

Metal Forming as a Perceptual System: The Role of AI in Lighting Design

Abstract

This study reconceptualizes metal lighting design as an active perceptual system that organizes user experience and guides understanding, rather than merely serving as a formal manipulation of material. It aims to investigate how AI-supported metal forming strategies influence the quality of visual perception across key dimensions, including perceptual clarity, comprehension speed, visual guidance, visual comfort, and overall preference.

A quasi-experimental design-based approach was employed, in which five original design prototypes were developed to represent varying levels of structural organization and perceptual coherence. These prototypes were used as controlled visual stimuli to evaluate user responses. Data were collected from a sample of 42 participants using a structured Likert-scale questionnaire, whose validity and reliability were established. The data were analyzed using descriptive statistics, one-way ANOVA, post-hoc comparisons, and Pearson correlation. The results reveal statistically significant differences across all perceptual dimensions ($p \leq 0.05$), with highly structured designs achieving superior levels of perceptual clarity, faster comprehension, and more effective visual guidance. A strong positive correlation was identified between perceptual clarity and overall preference ($r = 0.78$), indicating that user preference is primarily driven by ease of understanding rather than formal complexity. The findings further suggest that the effectiveness of artificial intelligence in design lies not in generating complex forms, but in its capacity to support the organization of perceptual relationships within the design structure. Accordingly, the study contributes a practical framework that advances perception-driven design and supports the integration of AI as an analytical and guiding tool within contemporary design practice.

Keywords : Metal Forming, Visual Perception, Lighting Design, Artificial Intelligence, Visual Guidance, User Experience

التشكيل المعدني كوحدة إدراكية: دور الذكاء الاصطناعي في تصميم وحدات الإضاءة

فريدة محمد عبد الله السبيعي

أستاذ مساعد / قسم التصميم / كلية الفنون / جامعة الملك سعود / المملكة العربية السعودية

الملخص

تنطلق هذه الدراسة من إعادة النظر في تصميم وحدات الإضاءة المعدنية بوصفه منظومة إدراكية فاعلة تُنظّم تجربة المستخدم وتوجّه فهمه، بدلاً من اعتباره مجرد معالجة شكلية للمادة. وتهدف إلى تحليل تأثير أساليب التشكيل المعدني المدعومة بالذكاء الاصطناعي على جودة الإدراك البصري، من خلال أبعاد محددة تشمل: وضوح الإدراك، وسرعة الفهم، والتوجيه البصري، والراحة البصرية، والتفضيل العام. اعتمدت الدراسة منهجاً شبه تجريبي قائماً على التجريب التصميمي، حيث تم تطوير خمسة نماذج تصميمية تمثل مستويات متدرجة من التنظيم البنائي والتماسك الإدراكي، واستخدامها كمثيرات بصرية مضبوطة. جُمعت البيانات من عينة قوامها (٤٢) مشاركاً باستخدام

استبانة مقننة وفق مقياس ليكرت الخماسي، مع التحقق من صدقها وثباتها، وتم تحليل البيانات باستخدام الإحصاء الوصفي، وتحليل التباين الأحادي (ANOVA)، واختبارات المقارنات البعدية، ومعامل ارتباط بيرسون. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين النماذج في جميع الأبعاد الإدراكية ($p \leq 0.05$)، حيث حققت التصميمات الأكثر تنظيماً بنويًا مستويات أعلى من وضوح الإدراك وسرعة الفهم وكفاءة التوجيه البصري. كما كشفت النتائج عن علاقة ارتباط موجبة قوية بين وضوح الإدراك والتفضيل العام ($r = 0.78$)، مما يؤكد أن تفضيل المستخدم يرتبط بدرجة سهولة الفهم أكثر من ارتباطه بالتعقيد الشكلي. وتشير النتائج إلى أن فعالية الذكاء الاصطناعي في التصميم لا تكمن في توليد أشكال معقدة، بل في قدرته على دعم تنظيم العلاقات الإدراكية داخل التكوين، بما يساهم في تحسين جودة التجربة البصرية. وعليه، تقدم الدراسة إطارًا تطبيقيًا يعزز التوجه نحو تصميم قائم على الإدراك، ويدعم توظيف الذكاء الاصطناعي كأداة تحليل وتوجيه ضمن العملية التصميمية المعاصرة.

الكلمات المفتاحية: التشكيل المعدني، الإدراك البصري، تصميم الإضاءة، الذكاء الاصطناعي، التوجيه البصري، تجربة المستخدم

١. المقدمة

يشهد مجال تصميم المنتجات، وبخاصة أشغال المعادن، تحولًا جوهريًا في طبيعة الممارسة التصميمية، حيث لم يعد التشكيل المعدني يُفهم بوصفه معالجة شكلية أو تقنية للخامة فحسب، بل أصبح يُنظر إليه كمنظومة إدراكية متكاملة تتداخل فيها خصائص المادة مع الضوء لتشكّل تجربة بصرية موجهة للمستخدم. وفي هذا السياق، لم يعد تقييم المنتج قائمًا على أبعاده الجمالية أو الوظيفية بمعزل عن غيرها، بل أصبح يرتبط بدرجة وضوح بنيته البصرية وقدرته على تنظيم المعلومات الإدراكية وتوصيلها بكفاءة وسرعة (Ware, 2021; Goldstein & Cacciamani, 2021). ويُعد الإدراك البصري أحد المراكز الأساسية التي يقوم عليها فهم التصميم، حيث تعتمد عملية الإدراك على تنظيم العلاقات بين العناصر داخل التكوين وفق مبادئ مثل التوازن، والتقارب، والاستمرارية، والتوجيه البصري. وقد أكدت دراسات حديثة أن درجة التنظيم البصري تؤثر بشكل مباشر في سرعة الفهم وتقليل الحمل المعرفي، حيث تمكّن التكوينات الواضحة المستخدم من الانتقال السريع من الإدراك إلى الفهم دون جهد تفسيري إضافي (Sunstrum et al., 2024; Ware, 2021). وتتجلى هذه الإشكالية بشكل أكثر تعقيدًا في تصميم وحدات الإضاءة المعدنية، نظرًا لطبيعتها المركبة التي تجمع بين الكتلة والضوء والفراغ. فالإدراك في هذا النوع من المنتجات لا يتحدد فقط عبر الشكل المادي، بل من خلال التفاعل الديناميكي بين السطح المعدني وتوزيع الضوء، حيث يعمل الضوء كعنصر مفسّر للبنية الشكلية، وليس مجرد وسيط وظيفي للإضاءة. وقد أظهرت دراسات حديثة في تصميم الإضاءة أن توزيع الضوء داخل التكوين يلعب دورًا حاسمًا في تشكيل الإدراك البصري وتحديد جودة التجربة الإدراكية (Kim et al., 2025; Kubiak, 2024). وفي ظل هذا التحول، برز الذكاء الاصطناعي كأحد أبرز العوامل التي أعادت تشكيل عملية التصميم، حيث أتاح إمكانات متقدمة لتوليد البدائل الشكلية وتحليل العلاقات البصرية. وتشير الأدبيات المعاصرة إلى أن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد أداة توليد، بل أصبح وسيطًا تحليليًا قادرًا على دعم التنظيم البنوي للتصميم وتحسين اتساقه الإدراكي (Li et al., 2024; Kalving et al., 2024). ومع ذلك، لا تزال معظم التطبيقات تركز على التنوع الشكلي أكثر من تأثيره على الإدراك البشري.. ومن هنا تبرز الفجوة البحثية، حيث تشير الدراسات إلى نقص واضح في الأبحاث التي تدمج بين الذكاء الاصطناعي والإدراك البصري ضمن سياق تصميمي تطبيقي، خاصة في مجال التشكيل المعدني ووحدات الإضاءة (Verganti et al., 2020; Davenport & Mittal, 2022). وعلى الرغم من وجود دراسات تناولت الإدراك أو الذكاء الاصطناعي كل على حدة، إلا أن الدمج بينهما ضمن إطار تجريبي قائم على نماذج تصميمية فعلية لا يزال محدودًا. انطلاقًا من ذلك، تسعى هذه الدراسة إلى تحليل أثر الذكاء الاصطناعي في تشكيل وحدات الإضاءة المعدنية على إدراك المستخدم، من خلال تطوير نماذج تصميمية متدرجة في بنيتها الإدراكية، ومقياس استجابات المستخدمين تجاهها باستخدام أداة مقننة. وتركّز الدراسة على أبعاد إدراكية محددة تشمل: وضوح الإدراك، وسرعة الفهم، والتوجيه البصري، والراحة البصرية، والتفضيل العام. وتكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تقدم إطارًا تكامليًا يربط بين التصميم والإدراك والتقنيات الذكية ضمن نموذج تجريبي قابل للقياس، بما يساهم في إعادة توجيه الممارسة التصميمية من التركيز على إنتاج الشكل إلى تصميم التجربة الإدراكية، ويدعم توظيف الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تحليل وتنظيم إدراكي داخل العملية التصميمية المعاصرة.

١.١. مشكلة البحث (Problem Statement)

تزايد الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي في تصميم المنتجات، خاصة في مجالات التوليد الشكلي (Generative Design)، مما أتاح إمكانات غير مسبوقة لإنتاج بدائل تصميمية متعددة خلال زمن قصير. إلا أن هذا التوسع التقني لم يُواكب بتحليل كافٍ لتأثير هذه

المخرجات على إدراك المستخدم، حيث تركز معظم التطبيقات على تعقيد الشكل وتنوعه دون تقييم مدى وضوحه وسهولة فهمه. وفي سياق التشكيل المعدني لوحدة الإضاءة، تتضاعف هذه الإشكالية نتيجة التفاعل المعقد بين المادة والضوء، إذ لا يتحدد إدراك المستخدم من خلال الشكل فقط، بل من خلال العلاقات البصرية الناتجة عن توزيع الضوء وانعكاسه على السطح المعدني. وعلى الرغم من أهمية هذا التفاعل، لا تزال الدراسات التي تربط بين التشكيل المعدني، والإدراك البصري، ودور الذكاء الاصطناعي في تنظيم هذه العلاقات محدودة.. وبناءً على ذلك، تتمثل مشكلة البحث في: عدم وضوح الكيفية التي يؤثر بها استخدام الذكاء الاصطناعي في تشكيل وحدات الإضاءة المعدنية على إدراك المستخدم، خاصة من حيث وضوح الشكل، وسرعة الفهم، والتوجيه البصري، والراحة البصرية، والتفضيل العام.

١,٢. أهداف البحث (Research Objectives)

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

١. تحليل أثر أساليب التشكيل المعدني المدعومة بالذكاء الاصطناعي على جودة الإدراك البصري لدى المستخدم .
٢. قياس الفروق بين نماذج تصميمية مختلفة في ضوء أبعاد إدراكية محددة تشمل: وضوح الإدراك، وسرعة الفهم، والتوجيه البصري، والراحة البصرية، والتفضيل العام .
٣. دراسة العلاقة بين الأبعاد الإدراكية المختلفة ومستوى تفضيل المستخدم للتصميم .
٤. استكشاف دور الذكاء الاصطناعي كأداة لتنظيم العلاقات البصرية داخل التكوين التصميمي، وليس مجرد أداة لتوليد الأشكال .
٥. تقديم إطار تطبيقي يمكن توظيفه في تطوير تصميمات قائمة على الإدراك في مجال وحدات الإضاءة المعدنية .

١,٣. أهمية البحث (Significance of the Study)

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تتجاوز الطرح التقليدي الذي يفصل بين التشكيل المادي والتقنية الرقمية والإدراك البصري، لتقدم إطاراً تكاملياً يعيد تعريف تصميم وحدات الإضاءة المعدنية بوصفه منظومة إدراكية موجهة. إذ تسهم الدراسة في تعميق الفهم النظري للعلاقة بين التشكيل المعدني والإدراك البصري، من خلال الانتقال من النظر إلى التصميم كمنتج شكلي إلى اعتباره وسيطاً معرفياً ينظم تجربة المستخدم ويؤثر في كيفية تفسيره للمعلومات البصرية. كما تواكب التحولات المعاصرة في مجال الذكاء الاصطناعي في التصميم، حيث لا تقتصر على استعراض قدراته التوليدية، بل تعيد توجيه النقاش نحو دوره في تحليل وتنظيم العلاقات البصرية داخل التكوين، بما يعزز من جودة الإدراك ويحد من التعقيد غير المنظم.. ومن الناحية التطبيقية، تقدم الدراسة قيمة عملية مباشرة للمصممين، إذ توفر تصوراً منهجياً لاستخدام الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة لتحسين وضوح التصميم وتوجيه إدراكه، وليس مجرد وسيلة لإنتاج بدائل شكلية متعددة. كما تتيح نتائجها فهماً أكثر دقة لكيفية توظيف العلاقة بين الضوء والمادة المعدنية في بناء تجربة بصرية متماسكة، الأمر الذي ينعكس على تطوير تصميمات أكثر فاعلية في التواصل مع المستخدم، خاصة في سياق منتجات الإضاءة التي تعتمد بشكل جوهري على التفاعل البصري. وفي سياق أوسع، تفتح هذه الدراسة المجال أمام توجه بحثي متقدم يركز على ما يمكن تسميته بـ"التصميم القائم على الإدراك"، حيث يصبح تنظيم التجربة البصرية هو الهدف الأساسي للعملية التصميمية. كما تدعم إمكانات دمج الذكاء الاصطناعي ضمن بيئات تصميم تفاعلية تستند إلى تحليل استجابة المستخدم، مما يمهد لتطوير ممارسات تصميمية أكثر دقة وارتباطاً بالسلوك الإدراكي الفعلي، ويعزز من انتقال التصميم من كونه ممارسة حدسية إلى عملية يمكن قياسها وتحليلها علمياً.

١,٤. فرضيات البحث (Research Hypotheses)

- ١- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين النماذج التصميمية في جودة الإدراك البصري بأبعاده المختلفة.
- ٢- يؤثر أسلوب التشكيل المعدني في كفاءة التوجيه البصري وتنظيم العلاقات داخل التكوين.
- ٣- يرتبط مستوى تنظيم التكوين الإدراكي إيجابياً بكلي من وضوح الفهم والراحة البصرية.
- ٤- تختلف درجة تفضيل المستخدم للتصميمات تبعاً لمستوى وضوحها وتنظيمها الإدراكي.
- ٥- يؤدي تعدد التفسيرات البصرية داخل التصميم إلى زيادة تباين استجابات المستخدمين.

١,٥. حدود البحث (Scope and Limitations)

الحدود الموضوعية: تركز الدراسة على العلاقة بين التشكيل المعدني والإدراك البصري في سياق تصميم وحدات الإضاءة، دون التطرق إلى الجوانب الهندسية أو التقنية التفصيلية للإنتاج.

الحدود المنهجية: تعتمد الدراسة على منهج شبه تجريبي قائم على استخدام نماذج تصميمية كمثيرات بصرية وقياس الاستجابة الإدراكية باستخدام استبانة مقننة.

الحدود البشرية: تقتصر الدراسة على عينة مكونة من (٤٢) مشاركاً يمثلون المستخدم العام، وليسوا متخصصين في التصميم.
الحدود المكانية: تم إجراء الدراسة ضمن بيئة عرض مضبوطة لضمان ثبات ظروف التقييم البصري.

٢. الإطار النظري والدراسات السابقة

شهدت الدراسات المعاصرة في مجال التصميم تحولاً جذرياً في طبيعة النظر إلى المنتج، حيث لم يعد التصميم يُفهم بوصفه نشاطاً شكلياً أو وظيفياً منفصلاً، بل كمنظومة إدراكية معقدة تُعيد تنظيم العلاقة بين الإنسان والمادة والبيئة المحيطة. وفي هذا السياق، أصبح الإدراك البصري محوراً رئيسياً في تقييم جودة التصميم، ليس فقط باعتباره وسيلة لاستقبال المعلومات، بل كعملية معرفية نشطة تُسهم في بناء المعنى وتوجيه السلوك (Goldstein & Cacciamani, 2021; Palmer, 2020). وقد عززت دراسات حديثة في التصميم البصري هذا التوجه، حيث أكدت أن جودة التجربة التصميمية ترتبط بدرجة تنظيم المعلومات البصرية وقدرتها على تقليل الغموض الإدراكي (Ware, 2021; Lidwell et al., 2023). ولا يتم الإدراك البصري عبر استقبال سلبى للمثيرات، بل من خلال عمليات تنظيم نشطة تعتمد على مبادئ الجشطالت، مثل التشابه، والاستمرارية، والتقارب، والإغلاق، وهي مبادئ تُشكل الأساس الذي من خلاله يُعاد بناء العلاقات داخل التكوين. وتُظهر الأدبيات أن هذه المبادئ لا تسهم فقط في تحسين الجانب الجمالي، بل تلعب دوراً حاسماً في تسريع الفهم وتقليل الحمل المعرفي، حيث يميل المستخدم إلى إدراك التكوينات المنظمة بشكل أسرع وأكثر اتساقاً مقارنة بالتكوينات المعقدة أو غير المنظمة (Sunstrum et al., 2024; Ware, 2021). كما تشير أبحاث الإدراك إلى أن وضوح البنية البصرية يسمح بانتقال مباشر من الإدراك إلى الفهم دون الحاجة إلى تفسير إضافي، وهو ما يعكس كفاءة تنظيم المعلومات داخل التصميم (Norman, 2013). وتزداد أهمية هذا البعد الإدراكي في تصميم المنتجات المعدنية، حيث لا يقتصر إدراك المستخدم على قراءة الشكل، بل يتشكل من خلال التفاعل الديناميكي بين خصائص المادة والضوء. فالمعدن، بخصائصه الفيزيائية مثل اللعان والانعكاس والملمس، لا يعمل فقط كوسيط مادي، بل كعنصر إدراكي يوجّه تفسير الشكل ويؤثر في إدراك العمق والكتلة (Ashby & Johnson, 2014). وقد أظهرت دراسات حديثة أن إدراك المواد يتم خلال أجزاء من الثانية ويعتمد على مجموعة من المؤشرات البصرية، أبرزها التباين الضوئي، وتوزيع الإضاءة، والخبرة السابقة للمستخدم (Strappini et al., 2024; Zhao et al., 2024). وفي هذا السياق، لا يمكن فصل الضوء عن المادة، إذ يُعد عنصرًا بنيويًا في تشكيل المعنى البصري، حيث يؤثر توزيع الضوء داخل التكوين في كيفية قراءة الشكل وتفسيره (Kim et al., 2025). كما ترتبط جودة الراحة البصرية بدرجة توافق الإضاءة مع آليات الإدراك البشري، وليس فقط بمستوياتها الفيزيائية (Kubiak, 2024). وفي إطار تطور الممارسة التصميمية، أحدث الذكاء الاصطناعي تحولاً ملحوظاً في منهجيات التصميم، حيث أتاح إمكانات متقدمة لتوليد البدائل الشكلية وتحليل الأنماط البصرية. وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد أداة إنتاج، بل أصبح وسيطاً معرفياً قادراً على دعم عمليات التنظيم البصري داخل التكوين (Li et al., 2024). كما أظهرت دراسات في مجال التصميم التوليدي أن استخدام الخوارزميات لا يقتصر على توليد أشكال متعددة، بل يمتد إلى تحليل العلاقات بين العناصر وتحسين تماسكها الإدراكي (Kalving et al., 2024). ومع ذلك، لا تزال معظم التطبيقات تركز على التنوع الشكلي وكفاءة الإنتاج، في حين يُهمل البعد الإدراكي وتأثير هذه المخرجات على تجربة المستخدم (McCormack et al., 2019). ومن منظور إدراكي أعمق يظهر اختلاف جوهري بين الإدراك البشري والإدراك الاصطناعي، حيث يعتمد الإنسان على السياق والخبرة والتفسير، بينما تعتمد النماذج الذكية على تحليل البيانات واستخلاص الأنماط (Goodfellow et al., 2016). وعلى الرغم من محاولات تقليص هذه الفجوة، من خلال تطوير نماذج قادرة على محاكاة الانتباه البصري البشري (Geirhos et al., 2021) إلا أن هذه النماذج لا تزال محدودة في قدرتها على تفسير المعنى ضمن سياقات معقدة، خاصة في المجالات التي تتطلب فهماً إدراكياً متعدد الأبعاد مثل التصميم. أما على مستوى استجابة المستخدم، فتشير الدراسات إلى أن التفاعل مع التصميمات المدعومة بالذكاء الاصطناعي يتحدد بدرجة وضوحها الإدراكي أكثر من تعقيدها الشكلي حيث قد تؤدي التكوينات غير المنظمة إلى شعور بالارتباك أو عدم الارتياح (Davenport & Mittal, 2022). وفي المقابل، تُظهر الأبحاث أن التصميمات الهجينة التي تجمع بين الحدس البشري والتحليل الخوارزمي تحقق مستويات أعلى من التماسك الإدراكي والتفضيل، نظراً لقدرتها على تحقيق توازن بين التنظيم البصري والابتكار الشكلي (Verganti et al., 2020). كما تشير دراسات حديثة في مجال التصميم التفاعلي إلى أن المستخدم يميل إلى تفضيل التصميمات التي توفر مسار إدراكي واضح وتقلل من الغموض البصري (Desmet & Hekkert, 2021)، وهو ما يعزز أهمية التنظيم البنيوي داخل التكوين. وعلى الرغم من هذا التقدم، تكشف مراجعة الأدبيات عن فجوة بحثية واضحة

تتمثل في محدودية الدراسات التي تدمج بين التشكيل المعدني، والإضاءة، والإدراك البصري، والذكاء الاصطناعي ضمن إطار تجريبي موحد. إذ تركز معظم الأبحاث على أحد هذه العناصر بمعزل عن الآخر، مما يؤدي إلى نقص في الفهم المتكامل لكيفية تفاعل هذه العوامل في تشكيل تجربة المستخدم. كما يلاحظ غياب الدراسات التي تعتمد على نماذج تصميمية فعلية كمثيرات إدراكية لقياس الاستجابة بشكل كمي، وهو ما يحد من إمكانية تعميم النتائج على الممارسة التصميمية الواقعية. وانطلاقاً من هذه الفجوة، تسعى الدراسة الحالية إلى تقديم إطار تجريبي يدمج بين التصميم والإدراك والتقنيات الذكية، من خلال تطوير نماذج تصميمية تمثل مستويات مختلفة من التنظيم الإدراكي، وقياس استجابات المستخدمين تجاهها باستخدام أدوات تحليل كمي. وبذلك، تساهم الدراسة في إعادة صياغة دور الذكاء الاصطناعي في التصميم، من كونه أداة إنتاج إلى كونه أداة تحليل وتنظيم إدراكي، كما تعزز من فهم التصميم بوصفه نظاماً موجه لتجربة المستخدم وليس مجرد تشكيل بصري.

١.٣. المنهجية Methodology

تنطلق هذه الدراسة من منظور نظري يعتبر تصميم وحدات الإضاءة المعدنية منظومة إدراكية فاعلة تساهم في تنظيم تجربة المستخدم وتوجيه فهمه، وهو طرح يتقاطع مع نماذج الإدراك البصري في التصميم ومع نماذج تجربة المستخدم، حيث يرتبط وضوح التصميم وسهولة تفسيره بمفاهيم قريبة من "سهولة الاستخدام" في نموذج تقبل التكنولوجيا (TAM)، التي تشير إلى أن وضوح البنية ينعكس مباشرة على التفضيل والقبول. وبناءً على ذلك، تم اعتماد تصميم منهجي يجمع بين التجريب التصميمي والتحليل الكمي للاستجابة الإدراكية، بما يسمح باختبار العلاقة بين خصائص التشكيل المعدني وإدراك المستخدم في سياق تطبيقي مضبوط. اعتمدت الدراسة تصميمًا شبه تجريبي (Quasi-Experimental Design)، حيث تم تثبيت نوع المنتج (وحدات إضاءة معدنية) كمتغير ضابط، مع التلاعب بمتغير مستقل يتمثل في أسلوب التشكيل المعدني، والذي تم ضبطه عبر ثلاثة أبعاد رئيسية هي: درجة التنظيم البنائي، ووضوح العلاقات البصرية، ومسار التوجيه الإدراكي داخل التكوين. وقد أتاح هذا الضبط بناء تبان إدراكي مقصود بين النماذج، بما يتيح قياس أثر التشكيل ذاته على الإدراك، مع تقليل تأثير العوامل الخارجية. ولتحقيق ذلك، تم تطوير خمسة نماذج تصميمية أصلية لوحدات إضاءة معدنية، تمثل مستويات متدرجة من التنظيم الإدراكي، واستخدامها كمثيرات بصرية مضبوطة لقياس استجابة المستخدم. وقد صُممت هذه النماذج بحيث تتدرج من تكوينات أقل تنظيمًا إلى تكوينات عالية الوضوح والتوجيه، بما يعكس فروقًا إدراكية قابلة للقياس. ولتعزيز وضوح المادة التجريبية، تم عرض النماذج ضمن إطار بصري موحد كما هو موضح في الشكل (1)، بحيث يتيح هذا العرض المقارنة المباشرة بينها دون تأثيرات عرضية.



شكل (1): النماذج التصميمية الخمسة لوحدات الإضاءة المعدنية، تمثل مستويات متدرجة من التنظيم البنائي والتماسك الإدراكي.

وقد تم إنتاج هذه النماذج وفق منهجية تصميمية تكاملية جمعت بين التشكيل اليدوي، والتوليد المدعوم بالذكاء الاصطناعي، والمعالجة الهجنية. ففي المرحلة الأولى، تم تطوير تصورات أولية يدويًا اعتمادًا على الخبرة المهنية في أشغال المعادن، بهدف تحديد الإطار الجمالي والبنائي العام. وفي المرحلة الثانية، تم استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي لاستكشاف بدائل شكلية متعددة، حيث أُنتجت مجموعة من المقترحات التي تم تحليلها بصريًا من حيث وضوح العلاقات، واستمرارية المسار البصري، وتوزيع الضوء على السطح المعدني. وفي المرحلة الثالثة، تم دمج التقييم البشري مع التحليل الخوارزمي لاختيار النماذج الأكثر تماسكًا إدراكيًا وتطويرها. وبذلك، لم يُستخدم

الذكاء الاصطناعي كأداة توليد فقط، بل كوسيط تحليلي يسهم في تنظيم العلاقات الإدراكية داخل التكوين. ولضمان صدق النتائج، تم توحيد ظروف عرض النماذج من حيث زاوية الرؤية، والخلفية، وشدة الإضاءة، وحجم النموذج داخل الإطار البصري، بما يضمن أن الفروق في التقييم تعود إلى خصائص التشكيل ذاته. كما تم ضبط ترتيب عرض النماذج لتقليل أثر التحيز أو التتابع. وفيما يتعلق بأداة الدراسة، تم تطوير استبانة إدراكية مقننة اعتماداً على مقياس ليكرت الخماسي، استناداً إلى الأدبيات المرتبطة بالإدراك البصري وتجربة المستخدم، بما في ذلك المفاهيم المرتبطة بوضوح الإدراك وسهولة الفهم. وقد بُنيت الأداة عبر عملية منهجية تضمنت تحديد الأبعاد النظرية أولاً، ثم تحويلها إلى مؤشرات قابلة للقياس، حيث شملت الأداة خمسة محاور رئيسية هي: وضوح الإدراك، وسرعة الفهم، والتوجيه البصري، والراحة البصرية، والتفضيل العام. وتضمن كل محور مجموعة من البنود التي تقيس الانطباع الأولي للمستخدم عند التفاعل مع التصميم، مع الحفاظ على صياغة محايدة تسمح بالمقارنة المباشرة بين النماذج. وقد خضعت الأداة لعملية تحقق من الصدق والثبات. فمن حيث الصدق، تم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في التصميم الصناعي والإدراك البصري، حيث تم تقييم مدى ملاءمة البنود للأبعاد المقاسة، وإجراء تعديلات لضمان وضوحها واتساقها المفاهيمي. أما من حيث الثبات، فقد تم حساب معامل الاتساق الداخلي (Cronbach's Alpha)، حيث تجاوزت قيمته (٠,٨٠)، لجميع الأبعاد، مما يشير إلى مستوى مرتفع من الموثوقية والاتساق في القياس. تكونت عينة الدراسة من (٤٢) مشاركاً من خلفيات تعليمية متنوعة، بهدف تمثيل المستخدم العام، وليس التقييم التخصصي. وعلى الرغم من أن حجم العينة يُعد محدوداً نسبياً، إلا أنه يتوافق مع طبيعة الدراسات شبه التجريبية التي تعتمد على مثيرات بصرية مبسطة، حيث يكون التركيز على الصدق الداخلي واكتشاف الفروق بين الحالات أكثر من التعميم الإحصائي. وقد نُفذت التجربة وفق تسلسل إجرائي منظم، حيث تم عرض النماذج على المشاركين بشكل متتابع، مع تقييم كل نموذج بصورة مستقلة، ومنع الرجوع إلى النماذج السابقة لتقليل الأثر التراكمي. كما طُلب من المشاركين الاعتماد على الانطباع الأولي أثناء التقييم، بما يحاكي تجربة التفاعل الواقعي مع المنتج. ويوضح الشكل (2) الإطار العام للإجراءات التجريبية، بدءاً من عرض النماذج، مروراً بعملية التقييم، وانتهاءً بالتحليل الإحصائي.



شكل (2): مخطط يوضح تسلسل الإجراءات التجريبية من عرض النماذج إلى تحليل النتائج.

أما تحليل البيانات، فقد تم باستخدام مزيج من الأساليب الوصفية والاستدلالية. حيث شمل التحليل الوصفي حساب التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات والانحراف المعياري، في حين تم استخدام تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) لاختبار الفروق بين النماذج، واختبار Tukey HSD لتحديد الفروق البعدية، بالإضافة إلى معامل ارتباط بيرسون لدراسة العلاقة بين الأبعاد الإدراكية والتفضيل العام. كما تم حساب حجم الأثر (η^2) لتقدير قوة تأثير أسلوب التشكيل، مع اعتماد مستوى دلالة إحصائية ($p \leq 0.05$)، والتحقق من افتراضات التحليل الإحصائي. وتندرج هذه الدراسة ضمن إطار البحث التجريبي القائم على التصميم (Design-Based Experimental Research)، حيث يُستخدم التصميم ذاته كأداة اختبار إدراكي، وليس فقط كموضوع للدراسة. ويمنح هذا الإطار البحث قوة تطبيقية، وقابلية للتكرار، وإمكانية مباشرة لتوظيف نتائجه في تطوير الممارسة التصميمية.

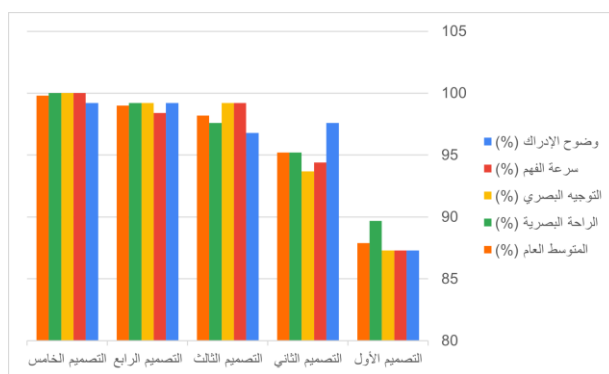
٤. النتائج Results

يعرض هذا القسم نتائج تحليل استجابات المشاركين (ن = ٤٢) تجاه النماذج التصميمية الخمسة لوحدة الإضاءة المعدنية، في ضوء التصميم شبه التجريبي المعتمد، حيث تم استخدام هذه النماذج كمثيرات بصرية مضبوطة تختلف في درجة التنظيم الإدراكي. وقد تم قياس الاستجابة عبر أبعاد إدراكية محددة، وتحليلها باستخدام مزيج من الأساليب الوصفية والاستدلالية. تشير النتائج في مجملها إلى ارتفاع مستويات التقييم عبر جميع النماذج، حيث تركزت الاستجابات ضمن الفئات الإيجابية، إلا أن هذا الارتفاع العام لا يعكس تجانساً في الأداء، بل يخفي فروقاً إدراكية واضحة بين النماذج، وهو ما يتجلى من خلال التحليل التفصيلي. تكشف بيانات جدول (١) عن نمط تصاعدي منتظم في الأداء الإدراكي، حيث ترتفع قيم وضوح الإدراك وسرعة الفهم والتوجيه البصري والراحة البصرية تدريجياً من التصميم الأول إلى التصميم الخامس. ويعكس هذا التدرج انتقالاً منهجياً من تكوينات أقل تنظيماً إلى تكوينات عالية التماسك الإدراكي، حيث سجل التصميم الأول أدنى مستويات الأداء، في حين حقق التصميمان الرابع والخامس أعلى القيم، مع اقترابها من الحد الأقصى.

جدول (١): نسب الاستجابات الإيجابية لأبعاد الإدراك البصري

التصميم	وضوح الإدراك (%)	سرعة الفهم (%)	التوجيه البصري (%)	الراحة البصرية (%)	المتوسط العام (%)
التصميم الأول	87.3	87.3	87.3	89.7	87.9
التصميم الثاني	97.6	94.4	93.7	95.2	95.2
التصميم الثالث	96.8	99.2	99.2	97.6	98.2
التصميم الرابع	99.2	98.4	99.2	99.2	99.0
التصميم الخامس	99.2	100.0	100.0	100.0	99.8

ويتعزز هذا الاتجاه من خلال التمثيل البصري كما يظهر في شكل (3)، الذي يوضح أن الفروق بين النماذج تتبع مساراً تصاعدياً متسقاً عبر جميع الأبعاد الإدراكية. ويشير هذا الاتساق إلى أن التغير في استجابة المستخدم ليس عشوائياً، بل يرتبط مباشرة بدرجة وضوح التنظيم البنائي داخل التصميم، وهو ما يعكس نجاح الضبط التجريبي في بناء تباين إدراكي مقصود.



شكل (3): مقارنة نسب أبعاد الإدراك البصري بين التصميمات الخمسة.

وعلى مستوى المقارنات المباشرة، تُظهر نتائج جدول (2) تفوق واضح للتصميم الخامس في جميع مؤشرات التقييم، حيث حصل على أعلى نسب اختيار فيما يتعلق بالوضوح البصري، والجاذبية، وسهولة الفهم. ولا يعكس هذا التفوق مجرد تفضيل فردي، بل يشير إلى وجود درجة عالية من التوافق الإدراكي بين المشاركين، بما يدل على أن التصميمات ذات التنظيم الواضح تقلل من تباين التفسير وتنتج استجابات أكثر استقراراً.

جدول (٢): نتائج المقارنة المباشرة بين التصميمات

المعيار	التصميم الأول	التصميم الثاني	التصميم الثالث	التصميم الرابع	التصميم الخامس
الأكثر وضوحاً	7.1%	9.5%	7.1%	11.9%	64.3%
الأكثر جذباً بصرياً	4.8%	7.1%	9.5%	11.9%	66.7%
الأسهل في الفهم	4.8%	4.8%	9.5%	7.1%	73.8%

أما من الناحية الاستدلالية، فقد أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي (ANOVA) كما في جدول (3) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين النماذج في جميع الأبعاد الإدراكية ($p < 0.05$)، وهو ما يؤكد أن الاختلافات في التقييم ناتجة عن تأثير أسلوب التشكيل وليس عن عوامل عشوائية. كما تعكس قيم F المرتفعة قوة تأثير المتغير المستقل، مما يعزز من مصداقية النتائج.

جدول (٣): نتائج تحليل التباين (ANOVA)

البعد الإدراكي	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
وضوح الإدراك	8.72	0.000
سرعة الفهم	9.15	0.000
التوجيه البصري	10.03	0.000
الراحة البصرية	7.88	0.000

وفيما يتعلق بالعلاقة بين الإدراك والتفضيل، أظهرت نتائج معامل ارتباط بيرسون كما في جدول (4) وجود علاقات ارتباط موجبة قوية بين الأبعاد الإدراكية والتفضيل العام، حيث بلغت قيم الارتباط مستويات مرتفعة، مما يشير إلى أن تفضيل المستخدم يرتبط بدرجة وضوح الإدراك وسهولة الفهم أكثر من ارتباطه بالتعقيد الشكلي.

جدول (٤): نتائج الارتباط بين الإدراك والتفضيل

المتغير	معامل الارتباط (r)	مستوى الدلالة
وضوح الإدراك ↔ التفضيل	0.78	0.000
سرعة الفهم ↔ التفضيل	0.74	0.000
التوجيه البصري ↔ التفضيل	0.81	0.000

الخلاصة التحليلية للنتائج (Synthesis of Findings)

- يمكن تلخيص النتائج في أربعة مؤشرات رئيسية تعكس البنية الإدراكية للتصميم:
١. وجود تأثير حاسم للتنظيم البنائي على الإدراك البصري: حيث أظهرت النتائج نمطاً تصاعدياً واضحاً يؤكد أن زيادة وضوح العلاقات داخل التكوين تؤدي إلى تحسين مباشر في جميع أبعاد الإدراك.
- تفوق التصميمات عالية التماسك الإدراكي في تحقيق استجابة متسقة: إذ حققت النماذج الأكثر تنظيم أعلى مستويات الأداء، مع انخفاض تباين استجابات المستخدمين، مما يدل على وضوح القراءة البصرية.
- ارتباط التفضيل بجودة الإدراك وليس بالتعقيد الشكلي: حيث كشفت نتائج الارتباط أن المستخدم يفضل التصميم الذي يسهل فهمه وتفسيره، وليس بالضرورة الأكثر تعقيداً أو ابتكاراً شكلياً.
- تأكيد أن أسلوب التشكيل يمثل متغير إدراكي وليس شكلي فقط: إذ أثبتت التحليلات الإحصائية أن التشكيل يؤثر بشكل مباشر في كيفية إدراك المستخدم للتصميم، مما يدعم اعتبار التصميم نظاماً إدراكياً موجّهاً.

٥. المناقشة

تنطلق هذه المناقشة من مبدأ مركزي مفاده أن ما كشفته النتائج ليس مجرد تباينات في تقييقات المستخدمين، بل تجسيد كمي لاختلافات بنيوية في تنظيم الإدراك البصري داخل النماذج التصميمية. وبالعودة إلى النتائج المعروضة في جدول (1) وشكل (3)، يظهر نمط تصاعدي منتظم في الأداء الإدراكي عبر النماذج الخمسة، وهو نمط يتطابق مع التدرج المقصود في مستويات التنظيم البنائي الذي تم ضبطه منهجياً. هذا التطابق بين "ما صمم" و"ما قيس" يثبت أن أسلوب التشكيل يعمل كمتغير إدراكي حاكم وليس كاختلاف شكلي عابر.

٥,١. تؤكد نتائج تحليل التباين الأحادي (جدول ٣) — حيث ظهرت فروق دالة إحصائية في جميع الأبعاد — ($p < 0.05$) أن الفروق بين النماذج ناتجة عن تأثير أسلوب التشكيل نفسه. غير أن القيمة التفسيرية الحقيقية لا تكمن في الدلالة الإحصائية وحدها، بل في اتجاه هذه الفروق: الارتفاع المندرج من التصميم الأول إلى الخامس (جدول ١) يبرهن أن زيادة التنظيم البنائي ووضوح العلاقات تقود إلى تحسن متسق في وضوح الإدراك وسرعة الفهم والتوجيه والراحة. هذا النمط يتسق مباشرة مع مبادئ الجشطالت (Ware, 2021)، حيث يؤدي تعزيز العلاقات الكلية (التقارب، الاستمرارية، التشابه) إلى تقليل الغموض وتسريع بناء المعنى.

٥,٢. تكشف العلاقة المتزامنة بين وضوح الإدراك وسرعة الفهم — كما يتضح من الارتفاع المتوازي لهذين البعدين في جدول (١) ومن قوة ارتباطهما بالتفضيل في جدول (4) — عن علاقة بنيوية وليست مجرد ارتباط إحصائي. فالتصميم الذي "يُقرأ بسهولة" لا يختصر زمن الفهم فحسب، بل يلغي الحاجة إلى تفسير إضافي. هذا ينسجم مع طرح Norman (2013) حول "التصميم الذي يشرح نفسه"، كما يمكن تفسيره عبر نموذج تقبل التكنولوجيا (TAM) ووضوح البنية (Perceived Ease of Use) يقلل الجهد المعرفي، فيرفع القبول والتفضيل. وعليه، فإن الوضوح هنا يؤدي وظيفة تشغيلية تعادل سهولة الاستخدام في النظم التفاعلية.

٥,٣. تظهر نتائج التوجيه البصري — وخاصة تفوق النماذج الأعلى تنظيمًا — أن هذا البعد يعمل كآلية تحكم في مسار الانتباه أكثر من كونه سمة مستقلة. فكما يبين شكل (3)، كلما أصبح مسار القراءة داخل التكوين أكثر تحدياً، ارتفعت بقية الأبعاد بالتوازي. هذا يدل على أن التوجيه البصري يحدد نقطة الدخول الإدراكي وتسلسل معالجة العناصر، وهو ما تؤكد أدبيات الانتباه البصري التي ترى أن تنظيم الانتباه شرط لبناء المعنى، لا مجرد مرحلة تسبق الإدراك.

٥,٤. تشير نتائج الراحة البصرية — التي ارتفعت مع زيادة التنظيم (جدول ١) — إلى أنها مؤشر مباشر على الحمل الإدراكي. فالتكوينات المنظمة تقلل التعارض والتزامم البصري، ما يخفف العبء الذهني ويحسن الاستقرار الإدراكي. يتطابق هذا مع نظرية الحمل المعرفي التي تربط بين بنية المعلومات وسهولة معالجتها؛ إذ إن تقليل التعقيد غير المنظم يخفف "الضجيج الإدراكي" ويزيد كفاءة المعالجة.

٥,٥. تعيد نتائج الارتباط في جدول (4) تعريف التفضيل بوصفه ناتجاً إدراكياً. فالقيم المرتفعة لمعاملات الارتباط ($r = 0.78$) لوضوح الإدراك، $r = 0.74$ السرعة الفهم، $r = 0.81$ للتوجيه البصري (تُظهر أن المستخدم يفضل ما يفهمه بسرعة وبلا لبس. هذه النتيجة تتوافق مع نماذج تجربة المستخدم (UX) التي تربط الرضا بسرعة الفهم وانخفاض الغموض (Desmet & Hekkert, 2021). وعليه، فإن الجاذبية في هذا السياق ليست زخرفية، بل وظيفية-إدراكية نابعة من وضوح التنظيم.

٥,٦. فيما يخص دور الذكاء الاصطناعي، لا تُظهر النتائج تفوقاً "توليدياً" بقدر ما تشير إلى تفوق تنظيبي-تحليلي. فالنماذج الأعلى أداءً تحمل خصائص ترتبط بقدرة أفضل على تحليل العلاقات البصرية وضبطها — وهي وظائف يمكن للذكاء الاصطناعي دعمها بفعالية (Kalving et al., 2024). بذلك، تتقاطع النتائج مع الأدبيات التي ترى أن قيمة AI في التصميم تكمن في تحسين التماسك الإدراكي لا في زيادة التعقيد الشكلي (McCormack et al., 2019) بعبارة أخرى، AI ينجح عندما يعمل كمنظم للعلاقات، لا كمولد للأشكال فقط.

٥,٧. يبرز من المقارنات المباشرة (جدول ٢) أن التصميم الخامس لم يحقق فقط أعلى المتوسطات، بل أيضاً أعلى درجة توافق بين المشاركين (انخفاض التباين الضمني في الاختيارات). هذه النتيجة تُفسَّر بأن وضوح المسار الإدراكي يقلل تعددية التأويل، فيقود إلى تقارب في الأحكام — وهو مؤشر مهم على جودة الاتصال البصري.

٥,٨. يظهر الاتساق بين تصميم النماذج (Section 3.2)، وبنية الأداة (Section 3.3)، ونتائج ANOVA والارتباط (Section 4) أن الإطار المنهجي كان قادر على عزل أثر التشكيل وقياسه بدقة. وهذا يمنح الدراسة قوة تفسيرية وتطبيقية ويؤكد صلاحية البحث التجريبي القائم على التصميم كمدخل لقياس الظواهر الإدراكية في المنتجات.

٦. الخاتمة (Conclusion)

تنطلق هذه الدراسة من إعادة صياغة مفهوم تصميم وحدات الإضاءة المعدنية بوصفه نظامًا إدراكيًا موجّهًا، وليس مجرد معالجة شكلية للمادة. وقد أظهرت النتائج، عبر تحليل تجريبي مضبوط، أن الاختلافات بين النماذج التصميمية لا تُفسّر بوصفها فروقًا جمالية سطحية، بل تعكس اختلافات بنيوية في كيفية تنظيم العلاقات البصرية داخل التكوين، وهو ما يؤثر مباشرة في إدراك المستخدم وفهمه وتفضيله. وقد أثبتت الدراسة أن درجة التنظيم البنائي تمثل عاملاً حاسماً في جودة الإدراك البصري، حيث ارتبطت التصميمات الأكثر وضوحاً بارتفاع مستويات الفهم وسرعة التفسير والتوجيه البصري، إلى جانب تحقيقها درجات أعلى من الراحة البصرية والتفضيل العام. كما كشفت النتائج عن وجود علاقة بنيوية متماسكة بين الأبعاد الإدراكية المختلفة، مما يشير إلى أن الإدراك البصري يعمل كنظام متكامل، وليس كمجموعة من الخصائص المنفصلة.. وتُسهم هذه النتائج في إعادة تعريف التفضيل الجمالي بوصفه استجابة إدراكية ناتجة عن وضوح التكوين وسهولة فهمه، وليس حكماً بصرياً مستقلاً عن البنية التنظيمية للتصميم. كما تؤكد أن التوجيه البصري وتنظيم مسار الانتباه يمثلان آليتين مركبتين في بناء المعنى، وأن الراحة البصرية تُعد مؤشراً مباشراً على انخفاض الحمل الإدراكي. وفيما يتعلق بدور الذكاء الاصطناعي، تشير الدراسة إلى أن قيمته الحقيقية في التصميم لا تكمن في توليد أشكال أكثر تعقيداً، بل في دعمه لتنظيم العلاقات الإدراكية داخل التكوين، بما يسهم في تحسين وضوح التصميم وتماسكه. وبذلك، يُعاد تأطير الذكاء الاصطناعي من كونه أداة إنتاج شكلية إلى كونه أداة تحليل وتنظيم إدراكي، تعمل بالتكامل مع الخبرة التصميمية البشرية. وعلى المستوى المنهجي، تؤكد الدراسة فاعلية المدخل التجريبي القائم على التصميم (Design-Based Experimental Research) في دراسة الظواهر الإدراكية، حيث يتيح استخدام النماذج التصميمية كمثيرات بصرية قياس العلاقة بين التشكيل والإدراك بشكل مباشر وقابل للتحليل الكمي. ويمثل هذا المدخل إضافة منهجية مهمة، تفتح المجال أمام دراسات مستقبلية تعتمد على التصميم كأداة اختبار، وليس فقط كموضوع للدراسة. وبناءً على ما سبق، تخلص الدراسة إلى أن تصميم وحدات الإضاءة المعدنية يجب أن يُبنى على أساس إدراكي واضح، يركز على تنظيم العلاقات البصرية وتوجيه الانتباه، بدلاً من التركيز على التعقيد الشكلي. كما تدعو إلى تبني توجه تصميمي يقوم على "الإدراك أولاً"، حيث تُصاغ القرارات التصميمية انطلاقاً من كيفية فهم المستخدم للتكوين، وليس فقط من مظهره الخارجي. وتقتصر الدراسة أن تتجه الأبحاث المستقبلية إلى توسيع نطاق العينة، واختبار نماذج تصميمية في سياقات استخدام فعلية، إلى جانب استكشاف إمكانات الذكاء الاصطناعي في تحليل الاستجابة الإدراكية في الزمن الحقيقي، بما يسهم في تطوير أدوات تصميم تفاعلية قائمة على فهم سلوك المستخدم.

٧. إسهام البحث (Research Contribution). تقدم هذه الدراسة إسهاماً علمياً ومنهجياً متكاملاً في مجال تصميم المنتجات، وبخاصة في تقاطع التشكيل المعدني مع الإدراك البصري والتقنيات الذكية، من خلال إعادة صياغة العلاقة بين التصميم والمستخدم ضمن إطار إدراكي قابل للقياس والتحليل.. فعلى المستوى النظري، تسهم الدراسة في تطوير فهم أكثر عمقاً للتصميم بوصفه نظاماً إدراكيًا موجّهًا، حيث تُظهر أن جودة التصميم لا تُختزل في خصائصه الجمالية أو الوظيفية، بل تتحدد بدرجة تنظيم العلاقات البصرية داخله وقدرته على توجيه الانتباه وبناء المعنى. وبذلك، تنتقل الدراسة من الطرح التقليدي الذي يفصل بين الشكل والإدراك إلى نموذج تكاملي يربط بين البنية التصميمية والاستجابة الإدراكية. وعلى مستوى المعرفة التطبيقية، تقدم الدراسة إطاراً تحليلياً يوضح كيف يمكن لأسلوب التشكيل المعدني أن يعمل كأداة لتنظيم الإدراك، وليس فقط كوسيلة لتشكيل المادة، حيث تم إثبات أن التدرج في درجة التنظيم البنائي يؤدي إلى فروق قابلة للقياس في وضوح الإدراك وسرعة الفهم والتفضيل. ويمنح هذا الإطار المصممين أساساً عملياً لاتخاذ قرارات تصميمية قائمة على إدراك المستخدم، بدلاً من الاعتماد على الحدس الجمالي فقط. أما فيما يتعلق بدور الذكاء الاصطناعي، فتقدم الدراسة إسهاماً نوعياً يتمثل في إعادة تعريف وظيفته داخل العملية التصميمية، حيث تُظهر أن القيمة الحقيقية لهذه التقنيات لا تكمن في إنتاج أشكال معقدة، بل في دعم تنظيم العلاقات الإدراكية وتحسين تماسك التكوين البصري. وبذلك، تطرح الدراسة تصوراً للذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تحليل إدراكي تعمل بالتكامل مع الخبرة البشرية، وليس بديلاً عنها. وعلى المستوى المنهجي تسهم الدراسة في تعزيز استخدام المدخل التجريبي القائم على التصميم (Design-Based Experimental Research)، من خلال توظيف النماذج التصميمية كمثيرات بصرية مضبوطة لقياس الاستجابة الإدراكية بشكل كمي. ويُعد هذا التوجه إضافة مهمة، إذ يتيح الانتقال من تقييم التصميم بشكل وصفي إلى تحليله بوصفه متغيراً تجريبياً يمكن ضبطه وقياس أثره. وبناءً على ذلك تقدم الدراسة إسهاماً مركباً يتمثل في دمج التصميم والإدراك والتقنيات الذكية ضمن إطار بحثي واحد، بما يعزز من تطوير ممارسات تصميمية قائمة على الفهم الإدراكي للمستخدم، ويفتح المجال أمام اتجاهات بحثية جديدة في تصميم المنتجات المعاصرة.

References

- Ashby, M., & Johnson, K. (2014). *Materials and design: The art and science of material selection in product design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Davenport, T. H., & Mittal, N. (2022). How artificial intelligence is transforming creative work. *MIT Sloan Management Review*, 63(3), 1–6.
- Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2021). Framework of product experience. *International Journal of Design*, 15(1), 1–13.
- Geirhos, R., Temme, C. R. M., Rauber, J., Schütt, H. H., Bethge, M., & Wichmann, F. A. (2021). Generalisation in humans and deep neural networks. *Nature Communications*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20335-8>
- Goldstein, E. B., & Cacciamani, L. (2021). *Sensation and perception* (11th ed.). Cengage Learning.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Kalving, M., Ranscombe, C., & Bissett-Johnson, K. (2024). Artificial intelligence and design cognition: Enhancing visual structure. *Design Studies*, 89, 101–118.
- Kim, J., Park, S., & Lee, K. (2025). Light distribution and perceptual experience in product design. *Lighting Research & Technology*, 57(2), 145–162.
- Kubiak, K. (2024). Visual comfort and perceptual lighting design. *Journal of Environmental Psychology*, 92, 102–115.
- Li, Z., Chen, Y., & Wang, H. (2024). Generative design with artificial intelligence: A systematic review. *Design Science*, 10, e12.
- Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2023). *Universal principles of design* (Revised ed.). Rockport Publishers.
- McCormack, J., Gifford, T., & Hutchings, P. (2019). Autonomy, authenticity, authorship and intention in computer-generated art. *Digital Creativity*, 30(1), 1–20.
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things* (Revised ed.). Basic Books.
- Palmer, S. E. (2020). *Vision science: Photons to phenomenology* (2nd ed.). MIT Press.
- Strappini, F., Gilchrist, A., & Gerardin, P. (2024). Perception of materials and light. *Journal of Vision*, 24(3), 1–15.
- Sunstrum, R., Waller, R., & Brown, J. (2024). Visual organization and cognitive processing in design. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 9(1), 45–60.
- Verganti, R., Vendraminelli, L., & Iansiti, M. (2020). Innovation and design in the age of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 37(3), 212–227.
- Ware, C. (2021). *Information visualization: Perception for design* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Zhao, Q., Li, X., & Zhang, Y. (2024). Visual perception of material properties in design contexts. *Frontiers in Psychology*, 15, 123456.