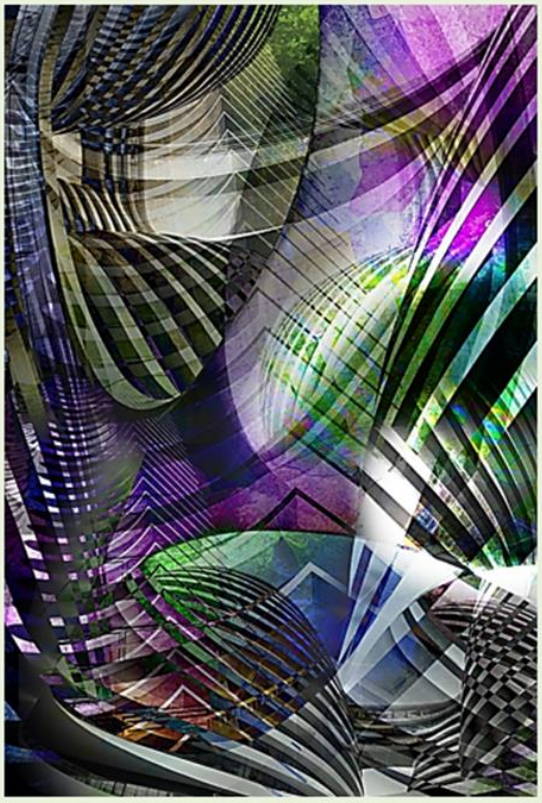
1. مرحلة تحديد مشكلة التصميم .
2. مرحلة وضع الحلول التصميمية.
3. مرحلة توالد الأفكار (مراجعة الحلول المبنية على أسس وجمالبات الطبيعة) .
4. مرحلة التقييم (باستخدام المبادئ والمعايير الطبيعية لتحقيق منتجات مستدامة) .
5. مرحلة التقويم من خلال نهجين رئيسيين:

- النهج القائم على المشكلات (من خلال تحديد المشكلات، العثور على عينات طبيعية، تبسيط وتحليل النماذج الطبيعية، استخراج المبادئ والحلول وتكاملها، الاختبار والتحليل، استخدام المبادئ المستخرجة في التصميم).
- النهج القائم على الحلول (من خلال الوصول لأفضل النتائج لاخراج منتج تصميمي ذو بناء بيوميمكري متكامل مع الجانب الوظيفي).

وبعد ان تمكن المصمم من تحديد وحداته التشكيلية والشكل المبدأي للمخرج التصميمي يبدأ باعتماد التجريب للوصول الشكل النهائي مع تحقيق المحاكاة البيولوجية من الطبيعة باستخدام علم البيوميمكري لتحقيق منتج تصميمي نهائي مستدام يحقق الجانب الوظيفي بجانب الجانب الشكلي معتمدا على النظم البنائية للطبيعة وطرق تكيف الكائنات الحية في الحصول علي البناء الوظيفي والعناصر التشكيلية الطبيعة من حيث الألوان والملامس والبنية الشكلية الخارجيه في تحقيق الشكل الجمالي للتصميم المنفذ.

وسوف يتم عرض التجارب التصميمية كنتائج منهجية لتجربة الدارسة مع التوظيف على ملابس السيدات.

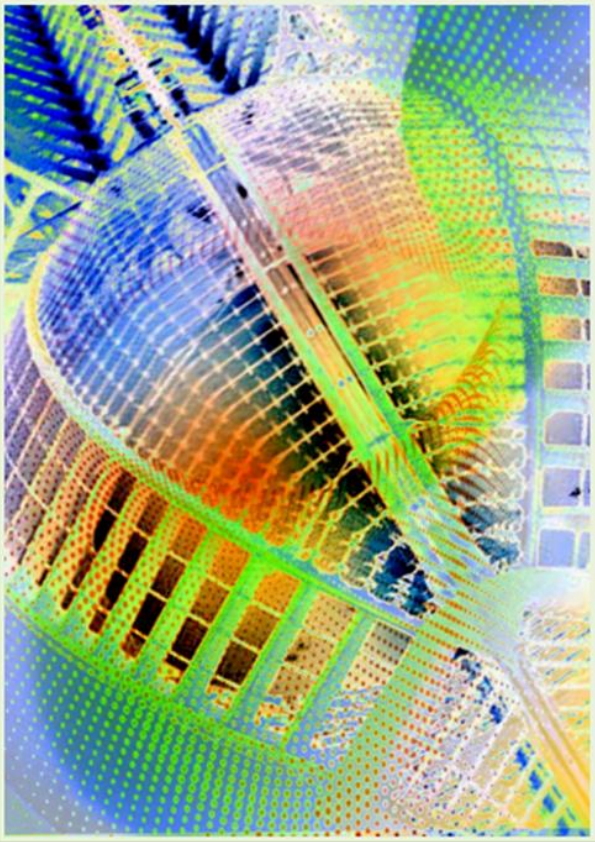
التجربة التصميمة (١):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
	

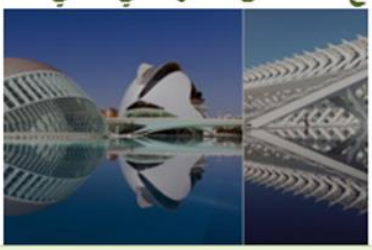
البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نماذج معمارية مختلفة تحاكي الهيكل العظمي.

البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (٢):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
	

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نماذج مختلفة من العمارة التي تحاكي عظام السمك.

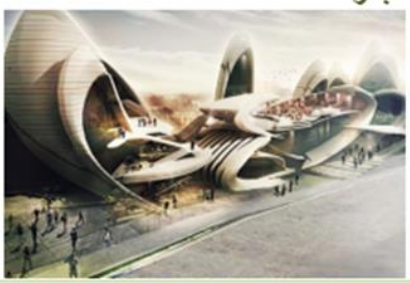


البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (٣):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نماذج مختلفة من العمارة التي تمزج بين محاكاة الجبال وموج البحر

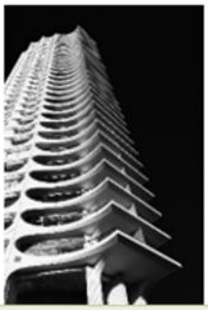


البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (4):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نماذج مختلفة من العمارة التي تحاكي انحناءات اجنحة الطيور.



البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

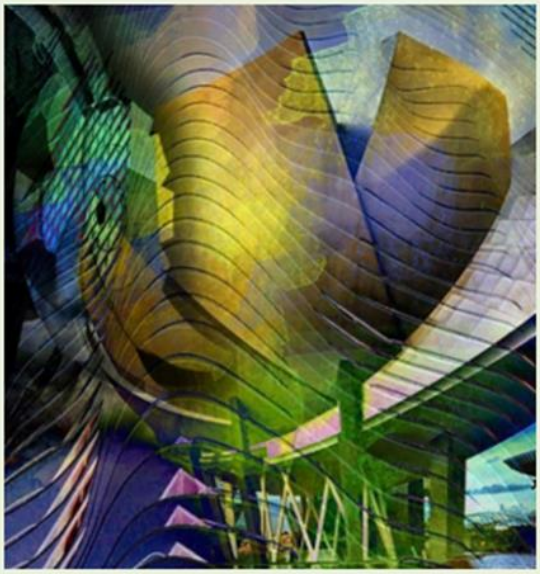
التجربة التصميمة (٥):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات

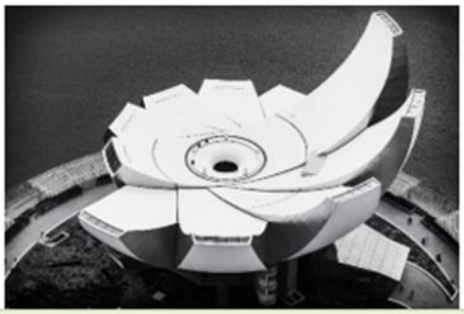
البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي شكل الزهرة.

البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (٦):

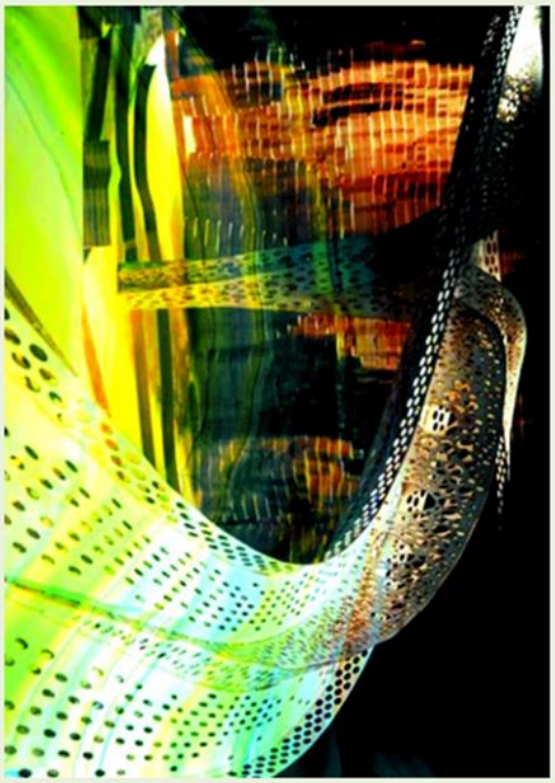
العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
	

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي شكل الزهرة.



البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

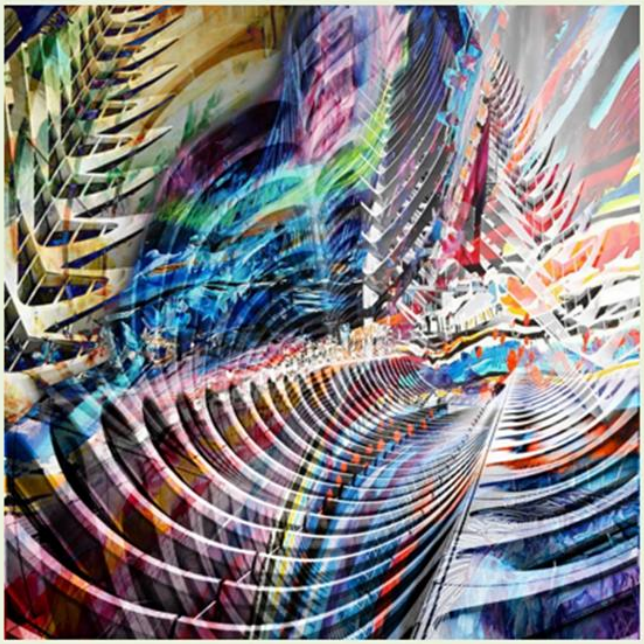
التجربة التصميمة (٧):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
	

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي هيكل تلال النمل الأبيض.

البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (٨):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
	

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نماذج مختلفة من العمارة التي تحاكي الهيكال العظمية .

البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (9):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات

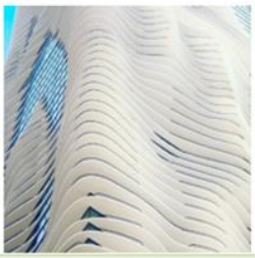
البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي شكل الزهرة.

البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (10):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات

البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي شكل اعشاش الطيور وملامس اخشاب الاشجار



البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.

التجربة التصميمة (١١):

العمل الفني	التوظيف لأقمشة السيدات
البعد الجمالي: تطويع العمارة البيوميمكرية بأستخدام نموذج معماري يحاكي شكل القوقعة	
البعد الوظيفي: تصميم طباعي لأقمشة السيدات المعاصرة.	

إجراءات الدراسة التحليلية الاحصائية:

عينة البحث:

أُجريت الدراسة (بعد الانتهاء من تصميم وتنفيذ التجارب التصميمية) على عينة لمجموعة من السيدات العاملات فى المرحله العمريه (٢٠-٣٠عام) -وهم الفئة المستهدفة من البحث- وتم عرض الاستبيان فى ثلاثه محاور أساسيه وهي (التصميم العام والأداء الجمالي، الفئة المستهدفة من التصميم، قابليه التصميمات المنفذة للتسويق). لتقييم نسبه نجاح التجربه والهدف من البحث وتقبلهم للفكره والتصميمات المستلهمه من علم البايوميمكري.

تم وضع الدراسة التحليلية فى اربعه محاور لتقييم فكره البحث

المحور الأول: التصميم العام والأداء الجمالي:

1- نجاح فكره الاستلهام من الطبيعة من خلال علم البيوميمكري في تصميم أقمشة السيدات.
2- الهيكل البنائى للتصميم وتوظيفة علي ملابس السيدات.
3- توزيع العناصر التصميمية والالوان ومدي توافقها مع الموضة المعاصرة.
4- ملائمه الأداء الوظيفي للتصميم لزي المرأه المصريه وأقبال الفئة المستهدفه لشرائها.

المحور الثانى: الدمج بين العمارة البيوميكرية وطباعة المنسوجات:

1. نجاح تطويع العمارة البيوميمكرية في عمل تصميمات لأقمشة السيدات.
2. إتسام الفكرة التصميمية بالحداثة والابتكار.
3. تناغم الخطوط البنائية التشكيلية مع الفكرة التصميمية بشكل يحقق أسس التصميم.

المحور الثالث: قابليه التصميمات المنفذة للتسويق:

1- مدي قبول الفئة المستهدفة للتصميمات المنفذة اذا تم طرحها بالأسواق.

2- ملائمة التصميم للتوظيف المقترح والذوق العام.

تجريب وتقنين الإستبيان (ضبط صدق الإستبيان) :

وللتحقق من صلاحية محاور الدراسة التحليلية وبنود الاستبيان تم عمل إستمارة تحكيم على التصميمات المنفذة المقترحة وعرضها علي المتخصصين وعددهم (١٠) من المتخصصين والخبراء فى مجال تصميم طباعه المنسوجات والملابس؛ وذلك لتقنين الإستبيان من خلال تعيين الصدق والثبات له كما يأتى:

- تحديد مدي إنتماء كل بند من بنود الإستبيان للبعد الذي وردت ضمنه.
- صلاحية البنود لقياس ما وضع من أجله.
- شمولية الإستبيان.
- كفاية عدد العبارات لتوضيح المحور الذى يتضمنها.
- وضوح صياغة كل بند لأفراد العينة وإمكانية تعديل صياغة أو حذف أو تبديل بنود جديدة ليصبح الإستبيان أكثر قدرة
- على تحقيق الغرض الذى وضع من أجله.

وكانت النتائج كما يلي في جدول يوضح نسبة الاتفاق بين المحكمين علي صلاحية محاور وبنود الاستبيان والمكونة من ثلاث محاور وتسع عبارات.

نسبة الاتفاق بين المحكمين علي صلاحية محاور وبنود الاستبيان		
المحور الاول	التصميم العام والأداء الجمالي	
رقم العبارة	عدد المتفقين	النسبة المئوية
١	١٠	%١٠٠
٢	٧	%٧٠
٣	٩	%٩٠
٤	٨	%٨٠
المحور الثاني	الدمج بين العمارة البيوميمكرية وطباعة المنسوجات	
رقم العبارة	عدد المتفقين	النسبة المئوية
٥	١٠	%١٠٠
٦	١٠	%١٠٠
٧	٩	%٩٠
المحور الثاني	قابليه التصميمات المنفذة للتسويق	
٨	٩	%٩٠
٩	٨	%٨٠

بعد اتفاق المتخصصين علي الصياغة اللغوية والشمولية لعبارات الاستبيان، تم حذف وإعادة صياغه لبعض العبارات التي حصلت علي نسبة اقل من (٩٠%) لكي يكون الاستبيان أكثر ملائمه للتطبيق، وقد بلغت الدرجه الكليه لثبات الاستبيان (0.9511) وتعتبر نسبه مرتفعه مما يدل على الصدق والصلاحية للتطبيق، وأصبحت الصيغة النهائية للاستبيان كما يلي.

استبيان أراء السيدات العاملات في التصميمات المنفذة					
الاسم:	**جهة العمل:**			**العمر:**	
المحور الأول: **التصميم العام والأداء الجمالي**	**التصميم:( )**				
	أوافق بشدة	أوافق الي حد ما	محايد	لا اوافق	لا أوافق تماما
نجاح فكره الاستلهام من الطبيعة من خلال علم البيوميمكري في تصميم أقمشة السيدات.					
الهيكل البنائى للتصميم وتوظيفة علي ملابس السيدات.					
توزيع العناصر التصميمية والالوان ومدي توافقها مع الموضة المعاصرة.					
المحور الثانى: الدمج بين العمارة البيوميمكرية وطباعة المنسوجات					
نجاح تطويع العمارة البيوميمكرية في عمل تصميمات لأقمشة السيدات.					
إتسام الفكرة التصميمية بالحداثة والابتكار.					
تناغم الخطوط البنائية التشكيلية مع الفكرة التصميمية بشكل يحقق أسس التصميم .					
المحور الثالث: قابليه التصميمات المنفذة للتسويق					
مدي قبول الفئة المستهدفة للتصميمات المنفذة اذا تم طرحها بالأسواق.					
ملائمة التصميم للتوظيف المقترح والذوق العام.					

تم عرض الاستبيان في صورته النهائية علي عينة الدراسة وتمت الإجابة على فقرات الاستبيان بإختيار أحد البدائل الخمسة طبقًا لمقياس ليكرت الخماسي وهي أوافق بشدة، أوافق الى حدا ما، محايد, لا أوافق، لا أوافق تماما.

وتم تحليل البيانات إحصائيًا من خلال برنامجExcel وفيما يلي نتائج استطلاع اراء عينة الفئة المستهدفة من البحث حول التصميمات المنفذة من تطبيق علم البيوميمكري في تصميم أقمشة السيدات في الجدول التالي تفصيليا لكل محور من محاور الاستبيان علي التصميمات المكونة من ١١ تصميم:

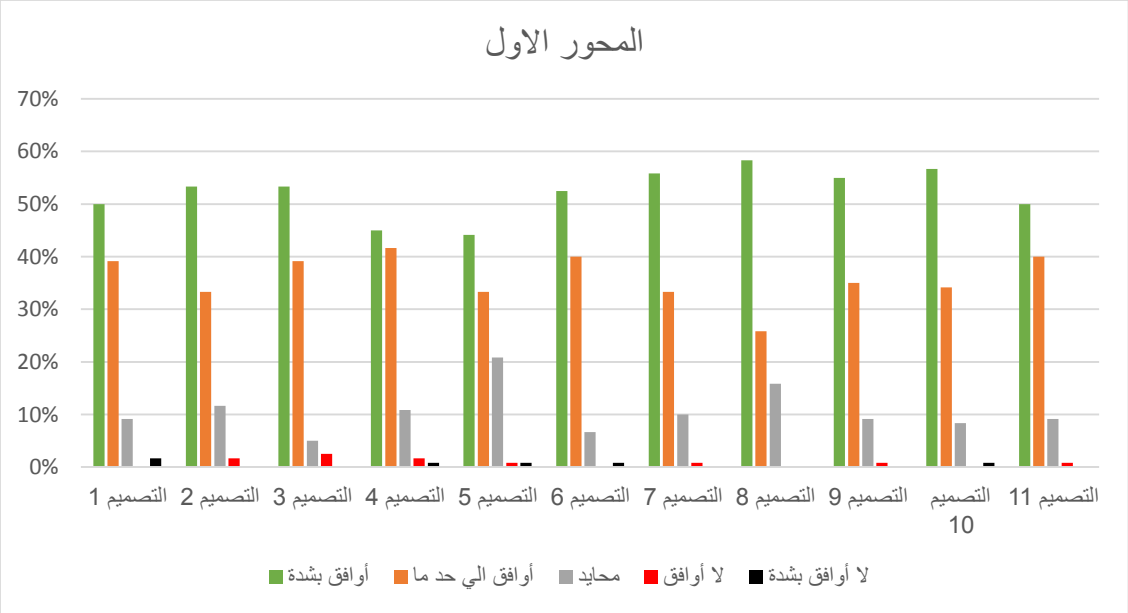
	بشدة أوافق	ما حد الي أوافق	محايد	أوافق لا	بشدة أوافق لا	
التصميم1	50%	39%	9%	0%	2%	100%
التصميم2	53%	33%	12%	2%	0%	100%
التصميم3	53%	39%	5%	3%	0%	100%
التصميم4	45%	42%	11%	2%	1%	100%
التصميم5	44%	33%	21%	1%	1%	100%
التصميم6	53%	40%	7%	0%	1%	100%
التصميم7	56%	33%	10%	1%	0%	100%
التصميم8	58%	26%	16%	0%	0%	100%
التصميم9	55%	35%	9%	1%	0%	100%
التصميم10	57%	34%	8%	0%	1%	100%
التصميم11	50%	40%	9%	1%	0%	100%
	0.52197	0.35909091	0.106061	0.00833333	0.004545	

جدول(٤) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة بالنسبة المئوية للمحور الاول.

الاستجابة	1		2		3		4		5	
	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة
5	60	50%	64	53%	64	53%	54	45%	53	44%
4	47	39%	40	33%	47	39%	50	42%	40	33%
3	11	9%	14	12%	6	5%	13	11%	25	21%
2	0	0%	2	2%	3	3%	2	2%	1	1%
1	2	2%	0	0%	0	0%	1	1%	1	1%

الاستجابة	6		7		8		9		10		11	
	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية
5	63	53%	67	56%	70	58%	66	55%	68	57%	60	50%
4	48	40%	40	33%	31	26%	42	35%	41	34%	48	40%
3	8	7%	12	10%	19	16%	11	9%	10	8%	11	9%
2	0	0%	1	1%	0	0%	1	1%	0	0%	1	1%
1	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%

جدول(٥) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الاول .



شكل بياني (١) لنتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الاول .

نتيجة استطلاع المحور الثاني:

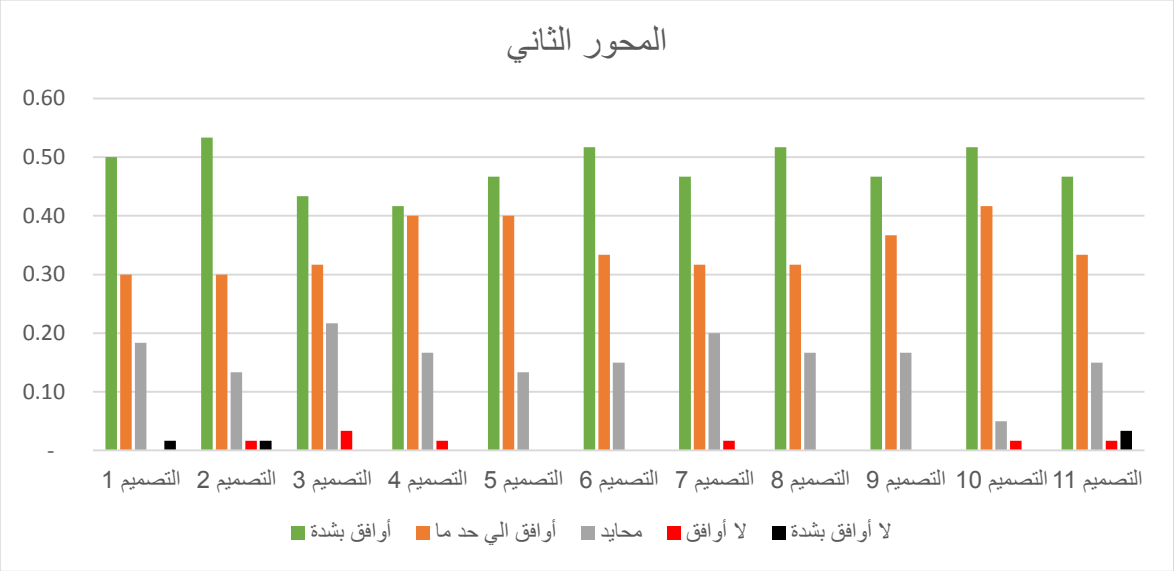
	بشدة أوافق	ما حد الي أوافق	محايد	أوافق لا	بشدة أوافق لا	
التصميم1	0.50	30%	18%	0%	2%	100%
التصميم2	0.53	30%	13%	2%	2%	100%
التصميم3	0.43	32%	22%	3%	0%	100%
التصميم4	0.42	40%	17%	2%	0%	100%
التصميم5	0.47	40%	13%	0%	0%	100%
التصميم6	0.52	33%	15%	0%	0%	100%
التصميم7	0.47	32%	20%	2%	0%	100%
التصميم8	0.52	32%	17%	0%	0%	100%
التصميم9	0.47	37%	17%	0%	0%	100%
التصميم10	0.52	42%	5%	2%	0%	100%
التصميم11	0.47	33%	15%	2%	3%	100%
	0.481818	0.34545455	0.156061	0.01060606	0.006061	

جدول(٦) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة بالنسبة المئوية للمحور الثاني.

الاستجابة	1		2		3		4		5	
	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة
5	30	50%	32	53%	26	43%	25	42%	28	47%
4	18	30%	18	30%	19	32%	24	40%	24	40%
3	11	18%	8	13%	13	22%	10	17%	8	13%
2	0	0%	1	2%	2	3%	1	2%	0	0%
1	1	2%	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%

6		7		8		9		10		11	
العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة
31	52%	28	47%	31	52%	28	47%	31	52%	28	47%
20	33%	19	32%	19	32%	22	37%	25	42%	20	33%
9	15%	12	20%	10	17%	10	17%	3	5%	9	15%
0	0%	1	2%	0	0%	0	0%	1	2%	1	2%
0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	3%

جدول(٧) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الثاني .



شكل بياني (٢) لنتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الثاني .

المحور الثالث:

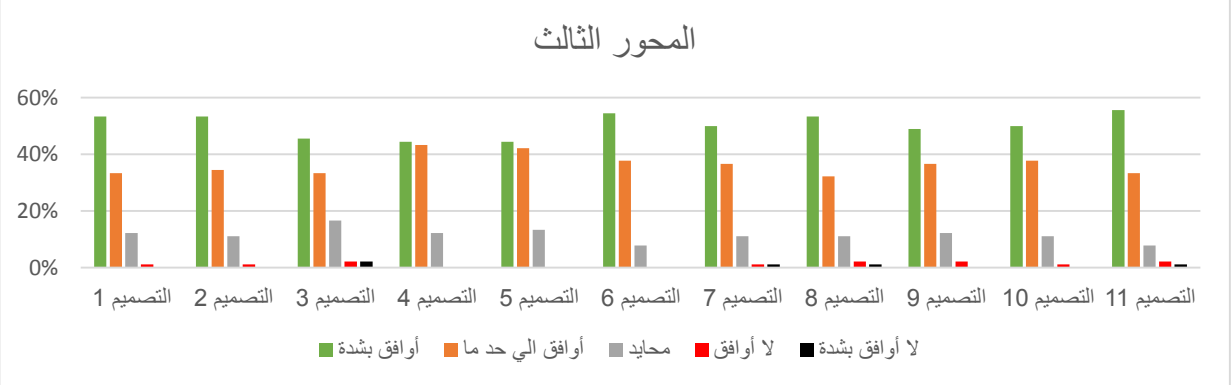
	بشدة أوافق	ما حد الي أوافق	محايد	أوافق لا	بشدة أوافق لا	
التصميم1	53%	33%	12%	1%	0%	100%
التصميم2	53%	34%	11%	1%	0%	100%
التصميم3	46%	33%	17%	2%	2%	100%
التصميم4	44%	43%	12%	0%	0%	100%
التصميم5	44%	42%	13%	0%	0%	100%
التصميم6	54%	38%	8%	0%	0%	100%
التصميم7	50%	37%	11%	1%	1%	100%
التصميم8	53%	32%	11%	2%	1%	100%
التصميم9	49%	37%	12%	2%	0%	100%
التصميم10	50%	38%	11%	1%	0%	100%
التصميم11	56%	33%	8%	2%	1%	100%
	0.50303	0.36464646	0.115152	0.01212121	0.005051	

جدول(٨) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة بالنسبة المئوية للمحور الثالث.

الاستجابة	1		2		3		4		5	
	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة
5	48	53%	48	53%	41	46%	40	44%	40	44%
4	30	33%	31	34%	30	33%	39	43%	38	42%
3	11	12%	10	11%	15	17%	11	12%	12	13%
2	1	1%	1	1%	2	2%	0	0%	0	0%
1	0	0%	0	0%	2	2%	0	0%	0	0%

6		7		8		9		10		11	
العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة	العدد	المئوية النسبة
49	54%	45	50%	48	53%	44	49%	45	50%	50	56%
34	38%	33	37%	29	32%	33	37%	34	38%	30	33%
7	8%	10	11%	10	11%	11	12%	10	11%	7	8%
0	0%	1	1%	2	2%	2	2%	1	1%	2	2%
0	0%	1	1%	1	1%	0	0%	0	0%	1	1%

جدول(٩) نتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الثالث تفصيليا .



شكل بياني (٣) لنتيجة أستطلاع رأي عينة الدراسة للتصميمات المنفذة تفصيليا للمحور الثالث .

نتائج التحليل الاحصائى:

بتحليل البيانات لمتغيرات الدراسه واختبار فرضيتها تحقق من محاور الاستبيان، تحقيق التجارب التصميميه المقترحه لأهداف البحث من خلال أتفاق أغلب عينة البحث المستهدفة بإختيار الموافقة علي تحقق معايير الجانب التصميمي والوظيفي للتصميمات المنفذة لأقمشة السيدات استنادا علي علم البيوميمكري.

ويتضح من الجدول التالي اجمالي النسبة المئوية للاستبيان الخاصة بالمحاور الثلاث للتصميمات المقترحة :

	بشدة أوافق	ما حد الي أوافق	محايد	أوافق لا	بشدة أوافق لا	
الأول المحور	52%	36%	11%	1%	0%	100%
الثاني المحور	48%	35%	16%	1%	1%	100%
الثالث المحور	50%	36%	12%	1%	1%	100%
	50%	36%	13%	1%	1%	100%

جدول(١٠) النسبة المئوية لعينة الدراسة للتصميمات المنفذة للمحاور الثلاث.

1. ٥٠% من عينة البحث موافقين بشدة على أن جميع التصميات المقترحة حققت معايير الجانب الجمالي والتصميمي والوظيفي.
2. ٣٦% من عينة البحث موافقين الي حد ما على أن جميع التصميات المقترحة حققت معايير الجانب الجمالي والتصميمي والوظيفي.
3. ١٣% من عينة البحث محايد على أن جميع التصميات المقترحة حققت معايير الجانب الجمالي والتصميمي والوظيفي.
4. ١% من عينة البحث لا يوافق ما على أن جميع التصميات المقترحة حققت معايير الجانب الجمالي والتصميمي والوظيفي.
5. ١% من عينة البحث لا يوافق بشدة ما على أن جميع التصميات المقترحة حققت معايير الجانب الجمالي والتصميمي والوظيفي.

أي ان ٨٦% من عينة البحث موافقين علي نجاح التصميمات المقترحة مما يحقق نجاح فرضية البحث في تطويع علم البيوميمكري في تنفيذ تصميمات مستحدثة تصلح كأقمشة السيدات للفئة العمرية (٣٠-٢٠) سنة ومواكبة للموضة وتصلح للبيع في الأسواق.

نتائج البحث:

توصل البحث الي:

- وجود علاقة ترابطية ذات دلالة إيجابية بين تطبيق أسس بناء التصميم البيوميمكرى بصفة عامة والعمارة البيوميمكرية بصفة خاصة وتصميم اقمشة السيدات الطباعية المبتكرة.
- تتفق نتائج التجارب التصميمية وعددها أحد عشر (11) تجربة تصميمية وتوظيفها كنماذج لملابس السيدات تحمل سمات بصرية وجمالية ووظيفية للبحث مع أهدافه مما يقدم فكرا مميزا.
- وضع منهج تصميمي لأقمشة السيدات المطبوعة بالاستفادة من البناء الجمالي لعلم البيوميمكري لأنتاج تصميمات طباعية لأقمشة السيدات وذات بعد جمالي وبصري ووظيفي أوجد مفاهيم جديدة للتصميم.
- تطوير أسلوب تصميم أقمشة للسيدات بأستخدام برامج الكمبيوتر المتخصصة قدم العديد من الحلول والبدائل التصميمية.

التوصيات:

يوصي الباحث بما يلي:

- المزيد من الأبحاث والدراسات الأكاديمية، والأهتمام بالنظريات الحديثة.
- العمل علي التشجيع والتوسع في أستخدام التقنيات التكنولوجية الرقمية في التصميم.
- طرح مداخل تجريبية جديدة لصياغات تشكيلية تعتمد على الاستفادة من علم البيوميمكري وتصميم طباعة المنسوجات.
- الدعوة الي رفع كفاءة التصميمات الطباعية لأقمشة السيدات من خلال الربط بين المنتج والمصمم والمنفذ لمواجهة السوق.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

1. أسماء عبد الجواد: " الطبيعة كمحدد تصميمي للعمارة الخارجية والداخلية للمنتجعات السياحية"، رسالة دكتوراة كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، ٢٠٠٨م.

.asma' eabd aljawadi: " altabieat kamuhadad tasmimiin lileimarat alkharijiat waldaakhiliat lilmuntajaeat alsiyahiati", risalat dukturat kuliyat alfunun altatbiqiati, jamieat hulwan, 2008m.

2. ثريا نصر: " التصميم الزخرفي"، عالم الكتب، ٢٠٠٢ م.

tharya nusr: " altasmim alzukhrifii", ealam alkutub, 2002 mi.

3. دعاء كمال على مشرف:" البيوميمكري كوسيلة للابتكار وتحقيق الاستدامة في مجال تصميم المنتجات"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، ع ١٨، ٢٠١٩م.

duea' kamal ealaa musharif:" albuyumimakri kuasilat lilaibtikar watahqiq alaistidamat fi majal tasmim almuntajati", majalat aleimarat walfunun waleulum al'iinsaniatu, aljameiat alearabiat lilhadarat walfunun al'iislamiati, e 18, 2019m.

4. سمير فؤاد: " مفهوم الشكل الحلزوني في اللوحات"، جريدة القاهرة، وزارة الثقافة المصرية،٢٠١٢م.

smir fuaad: " mafhum alshakl alhalazuniu fi allawhati", jaridat alqahirati, wazarat althaqafat almisriati,2012m.

5. ضفاف غازي عباس: " نظرية الاستلهام من الطبيعة في التصميم الصناعي."، مجلة الأكاديمي، كلية الفنون الجميلة، جامعة بغداد، العدد ٦٨، ٢٠١٤ م.

difaf ghazi eabaas: " nazariat aliastilham min altabieat fi altasmim alsinaeii.", majalat al'akadimi, kuliyat alfunun aljamilati, jamieat baghdada, aleadad 68, 2014 mi.

6. محسن عبد القادر، وآخرون:"الشكل ومحاكاة الطبيعة وتأثيرها علي التصميم المستدام"،مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، حسن أحمد حسن يوسف المجلد الثاني والاربعون، الجزالثاني، يونيو٢٠١٨م.

muhsin eabd alqadir, wakhrun:"alshakl wamuhakaat altabieat watathiruha eali altasmim almustadami",mjalat aleulum albiyiyatu, maehad aldirasat walbuhuth albiyiyati, jamieat eayn shams, hasan 'ahmad hasan yusif almujalad althaani walarbiewn, aljazalithaani, yunyu2018m.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

7. Aurel I. Popescu :"The Principle of Optimal Design as A Legitimacy of Bionics ",the Publishing House of the Romanian Acadmy - Volume 4, Number1/2003- ROMANIA

8. Benyus Janine, 'Biomimicry Innovation Inspired by Nature', United States of America, 1997.
9. Edward, Brian , " Green Questionnaire, 'Green Architecture in Architectral Design', Editor, Vol 17, N0 4, July2001.
10. M Janine. Benyus ". Design Engineering ,handbook resource", Primer Biomimicry, "8.3 Biomimicry,. 2016.
11. Naeimeh Anzabi:'Nature Inspired Clothing Design Based on Biomimicry" INTAN management journal, ISSN No: 0128-3324, November 2016 .
12. Panchuk,"Digital in application its and Biomimicry into Exploration An, ",Waterloo of University, Architecture in thesis s"Master", Design] Architectural [Parametric
13. S. Das*, M. Bhowmick, S. K. Chattopadhyay and S. Basak:" Application of biomimicry in textiles" CURRENT SCIENCE, VOL. 109, 2015.
14. Yeang , Ken ,"Designing with Nature:The Ecological Basis forArchitectural Design", McGraw Hill, N.Y, 2018.

مواقع الانترنت:

15. https://www.alamy.com/stock-photo-the-planetarium-in-the-city-of-arts-and-science-valencia-13181108.html
16. Fashion Inspired By Nature: Russian Artist Compares Famous Dresses And Landscapes | DeMilked
17. Extravagant Creations Inspired by Nature. Fashion Designers Appreciate the Colors of True Nature | LaptrinhX / News
18. Biomimicry in textile (psu.edu)
19. (Biomimicry of Blue Morpho butterfly wings: An introduction to nanotechnology through an interdisciplinary science education module - Kirya - 2021 - Journal of the Society for Information Display - Wiley Online Library
20. https://www.alamy.com/stock-photo-the-planetarium-in-the-city-of-arts-and-science-valencia-13181108.html

---

(١)Aurel I. Popescu :"The Principle of Optimal Design as A Legitimacy of Bionics ",the Publishing House of the Romanian Acadmy , Volume 4, Romania, Number1/2003,p.2.

(٢)ضفاف غازي عباس: " نظرية الاستلهام من الطبيعة في التصميم الصناعي."، مجلة الأكاديمي، كلية الفنون الجميلة جامعة بغداد، العدد ٦٨، ٢٠١٤ م.،ص ٤٣.

(٣) دعاء كمال على مشرف:" البيوميمكري كوسيلة للابتكار وتحقيق الاستدامة في مجال تصميم المنتجات"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية، ع ١٨، ٢٠١٩م.، ص ١٤٣.

الجمال المعياري:هو وحدة العلاقات التشكيلية بين عناصر التصميم طبقاً لمعايير تحقق التكامل بين الشكل الفني والوظيفي للمنتج النهائي-تعريف شخصي-.

(٤) أسماء عبد الجواد , " الطبيعة كمحدد تصميمي للعمارة الخارجية والداخلية للمنتجعات السياحية" , رسالة دكتوراة , الفنون التطبيقية , جامعة حلوان , ٢٠٠٨, ص ٥٦.

(٥) أسماء عبد الجواد, مرجع سابق , ص ٥٧.

(٦)ثريا نصر: " التصميم الزخرفي"، عالم الكتب، ٢٠٠٢ م، ص ٣٠.

(٧) Ibid., p.159.

(٨)سمير فؤاد: " مفهوم الشكل الحلزوني في اللوحات"، جريدة القاهرة، وزارة الثقافة المصرية،٢٠١٢م.، ص ٧-١٠.

Fashion Inspired By Nature: Russian Artist Compares Famous Dresses And Landscapes | DeMilked(٩)

(10)(11) Naeimeh Anzabi:'Nature Inspired Clothing Design Based on Biomimicry" INTAN management journal, ISSN No: 0128-3324, November 2016 p.245-247.

23 Extravagant Creations Inspired by Nature. Fashion Designers Appreciate the Colors of True Nature | LaptrinhX / News

Biomimicry in textile (psu.edu)(١٣)

(١٤)

Biomimicry of Blue Morpho butterfly wings: An introduction to nanotechnology through an interdisciplinary science education module - Kirya - 2021 - Journal of the Society for Information Display - Wiley Online Library

(15) S. Das*, M. Bhowmick, S. K. Chattopadhyay and S. Basak:" Application of biomimicry in textiles" CURRENT SCIENCE, VOL. 109, 2015,p.5 .

(16) Benyus Janine, 'Biomimicry Innovation Inspired by Nature', United States of America, 1997,p.6,

(17) Yeang , Ken,2018,"Designing with Nature:The Ecological Basis forArchitectural Design", McGraw Hill, N.Y,p44.

(18) M Janine. Benyus ". Design Engineering ,handbook resource", Primer Biomimicry, "8.3 Biomimicry,. 2016.p.2-6.

(19) Edward, Brian , " Green Questionnaire, 'Green Architecture in Architectral Design', Editor, Vol 17, N0 4, July2001,p.58.

(20))https://www.alamy.com/stock-photo-the-planetarium-in-the-city-of-arts-and-science-valencia-13181108.html

(21)محسن عبد القادر، وآخرون:"الشكل ومحاكاة الطبيعة وتأثيرها علي التصميم المستدام"،مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، حسن أحمد حسن يوسف المجلد الثاني والاربعون، الجزالثاني، يونيو٢٠١٨، ص٩٧.