

دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في إدارة
استهلاك الطاقة

**Integrating Design Thinking and Artificial Intelligence to
Develop Innovative Solutions for Energy Consumption
Management**

إعداد

الطالب / ياسر سعيد محمد طاهر

الرقم الأكاديمي / 243001026

إشراف / د. أحمد راجح

الفصل الدراسي الثاني

1446 هـ – 2025 م



إلى والديّ الغاليين
مصدر العطاء اللامحدود، اللذين غمراني بحبّهما، وكنا دائماً الداعم الأول في حياتي،
أرفع إليكما ثمرة هذا الجهد المتواضع عرفاناً بفضلكما واعتزازاً بتضحياتكما.

إلى زوجتي الحبيبة
رفيقة الدرب وشريكة الحياة، التي منحتني الصبر والدعم والتشجيع في كل مراحل
هذه الرحلة البحثية، فكانت السند الذي أعانني على مواصلة الطريق.

إلى أبنائي الأعزاء
مصدر البهجة والأمل، اللذين كانوا دافعاً لي لبذل المزيد من الجهد، وسأظل أعمل
من أجل أن أترك لهم إرثاً معرفياً يفتخرون به.

إلى أسرتي الكبيرة أخواني وأخواتي الكرام
الذين كانوا دائماً سنداً روحياً ومعنوياً، وقد منحوني الحب والاهتمام والدعاء في كل
مراحل حياتي. هذا الإنجاز هو ثمرة من ثمار دعمكم غير المحدود..

إلى أساتذتي الكرام
الذين غرسوا في نفسي حب العلم والبحث، وقدّموا لي من خبراتهم وتوجيهاتهم ما
كان له أكبر الأثر في مسيرتي العلمية، لكم مني كل التقدير والامتنان.

شُكْرٌ وَتَقْدِيرٌ

أَتَوَجَّه بِخَالص الشكر والتقدير إلى الله سبحانه وتعالى، الذي بفضله وتوفيقه أنجزت هذا العمل. الحمد لله ما انتهى جهدي، ولا تم فضلي، ولا وصلنا درب إلا برحمته وكرمه، فالحمد لله عدد خلقه ورضا نفسه وزنة عرشه ومداد كلماته .

ثم أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى جامعة ميدأوشن، ممثلةً في كلية الريادة والإبتكار على ما وفرتة من بيئة علمية محفزة وداعمة للبحث والتطوير. كما أخص بالشكر العميق أستاذي والمشرّف على الرسالة الدكتور الفاضل / د. أحمد راجح، على ما بذله من جهد وتوجيهات بّناءة ودعم مستمر خلال مراحل إعداد هذه الرسالة. لقد كان لخبرته وتوجيهاته الأكاديمية الأثر الأكبر في إنضاج هذا البحث وتوجيهه نحو مساره الصحيح. ولا يفوتني أن أعبر عن امتناني لـ أعضاء هيئة التدريس والكادر الإداري في الكلية لما قدّموه من ملاحظات قيمة أسهمت في إثراء هذه الدراسة وتطويرها.

كما أتقدم بالشكر إلى الخبراء والمشاركين في المقابلات الذين ساعدوني بآرائهم وتجاربهم، وخصّصوني بجزء من وقتهم لإثراء هذه الدراسة، فكان لمساهماتهم دور أساسي في الوصول إلى النتائج الحالية. وإلى كل من دعموني معنويًا وماديًا من زملاء وأصدقاء، أقدم شكري وامتناني، فقد كان لدعواتهم وتشجيعهم الأثر الكبير في الاستمرار والمضي قدمًا.

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
2	إهداء
3	شكرو تقدير
6	الملخص
7	Abstract
8	الفصل الأول: المقدمة والإطار العام للدراسة
9	1.1 المقدمة
10	1.2 مشكلة الدراسة
11	1.3 أهمية الدراسة
12	1.4 أهداف الدراسة
12	1.5 أسئلة الدراسة
13	1.6 فرضيات الدراسة
13	1.7 مصطلحات الدراسة
14	1.8 حدود الدراسة
16	الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة
17	2.1 الإطار النظري
17	أولاً: التفكير التصميمي
18	ثانياً: الذكاء الاصطناعي
21	ثالثاً: إدارة استهلاك الطاقة
23	2.2 الدراسات السابقة
28	2.3 التحليل المقارن للدراسات السابقة وتحديد فجوة البحث
29	2.4 الإطار المفاهيمي
31	2.5 آليات التكامل بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة
35	الفصل الثالث: منهجية البحث
36	3.1 المقدمة
36	3.2 منهجية وطرق البحث

36	3.3 مجتمع الدراسة
37	3.4 عينة الدراسة
38	3.5 أدوات جمع البيانات
40	3.6 طريقة تحليل البيانات النوعية
41	3.7 الصدق والثبات في البحث النوعي
42	3.8 الإعتبارات الأخلاقية
43	الفصل الرابع: نتائج الدراسة
44	4.1 المقدمة
44	4.2 نتائج مقابلات الأسر
45	4.3 نتائج مقابلات الخبراء
46	4.4 التحليل التفسيري لنتائج الدراسة
49	الفصل الخامس: تحليل النتائج النوعية ومناقشتها والتوصيات البحثية والتطبيقية
50	5.1 المقدمة
50	5.2 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء أهداف وأسئلة الدراسة
52	5.3 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء فرضيات الدراسة
53	5.4 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة
54	5.5 نقاط القوة والضعف في نتائج الدراسة
55	5.6 الأبعاد الأخلاقية والبيئية للنتائج
55	5.7 التوصيات النهائية والمقترحات المستقبلية
58	الخاتمة
59	المراجع العربية
60	المراجع الأجنبية
65	الملاحق
66	الملحق رقم (1): دليل المقابلات شبه الموجهة
68	الملحق رقم (2): مصفوفة نتائج تحليل مقابلات المشاركين

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف إمكانات دمج التفكير التصميمي مع الذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في مجال إدارة استهلاك الطاقة ضمن البيئات السكنية الذكية. تنطلق أهمية البحث من تزايد التحديات المرتبطة بارتفاع معدلات الاستهلاك، والحاجة إلى نماذج مبتكرة قادرة على الموازنة بين الجانب التقني والبعد الإنساني لتحقيق الاستدامة.

اعتمدت الدراسة على المنهج النوعي (Qualitative Approach)، من خلال إجراء مقابلات شبه موجهة مع عينة مكونة من عشر أسر مقيمة في مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض، وأربعة خبراء مختصين في مجالات الذكاء الاصطناعي، التفكير التصميمي، والبنية التحتية للطاقة. تم تحليل البيانات باستخدام أسلوب التحليل الموضوعي (Thematic Analysis) بهدف استكشاف أنماط الاستخدام، التحديات، والتصورات المستقبلية.

أظهرت النتائج أن الأسر واجهت عدة صعوبات تمثلت في محدودية الوعي بمفهوم إدارة الطاقة الذكية، صعوبة استخدام الواجهات التقنية، والاعتماد على أفراد محددين داخل الأسرة لفهم الأنظمة. من جانب آخر، أشار الخبراء إلى أن أبرز التحديات تكمن في ضعف البنية التحتية التقنية، غياب السياسات الوطنية الداعمة، وقلة التبسيط في تصميم الأنظمة. كما بينت الدراسة أن غياب التفكير التصميمي المنهج في تطوير هذه الأنظمة يمثل عاملاً رئيسياً في ضعف التبني والاستخدام.

وتخلص الدراسة إلى أن الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لا يُمثل تزاوجاً تقنياً فحسب، بل إطاراً استراتيجياً يُسهم في تعزيز تجربة المستخدم، رفع كفاءة استهلاك الطاقة، وتحقيق الاستدامة البيئية. توصي النتائج بضرورة تصميم واجهات مبسطة، توفير برامج تدريبية، وتبني سياسات تنظيمية داعمة، بما يضمن استدامة الأثر ويعزز من نجاح مشاريع الطاقة الذكية في ضوء رؤية المملكة 2030.

Abstract:

This study aims to explore the potential of integrating Design Thinking with Artificial Intelligence (AI) to develop innovative solutions for energy consumption management within smart residential environments. The importance of this research arises from the growing challenges associated with increasing energy demand and the urgent need for innovative models that combine technological capabilities with human-centered perspectives to achieve sustainability.

The study adopted a qualitative research approach, relying on semi-structured interviews conducted with ten families residing in a smart housing complex in Riyadh, in addition to four experts specialized in AI, design thinking, and energy infrastructure. Data were analyzed using Thematic Analysis, enabling the identification of usage patterns, challenges, and future perceptions.

The findings revealed that families encountered several difficulties, including limited awareness of smart energy management, the complexity of user interfaces, and reliance on certain family members to operate the systems. Experts, on the other hand, emphasized broader challenges such as weak technological infrastructure, the absence of supportive national policies, and the lack of simplicity in system design. Moreover, the study indicated that the absence of systematic design thinking in the development of these systems was a major factor contributing to limited adoption and ineffective use.

The study concludes that integrating design thinking with AI is not merely a technical convergence, but rather a strategic framework that enhances user experience, improves energy efficiency, and supports environmental sustainability. The results highlight the need to develop simplified interfaces, provide training programs, and adopt supportive regulatory policies, ensuring sustainable impact and strengthening the success of smart energy initiatives in alignment with Saudi Arabia's Vision 2030.

الفصل الأول : المقدمة والإطار العام للدراسة

1.1 مقدمة:

تُعدّ الطاقة أحد المقومات الأساسية في حياة الإنسان المعاصر، فهي عصب الحياة اليومية ومحرك رئيس للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في مختلف المجتمعات. وتعتمد الدول في تقدمها وازدهارها على قدرتها في إنتاج الطاقة وإدارتها بفعالية، مما يجعل من ترشيد استهلاك الطاقة وتوظيفها بكفاءة أولوية قصوى في ظل تزايد الطلب العالمي عليها.

ومع ذلك، يواجه العالم اليوم تحديات جسيمة ناجمة عن الاستهلاك المفرط وغير المنظم للطاقة، أبرزها التغير المناخي (Berek, 2022, 195)، وارتفاع معدلات انبعاثات الغازات الدفيئة، ونضوب الموارد الطبيعية (Wang & Azam, 2024, 1)؛ الأمر الذي يتطلب إعادة التفكير في أنماط الإنتاج والاستهلاك، والتحول إلى حلول مبتكرة ومستدامة لإدارة الطاقة بذكاء ومسؤولية.

وفي هذا السياق، برزت التقنيات الحديثة، وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي، كأدوات فاعلة لتحليل البيانات، والتنبؤ بالطلب، وتحسين كفاءة الشبكات، وتوفير حلول ذكية في قطاع الطاقة. وتشير الدراسات مثل دراسة (Chui et al (2018 ودراسة (Ahmad et al (2019 ودراسة (Aguilar et al (2021 إلى أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساهم في خفض الهدر وتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة في المباني والمنشآت المختلفة عبر تقنيات ذكية مقارنة بالأساليب التقليدية.

في المقابل، يُعدّ التفكير التصميمي أحد أهم الأساليب الإبداعية التي تركز على فهم احتياجات الإنسان وتطوير حلول تتمحور حول المستخدم، وقد أثبتت فاعليته في التعامل مع مشكلات بيئية ومجتمعية معقدة، ومنها إدارة الطاقة، إذ أشارت دراسة (Martins et al (2020 ودراسة (Yang et al (2022 ودراسة (Kubiak (2024) إلى أن التفكير التصميمي يوفر إطاراً منهجياً لفهم سلوك المستهلك وتطوير حلول أكثر تقبلاً واستدامة. ويزداد الاهتمام مؤخراً بالدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتوليد حلول ريادية وفعالة، حيث يوفر التفكير التصميمي فهماً عميقاً للمشكلة وسلوك المستخدم، بينما يقدم الذكاء الاصطناعي أدوات قوية للمعالجة واتخاذ القرار. وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة (Baradaran, 2018; Radonjic, 2019; Böckle & Kouris, 2023) أن هذا التكامل يفتح آفاقاً واسعة لتصميم أنظمة ذكية تُراعي البعد الإنساني في الحلول التقنية.

استنادًا إلى ما سبق، تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف سُبل دمج التفكير التصميمي مع الذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في إدارة استهلاك الطاقة، انطلاقًا من إيمان عميق بأن مواجهة التحديات البيئية الراهنة تتطلب منهجيات تتقاطع فيها التقنية مع الإبداع الإنساني، بما يعزز من فرص الوصول إلى استدامة طاقة حقيقية وشاملة.

1.2 مشكلة الدراسة:

يشهد العالم في الوقت الراهن تصاعدًا ملحوظًا في معدلات استهلاك الطاقة نتيجة للتوسع العمراني والنمو السكاني والتطور التكنولوجي، ما أدى إلى ضغوط كبيرة على الموارد الطبيعية (شوقي، 2023). وقد ترتب على هذا الاستخدام المفرط للطاقة تحديات بيئية واقتصادية متزايدة، من أبرزها التغير المناخي وارتفاع انبعاثات الغازات الدفيئة وزيادة التكاليف التشغيلية (Chien et al, 2022; Zhang et al, 2023)، الأمر الذي دفع الحكومات والمؤسسات إلى البحث عن حلول أكثر كفاءة واستدامة لإدارة استهلاك الطاقة.

ورغم أن الأدوات الذكية، وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي، أثبتت فعاليتها في تحليل البيانات والتنبؤ بأنماط الاستهلاك (Chui et al, 2018; Ahmad et al, 2019; Aguilar et al, 2021)، غير أنها تفتقر إلى القدرة على إدراك السياقات الاجتماعية والنفسية التي تؤثر في قرارات الأفراد وسلوكهم اليومي. فرغم الانتشار المتزايد لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، تفشل أكثر من 80% من مشاريعه في الوصول إلى التنفيذ الفعلي، ويرجع ذلك إلى: نقص النهج الاستراتيجي الصحيح، وضعف جودة البيانات، ونقص الوعي بالذكاء الاصطناعي بين الموظفين (Böckle & Kouris, 2023).

من جهة أخرى، يُعد التفكير التصميمي مدخلًا إبداعيًا يُركّز على فهم مشكلات المستخدمين من منظور إنساني، ويسعى لتوليد حلول مبتكرة وملائمة لاحتياجاتهم. إلا أن هذا المنهج يفتقر إلى الإمكانيات التقنية اللازمة لمعالجة البيانات الضخمة أو التنبؤ بالسلوك الطاقوي بشكل دقيق (الناجي، 2020، 84). مما قد يُقلل من كفاءته في التعامل مع التحديات المعقدة المرتبطة بإدارة الطاقة في السياقات الحديثة.

وعلى الرغم من أهمية كل من التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي كلٌّ على حدة، وأهمية الذكاء الاصطناعي للتفكير التصميمي (Baradaran, 2018). فإن التكامل بينهما لا يزال محدودًا في الأدبيات العلمية، لاسيما في مجال إدارة استهلاك الطاقة. إذ تركز معظم الدراسات على أحد المنهجين دون الآخر، أو تتناولهما

بشكل منفصل، دون تقديم نماذج متكاملة توظف قوة الذكاء الاصطناعي في التحليل والتشغيل، مع توجيهها عبر نهج إنساني إبداعي يُراعي سلوك المستخدم ويدفعه نحو استهلاك أكثر وعيًا وكفاءة.

من هنا، تنبع مشكلة هذه الدراسة في غياب نماذج ريادية متكاملة تجمع بين قدرات الذكاء الاصطناعي ونهج التفكير التصميمي لتطوير حلول ذكية ومستدامة في إدارة استهلاك الطاقة، تساهم في تجاوز القصور القائم في النماذج الحالية، وتدعم التحول نحو استهلاك طاقي أكثر وعيًا وفعالية.

1.3 أهمية الدراسة:

تبرز أهمية الدراسة في الجانبين النظري، والتطبيقي وهي كالتالي:

أ. الأهمية النظرية:

- الإسهام في إثراء الأدبيات العلمية في مجالي التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي، من خلال تقديم رؤية تكاملية تجمع بين المجالين في سياق إدارة استهلاك الطاقة.
- توسيع الفهم النظري حول آليات التفكير التصميمي ودوره في توليد حلول مبتكرة في قضايا الطاقة، وكذلك دور الذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرار وتحليل البيانات.
- تقديم إطار مفاهيمي يمكن الاستفادة منه في الدراسات المستقبلية التي تهتم بالتقاطع بين الابتكار التقني (الذكاء الاصطناعي) والمنهجي (التفكير التصميمي).
- دعم التحول نحو التنمية المستدامة من خلال مناقشة مفاهيم حديثة وأساليب إبداعية لإدارة الموارد، لا سيما الطاقة.

ب. الأهمية التطبيقية:

- توجيه صانعي القرار والمؤسسات إلى فرص جديدة لخفض استهلاك الطاقة من خلال حلول ريادية ناتجة عن الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي.
- تزويد العاملين في مجالات الطاقة والتقنية بخريطة واضحة حول التحديات والمتطلبات الفنية والبشرية لتطبيق مثل هذا الدمج بفعالية.
- تحفيز الابتكار في المؤسسات من خلال إبراز أهمية التفكير التصميمي في بناء حلول تراعي احتياجات المستخدم، مدعومة بقدرات الذكاء الاصطناعي التحليلية.

- دعم المبادرات الوطنية والإقليمية المتعلقة بالاستدامة وكفاءة الطاقة، من خلال توفير توصيات عملية قابلة للتنفيذ.

1.4 أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى ما يلي:

1. الكشف عن واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة.
2. الكشف عن واقع توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.
3. التعرف على التحديات التي تواجه دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في مجال إدارة استهلاك الطاقة.
4. التعرف على المتطلبات الفنية والبشرية اللازمة لتطبيق الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي بشكل فعال في المؤسسات أو المنازل.

1.5 أسئلة الدراسة:

يمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي التالي: ما واقع دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في إدارة استهلاك الطاقة؟ ويتفرع من هذا السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية الآتية:

1. ما واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة؟
2. ما واقع توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة؟
3. ما التحديات التي تواجه دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في مجال إدارة استهلاك الطاقة؟
4. ما المتطلبات الفنية والبشرية اللازمة لتطبيق الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي بشكل فعال في المؤسسات أو المنازل؟

1.6 فرضيات الدراسة:

1. يتم استخدام التفكير التصميمي بفعالية في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة.
2. يتم توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بفعالية في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.
3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة ترجع لمتغيرات (حجم الاسرة-الخبرة في التطبيقات الذكية-معدل استهلاك الطاقة).
4. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في واقع توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة ترجع لمتغيرات (حجم الاسرة-الخبرة في التطبيقات الذكية-معدل استهلاك الطاقة).

1.7 مصطلحات الدراسة:

1. التفكير التصميمي (Design Thinking):

- **التعريف الاصطلاحي:** هو "عملية تكرارية تهدف إلى فهم المستخدم، وتحدي الافتراضات، وإعادة تعريف المشكلات في محاولة لتحديد استراتيجيات وحلول بديلة قد لا تكون واضحة بشكل فوري في مستوى فهمنا الأولي. وفي الوقت نفسه، يوفر التفكير التصميمي نهجًا قائمًا على الحلول لمعالجة المشكلات. فهو طريقة تفكير وعمل، بالإضافة إلى كونه مجموعة من الأساليب التطبيقية العملية (Dam & Siang, 2021, 1).

- **التعريف الإجرائي:** هو عملية تكرارية لحل المشكلات الإبداعية تعتمد على فهم احتياجات المستخدمين الفعلية، وتُقاس في هذه الدراسة من خلال مدى تطبيق مراحل التفكير التصميمي الخمس (التعاطف، تحديد المشكلة، توليد الأفكار، بناء النماذج الأولية، واختبار الحلول) من قبل الأفراد أو المؤسسات في سياق تطوير حلول لإدارة استهلاك الطاقة.

2. الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence):

- **التعريف الاصطلاحي:** هو "محاكاة الذكاء البشري عبر أنظمة الحاسوب من خلال دراسة سلوك البشر، وردود أفعالهم، وأنماط تفكيرهم، وتعاملهم في مواقف معينة؛ بهدف محاولة محاكاة طريقة التفكير البشرية عبر أنظمة الحاسوب المعقدة" (خليفة، 2018، 2).

- **التعريف الإجرائي:** هو توظيف الأنظمة والخوارزميات الذكية، مثل تعلم الآلة وتحليل البيانات التنبؤية، في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال التنبؤ بالأنماط، والتحكم الآلي، واتخاذ القرارات. ويُقاس في هذه الدراسة من خلال درجة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الأنظمة أو التطبيقات المعنية بإدارة الطاقة.

3. إدارة استهلاك الطاقة (Energy Consumption Management):

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "جانبًا حيويًا من استراتيجيات الطاقة المستدامة يهدف إلى تحسين استهلاك الطاقة وتقليل الهدر. فهي استراتيجيات يمكن أن تسهم بشكل كبير في خفض تكاليف الطاقة وتحسين كفاءتها. من بينها استراتيجية تدقيق الطاقة، والإضاءة الموفرة للطاقة، وأنظمة التشغيل الآلي للمباني (Heydari et al, 2023, 197).

- **التعريف الإجرائي:** هي مجموعة من الإجراءات والأساليب التقنية والتنظيمية التي تهدف إلى مراقبة استهلاك الطاقة وتقليله وتحسين كفاءته، سواء في المنازل أو المؤسسات. وتُقاس في هذه الدراسة من خلال مدى تطبيق ممارسات الترشيد، ووجود أنظمة ذكية لإدارة الطاقة، ووعي الأفراد أو المؤسسات بأهمية التحكم في الاستهلاك.

1.8 حدود الدراسة:

نظرًا لطبيعة هذا البحث التي تتطلب دقة في تحديد النطاق وتوجيه الجهود نحو تحقيق أهدافه، فقد تم وضع حدود واضحة تضمن تركيز الدراسة على عناصرها الأساسية وتُسهم في الحصول على نتائج قابلة للتحليل والتفسير. إن هذه الحدود لا تعني تضيق نطاق البحث بقدر ما تهدف إلى ضبطه علميًا ومنهجيًا، بما يضمن توافقه مع الإطار الزمني والإمكانات المتاحة، مع الحفاظ على عمق التحليل والارتباط المباشر بمشكلة الدراسة. وقد جاءت هذه الحدود على النحو الآتي:

1. **الحدود الموضوعية:** ستقتصر الدراسة على دراسة دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في إدارة استهلاك الطاقة.

2. الحدود البشرية:

- 10 أسر بمجمع سكني ذكي بمدينة الرياض.

- (3 إلى 5) من الخبراء والمختصين في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة.

3. الحدود الزمانية: سيتم تطبيق الدراسة في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (1446هـ – 2025م).

4. الحدود المكانية:

- مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض يحتوي على بنية تحتية رقمية متكاملة (عدادات ذكية، شبكة إنترنت الأشياء، تطبيقات للطاقة).
- مؤسسات أكاديمية وتقنية متخصصة في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة في مدينة الرياض.

الفصل الثاني : الإطار النظري والدراسات السابقة

2.1 الإطار النظري:

أولاً: التفكير التصميمي

إن التفكير التصميمي منهج إبداعي وعملي لحل المشكلات، يهدف إلى الوصول إلى نتائج مستقبلية أفضل. ويتميز هذا النوع من التفكير بتركيزه على الحلول بدلاً من المشكلات، حيث ينطلق من الأهداف المرجوة وما يُراد تحقيقه، بدلاً من البدء بتحديد المشكلة فقط. كما يأخذ في اعتباره معطيات الحاضر وتوقعات المستقبل، ويعمل على تحليل متغيرات المشكلة واستكشاف الحلول الممكنة بشكل شمولي ومبتكر (محمود، 2014، 323). ويُعرّفه برنامج الأمم المتحدة الإنمائي بأنه "منهجية تقوم على إيجاد الحلول والابتكار المرتكز أساساً على الإنسان، وهي عملية تتألف من خمس خطوات: الملاحظة، التصور، النمذجة، الاختبار، والتنفيذ. يضع التفكير التصميمي الأشخاص المستهدفين في قلب العملية، ويدعو إلى ابتكار حلول ملموسة تُلبّي احتياجاتهم الحقيقية" (الناجي، 2020، 84).

ويُعرف Tim Brown المدير التنفيذي لشركة IDEO التفكير التصميمي على أنه نظام يعتمد على الإحساس، وعلى أدوات وأساليب المصممين التي تسمح للفرق متعددة المهارات من الابتكار الذي يتكيف مع احتياجات المستخدمين، إمكانية تنفيذه، والقدرة على الاستمرار (دموش، 2021، 371). يتبين أن التفكير التصميمي ليس مجرد إطار لحل المشكلات، بل هو أسلوب تفكير شامل ومتمركز حول الإنسان، يجمع بين الإبداع والعملية والمنهجية. فهو ينظر إلى التحديات من زاوية جديدة، وينطلق من احتياجات الأفراد وتطلعاتهم، ليرسم مسارات جديدة نحو مستقبل أفضل.

مراحل التفكير التصميمي:

إن مراحل التفكير التصميمي هي خطوات مرنة ومتراصة تُستخدم لحل المشكلات بطريقة إبداعية تركز على الإنسان. ويمكن تلخيص المراحل في ثلاث مراحل رئيسية:

1. مرحلة الإلهام (Inspiration):

تُعد هذه المرحلة الخطوة الأولى في التفكير التصميمي، وتركز على فهم المشكلة بعمق من منظور المستخدم. في هذه المرحلة، يقوم المصممون بجمع المعلومات من خلال الملاحظة، والمقابلات، والتفاعل المباشر مع الأفراد

المتأثرين بالمشكلة. الهدف هنا ليس مجرد تحديد المشكلة السطحية، بل الوصول إلى جذر الحاجة الحقيقية التي قد لا تكون واضحة منذ البداية. يتطلب الأمر الكثير من التعاطف والإنصات لاكتشاف التحديات اليومية التي يواجهها المستخدمون، مما يُمهّد الطريق لحلول أكثر واقعية وإنسانية.

2. مرحلة التصور (Ideation & Prototyping):

بعد تكوين فهم عميق للمشكلة، تبدأ مرحلة التصور، والتي تهدف إلى توليد الأفكار المبتكرة واختبارها بشكل عملي. في البداية، تُستخدم تقنيات العصف الذهني لتوليد أكبر عدد ممكن من الحلول دون قيود أو حكم مسبق على صلاحيتها. بعد ذلك، يتم اختيار أفضل الأفكار وتحويلها إلى نماذج أولية، وهي تمثيلات مبسطة للحل المقترح يمكن اختبارها بسرعة. تُعرض هذه النماذج على المستخدمين بهدف الحصول على تغذية راجعة حقيقية، مما يساعد في تحسين الفكرة وتطويرها بشكل مستمر حتى يتم الوصول إلى حل يلبي الحاجة بشكل فعال.

3. مرحلة التنفيذ (Implementation):

في هذه المرحلة، ينتقل المصممون من الحلول التجريبية إلى تنفيذ الحل الفعلي في الواقع. ويتم تطوير النموذج الأولي ليصبح منتجًا أو خدمة قابلة للاستخدام والتطبيق، مع التأكد من تحقيق الأهداف المرجوة. يشمل التنفيذ أيضًا التخطيط لإطلاق الحل، وتوفير الموارد اللازمة، وضمان استمرارية التقييم والتحسين بناءً على التجربة الواقعية للمستخدمين (الناجي، 2020، 90-91؛ دموش، 2021، 373-376).

يتضح أن التفكير التصميمي ليس مجرد نهج لحل المشكلات، بل هو إطار متكامل يُعزز الإبداع، ويُعيد توجيه الاهتمام نحو الإنسان بوصفه محورًا أساسيًا في عملية الابتكار. فبداية من فهم المشكلة من منظور المستخدم، مرورًا بتوليد الأفكار وتجريبها، وانتهاءً بتنفيذ الحلول على أرض الواقع، تسهم هذه المراحل الثلاث في بناء حلول أكثر واقعية وفعالية.

ثانيًا: الذكاء الاصطناعي

مفهوم الذكاء الاصطناعي:

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه "القدرة على تنمية نظم المعلومات التكنولوجية التي تعتمد على الحاسوب، ومحاولة إنشاء آلات يمكنها فعل الأشياء مثل البشر" (Zeide, 2019, 32). وقد عرف خليفة (2018، 2) الذكاء الاصطناعي بأنه "محاكاة الذكاء البشري عبر أنظمة الحاسوب من خلال دراسة سلوك البشر، وردود أفعالهم، وأنماط تفكيرهم، وتعاملهم في مواقف معينة؛ بهدف محاولة محاكاة طريقة التفكير البشرية عبر أنظمة الحاسوب المعقدة".

وقد عُرف الذكاء الاصطناعي في التشريعات الأمريكية بعدة مفاهيم، منها أنه نظام اصطناعي مصمم للتفكير أو التصرف مثل الإنسان، بما في ذلك البنى المعرفية والشبكات العصبية. وأنه نظام اصطناعي تم تطويره في برامج الحاسوب أو الأجهزة المادية أو أي سياق آخر يحل المهام التي تتطلب إدراكًا، أو تخطيطًا، أو تعلمًا، أو تواصلًا، أو إجراءً جسديًا مثل الإنسان. وأنه نظام اصطناعي مصمم للعمل بشكل عقلائي، بما في ذلك وكيل برمجي ذكي أو روبوت متجسد يحقق الأهداف باستخدام الإدراك والتخطيط والتفكير والتعلم، والتواصل، واتخاذ القرار، والتصرف (Vacarelu, 2023, 27).

ويرى Fernández-García et al (2023, 119) بأن الذكاء الاصطناعي "مجال معقد من علوم الحاسوب، وهو المسؤول عن تصميم وبناء أنظمة قادرة على محاكاة أو تقليد الأنشطة المعرفية الفكرية وحالات العقل البشري من خلال إعادة إنتاجها في الآلات أو جعل أجهزة الحاسوب تفكر". وقد وصفه (Vacarelu (2023, 26 بأنه "الأداة المثالية والوسيلة العليا التي سيتم من خلالها التغلب على القيود الجسدية والعقلية البشرية".

فروع الذكاء الاصطناعي:

أولاً: تعلم الآلة Machine Learning

هو الفرع من الذكاء الاصطناعي الذي يمكّن الأنظمة من التعلم من البيانات والتحسين بمرور الوقت دون برمجتها (Mahesh, 2020). تشمل المجالات الفرعية للتعلم الآلي (التعلم الخاضع للإشراف Supervised Learning، والتعلم غير الخاضع للإشراف، والتعلم المعزز، والتعلم شبه الخاضع للإشراف Jordan & Mitchell, 2015).

ثانياً: معالجة اللغة الطبيعية: Natural Language Processing

إن معالجة اللغة الطبيعية تتعلق بتعليم الآلات كيفية فهم اللغة البشرية والتفاعل معها، وهي تشمل ما يلي تحليل النص Text Analysis، وتحليل المشاعر Sentiment Analysis، وترجمة اللغة Language Translation، والتعرف على الكلام Speech Recognition، وإنشاء النص Text Generation: ويشير إلى إنشاء نص جديد ومتناسك بناءً على بيانات الإدخال (Chowdhary & Chowdhary, 2020; Fanni et al, 2023)، وروبوتات الدردشة (Althuaini, 2023, 389).

ثالثاً: الرؤية الحاسوبية: Computer Vision

هو الفرع من الذكاء الاصطناعي الذي يسمح للآلات بتفسير وفهم المعلومات المرئية، مثل التعرف على الأشياء في الصور أو مقاطع الفيديو (Wiley & Lucas, 2018)، وتشمل الرؤية الحاسوبية اكتشاف الأشياء Object Detection، والتعرف على الصور Image Recognition، والتعرف على الوجه Facial Recognition، وتجزئة الصورة Image Segmentation، والتعرف الضوئي على الحروف Optical Character Recognition (OCR)، والرؤية ثلاثية الأبعاد 3D Vision (Gollapudi, 2019; Olveres et al, 2021; Kakani et al, 2020).

رابعاً: التنقيب عن البيانات: Data Mining

يُعد التنقيب عن البيانات أداة فعالة لاكتشاف المعرفة من كميات ضخمة من البيانات، إذ يُعنى بتحليلها من زوايا متعددة لاستخلاص العلاقات بينها، وتلخيصها في شكل معلومات ذات قيمة، أو الكشف عن أنماط ومعارف مفيدة باستخدام تقنيات إحصائية متقدمة أو تطبيقات الذكاء الاصطناعي. ويُسهّم هذا الأسلوب في معالجة العديد من المشكلات، مثل دعم عملية اتخاذ القرار، من خلال تقييم البيانات المتعلقة بالخيارات المتاحة، وتحديد معايير المفاضلة بينها، واقتراح الحل الأمثل. كما يُستخدم التنقيب عن البيانات للتنبؤ باحتياجات الطلاب والمعلمين والإداريين، مما يساعد في اختيار أفضل الإجراءات لتنفيذ المهام بكفاءة (سيد، ٢٠١٦؛ محمد وقحمش، ٢٠٢٣).

خامساً: الروبوتات: Robotics

تُركّز الروبوتات كفرع من فروع الذكاء الاصطناعي على إنشاء وتصميم آلات وروبوتات يمكنها أداء المهام بشكل مستقل أو شبه مستقل في العالم المادي. فهي نتاج دمج الهندسة الميكانيكية مع الذكاء الاصطناعي لتكون قادرة على الاستشعار والتفكير والتصرف في العالم المادي (Grischke et al, 2020). ومن المجالات الأساسية التي

تعمل فيها الروبوتات (الروبوتات الشبيهة بالبشر Humanoid Robots (Stasse & Flayols, 2019)، والروبوتات المستقلة Autonomous Robots (Ingrand & Ghallab, 2017)، والروبوتات الصناعية Li Industrial Robots (et al, 2021)، وروبوتات الخدمة Service Robots (Gonzalez-Aguirre et al, 2021).

سادساً: الأنظمة الخبيرة: Expert Systems

هي أنظمة تحاكي قدرة الخبير البشري على اتخاذ القرار. وتستخدم المنطق والقواعد لحل المشكلات المعقدة في مجالات محددة (Gaba, 2022). وهي أنظمة تتكون من أجهزة وبرمجيات تقوم بتخزين المعرفة وعمل الاستنتاجات، ويمكن للنظام الخبير القيام بتوفير الخبرة اللازمة للتدريب والتطوير، وتطوير الحلول بشكل أسرع من الخبراء البشريين (Blessing, 2022, 108).

سابعاً: الشبكات العصبية: Neural Networks

هي شبكات مستوحاة من الدماغ البشري، وتتكون من عقد مترابطة أو "خلايا عصبية" تعالج وتحلل البيانات، وتستخدم هذه الشبكات في مهام الذكاء الاصطناعي المختلفة. والشبكات العصبية تستخدم عُقدًا مترابطة في بنية مكونة من طبقات تشبه الدماغ البشري. وتنشئ نظامًا تكيفيًا تستخدمه أجهزة الكمبيوتر لتتعلم من أخطائها وللتحسين المستمر (Kumar & Thakur, 2012).

ثالثاً: إدارة استهلاك الطاقة

تعريف إدارة استهلاك الطاقة:

تشير إدارة استهلاك الطاقة إلى الطريقة التي تستخدمها شركات الطاقة للتحكم في استهلاك/طلب الطاقة استجابةً لظروف العرض، دون اللجوء فعلياً إلى تقليل إمدادات الكهرباء. وتُعد إدارة استهلاك الطاقة فناً في التحكم باستهلاك/طلب الطاقة من خلال دمج تكنولوجيا المعلومات مع تكنولوجيا التشغيل بهدف تقليل الطلب في أوقات الذروة (Yaqub et al, 2016, 1570).

كما تشير إدارة استهلاك الطاقة إلى الطرق المختلفة التي تُستخدم لتقليل معدلات استهلاك الطاقة القصوى خلال فترات زمنية محددة، أي العمليات التي تهدف إلى تحقيق استهلاك مفيد أو كفاء للطاقة (Hasan & Kadhim, 2022, 68).

طرق إدارة استهلاك الطاقة:

يعد نهج التحقق (Validation Approach) أحد أساليب إدارة استهلاك الطاقة بكفاءة، ويتعامل هذا

النهج مع نوعين من البيانات يمكن الحصول عليهما بطريقتين:

1. الطريقة الأولى هي الطريقة التقليدية، حيث يتم جمع بيانات استهلاك الطاقة إلى جانب كمية الطاقة

المصروفة، والتي يجب قياسها بشكل طبيعي ودوري لمنزل واحد كل 24 ساعة باستخدام عدادات الطاقة

التقليدية، ثم يتم تدوين هذه البيانات.

2. الطريقة الثانية وهي الأحدث والأكثر ذكاءً، وتتم من خلال نهج التحقق الذي يُدمج فيه "تعلم الآلة" من

أجل تحديد استهلاك الطاقة الفعّال بطريقة ذكية، والوصول إلى بيانات نتائج مفيدة (Hasan &

Kadhim, 2022, 69).

مكونات نموذج إدارة استهلاك الطاقة:

1. المعدات الفيزيائية (Physical Equipment)

تُعد المعدات الفيزيائية الهدف الرئيس لإدارة استهلاك الطاقة، ويتم تزويدها بمستشعرات متنوعة

لجمع بيانات عن حالات التشغيل والظروف التشغيلية. وتُعد بيانات استهلاك الطاقة والمعلومات المرتبطة

بها عناصر أساسية ضمن نموذج إدارة استهلاك الطاقة. وتشمل بيانات استهلاك الطاقة استهلاك

الكهرباء، واستهلاك مواد التزيت، واستهلاك الهواء المضغوط، وغيرها. أما المعلومات المرتبطة باستهلاك

الطاقة، فتتضمن معلومات التشغيل: مثل سرعة دوران المغزل، ومعدل التغذية، وعمق القطع.

ومعلومات قطعة الشغل: مثل القوة، والصلابة، والليونة. ومعلومات الأداة: مثل الزاوية، وعدد الأسنان،

ونوع المادة، والتآكل، والتآكل الكيميائي، والتشقق. ومعلومات الجدولة: مثل تسلسل الجدولة، وفترات

التوقف، وأوقات التشغيل. ومواصفات الماكينة: مثل قدرة التشغيل، والوظائف، ونوع المحرك.

2. المعدات الافتراضية (Virtual Equipment):

تشير المعدات الافتراضية إلى النسخة الرقمية عالية الدقة للمعدات الفيزيائية، والمعدات الافتراضية

يمكن معايرتها بشكل متزامن مع المعدات الفيزيائية أثناء التشغيل، مما يجعل نتائج المحاكاة أكثر

منطقية بمرور الوقت. ويمكن تلخيص وظائف المعدات الافتراضية كما يلي:

- التسجيل (Record) : يتم تسجيل جميع البيانات القادمة من المعدات الفيزيائية بواسطة المعدات الافتراضية.
- المحاكاة والتنبؤ (Simulation and Prediction) : فتحت نفس ظروف التشغيل الخاصة بالمعدات الفيزيائية، تعمل المعدات الافتراضية بشكل متزامن داخل بيئة إلكترونية. ويمكنها توليد كمية كبيرة من البيانات المُحاكاة، بما يشمل بيانات استهلاك الطاقة والمعلومات المرتبطة بها، كما أن المعدات الافتراضية يمكنها أن تعمل مسبقًا قبل المعدات الفيزيائية، وبالتالي يمكن أيضًا الحصول على بيانات تنبؤية.
- التحقق (Validation): بما أن تعديل المعدات الافتراضية لا يتطلب تكلفة كبيرة، فإنه يمكن التحقق من تشغيل المعدات في البيئة الافتراضية أولاً قبل تنفيذها فعليًا على المعدات الفيزيائية، مما يقلل من مخاطر عمليات الإنتاج الحقيقية (Zhang et al, 2018, 2-3).

2.2 الدراسات السابقة:

أولاً: الدراسات التي تناولت العلاقة بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي:

1. دراسة (Baradaran (2018 بعنوان: كيف يُمكن الاستفادة من التفكير التصميمي ودعمه بالذكاء الاصطناعي. هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف العلاقة بين الذكاء الاصطناعي (AI) ومنهجية التفكير التصميمي (Design Thinking) ، من خلال تحليل كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تدعم مراحل التفكير التصميمي وتُسهم في تطوير نظامه البيئي داخل المؤسسات الحديثة، خاصة في ظل التحول الرقمي السريع الذي يطال مختلف القطاعات. واعتمدت الدراسة على منهج وصفي تحليلي بُني على تحليل محتوى قاعدة بيانات موسعة تضم شركات ناشئة (Startups) تعمل في مجالات الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي. وقد استخدمت الباحثة أدوات تحليل نوعي للمحتوى بهدف استخلاص الأنماط والعلاقات بين استخدام الذكاء الاصطناعي وممارسات التفكير التصميمي في هذه الشركات. وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة مختارة من الشركات الناشئة العالمية، تم اختيارها بناءً على مدى اعتمادها على تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التصميم أو تطوير المنتجات. وتوصلت الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي قادر على تعزيز كفاءة وسرعة التفكير التصميمي من خلال دعم عمليات جمع البيانات، وتوليد الحلول الأولية،

وتحليل احتياجات المستخدمين، خاصة في المراحل الأولى من التصميم مثل التعاطف (Empathy) وتعريف المشكلة (Problem Definition). كما أظهرت النتائج أن الشركات الناشئة التي تمزج بين التفكير التصميمي وتقنيات الذكاء الاصطناعي تحقق معدلات أعلى من الابتكار وسرعة الاستجابة للسوق مقارنة بالشركات التقليدية.

2. دراسة (Radonjic 2019) بعنوان: تفاعل الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي في تطوير اتجاهات الموارد البشرية وصنع القرار. هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف العلاقة بين الذكاء الاصطناعي (AI) والتفكير التصميمي (DT) ودورهما في تعزيز عملية اتخاذ القرار في بيئات الأعمال المعتمدة على البيانات. وسعت الدراسة إلى تحليل كيف يمكن لهذين المفهومين - أحدهما مادي (الذكاء الاصطناعي) والآخر تجريدي (التفكير التصميمي) - أن يساهما في تطوير استراتيجيات أكثر كفاءة ومرونة في اتخاذ القرارات داخل المؤسسات. واعتمدت الدراسة على منهج نوعي استكشافي، باستخدام تحليل المحتوى (Content Analysis) كأداة أساسية، إلى جانب نموذج نضج البيانات الضخمة (Big Data Maturity Model - BDMM) كإطار تحليلي لتفسير نتائج الدراسة وتصنيف مراحل نضج البيانات داخل المؤسسات. وشملت عينة الدراسة خمسة مشاركين من علماء البيانات العاملين في مجال الموارد البشرية، جميعهم ذكور، تتراوح أعمارهم بين 26 و35 سنة، يحملون درجة الماجستير، ويشغلون مناصب قيادية أو ذات خبرة عالية. وقد تم جمع البيانات من خلال مقابلات شبه مهيكلة أجراها اثنان من المصممين الاستراتيجيين، واستغرقت كل مقابلة حوالي ساعة واحدة. وأظهرت النتائج أن الجمع بين الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي يمكن أن يعزز فعليًا من جودة وكفاءة اتخاذ القرار في المؤسسات، من خلال تسريع الوصول إلى البيانات وتحليلها باستخدام الذكاء الاصطناعي، وتوسيع نطاق الحلول الإبداعية عبر التفكير التصميمي. كما أبرزت النتائج أن هذا الدمج يُمكن أن يُعيد تشكيل الهياكل التنظيمية التقليدية، ويخلق فرصًا جديدة للقيادة المرنة المبنية على البيانات والابتكار.

3. دراسة (Böckle & Kouris 2023) بعنوان: التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي: آفاق جديدة لتصميم حلول ذكاء اصطناعي متمحورة حول الإنسان. هدفت الدراسة إلى دمج التفكير التصميمي مع الذكاء الاصطناعي لتقديم إطار عمل جديد يدعم تطوير حلول ذكاء اصطناعي متمركزة حول الإنسان، في ظل التحديات التي تواجهها تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الواقع العملي. واتبعت الدراسة منهجًا نوعيًا

استكشافياً يجمع بين مراجعة منهجية للأدبيات (Structured Literature Review - SLR) ومقابلات شبه مهيكلية (Semi-Structured Interviews). وأشارت نتائج الدراسة أن التفكير التصميمي يوفّر أدوات فعالة لفهم المستخدمين واحتياجاتهم، مما يساعد في بناء حلول ذكاء اصطناعي أكثر تقبلاً وفاعلية، وأن الدمج بين المجالين يُمكن أن يقلل من نسب فشل مشاريع الذكاء الاصطناعي، ويعزز الابتكار المسؤول.

ثانيًا: الدراسات التي تناولت العلاقة بين التفكير التصميمي وإدارة استهلاك الطاقة:

1. دراسة (Martins et al (2020 بعنوان: التفكير التصميمي المطبق على مشاريع المنازل الذكية: منظور مُركّز على المستخدم ومستدام. هدفت هذه الدراسة إلى اقتراح نموذج مفاهيمي لإنشاء واختيار تصورات المنازل الذكية من منظور متمرّك حول المستخدم ومستدام، وذلك باستخدام منهجية التفكير التصميمي (Design Thinking) وقد جاءت هذه الدراسة استجابة للفجوة الواضحة في الأدبيات، حيث لم يتم توظيف التفكير التصميمي بشكل كافٍ في مشاريع المنازل الذكية رغم التوسع البحثي في هذا المجال خلال العقدَيْن الأخيرَيْن. واتبعت الدراسة منهجًا نوعيًا مفاهيميًا مكوّنًا من أربع مراحل وست خطوات رئيسية، استند إلى نموذج إجرائي طوره Oliveira وآخرون، وتمثلت مراحلها في: (1) التحفيز، (2) التصور والتطوير، و(3) التحقق. وشملت الأدوات المستخدمة في الدراسة مراجعة منهجية للأدبيات للفترة 2000–2020 باستخدام قواعد بيانات علمية محكمة، وتحليل وثائقي باستخدام مصادر إضافية مثل Google Scholar ، وأظهرت النتائج أن اعتماد النموذج المقترح يُمكن من تصميم منازل ذكية تلبي توقعات المستخدمين وتراعي الاستدامة، من خلال إشراك السكان المستقبليين في عملية التصميم، واستخدام أدوات منهجية لاتخاذ القرار تساهم في اختيار أفضل التصورات الممكنة. كما أظهرت الدراسة إمكانية تكرار هذا النموذج في مشاريع مشابهة، مما يُعزز من فاعلية اتخاذ القرار في تصميم حلول ذكية متكاملة ومستجيبة لحاجات الأفراد والمجتمعات.

2. دراسة (Yang et al (2022 بعنوان: تأثير إدخال مفهوم التفكير التصميمي المستدام للنظام على إدراك المستهلك: من منظور المصمم. هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف الهيكل المحتمل لإدراك المستهلكين للاستهلاك المستدام من منظور المصممين، وذلك من خلال توظيف تفكير تصميم النظم المستدامة كمدخل منهجي يعزز الابتكار ويعالج المشكلات البيئية المتزايدة الناتجة عن أنماط الاستهلاك

غير المستدامة. واتبعت الدراسة المنهج الكمي التحليلي، حيث جمعت بين تحليل الأدبيات لتأسيس الإطار النظري، واستطلاع ميداني من خلال استبيان إلكتروني لاختبار النموذج المقترح. وتكوّنت العينة من مجموعة من المشاركين المستهلكين (433). وأظهرت النتائج أن ثلاثة أبعاد رئيسة في تقييم التصميم (وهي: الجماليات، الابتكار، والوظيفة) تُعد فعالة ومؤثرة في دعم التفكير التصميمي المستدام. كما بينت النتائج أن تعزيز مفاهيم الاستدامة يساهم في رفع مستوى استقلالية المستهلكين واتجاهاتهم الإيجابية نحو استهلاك مستدام.

3. دراسة (Kubiak 2024) بعنوان: التفكير التصميمي في تصميم الإضاءة لتلبية احتياجات

المستخدمين. هدفت الدراسة إلى تقديم منهج مقترح لتصميم أنظمة الإضاءة في المباني المكتبية باستخدام منهجية التفكير التصميمي (Design Thinking)، وذلك لمعالجة الفجوة القائمة بين التصميم المستدام النظرية وواقع الاستخدام الفعلي من قبل المستخدمين. واتبعت الدراسة منهجاً تطبيقياً نوعياً، حيث تم توظيف خطوات التفكير التصميمي في تصميم داخلي وإضاءة لمكتب نموذجي، بهدف إدماج احتياجات المستخدمين الفعلية ضمن نطاق التصميم. وشملت أدوات الدراسة: الملاحظة المباشرة، المقابلات مع المستخدمين، وتحليل المقارنة بين المتطلبات المعيارية واحتياجات المستخدمين. وتكوّنت عينة الدراسة من أربعة مستخدمين دائمين للمكتب وستة ضيوف، تم جمع بياناتهم من خلال استبيانات ومقابلات منظمة. أظهرت النتائج أن استخدام منهجية التفكير التصميمي أسهم في كشف مشكلات غير تقليدية في بيئة العمل المكتبية، كما ساعد على تقليل التناقض بين مرحلة التصميم ومرحلة الاستخدام. ونتيجة لذلك، انخفض تدخل المستخدمين في تعديل أنظمة الإضاءة، وتم تحقيق توافق أكبر مع متطلبات الاستدامة، مما يعزز فعالية التصميم المستدام ويجعله أكثر ملاءمة للاستخدام الواقعي.

ثالثاً: الدراسات التي تناولت العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة استهلاك الطاقة:

1. دراسة (Chui et al 2018) بعنوان: استدامة الطاقة في المدن الذكية: الذكاء الاصطناعي، والمراقبة

الذكاء، وتحسين استهلاك الطاقة. هدفت الدراسة إلى استكشاف دور تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتحديدًا تقنية مراقبة الأحمال غير التداخلية (NILM)، في دعم استدامة الطاقة في المدن الذكية من

خلال تحليل استهلاك الأجهزة الكهربائية. واعتمدت الدراسة على منهج تجريبي تحليلي، واقترحت نموذجًا هجينًا يتكون من خوارزمية الجينات (GA) وآلة متجه الدعم (SVM) وتعلم النواة المتعددة (MKL)، أطلق عليه اسم GA-SVM-MKL، لتصنيف وتحليل استهلاك الكهرباء لدى الأجهزة المنزلية. وتضمنت العينة بيانات استهلاك الكهرباء الخاصة بـ 20 نوعًا من الأجهزة الكهربائية، وهو تطور ملحوظ مقارنة بالدراسات السابقة التي ركزت غالبًا على 6 أنواع فقط. أما الأدوات المستخدمة فشملت نظام المحاكاة والخوارزميات الذكية لتحليل البيانات، إضافة إلى مؤشرات أداء كمقاييس لتقييم النموذج، وهي: الحساسية (Se)، والنوعية (Sp)، والدقة العامة (OA). وأظهرت النتائج أن النموذج المقترح حقق أداءً عاليًا، حيث بلغت الحساسية 92.1%، والنوعية 91.5%، والدقة العامة 91.8%. كما أظهرت النتائج تحسنًا بنسبة تفوق 21% مقارنة بالنماذج التقليدية، وارتفاعًا بنسبة 15% عند دمج أوضاع تشغيل الجهاز تحت تصنيف واحد، وتحسنًا إضافيًا يصل إلى 7% عند ضبط إعدادات المصنف. وخلصت الدراسة إلى أن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والتحليل المتقدم للبيانات يمكن أن يُشكل دعمًا فعالًا لتحقيق استدامة الطاقة في المدن الذكية، ويُعزز من كفاءة استهلاك الطاقة عبر أنظمة ذكية وغير تدخلية.

2. دراسة (Ahmad et al (2019 بعنوان: التحكم والإدارة الفعالة لاستهلاك الطاقة بالجملة لشركات الكهرباء باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في ظلّ موارد الطاقة التقليدية والمتجددة. هدفت الدراسة إلى تقديم نموذجين مبنين على تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل التنبؤ والتحكم وإدارة استهلاك الطاقة بالجملة في المرافق، وذلك استجابةً لمتطلبات الاستدامة المتزايدة التي تستلزم تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتطوير استراتيجيات تحكم دقيقة وسريعة. واعتمدت الدراسة على منهج تجريبي تحليلي يقوم على تطوير نماذج تنبؤية باستخدام الذكاء الاصطناعي، مع مقارنة أدائها بثلاثة نماذج تقليدية سابقة لقياس مستوى التحسين في الدقة والفعالية. وتم استخدام بيانات بيئية وطاقة فعلية تم جمعها من منطقتين جغرافيتين مختلفتين، وتضمنت العينة بيانات فعلية من منطقتين تحتوي على معلومات حول استهلاك الطاقة والظروف البيئية المرتبطة، وتم تحليلها لتدريب واختبار النماذج المقترحة على مدى زمني متوسط (شهر واحد) وطويل (سنة كاملة). وأظهرت النتائج أن النموذجين المعتمدين على الذكاء الاصطناعي تفوقا على النماذج السابقة من حيث دقة التنبؤ وكفاءة

الأداء، كما أثبتت النماذج قدرة عالية على التعامل مع الأنماط المعقدة وغير الخطية في البيانات الأولية. وتُشير الدراسة إلى إمكانية استخدام هذه النماذج في دعم اتخاذ قرارات استراتيجية فعالة في مجالات: توسعة الطاقة، إدارة السوق، تحليل الإيرادات، وتخطيط الطلب المستقبلي على الطاقة.

3. دراسة (Aguilar et al (2021 بعنوان: مراجعة منهجية للأدبيات حول استخدام الذكاء الاصطناعي في الإدارة الذاتية للطاقة في المباني الذكية. هدفت هذه الدراسة إلى تحليل وتقييم الأبحاث الحديثة المتعلقة بتحسين أنظمة إدارة الطاقة في المباني الذكية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وذلك في ظل تزايد استهلاك الطاقة في المباني الحضرية وضرورة تطوير حلول مستدامة وفعالة. واتبعت الدراسة منهج المراجعة المنهجية للنصوص العلمية (Systematic Literature Review)، وتكوّنت عينة الدراسة من عدد كبير من الدراسات العلمية المنشورة في قواعد بيانات أكاديمية موثوقة، وتم اختيارها وفق معايير منهجية تتعلق بالحدثة، والارتباط بالموضوع، وصحة المنهج البحثي. وأظهرت نتائج المراجعة أن معظم الأبحاث تتركز في مجال اتخاذ القرار، خاصة في مهام التحسين (optimization) والتحكم (control)، في حين ظهرت فجوات بحثية في مجالات مثل هندسة الميزات (feature engineering) وأنظمة الوكلاء المتعددين (multi-agent systems). كما كشفت النتائج عن وجود فرص واعدة لتطوير أنظمة إدارة طاقة ذاتية مستقلة تعتمد على الذكاء الاصطناعي من خلال تكامل المهام وتحليل البيانات بشكل متقدم.

2.3 التحليل المقارن للدراسات السابقة وتحديد فجوة البحث:

حسب الدراسات السابقة ذات الصلة بالتفكير التصميمي، والذكاء الاصطناعي، وإدارة استهلاك الطاقة، تبين لنا بأن هناك اهتماماً متزايداً بكل مجال على حده، مع ملاحظة وجود بعض المحاولات لدمج تلك المجالات ضمن إطار متكامل يعزز فعالية الحلول المقترحة. ولذا هدفت هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال توظيف كل من التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية لإدارة استهلاك الطاقة. فعلى سبيل المثال تناولت دراسة (Baradaran (2018 العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي، وأكدت على قدرة تقنيات الذكاء الاصطناعي على دعم مراحل التفكير التصميمي مثل "التعاطف" و"تعريف المشكلة"، مما يساهم في تطوير حلول أكثر ابتكاراً وسرعة في الاستجابة للسوق.

أما دراسة (Radonjic 2019) فقد ركّزت على الدمج بين الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي في سياق اتخاذ القرار في المؤسسات، وبيّنت أن هذا التكامل يُسهم في تحسين جودة وكفاءة اتخاذ القرار، خاصة عند تفعيل أدوات تحليل البيانات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بجانب آليات التفكير التصميمي المتمركزة حول الإنسان.

وفي السياق ذاته، تناولت دراسة (Böckle & Kouris 2023) إمكانات التفكير التصميمي في بناء حلول ذكاء اصطناعي متمحورة حول الإنسان، مؤكدة أن هذا النهج يُقلل من نسب فشل مشاريع الذكاء الاصطناعي، ويُعزز من التقبل المجتمعي والفعالية العملية.

وفيما يتعلق بإدارة استهلاك الطاقة، قدمت دراسة (Martins et al 2020) نموذجًا مفاهيميًا لتطبيق التفكير التصميمي في تصميم المنازل الذكية المستدامة، حيث أظهرت النتائج فعالية إشراك المستخدم في تصميم الحلول لتلبية الاحتياجات الحقيقية وتحقيق التوازن بين الكفاءة والراحة.

كما تطرقت دراسة (Aguilar et al 2021) إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الإدارة الذاتية للطاقة، مشيرة إلى أهمية دمج المهام وتحليل البيانات المتقدمة في بناء أنظمة ذكية لإدارة الطاقة في المباني. ويُستنتج من التحليل المقارن أن معظم الدراسات ركّزت على بعد واحد من أبعاد البحث الحالي، ولم يُرصد في حدود الاطلاع أي دراسة تناولت التكامل المنهجي بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي بشكل متزامن في سياق إدارة استهلاك الطاقة، سواء على مستوى النظريات أو التطبيقات. وتُعد هذه الفجوة مؤشرًا على الحاجة الملحة إلى دراسات تجمع بين البعدين: البعد الإنساني الإبداعي الذي يوفره التفكير التصميمي، والبعد التقني التحليلي الذي يقدمه الذكاء الاصطناعي.

ومن هنا تنبع أهمية الدراسة الحالية بوصفها محاولة ريادية لتقديم إطار بحثي تطبيقي يعالج هذه الفجوة ويوظف التكامل بين المجالين لتحقيق إدارة أكثر ذكاءً وكفاءة للطاقة.

2.4 الإطار المفاهيمي :

يهدف الإطار المفاهيمي (Conceptual Framework) لهذه الدراسة إلى تقديم رؤية متكاملة توضح الكيفية التي يمكن من خلالها دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في سياق إدارة استهلاك الطاقة، مع إبراز البنية النظرية التي تدعم هذا التكامل، بما يضمن الوصول إلى حلول مبتكرة وفعالة.

يقوم الإطار على مبدئين محوريين:

1. **المحورية الإنسانية (Human-Centered)** وضع احتياجات وتطلعات المستخدم النهائي في قلب عملية

التطوير، بدءًا من تحديد المشكلات وفهم التحديات، مرورًا بتوليد الأفكار والحلول، وصولًا إلى تطبيقها

وتحسينها بما ينسجم مع السياق الواقعي للمستخدم.

2. **الاستناد إلى البيانات (Data-Driven)** توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لجمع البيانات وتحليلها

واستخلاص الأنماط، بما يعزز دقة القرارات التصميمية ويضمن ملائمة الحلول للمتغيرات البيئية

والسلوكية.

ويتكون هذا الإطار من ثلاثة مكونات أساسية مترابطة:

- **المدخلات:** وتشمل بيانات الاستهلاك اللحظي، سلوكيات المستخدمين، المحددات البيئية،

والمعلومات السياقية ذات الصلة.

- **آليات التكامل:** وهي عمليات الدمج بين مراحل التفكير التصميمي وتقنيات الذكاء الاصطناعي،

بحيث يُسهم كل عنصر في تعزيز الآخر من مرحلة التعاطف وحتى الاختبار والتطوير المستمر.

- **المخرجات المتوقعة:** حلول ذكية قابلة للتطوير، تتمحور حول الإنسان، وتحقق كفاءة أعلى في

استهلاك الطاقة، مع مراعاة الاستدامة والتكيف مع المتغيرات المستقبلية.

يمثل هذا الإطار أداة مرجعية منظمة لفهم العلاقة بين عناصر الدراسة، وتحديد الروابط التي تدعم

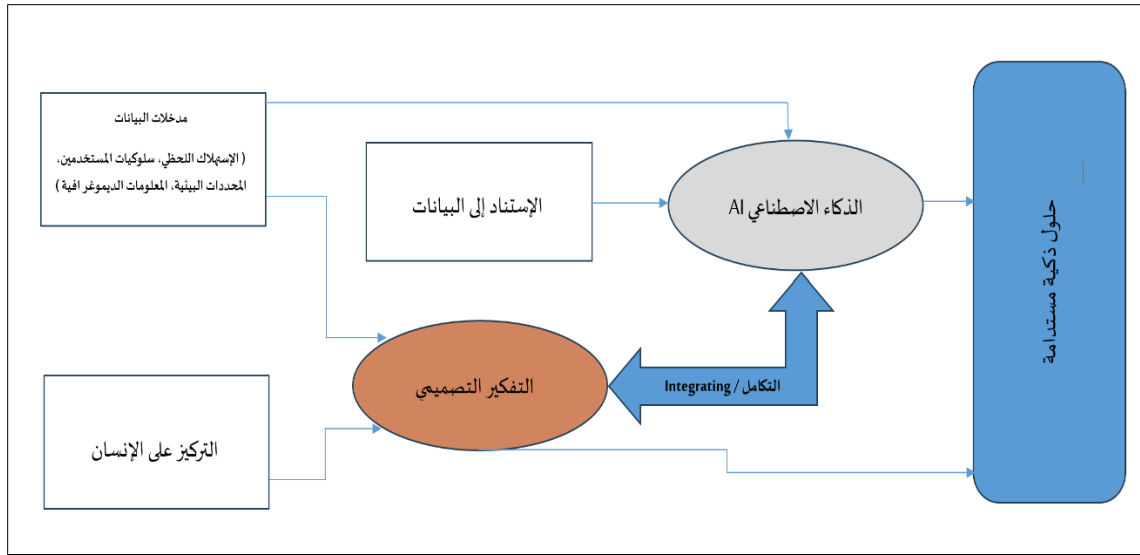
بناء حلول ريادية في مجال إدارة الطاقة.

يقدم الشكل رقم (1) تمثيلًا بصريًا يوضح العناصر الأساسية لهذا الإطار ومبادئه المحورية، إضافة إلى

كيفية ترابط هذه العناصر في سياق دمج التفكير التصميمي مع تقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية

في إدارة استهلاك الطاقة. يهدف هذا التمثيل إلى تسهيل فهم البنية النظرية للدراسة وتوضيح المسار المفاهيمي

الذي يوجّهها.



الشكل رقم (1)

يتضح من الشكل أعلاه بأن هذا النموذج يوضح التدفق العام للنموذج التصوري لتكامل التفكير التصميمي مع الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة، حيث يوضح العلاقات التفاعلية بدءاً من مدخلات البيانات، مروراً بمراحل التفكير التصميمي المدعومة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، لتنتهي بمخرجات ذكية قابلة للتطوير، كما يمثل هذا الإطار أداة مرجعية منظمة لفهم العلاقة بين عناصر الدراسة، وتحديد الروابط التي تدعم بناء حلول ريادية في مجال إدارة الطاقة.

2.5 آليات التكامل بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك

الطاقة:

يهدف هذا القسم إلى توضيح الكيفية التي يمكن من خلالها توظيف التكامل بين منهجية التفكير التصميمي وتقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل ابتكار حلول ريادية تعالج تحديات استهلاك الطاقة. فرغم تعدد الدراسات التي تناولت كل من التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي كلٌّ على حده، إلا أن هناك ندرة في الأدبيات التي تقدم إطاراً تكاملياً يجمع بين المنهجين في سياق محدد لإدارة الطاقة. وعليه، يسعى الباحث في هذا القسم إلى سد هذه الفجوة من خلال عرض آليات التكامل المقترحة بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي، وذلك عبر تحليل كيف يمكن أن يُسهم كل من الذكاء الاصطناعي والتقنيات الذكية في تعزيز فاعلية كل مرحلة من مراحل التفكير التصميمي، من فهم المستخدم، إلى توليد الأفكار، ثم النمذجة، وصولاً إلى الاختبار والتطوير المستمر. ويستند هذا التكامل إلى منهج تفاعلي يربط بين المحورية الإنسانية والاستناد إلى البيانات، بحيث يُسهم كل مكون في تعزيز الآخر ضمن سلسلة مترابطة من المراحل الآتية:

1. مرحلة التعاطف (Empathize)

- الهدف: بناء فهم عميق لاحتياجات المستخدمين وتجاربهم الواقعية.
- دور الذكاء الاصطناعي: تحليل بيانات الاستخدام الفعلية المجمعة من أجهزة الاستشعار أو الأنظمة الذكية، لاستخلاص أنماط دقيقة تعزز الفهم النوعي.
- التطبيق العملي: تحديد أوقات ذروة الاستهلاك، وأنماط الاستهلاك اليومي، والفروقات بين أنواع المستخدمين.

2. مرحلة تحديد المشكلة (Define)

- الهدف: صياغة التحديات الجوهرية بشكل واضح وقابل للمعالجة.
- دور الذكاء الاصطناعي: تصنيف البيانات ورصد المشكلات المتكررة أو الفجوات في الأنظمة القائمة، مما يدعم صياغة تعريف علمي للمشكلة.
- التطبيق العملي: رصد أكثر أنواع الأعطال شيوعاً أو الأسباب المؤدية إلى ارتفاع الفواتير رغم توافر الأنظمة الذكية.

3. مرحلة توليد الأفكار (Ideate)

- الهدف: ابتكار حلول متنوعة تعتمد على الإبداع وتستند إلى المعرفة المكتسبة.
- دور الذكاء الاصطناعي: اقتراح أفكار تصميمية مستندة إلى تحليل قواعد بيانات سابقة أو محاكاة سيناريوهات ناجحة في سياقات مشابهة.
- التطبيق العملي: تطوير مقترحات ترشيد استهلاك الطاقة بناءً على خصائص المباني أو العادات الاستهلاكية لمجموعات محددة.

4. مرحلة النمذجة (Prototype)

- الهدف: تحويل الأفكار إلى نماذج أولية قابلة للتجربة والتطوير.
- دور الذكاء الاصطناعي: تسريع عملية التصميم من خلال المحاكاة والنمذجة التنبؤية، وتوقع مدى نجاح الحل قبل اختباره ميدانياً.
- التطبيق العملي: إنشاء واجهة تطبيق ذكي توفر توصيات ديناميكية في الوقت الحقيقي.

5. مرحلة الاختبار (Test)

- الهدف: تقييم فاعلية الحلول في بيئة الاستخدام الفعلية وتحديد فرص التحسين.
 - دور الذكاء الاصطناعي: تحليل بيانات التفاعل مع الحلول، وتوليد توصيات دقيقة للتطوير المستمر.
 - التطبيق العملي: تقييم مدى التزام المستخدم بالتوصيات الذكية، وتحليل الفجوات بين الأداء المتوقع والفعلي.
- ويوضّح الجدول رقم (1)، العلاقة بين مراحل التفكير التصميمي ودور الذكاء الاصطناعي في كل مرحلة، مدعومًا بأمثلة تطبيقية في سياق إدارة استهلاك الطاقة:

مرحلة التفكير التصميمي	الهدف	دور الذكاء الاصطناعي	مثال تطبيقي
التعاطف (Empathize)	بناء فهم عميق لاحتياجات المستخدمين وتجاربهم الواقعية	تحليل بيانات الاستخدام الفعلية المجمعة من أجهزة الاستشعار أو الأنظمة الذكية لاستخلاص أنماط دقيقة	تحديد أوقات ذروة الاستهلاك وأنماط الاستهلاك اليومي والفروقات بين المستخدمين
مرحلة تحديد المشكلة (Define)	صياغة التحديات الجوهرية بشكل واضح وقابل للمعالجة	تصنيف البيانات ورصد المشكلات المتكررة أو الفجوات في الأنظمة القائمة	رصد أكثر أنواع الأعطال شيوعًا أو الأسباب المؤدية إلى ارتفاع الفواتير
توليد الأفكار (Ideate)	ابتكار حلول متنوعة تعتمد على الإبداع وتستند إلى المعرفة المكتسبة	اقتراح أفكار تصميمية مستندة إلى تحليل قواعد بيانات سابقة أو محاكاة سيناريوهات ناجحة	تطوير مقترحات لترشيد الطاقة بناءً على خصائص المباني أو العادات الاستهلاكية
النمذجة (Prototype)	تحويل الأفكار إلى نماذج أولية قابلة للتجربة والتطوير	تسريع عملية التصميم من خلال المحاكاة والنمذجة التنبؤية وتوقع نجاح الحل	إنشاء واجهة تطبيق ذكي توفر توصيات ديناميكية في الوقت الحقيقي
الاختبار (Test)	تقييم فاعلية الحلول في بيئة الاستخدام الفعلية وتحديد فرص التحسين	تحليل بيانات التفاعل مع الحلول وتوليد توصيات دقيقة للتطوير المستمر	تقييم مدى التزام المستخدم بالتوصيات وتحليل الفجوات بين الأداء المتوقع والفعلي

الجدول رقم (1)

بناءً على ما سبق فإن هذا التكامل بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لا يقتصر على الدمج التقني، بل يتجاوز ذلك إلى بناء حلول تركز على الإنسان، مدفوعة بالبيانات، وقابلة للتطوير الذكي. وبالتالي، يشكل هذا النهج ركيزة أساسية لتطوير استجابات فعالة ومستدامة لمشكلة إدارة استهلاك الطاقة في السياقات السكنية الذكية.

لذا وفي ضوء ما تم استعراضه في هذا الفصل، يتضح أن دمج التفكير التصميمي مع تقنيات الذكاء الاصطناعي في سياق إدارة استهلاك الطاقة يُعدّ مساراً واعدًا لتوليد حلول مبتكرة تستجيب للاحتياجات الفعلية للمستخدمين وتعتمد على تحليل البيانات بشكل معمق. وقد وُفّر هذا الفصل عرضاً متكاملاً للإطار المفاهيمي والذي يعتبر بمثابة الخريطة التي ترسم المسار، والذي يستند إلى مبادئ المحورية الإنسانية والاستناد إلى البيانات، بالإضافة إلى استعراض آليات التكامل والتي تعتبر الأداة التي تسير على هذا المسار، حيث توضح كيفية تفعيل هذا الإطار على أرض الواقع. إن الترابط الوثيق بين هذين المكونين يعكس نهجاً منهجياً يوازن بين الرؤية النظرية والقدرة على التطبيق العملي، مما يمهد لمرحلة التحليل والتفسير في الفصول اللاحقة، ويؤسس لقاعدة صلبة يمكن الانطلاق منها نحو تصميم وتنفيذ حلول ذكية ومستدامة لإدارة استهلاك الطاقة.

الفصل الثالث : منهجية البحث

3.1 المقدمة:

يُعد هذا الفصل من الفصول الأساسية في الدراسة، حيث يتناول بالتفصيل المنهج المنهجي الذي اعتمده الباحث في جمع البيانات وتحليلها للوصول إلى إجابات دقيقة لأسئلة البحث وتحقيق أهدافه. ونظرًا لطبيعة موضوع الدراسة، الذي يستلزم استكشافًا عميقًا لآليات الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة، تم اعتماد المنهج النوعي القائم على المقابلات شبه الموجهة بوصفه الأنسب لتفسير الظاهرة وفهم أبعادها من منظور المستخدمين والخبراء.

يشمل هذا الفصل عرضًا لمنهج البحث المعتمد، ومجتمع الدراسة، وطبيعة العينة المختارة، وأدوات جمع البيانات، وإجراءات التنفيذ، وآليات التحليل، بالإضافة إلى القضايا المتعلقة بالصدق والثبات والاعتبارات الأخلاقية المرتبطة بالدراسة.

3.2 منهجية وطرق البحث:

اعتمدت الدراسة على المنهج النوعي (Qualitative Approach) كونه الأنسب لفهم الظواهر المعقدة التي تتعلق بتكامل التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة، وذلك من خلال الحصول على نتائج كيفية عبر تطبيق المقابلة على عينة الدراسة. ويعد منهج البحث النوعي نوع من البحوث يركز على فهم الظواهر الاجتماعية والإنسانية من خلال استكشاف المعاني، والتجارب، والآراء، والمعتقدات، والسلوكيات. يهدف إلى توفير رؤية عميقة وشاملة للمشكلة أو الظاهرة المدروسة، بدلاً من تقديم أرقام أو إحصائيات محددة كما هو الحال في البحث الكمي (أبو علام، 2011، 280؛ الحسيني، 2013، 522). لذا تُعد هذه المنهجية مناسبة لطبيعة الدراسة التي تسعى إلى استكشاف تجارب المستخدمين النهائيين وجمع آراء المختصين في هذا المجال، حيث سيتم جمع البيانات من خلال المقابلات شبه الموجهة مع عينة الدراسة، لتكوين صورة متكاملة وشاملة حول واقع وتحديات وفرص الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.

3.3 مجتمع الدراسة:

يتكوّن مجتمع الدراسة من فئتين رئيسيتين تمثلان الأطراف المرتبطة مباشرة بموضوع البحث، وهما:

1. الأسر المقيمة في مجمع سكني بمدينة الرياض: ويمثلون المستخدمين النهائيين لتقنيات إدارة الطاقة الذكية، ويُعدّون المصدر الرئيسي لفهم الواقع العملي لتجربة استهلاك الطاقة، ومستوى تفاعلهم مع الحلول الذكية، ومدى تقبلهم لفكرة دمج التفكير التصميمي مع تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة الطاقة في منازلهم.

2. الخبراء والمختصون في مجالات التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي وإدارة الطاقة: وينتمون إلى مؤسسات أكاديمية وتقنية متخصصة داخل المملكة العربية السعودية، وتحديداً في مدينة الرياض. ويمثلون الجانب الفني والاستراتيجي في الدراسة، حيث يساهمون في تقديم رؤى تحليلية وتوصيات تقنية حول كيفية تحقيق التكامل بين المجالين وتطبيقه بشكل فعال في السياق المحلي.

وقد تم تحديد هاتين الفئتين بعناية، نظراً لدورهما المباشر في تكوين فهم شامل لواقع إدارة استهلاك الطاقة في البيئات الذكية، ولفحص فرص دمج النهجين (التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي) في تطوير حلول ريادية فعالة ومستجيبة لاحتياجات المستخدمين.

3.4 عينة الدراسة:

سيتم اختيار عينة الدراسة باستخدام الأسلوب القصدي؛ نظراً لطبيعة البحث، حيث سيتم تنفيذ الدراسة في مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض يحتوي على بنية تحتية رقمية متكاملة (عدادات ذكية، شبكة إنترنت الأشياء، تطبيقات للطاقة)، كما سيتم مقابلة مجموعة من الخبراء والمختصين في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة.

وستتألف عينة الدراسة من:

1. عدد مكون من 10 أسر بمجمع سكني ذكي بمدينة الرياض، وذلك لتمثيل المستخدمين

النهائيين إلا أن تلك العينة ستكون بمواصفات محددة، وهي:

- عدد الأفراد في كل أسرة: 3 إلى 6.
- خلفياتهم التعليمية: جامعيون بنسبة 80%.
- لديهم خبرة سابقة معتدلة في استخدام التطبيقات الذكية.

- معدل استهلاك الطاقة لديهم متوسط إلى مرتفع.
 - مستعدين للتعاون والمشاركة في إجراء المقابلات.
- تمثل هذه الأسر المستخدمين الفعليين للحلول الذكية المعتمدة في إدارة الطاقة، وبالتالي فإن تجاربهم وتصوراتهم تمثل بُعداً أساسياً في فهم واقعية التطبيق وإمكانية التطوير من خلال دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي.
2. عدد ما بين (3 إلى 5) من الخبراء والمختصين ينتمون إلى مؤسسات أكاديمية وتقنية متخصصة في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة، بمدينة الرياض، وذلك لتقديم منظور تقني واستراتيجي حول آليات الدمج وتحدياته وإمكانياته المستقبلية. وستكون تلك العينة ضمن الشروط الآتية:
- إمتلاكهم خلفية معرفية أو مهنية متخصصة في مجالات الذكاء الاصطناعي، أو التفكير التصميمي، أو إدارة الطاقة.
 - خبرة عملية لا تقل عن خمس سنوات في مشاريع أو أبحاث تطبيقية تتعلق بالطاقة الذكية أو الحلول الرقمية.
 - قدرة المشاركين على تقديم رؤى تقنية واستراتيجية حول آليات دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى مناقشة التحديات والإمكانات المستقبلية لهذا الدمج في الواقع المحلي.
- تهدف هذه العينة إلى تمثيل وجهتي النظر: المستخدم النهائي والمختص التقني، بما يتيح الوصول إلى فهم متعدد الأبعاد لطبيعة العلاقة بين التكنولوجيا والتجربة الإنسانية ضمن سياق استهلاك الطاقة.
- تم تحديد حجم العينة استناداً إلى مبدأ التشبع النظري في البحوث النوعية، الذي يركز على الوصول إلى أقصى قدر من تنوع الرؤى بدلاً من حجم العينة الكبير.

3.5 أدوات جمع البيانات:

المقابلات شبه الموجهة:

تم إجراء المقابلات شبه الموجهة (Semi-Structured Interviews) مع (عينة مزدوجة) تجمع بين المستخدمين النهائيين لفهم سلوك المستخدم من خلال الإجابات التي تغطي الجانب العملي والإستخدام

الفعلي، وبين الخبراء والمختصين والتي نسعى من خلال إجاباتهم أن نغطي الجانبين الإستراتيجي والفني، لذا سيتم إجراء المقابلات مع المشاركين للتعرف على المتطلبات الفنية والبشرية اللازمة لتطبيق الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي بشكل فعال في المؤسسات أو المنازل، وأيضاً من أجل تحقيق ما يلي:

- فهم واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول فعالة لإدارة استهلاك الطاقة من منظور المستخدم النهائي.

- استكشاف كيفية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في البيئة السكنية الذكية، ومعرفة مدى فعاليتها وسهولة استخدامها.

- التعرف على التحديات العملية والسلوكية والتقنية التي تواجه الأسر في التفاعل مع هذه الحلول.
- جمع رؤى متخصصة من الخبراء حول المعوقات التقنية، والبنية التحتية، والمتطلبات التنظيمية اللازمة لتطبيق الدمج الفعال بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي.

- دعم نتائج الدراسة بمقارنة وتحليل بين وجهات نظر المستخدمين والخبراء، مما يُعزز مصداقية الاستنتاجات ويوفر توصيات تطبيقية واقعية.

وقد تم اختيار المقابلات شبه الموجهة لما توفره من مرونة تتيح للباحث التفاعل العميق مع المشاركين وطرح أسئلة متابعة وفقاً لسياق الإجابات، مما يُسهم في استخراج بيانات نوعية غنية ومعتمقة تتماشى مع أهداف البحث. استناداً لم سبق فقد تم تصميم دليل المقابلة استناداً إلى مراجعة الأدبيات النظرية والدراسات السابقة مع الأخذ في الاعتبار التنوع في المحاور لضمان تغطية الجوانب المختلفة للدراسة، لذا فقد تم إعداد نسختين من دليل المقابلة، حيث أن النسخة الأولى تم توجيهها إلى الأسر، بينما النسخة الثانية توجهت إلى الخبراء والمختصين في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة، وذلك رغبة من الباحث في الحصول على الإجابات الكافية التي تسهم في تحقيق أهداف البحث، وقد توزعت الأسئلة على أربعة محاور رئيسية:

1- محور استخدام الأنظمة الذكية والتفاعل معها.

2- محور الوعي والفهم لوظائف النظام.

3- محور التحديات التي يواجهها المستخدم.

4- محاور التصورات المستقبلية والدعم المطلوب.

وقد تم مراجعة أداة المقابلات أكاديميا لضمان وضوحها وسلامتها المنهجية، وتم إجراء تجربة أولية (Pilot Interview) قبل التطبيق، وتعرض النسخة الكاملة من أسئلة المقابلات في الملحق رقم (1).

3.6 طريقة تحليل البيانات النوعية:

تم اعتماد تحليل البيانات النوعية المستخلصة من المقابلات شبه الموجهة باستخدام منهجية التحليل الموضوعي (Thematic Analysis)، والذي يُعد من أكثر الأساليب استخدامًا في تحليل البيانات النوعية لما يتمتع به من مرونة وقدرة على الكشف عن الأنماط المتكررة في البيانات النصية. وقد اعتمدت الدراسة على النهج الذي طوّره (Braun and Clarke 2006)، والذي يتضمن ست مراحل تحليلية متتابعة، وهي:

1. التعرف على البيانات: (Familiarization with the data)

✓ في هذه المرحلة، يقوم الباحث بقراءة متأنية للبيانات لفهمها بعمق، حيث أن هذه الخطوة ضرورية لتحديد أي اقتباسات أو مقاطع مهمة.

2. توليد الرموز الأولية: (Generate initial codes)

✓ بعد فهم البيانات، يبدأ الباحث في تحديد وتدوين الرموز الأولية التي تمثل جوانب مثيرة للاهتمام في البيانات.

3. البحث عن الموضوعات: (Search for themes)

✓ يقوم الباحث بتجميع الرموز المتشابهة لتكوين موضوعات أولية.

4. مراجعة الموضوعات: (Review themes)

✓ تتم مراجعة الموضوعات بشكل أكثر تفصيلاً للتأكد من أنها منطقية ومتناسكة، ويمكن دمج بعضها أو فصلها، أو حتى إعادة تسميتها إذا لزم الأمر.

5. تحديد الموضوعات وتعريفها: (Define and name themes)

✓ في هذه المرحلة، يتم تحديد المعنى النهائي لكل موضوع وتسميته بشكل واضح ودقيق.

6. كتابة التقرير: (Produce the report)

✓ هي المرحلة الأخيرة حيث يقوم الباحث بكتابة التقرير النهائي، مع شرح الموضوعات التي تم اكتشافها وتوضيح كيف تدعم هذه الموضوعات الأهداف البحثية.

وقد تم تنفيذ هذا التحليل بشكل يدوي باستخدام جداول Excel ، وذلك نظرًا لحجم العينة المحدود، مما أتاح للباحث تتبع الرموز والموضوعات بطريقة منهجية ومنظمة، دون الحاجة إلى برمجيات تحليل نوعي مثل NVivo. وقد ساهم هذا النهج في الوصول إلى فهم متعمق لتجارب المستخدمين والخبراء حول آليات دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة، وربطها بسياقات الاستخدام العملي والتحديات التقنية والسلوكية المختلفة.

3.7 الصدق والثبات في البحث النوعي:

يُعدّ ضمان الصدق والثبات من المتطلبات الجوهرية في البحوث النوعية، نظرًا لطبيعة هذا النوع من الدراسات التي تعتمد على التفسير والتحليل العميق للتجارب الإنسانية. في هذه الدراسة، حرص الباحث على تعزيز الصدق من خلال:

- التثليث (Triangulation): الجمع بين آراء مجموعتين مختلفتين (الأسر والخبراء) للمقارنة والتحقق من الاتساق في النتائج.
- التحقق من المشاركين (Member Checking): مشاركة ملخصات أولية من نتائج المقابلات مع بعض المشاركين للتأكد من صحة الفهم ونقل المعنى بدقة.
- الوصف الكثيف (Thick Description): تقديم أوصاف مفصلة للسياق والمشاركين والمواقف، بما يتيح للقارئ تقييم مدى قابلية نقل النتائج إلى سياقات مشابهة.

أما الثبات فقد تم تعزيزه من خلال:

- توحيد إجراءات جمع البيانات: استخدام دليل مقابلة موحد لكل فئة من المشاركين.
- الاحتفاظ بسجل تدقيقي (Audit Trail): توثيق جميع خطوات جمع البيانات وتحليلها، بما يسمح بتتبع القرارات البحثية.

- التطبيق التجريبي: (Pilot Interview) إجراء مقابلة أولية لاختبار وضوح الأسئلة وملاءمتها قبل بدء الدراسة الفعلية.

3.8 الاعتبارات الأخلاقية:

اتّسمت هذه الدراسة بالالتزام الصارم بالمعايير الأخلاقية المعتمدة في البحوث الأكاديمية، وذلك على النحو الآتي:

- الموافقة المستنيرة: (Informed Consent) تم تزويد جميع المشاركين بمعلومات واضحة حول أهداف الدراسة، وإجراءاتها، وحقوقهم، والحصول على موافقتهم الخطية قبل المشاركة.
- سرية البيانات: (Confidentiality) تم التعامل مع جميع البيانات بسرية تامة، وحُفظت الهوية الشخصية للمشاركين من خلال استخدام رموز بدلاً من الأسماء الحقيقية.
- الحق في الانسحاب: أُتيح للمشاركين حرية الانسحاب من الدراسة في أي وقت دون أي تبعات.
- عدم الإضرار: تم التأكد من أن جميع إجراءات البحث لا تُسبب أي أذى جسدي أو نفسي أو اجتماعي للمشاركين.
- الاستخدام المخصص للبيانات: اقتصرت الاستفادة من البيانات على الأغراض البحثية الأكاديمية، دون أي توظيف تجاري أو شخصي.

في ضوء ما تم عرضه في هذا الفصل، يتضح أن المنهجية المتبعة قد صُممت بعناية لضمان الحصول على بيانات نوعية دقيقة وثرية، تعكس بعمق وجهات نظر وتجارب الفئتين المستهدفتين من الدراسة. فقد جرى تحديد المنهج البحثي، وأدوات جمع البيانات، وآليات التحليل، بما يضمن الموثوقية والاتساق، مع مراعاة الاعتبارات الأخلاقية التي تحفظ حقوق المشاركين وسريّة بياناتهم. وبذلك، يشكل هذا الإطار المنهجي قاعدة صلبة لعرض وتحليل النتائج في الفصول التالية، بما يعزز مصداقية المخرجات البحثية وقابليتها للتطبيق في السياق العملي.

الفصل الرابع : نتائج الدراسة

4.1 المقدمة:

يُعنى هذا الفصل بعرض وتحليل نتائج الدراسة الميدانية التي تم جمعها من خلال أداة المقابلات شبه الموجهة، وذلك بهدف فهم واقع دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في تطوير حلول ريادية لإدارة استهلاك الطاقة ضمن البيئة السكنية الذكية في مدينة الرياض. وقد تم تنفيذ المقابلات مع عينة مزدوجة شملت أسرًا مقيمة في مجمع سكني ذكي، وخبراء مختصين في مجالات الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي وإدارة الطاقة، بهدف تحقيق تنوع في الرؤى وعمق في التحليل.

اعتمدت هذه الدراسة منهج التحليل الموضوعي (Thematic Analysis) في معالجة البيانات النوعية المستخلصة، وذلك وفق خطوات (2006) Braun and Clarke، حيث تم ترميز البيانات وتحديد المواضيع الفرعية المرتبطة بمشكلات الاستخدام والتفاعل والفهم، بالإضافة إلى التحديات التقنية والسلوكية والتنظيمية. كما تم توظيف مصفوفة تحليل للمقابلات توضح نوع العينة، الموضوع المستخلص، الاقتباس التوضيحي، وتفاصيل المشاركين، وقد أدرجت هذه المصفوفة في الملحق رقم (2).

4.2 نتائج مقابلات الأسر:

اعتمد هذا الجزء على تحليل المقابلات التي أُجريت مع عشر أسر تقيم في مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض، بهدف استكشاف مدى استخدامهم وتفاعلهم مع أنظمة الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة، ومدى إدراكهم لأدوات التفكير التصميمي المرتبطة بهذه التجربة. وقد تم تصنيف الاستجابات وفق تحليل موضوعي (Thematic Analysis) إلى محاور رئيسية تمثل التحديات والفرص المرتبطة بهذه الأنظمة. يوضح الجدول رقم (2) أهم الموضوعات الفرعية المدعومة باقتباسات ممثلة من إجابات الأسر:

الموضوع الفرعي	أمثلة على الاستجابات
صعوبات تقنية	"بعض الأجهزة الذكية تطفئ فجأة ولا أعلم كيف أتعامل معها".
ضعف التفاعل	"لا نستخدم كل الميزات لأننا لا نعرف عنها شيئاً".

الموضوع الفرعي	أمثلة على الاستجابات
الحاجة للتدريب	"لم نحصل على أي شرح لكيفية استخدام النظام عند الانتقال للسكن".
محدودية الفهم	"أبني هو الوحيد الذي يعرف كيف يشغل التطبيقات الذكية".
الاعتماد على الآخرين	"لا أستطيع استخدام النظام بنفسني، أطلب من ابنتي كل مرة".
الحاجة للبساطة	"أريد طريقة بسيطة وواضحة لتقليل استهلاك الكهرباء".

الجدول رقم (2)

تشير هذه النتائج إلى أن التفاعل مع الأنظمة الذكية ما زال محدودًا لدى كثير من الأسر، ويُعزى ذلك إلى نقص التدريب والتوعية، وتعقيد واجهات الاستخدام، وعدم وضوح الفوائد المتحققة. كما يظهر جليًا أن إدماج مبادئ التفكير التصميمي (لاسيما التبسيط والتمحور حول المستخدم) يمثل مدخلًا أساسيًا لتجاوز هذه التحديات.

وللاطلاع على المصفوفة الكاملة لعملية الترميز وتحليل المقابلات الخاصة بالأسر، يُرجى الرجوع إلى الملحق رقم (2)

4.3 نتائج مقابلات الخبراء:

أُجريت مقابلات مع أربعة خبراء يمثلون مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، إدارة الطاقة، والبنية التحتية الذكية. وقد أسفر التحليل الموضوعي عن مجموعة من المحاور الرئيسة التي تسهم في فهم التحديات والتوجهات الاستراتيجية المرتبطة بتطبيق هذه الأنظمة.

يوضح الجدول رقم (3) أهم الموضوعات الفرعية المدعومة باقتباسات ممثلة من إجابات الخبراء:

الموضوع الفرعي	أمثلة على الاستجابات
التصميم غير الملائم	"كثير من الأنظمة صُممت دون مراعاة اختلاف الفئات العمرية".
أهمية التبسيط	"المستخدم لا يجب أن يكون خبيرًا لفهم كيفية التحكم في استهلاك الطاقة".
ضعف البنية التحتية	"ضعف الربط الشبكي في بعض المناطق يمنع الاستفادة من التقنيات الذكية".

الموضوع الفرعي	أمثلة على الاستجابات
الحاجة إلى سياسات داعمة	"يجب أن تكون هناك خطة وطنية متكاملة للتحويل إلى استهلاك ذكي".

الجدول رقم (3)

تبرز هذه النتائج أن نجاح التكامل بين الذكاء الاصطناعي والتفكير التصميمي يتطلب مواءمة الحلول التقنية مع الاحتياجات الواقعية للمستخدم، بالإضافة إلى ضرورة وجود أطر تنظيمية وتشريعية داعمة وبنية تحتية قوية، وهو ما يشكل إطاراً أساسياً لتطبيق فعال ومستدام.

وللاطلاع على المصفوفة الكاملة لعملية الترميز وتحليل مقابلات الخبراء، يُرجى الرجوع إلى الملحق رقم (2)

من خلال المقارنة بين نتائج مقابلات الأسر والخبراء، يتضح أن هناك تقاطعاً جوهرياً بين التحديات العملية التي تواجه المستخدمين النهائيين وبين الرؤى الفنية والاستراتيجية التي قدمها الخبراء. فبينما عبّرت الأسر عن صعوبات تقنية مرتبطة بالتعامل مع الأنظمة الذكية وضعف التفاعل أو الحاجة إلى التدريب والتبسيط، أكد الخبراء بدورهم على أهمية تصميم أنظمة أكثر ملاءمة للفئات المختلفة، وعلى ضرورة تبسيط الاستخدام وبناء بنية تحتية قوية تدعم كفاءة هذه الحلول. كما أشاروا إلى أن نجاح دمج التفكير التصميمي مع الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على الجانب التقني فحسب، بل يتطلب أيضاً سياسات وطنية داعمة وأطر تنظيمية واضحة. وبذلك، تُظهر هذه النتائج أن معالجة التحديات على مستوى الأفراد والأسر يجب أن تتكامل مع التوجهات المؤسسية والتنظيمية الأوسع، مما يعزز الحاجة إلى حلول تصميمية تراعي السياق المحلي، وتستند إلى الذكاء الاصطناعي كأداة داعمة، وتظل في الوقت ذاته متمحورة حول المستخدم.

4.4 التحليل التفسيري لنتائج الدراسة:

أولاً: ربط النتائج بأسئلة الدراسة:

السؤال الأول: ما واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة؟ كشفت مقابلات الأسر أن أغلب المستخدمين لم يتعرضوا لمفاهيم التفكير التصميمي بشكل مباشر، ولكن ظهرت مؤشرات على الحاجة إليه ضمناً، مثل مطالبات بتبسيط واجهات الاستخدام، والحاجة لإشراكهم في تصميم الأنظمة. هذا ينسجم مع هدف التفكير التصميمي في إشراك المستخدم النهائي منذ مراحل التصميم الأولى.

السؤال الثاني: ما واقع توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة؟

أظهرت الاستجابات وجود فجوة بين توفر التكنولوجيا واستخدامها الفعلي. رغم وجود أنظمة ذكية، إلا أن الأسر تواجه تحديات في الاستخدام، مثل عدم الفهم أو عدم الثقة في فعاليتها. هذا يشير إلى ضرورة تعزيز أدوات الذكاء الاصطناعي بواجهات وتدريب يتماشى مع ثقافة المستخدم.

السؤال الثالث: ما التحديات التي تواجه دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة؟

أكد الخبراء أن أكبر التحديات تكمن في ضعف البنية التحتية، قلة الوعي، وعدم وجود سياسات داعمة. أما من طرف المستخدمين، فتتمثل التحديات في محدودية المعرفة، الحاجة للتدريب، وتوقعات غير واقعية من الأنظمة الذكية.

ثانياً: ربط النتائج بالدراسات السابقة:

تدعم النتائج ما توصلت إليه دراسة (Baradaran (2018 التي أكدت أن التفكير التصميمي يمكنه تحسين تقبل الذكاء الاصطناعي، خاصة في مراحل مثل "التعاطف" و "التعريف بالمشكلة". كما تتقاطع النتائج مع (Böckle & Kouris (2023 في أن التكامل بين المجالين يساعد على تقليل نسب فشل المشاريع التقنية وتحسين تجربة المستخدم.

من جهة أخرى، أوضحت دراسة (Kubiak (2024 أن فهم المستخدمين ودمجهم في مراحل التصميم يساهم في تحسين كفاءة استخدام الأنظمة الذكية، وهو ما عكسته نتائج هذا البحث من خلال طلبات الأسر بخصوص التبسيط والتوضيح. كما أشارت دراسة (Aguilar et al (2021 إلى أن الذكاء الاصطناعي وحده غير كافٍ دون استراتيجية تكاملية، وهو ما أكد عليه الخبراء في مقابلاتهم.

ثالثاً: تفسير النتائج في ضوء أهداف الدراسة:

- تحقيق الهدف الأول (تحليل واقع استخدام التفكير التصميمي) تحقق عبر ملاحظة الفجوة بين التصميم والمستخدم، مما يؤكد الحاجة لدمج التفكير التصميمي في مراحل تطوير الأنظمة الذكية.
- تحقيق الهدف الثاني (تحليل واقع الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة) ظهر جلياً في التفاوت بين توفر التقنية وصعوبات الاستخدام، ما يعكس تحديات التبني وضعف التدريب.

- تحقيق الهدف الثالث (فهم التحديات التي تعيق التكامل) تحقق من خلال تحليل المقابلات التي أوضحت جوانب فنية وتنظيمية وثقافية، تشكل معوقات رئيسية أمام الدمج الفعال.

وبذلك يتضح أن نتائج الدراسة الحالية لا تكتفي بالكشف عن التحديات والفرص فحسب، بل تؤكد أيضاً على أهمية دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة إستهلاك الطاقة وذلك من خلال تصميم واجهات مبسطة، وتوفير برامج تدريبية، وتبني سياسات تنظيمية داعمة. وتشكل هذه الرؤى تمهيداً للفصل الخامس الذي سيقدم مناقشة شاملة للنتائج وتوصيات تطبيقية عملية.

الفصل الخامس: تحليل النتائج النوعية ومناقشتها والتوصيات البحثية والتطبيقية

5.1 المقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى تقديم تحليل معمق وتفسير شامل لنتائج الدراسة التي عُرضت في الفصل الرابع، والتي تم جمعها من خلال المقابلات شبه الموجهة مع الأسر المقيمة في مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض، إضافة إلى خبراء مختصين في مجالات الذكاء الاصطناعي، التفكير التصميمي، وإدارة الطاقة. تمت مناقشة هذه النتائج وربطها بالأهداف والفرضيات وأسئلة البحث المطروحة في الفصل الأول، وكذلك مناقشتها في سياق الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة التي تناولها الفصل الثاني، كما يتناول هذا الفصل تحليلات إضافية نوعية تبرز التباين بين فئات العينة، والمقارنة بين النماذج الحالية والنموذج المقترح، بالإضافة إلى تحليل العلاقة بين تحديات الواقع والرؤية المستقبلية، وتحليل الأثر الثقافي والسياق المحلي، بالإضافة إلى تحليل نقاط القوة والضعف في النتائج، والأبعاد الأخلاقية والبيئية في نتائج الدراسة.

وبهذا يشكل هذا الفصل امتداداً طبيعياً للبنية البحثية السابقة، حيث ينتقل من عرض النتائج إلى مناقشتها بدقة وتفصيل، وصولاً إلى التوصيات النهائية.

5.2 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء أهداف وأسئلة الدراسة:

تُمثل أهداف وأسئلة هذه الدراسة الإطار المرجعي الذي بُنيت عليه منهجية البحث وأساليبه، وبالتالي فإن مناقشة النتائج في ضوء هذه الأهداف تُعد خطوة جوهرية لفهم مدى تحقق الغايات المرسومة مسبقاً، وتقييم صلاحية الأدوات والفرضيات المستخدمة. فيما يلي تحليل متكامل لأبرز نتائج الدراسة وربطها بكل من أهدافها وأسئلتها البحثية:

الهدف الأول: استكشاف واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة من وجهة نظر المستخدم النهائي.

يرتبط بالسؤال الأول:

ما واقع استخدام التفكير التصميمي في تطوير حلول إدارة استهلاك الطاقة؟

مناقشة وتحليل:

كشفت نتائج المقابلات مع عينة الأسر أن معظم المستخدمين لم يكونوا على دراية مباشرة بمفهوم "التفكير التصميمي"، إلا أن سلوكياتهم وتوقعاتهم عكست الحاجة الضمنية إلى ممارساته؛ مثل إشراكهم في مراحل تصميم الأنظمة، وتبسيط واجهات الاستخدام، وإتاحة قنوات لتقديم الملاحظات والتحسينات. وهذا يعكس إحدى المبادئ الأساسية للتفكير التصميمي، وهو "التعاطف مع المستخدم" وفهم احتياجاته وسلوكياته قبل البدء في التصميم.

يتضح أن غياب التفكير التصميمي الممنهج كان من أبرز أسباب التحديات التي واجهتها الأسر في استخدام أنظمة إدارة الطاقة، وهو ما يعزز أهمية دمج هذا التفكير في تصميم الحلول التقنية، بما يحقق التفاعل الإيجابي والاستفادة القصوى.

الهدف الثاني: تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة ضمن البيئة السكنية الذكية.

يرتبط بالسؤال الثاني:

ما دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في البيئات السكنية الذكية؟
مناقشة وتحليل:

أشارت إجابات كل من الأسر والخبراء إلى أن أنظمة الذكاء الاصطناعي المستخدمة حالياً لا يتم توظيفها بالشكل الأمثل. بعض المشاركين من الأسر لم يكونوا على وعي بأن النظام المستخدم يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، ما يدل على فجوة كبيرة في الوعي والاستخدام. من جانب آخر، أشار المختصون إلى أن غياب التخصيص (Personalization) والتحليل التنبؤي المبني على سلوك المستخدم يُعد من أبرز نقاط الضعف في الحلول الحالية.

هذا يدعم فكرة أن الذكاء الاصطناعي، رغم توفره تقنياً، لا يُستخدم بفاعلية دون تكامل مع تصميم يركز على المستخدم وفهمه، ما يعزز ضرورة دمج التفكير التصميمي كمدخل تكاملي مع أدوات الذكاء الاصطناعي.

الهدف الثالث: تحليل التحديات العملية والسلوكية التي تواجه المستخدمين في التعامل مع تقنيات إدارة الطاقة الذكية.

يرتبط بالسؤال الثالث:

ما أبرز التحديات التي تواجه المستخدمين في التعامل مع تقنيات إدارة الطاقة الذكية؟

مناقشة وتحليل:

كشفت نتائج المقابلات عن مجموعة من التحديات التي تواجه المستخدمين، تمثلت في: صعوبة واجهات الاستخدام، قلة التوجيه أو التدريب المسبق، عدم وجود دعم فني مباشر، وعدم إدراك كامل لوظائف النظام أو العائد من استخدامه. وتكررت ملاحظات مثل "لا نستخدم إلا الجزء البسيط من النظام" أو "لم نحصل على شرح كافٍ"، مما يدل على فجوة واضحة بين التصميم والتطبيق.

وبدل ذلك على أن التحديات ليست فقط تقنية، بل تتعلق بالجوانب النفسية والسلوكية للمستخدم، ما يعكس أهمية تبني التفكير التصميمي الذي يضع "تجربة المستخدم" في قلب كل مرحلة من مراحل تطوير الحلول.

الهدف الرابع: استكشاف التصورات المستقبلية لدى كل من المستخدمين والخبراء حول دمج التفكير

التصميمي والذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة الطاقة.

يرتبط بالسؤال الرابع:

ما التصورات المستقبلية الممكنة لدمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة إدارة الطاقة؟

مناقشة وتحليل:

أجمعت معظم آراء الأسر والخبراء على أهمية الدمج بين الجانبين، ولكن من زوايا مختلفة. فقد طالب المستخدمون بنظم "أبسط، أوضح، ومتفاعلة" فيما شدد المختصون على ضرورة وجود سياسات وطنية داعمة وبنية تحتية قابلة للتطوير، إضافة إلى نماذج تعتمد على "مشاركة المستخدم النهائي في التصميم". ويُعد هذا الاتساق في الرؤية بين الطرفين مؤشراً على جاهزية المجتمع تقنياً وفكرياً للانتقال نحو أنظمة أكثر تكاملاً بين التقنية والاحتياجات الإنسانية، إذا ما تم تفعيل آليات الدمج بشكل عملي وفعال.

5.3 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء فرضيات الدراسة:

الفرضية الأولى: لا يوجد وعي كافٍ لدى المستخدمين بمبادئ التفكير التصميمي

مناقشة وتحليل :

أظهرت المقابلات أن أغلب الأسر لم تكن على دراية مباشرة بمصطلح التفكير التصميمي، ولكن سلوكياتهم ومطالبهم عكست الحاجة إليه، ما يدعم صحة هذه الفرضية.

الفرضية الثانية : لا يتم توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بفاعلية في إدارة استهلاك الطاقة.

مناقشة وتحليل:

أظهرت نتائج الدراسة أن الأنظمة الذكية المتاحة لا تُستثمر بشكل كامل من قِبل المستخدمين، وأن هناك ضعفًا في الوعي والاستفادة، ما يعزز الفرضية الثانية.

الفرضية الثالثة: توجد فروق ذات دلالة في استخدام التفكير التصميمي تعود إلى (حجم الأسرة – الخبرة بالتطبيقات – معدل الاستهلاك).

مناقشة وتحليل:

بيّنت المقابلات أن الأسر الأكبر أو التي تضم فئات عمرية شابة أظهرت وعيًا أكبر وقدرة على التفاعل، فيما عانت الأسر قليلة الخبرة من ضعف الاستفادة، ما يتوافق مع هذه الفرضية.

الفرضية الرابعة : توجد فروق ذات دلالة في استخدام الذكاء الاصطناعي تعود لنفس المتغيرات.

مناقشة وتحليل:

تكررت شكاوى من الأسر ذات الخبرة المنخفضة أو التي تفتقر إلى التدريب، وهو ما يعكس فروقات حقيقية بين فئات العينة في تفاعلها مع أنظمة الذكاء الاصطناعي.

5.4 تحليل ومناقشة النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة:

تُشير نتائج الدراسة إلى انسجام واضح مع المنطلقات النظرية التي بُني عليها البحث، حيث يدعو التفكير التصميمي إلى التركيز على احتياجات المستخدم، والذكاء الاصطناعي إلى تحسين اتخاذ القرار بناءً على تحليل البيانات. ويبرز هذا التلاقي في عدة جوانب:

- أظهرت الدراسة أهمية مرحلة "التعاطف" في التفكير التصميمي، إذ عبرت الأسر عن حاجتها للتفاعل مع الأنظمة بطريقة إنسانية وواضحة. هذا يتماشى مع ما طرحته دراسة (Brown (2009 حول مركزية الإنسان في التصميم.
 - يدعم ذلك أيضًا ما ذكره (Baradaran (2018 بأن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يُعزز مراحل التصميم إذا استُخدم لفهم السلوك البشري وتحسين الاستجابة له.
 - وجدت دراسة (Böckle & Kouris (2023 أن دمج الذكاء الاصطناعي في مراحل التفكير التصميمي يُساهم في توليد حلول مبتكرة وأكثر استدامة. وقد ظهر ذلك في تصورات المختصين الذين طالبوا بأن تكون الأنظمة المستقبلية موجهة نحو فهم أعمق لحاجات المستخدم وليس فقط تقليل الاستهلاك.
 - كما أن دراسة (Yang et al. (2022 شددت على أهمية إشراك المستخدمين النهائيين في عمليات التصميم لضمان فاعلية الحلول، وهو ما أكدته نتائج المقابلات التي أبرزت ضعف التواصل بين المطور والمستخدم.
- تُبرز هذه المقارنات أن نتائج البحث لا تمثل فقط حالة خاصة، بل تنسجم مع توجهات بحثية راسخة، ما يُعزز من موثوقية النتائج وعمقها.

5.5 نقاط القوة والضعف في نتائج الدراسة:

نقاط القوة:

- اعتماد الدراسة على مقاربات نوعية عمّقت الفهم السياقي للتحديات.
- شمول العينة لوجهتي النظر: المستخدم النهائي والمختص التقني.
- الاعتماد على أدوات منهجية دقيقة، مثل التحليل الموضوعي.

نقاط الضعف:

- صغر حجم العينة وعدم التعميم.

- غياب أدوات كمية داعمة للتحقق الإحصائي.
- الاعتماد على مجتمع دراسة محلي محدود.

5.6 الأبعاد الأخلاقية والبيئية للنتائج:

تُظهر نتائج الدراسة بعدًا أخلاقيًا يتمثل في ضرورة إشراك المستخدم في تصميم الأنظمة التي تؤثر على حياته اليومية. كما تسلط الضوء على مسؤولية المطورين تجاه توفير واجهات مناسبة لجميع الفئات. أما البعد البيئي فيظهر في التوصية بترشيد استهلاك الطاقة عبر أنظمة ذكية فعالة، مما ينسجم مع أهداف التنمية المستدامة ورؤية المملكة 2030 في التحول نحو بيئة ذكية ومستدامة.

5.7 التوصيات النهائية والمقترحات المستقبلية:

تُعد هذه الدراسة محاولة منهجية لاستكشاف إمكانيات دمج التفكير التصميمي مع تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير حلول ريادية لإدارة استهلاك الطاقة ضمن البيئات السكنية الذكية. وقد أظهرت النتائج أن هذا الدمج لا يمثل مجرد تزاوج تقني، بل يشكل إطارًا استراتيجيًا يمكن من خلاله تحقيق تحسينات جوهرية في كفاءة الاستخدام، وتجربة المستخدم، والاستدامة البيئية.

عكست النتائج أهمية التوجه نحو تصميم حلول تضع الإنسان في مركز عملية التطوير، مع الاستفادة من قدرات الذكاء الاصطناعي في التحليل والتنبؤ والتخصيص. كما برزت الحاجة إلى سياسات داعمة، وتوعية مجتمعية، وتطوير مستمر للأدوات والمنصات بما يضمن استدامة الأثر.

لذا في ضوء نتائج الدراسة وتحليلها، يمكن تقديم التوصيات التالية حسب الفئات المستهدفة ذات العلاقة:

أولاً: لصانعي السياسات والجهات الحكومية:

1. إقرار لوائح وتشريعات محفزة تدعم دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في مشاريع الطاقة، مع

ضمان الموازنة بين الابتكار وحماية خصوصية المستهلك.

2. تطوير برامج وطنية لرقمنة البنية التحتية للطاقة، وربطها بشبكات ذكية تتيح إدارة وتحليل البيانات في

الوقت الفعلي.

3. إطلاق مبادرات توعوية على المستوى المجتمعي لتعزيز ثقافة الاستخدام الرشيد للطاقة، وإبراز دور

التقنية في دعم الاستدامة.

ثانيًا: لشركات ومؤسسات الطاقة:

1. دمج مبادئ التفكير التصميمي في عمليات التطوير لضمان توافق المنتجات والخدمات مع احتياجات المستخدمين الفعلية.
2. تحسين واجهات المستخدم في التطبيقات والمنصات الرقمية، مع تكييفها لتلائم الخلفيات الثقافية واللغوية المتنوعة.
3. إنشاء وحدات ابتكار داخلية تتعاون مع فرق متعددة التخصصات لاختبار حلول جديدة وتحسين الأداء التشغيلي.
4. اعتماد أنظمة ذكاء اصطناعي تفاعلية توفر توصيات فورية للمستهلكين لخفض استهلاك الطاقة بناءً على أنماط الاستخدام.

ثالثًا: للمؤسسات الأكاديمية والبحثية:

1. إجراء أبحاث تجريبية موسعة تشمل عينات أكبر وتغطي مناطق جغرافية متعددة لاختبار فعالية الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي.
2. تصميم برامج تدريبية متخصصة تستهدف تهيئة كوادر قادرة على قيادة مشاريع الابتكار في قطاع الطاقة الذكية.
3. إقامة شراكات بحثية مع شركات الطاقة والمطورين لتطوير نماذج تطبيقية قابلة للتسويق والتنفيذ العملي.

رابعًا: للمستخدمين النهائيين:

1. المشاركة الفعالة في ورش العمل والاختبارات الخاصة بحلول الطاقة الذكية لتقديم ملاحظات مباشرة تعزز من ملائمة الحلول.
2. تبني ممارسات استهلاك واعية من خلال متابعة البيانات المقدمة عبر الأنظمة الذكية وتطبيق النصائح الواردة منها.

تمثل هذه التوصيات مخرجات عملية قائمة على رؤية نقدية للواقع الحالي، حيث عكست نتائج هذه الدراسة بوضوح أن تحقيق التكامل بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة يتطلب تضافر الجهود بين مختلف الفاعلين، بدءًا من الجهات التشريعية التي تضع الأطر والسياسات، مرورًا

بمؤسسات الطاقة التي تطور الحلول وتنفذها، وصولاً إلى المؤسسات الأكاديمية التي تدعم هذا التوجه بالبحث والتطوير، وانتهاءً بالمستخدمين النهائيين الذين يشكلون محور عملية التصميم والتطبيق.

وقد أبرزت البيانات المستخلصة من المقابلات أن معظم التحديات القائمة، مثل ضعف الوعي بآليات الأنظمة الذكية، وتعقيد واجهات الاستخدام، وغياب البنية التحتية الداعمة، يمكن تجاوزها من خلال تطبيق منهجيات تصميمية قائمة على التعاطف مع المستخدم، مدعومة بتحليلات وتوصيات الذكاء الاصطناعي، بما يضمن فاعلية الحلول واستدامتها.

وعليه، فإن التوصيات المطروحة في هذا الفصل تمثل استجابة مباشرة لما كشفته النتائج، إذ تقدم مساراً عملياً يربط بين الواقع الميداني والرؤية المستقبلية، ويمهّد الطريق أمام سياسات وممارسات أكثر تكاملاً، قادرة على تحويل إدارة الطاقة الذكية من مبادرات تجريبية محدودة إلى منظومات تطبيقية واسعة الأثر، ورغبةً في تطوير حلول ذكية تركز على الإنسان، وتتماشى مع التحولات التقنية والبيئية المعاصرة.

الخاتمة

تُختتم هذه الدراسة بتسليط الضوء على الإسهام العلمي والعملية الذي قدمته في مجال دمج التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي لتطوير حلول ريادية في إدارة استهلاك الطاقة ضمن البيئات السكنية الذكية. وقد أظهرت النتائج أن الجمع بين هذين البعدين لا يمثل مجرد تقاطع بين منهجين مختلفين، بل يشكل إطارًا تكامليًا قادرًا على تعزيز تجربة المستخدم، وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، ودعم أهداف الاستدامة.

لقد بينت المقابلات مع الأسر أن محدودية التفاعل مع الأنظمة الذكية تعود إلى غياب التبسيط والتدريب الكافي، بينما أكد الخبراء أن غياب السياسات والبنية التحتية يمثل عائقًا رئيسيًا أمام التبنّي الفعّال. ومن خلال ربط هذه النتائج بالإطار النظري والدراسات السابقة، تبين أن اعتماد نهج التصميم المرتكز على الإنسان، إلى جانب القدرات التنبؤية والتحليلية للذكاء الاصطناعي، يشكل أساسًا لبناء نماذج أكثر فاعلية واستدامة.

لقد أوضحت الدراسة أن فرص النجاح تكمن في الجمع بين المنظورين: التقني والإنساني. فمن جهة، يوفر الذكاء الاصطناعي أدوات قوية لتحليل البيانات وتحسين الكفاءة، ومن جهة أخرى، يمنح التفكير التصميمي إطارًا يركز على التجربة الإنسانية ويعزز من قابلية الاستخدام. هذا التكامل، إذا ما طُبّق ضمن استراتيجيات واضحة، يمكن أن يشكل ركيزة أساسية لتحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية في إدارة الطاقة، بما ينسجم مع مستهدفات رؤية المملكة 2030.

وعليه، فإن هذه الدراسة لا تقتصر على تقديم توصيف للواقع الحالي، بل تقدم أيضًا رؤية مستقبلية عملية تقوم على مبدأ "التكامل التفاعلي" بين الإنسان والتقنية. فهي تدعو صانعي القرار، وشركات الطاقة، والمؤسسات الأكاديمية، إلى تبني نهج تشاركي شامل يوازن بين الابتكار التقني واحتياجات المستخدم، ويترجم النتائج البحثية إلى حلول قابلة للتطبيق على نطاق واسع. وبذلك، يمكن القول إن نتائج هذه الدراسة تمثل نقطة انطلاق نحو منظومة ذكية متكاملة، قادرة على تحقيق كفاءة أعلى في استهلاك الطاقة، وتجربة مستخدم أكثر سلاسة، ومساهمة فاعلة في بناء مستقبل مستدام قائم على التكنولوجيا والإنسان معًا.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- أبو علام، رجاء محمود. (2011). *مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية*. دار النشر للجامعات.
- الحسيني، سعد. (2013). *مقدمة للبحث في التربية*. عمان: دار المسيرة.
- خليفة، إيهاب. (2018). *فرص وتهديدات الذكاء الاصطناعي في العشر سنوات القادمة. اتجاهات الأحداث*، مركز المستقبل للأبحاث والدراسات المتقدمة.
- الدليبي، عصام حسن؛ صالح، علي عبد الرحيم. (2014). *البحث العلمي: أسسه ومناهجه*. عمان: الرضوان للنشر والتوزيع.
- دموش، أوسامة. (2021). التفكير التصميمي "منهج لإدارة التحولات" في المكتبات ومؤسسات المعلومات: دراسة استقصائية اثنوغرافية بشبكة المطالعة العمومية في الغرب الجزائري. *مجلة ألف اللغة والإعلام والمجتمع*، 8(3)، 369 - 394.
- سيد، أحمد فايز أحمد. (2016). أدوات التنقيب عن البيانات مفتوحة المصدر: دراسة تحليلية تقييمية. *مجلة جامعة طيبة للآداب والعلوم الإنسانية*، 5(10)، 792 - 865.
- شوقي، أحمد. (2023). *استهلاك الطاقة في العالم يرتفع لمستوى قياسي.. وتراجع طفيف لحصة الوقود الأحفوري*. [/https://attaqa.net](https://attaqa.net)
- محمد، أحمد صادق عبد المجيد، وقحمش، عادل إبراهيم محمد. (2023). استخدام تقنيات التنقيب في البيانات الضخمة لاكتشاف الأنماط التعليمية بالمقررات الإلكترونية عبر نظام إدارة التعلم والتنبؤ بالتحصيل الدراسي لطلاب الجامعة. *العلوم التربوية*، 31(3)، 441 - 481.
- محمود، عبير حمدي محمد. (2014). التفكير التصميمي كأحد الاتجاهات الحديثة للإدارة. *مجلة التصميم الدولية*، 4(3)، 323 - 330.
- الناجي، عبد السلام بن عمر سعيد. (2020). *أنموذج تطوير المنهج باستخدام التفكير التصميمي*. *مجلة كلية التربية*، 20(2)، 75 - 116.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Aguilar, J., Garces-Jimenez, A., R-Moreno, M. D., & García, R. (2021). A systematic literature review on the use of artificial intelligence in energy self-management in smart buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111530.
- Ahmad, T., Chen, H., & Shah, W. A. (2019). Effective bulk energy consumption control and management for power utilities using artificial intelligence techniques under conventional and renewable energy resources. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 109, 242-258.
- Althuaini, Y. M. (2023). Artificial Intelligence Applications in School Administration and their Challenges. *Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences*, (98), 384-395.
- Baradaran, B. (2018). How Design thinking can be leveraged and supported by artificial intelligence.
- Berek, T. (2022). Challenges for the Energy Sector in the Light of Climate Change. In *Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection: Theoretical and Practical Approach* (pp. 195-204). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Blessing, A. E. (2022). Adoption of Artificial Intelligence in Business Education and School Administration. *BW Academic Journal*, 10-10.
- Böckle, M., & Kouris, I. (2023). Design thinking and AI: a new frontier for designing human-centered AI solutions. *Design Management Journal*, 18(1), 20-31.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.

Chien, F., Hsu, C. C., Ozturk, I., Sharif, A., & Sadiq, M. (2022). The role of renewable energy and urbanization towards greenhouse gas emission in top Asian countries: Evidence from advance panel estimations. *Renewable Energy*, 186, 207-216.

Chowdhary, K., & Chowdhary, K. R. (2020). Natural language processing. *Fundamentals of artificial intelligence*, 603-649.

Chui, K. T., Lytras, M. D., & Visvizi, A. (2018). *Energy sustainability in smart cities: Artificial intelligence, smart monitoring, and optimization of energy consumption*. *Energies*, 11 (11), 2869.

Creswell, J. W. (2023). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE.

Dam, R. F., & Siang, T. Y. (2021). *What is design thinking and why is it so popular?*.

Fanni, S. C., Febi, M., Aghakhanyan, G., & Neri, E. (2023). Natural language processing. In *Introduction to Artificial Intelligence* (pp. 87-99). Cham: Springer International Publishing.

Fernández-García, C. E., Marín, D. V., & Velásquez, H. S. (2023). Neurohacking and Artificial Intelligence in the Vulnerability of the Human Brain: Are We Facing a Threat?. In *Artificial Intelligence in Higher Education and Scientific Research: Future Development* (pp. 117-128). Singapore: Springer Nature Singapore.

Gaba, D. M. (2022). Artificial intelligence and expert systems. In *Control and Automation in Anaesthesia* (pp. 22-36). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Gollapudi, S. (2019). *Learn computer vision using OpenCV*. Apress.

Gonzalez-Aguirre, J. A., Osorio-Oliveros, R., Rodriguez-Hernandez, K. L., Lizárraga-Iturralde, J., Morales Menendez, R., Ramirez-Mendoza, R. A., ... & Lozoya-Santos, J. D. J. (2021). Service robots: Trends and technology. *Applied Sciences*, 11(22), 10702.

Grischke, J., Johannsmeier, L., Eich, L., Griga, L., & Haddadin, S. (2020). Dentronics: Towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dental Materials*, 36(6), 765-778.

Hasan, M. Y., & Kadhim, D. J. (2022). A new smart approach of an efficient energy consumption management by using a machinelearning technique. *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci*, 25(1), 68-78.

Heydari, M., Heydari, A., & Amini, M. (2023). Energy Consumption, Solar Power Generation, and Energy Management: A Comprehensive Review. *World Engineering and Applied Sciences Journal*, 11(02), 196-202.

Ingrand, F., & Ghallab, M. (2017). Deliberation for autonomous robots: A survey. *Artificial Intelligence*, 247, 10-44.

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.

Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100033.

Kubiak, K. (2024). Design thinking in lighting design to meet user needs. *Sustainability*, 16(9), 3561.

- Kumar, K., & Thakur, G. S. M. (2012). Advanced applications of neural networks and artificial intelligence: A review. *International journal of information technology and computer science*, 4(6), 57-68.
- Li, Z., Li, S., & Luo, X. (2021). An overview of calibration technology of industrial robots. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 8(1), 23-36.
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. [Internet], 9(1), 381-386.
- Martins, F., Almeida, M. F., Calili, R., & Oliveira, A. (2020). Design thinking applied to smart home projects: a user-centric and sustainable perspective. *Sustainability*, 12(23), 10031.
- Olveres, J., González, G., Torres, F., Moreno-Tagle, J. C., Carbajal-Degante, E., Valencia-Rodríguez, A., ... & Escalante-Ramírez, B. (2021). What is new in computer vision and artificial intelligence in medical image analysis applications. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 11(8), 3830.
- Radonjic, A. (2019). *The interaction of artificial intelligence and design thinking in the development of HR and decision-making trends* (Master's thesis, ISCTE-Instituto Universitario de Lisboa (Portugal)).
- Stasse, O., & Flayols, T. (2019). An overview of humanoid robots technologies. *Biomechanics of Anthropomorphic Systems*, 281-310.
- Vacarelu, M. (2023). Artificial Intelligence and Higher Education Legal Limits. In *Artificial Intelligence in Higher Education and Scientific Research: Future Development* (pp. 15-33). Singapore: Springer Nature Singapore.

- Wang, J., & Azam, W. (2024). Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries. *Geoscience frontiers*, 15(2), 101757.
- Wiley, V., & Lucas, T. (2018). Computer vision and image processing: a paper review. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 2(1), 29-36.
- Yang, C., Zhang, L., & Wei, W. (2022). The influence of introducing the concept of sustainable system design thinking on consumer cognition: A designer's perspective. *Systems*, 10(4), 85.
- Yaqub, R., Ahmad, S., Ahmad, A., & Amin, M. (2016). Smart energy-consumption management system considering consumers' spending goals (SEMS-CCSG). *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 26(7), 1570-1584.
- Zeide, E. (2019). Artificial intelligence in higher education: Applications, promise and perils, and ethical questions. *Educause Review*, 54(3).
- Zhang, M., Zuo, Y., & Tao, F. (2018). Equipment energy consumption management in digital twin shop-floor: A framework and potential applications. In *2018 IEEE 15th international conference on networking, sensing and control (ICNSC)* (pp. 1-5). IEEE.
- Zhang, Y., Teoh, B. K., Wu, M., Chen, J., & Zhang, L. (2023). Data-driven estimation of building energy consumption and GHG emissions using explainable artificial intelligence. *Energy*, 262, 125468.

الملاحق

الملحق رقم (1): دليل المقابلات شبه الموجهة

مقدمة تفسيرية:

في إطار هذا البحث النوعي الذي يهدف إلى استكشاف آليات الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي في مجال إدارة استهلاك الطاقة، تم اعتماد أداة المقابلة شبه الموجهة كأداة أساسية لجمع البيانات، لما توفره من مرونة وعمق في فهم تجارب المشاركين وتصوراتهم.

وقد تم إعداد دليلين منفصلين للمقابلات:

- أحدهما موجه إلى عينة الأسر المستفيدة من تقنيات المنزل الذكي.
- والآخر إلى الخبراء والمختصين في المجالات التقنية والاستراتيجية ذات الصلة.

تم بناء أسئلة المقابلة بالاعتماد على مراجعة الأدبيات النظرية والدراسات السابقة، وضبطها لتتوافق مع أهداف البحث ومحاوره. كما خضعت الأداة لمراجعة أكاديمية أولية وتجربة ميدانية تجريبية للتأكد من وضوح الأسئلة وسلامتها المنهجية.

أولاً: أسئلة المقابلات الموجهة إلى الأسر

رقم السؤال	السؤال
1	ما نوع الأنظمة الذكية التي تستخدمونها في المنزل؟
2	كيف تصفون تجربتكم اليومية مع هذه الأنظمة؟
3	هل تجدون سهولة في التعامل مع التطبيقات المرتبطة بإدارة الطاقة؟ ولماذا؟

السؤال	رقم السؤال
هل تم تقديم أي تدريب أو توجيه عند السكن في هذا المجمع الذكي؟	4
ما أبرز الفوائد التي لاحظتموها بعد استخدام الأنظمة الذكية؟	5
ما التحديات أو المشكلات التي واجهتكم أثناء استخدام هذه الأنظمة؟	6
ما مدى وعيكم بوظيفة كل جهاز أو تطبيق داخل النظام الذكي؟	7
هل تعتمدون على أحد أفراد الأسرة بشكل رئيسي في التعامل مع النظام؟ ولماذا؟	8
ما هي اقتراحاتكم لتطوير أو تبسيط هذه الأنظمة؟	9
هل تعتقدون أن هذه الأنظمة ساهمت فعليًا في تقليل استهلاك الطاقة؟ ولماذا؟	10

ثانيا: أسئلة المقابلات الموجهة إلى الخبراء والمختصين

السؤال	رقم السؤال
ما تقييمكم لواقع تطبيق التفكير التصميمي في مشاريع المنازل الذكية؟	1
كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يعزز فعالية إدارة الطاقة في البيئات السكنية؟	2

السؤال	رقم السؤال
ما أبرز التحديات التقنية التي تواجه مشاريع الدمج بين التفكير التصميمي والذكاء الاصطناعي؟	3
هل ترى أن المستخدم النهائي يؤخذ بعين الاعتبار في تصميم هذه الأنظمة؟ ولماذا؟	4
ما هي المتطلبات الأساسية (بشرية/بنية تحتية/تنظيمية) لنجاح هذا الدمج؟	5
ما الدور المتوقع للسياسات الوطنية في دعم هذا الاتجاه؟	6
هل هناك تجارب دولية أو محلية تعتبرونها نموذجًا ناجحًا في هذا السياق؟	7
برأيكم، ما أبرز السمات التي يجب أن تتوفر في الأنظمة الذكية لتكون فعالة وسهلة الاستخدام؟	8

لقد ساهمت هذه الأسئلة في استخراج بيانات نوعية غنية من وجهتي نظر مختلفتين: المستخدم النهائي الذي يعايش التجربة فعليًا، والخبير المختص الذي يقدم رؤية تحليلية وفنية. وقد تم استخدام هذه البيانات في بناء مصفوفة تحليل المقابلات (الملحق رقم 2)، كما تم الاستناد إليها بشكل مباشر في الفصل الرابع من الدراسة، لاشتقاق النتائج وتفسيرها وفق محاور البحث.

الملحق رقم (2): مصفوفة نتائج تحليل مقابلات المشاركين

مقدمة تحليلية:

نظرًا لأهمية الشفافية العلمية في عرض نتائج البحوث النوعية، يتضمن هذا الملحق المصفوفة الكاملة لعملية ترميز المقابلات التي أُجريت مع الأسر والخبراء.

وقد تم اتباع أسلوب التحليل الموضوعي (Thematic Analysis) وفقاً للمنهجية المقترحة من Braun & Clarke (2006)، حيث مرّت عملية الترميز بعدة مراحل متسلسلة:

1. الترميز المفتوح: (Open Coding)

جرى في هذه المرحلة استخراج الأفكار والمعاني الأولية مباشرة من نصوص المقابلات، وذلك من خلال قراءة دقيقة ومتكررة للنصوص وتحديد العبارات ذات الدلالة.

2. الترميز المحوري: (Axial Coding)

تم تجميع الرموز المتشابهة وربطها بمحاور أوسع تعكس علاقات ومعاني مشتركة، مما ساعد في تقليص حجم البيانات وتحويلها إلى فئات أكثر وضوحاً.

3. الترميز الموضوعي: (Selective/Thematic Coding)

في هذه المرحلة تم استخلاص الموضوعات الرئيسية (Themes) التي تُعبر عن التحديات والفرص والتصورات المستقبلية، مع ربطها مباشرة بأهداف وأسئلة الدراسة.

وقد تمثل ناتج هذه العملية في مصفوفة شاملة تبين الرموز الأولية، المحاور الفرعية، والموضوعات الرئيسية، مدعومة باقتباسات مباشرة من المشاركين. وإذ نعرض هذه المصفوفة هنا في الملحق، فإن الهدف هو تمكين القارئ من الاطلاع على تفاصيل عملية التحليل كاملة، بما يعكس المصداقية والعمق المنهجي للبحث.

يتضمن هذا الملحق نتائج تحليل المقابلات شبه الموجهة التي أُجريت مع عينة الدراسة، والتي شملت فئتين رئيسيتين هما:

1. المستخدمون النهائيون (الأسر المقيمة في مجمع سكني ذكي بمدينة الرياض).

2. مجموعة من الخبراء والمختصين في مجالات التفكير التصميمي، الذكاء الاصطناعي، وإدارة الطاقة.

وتمثل أبرز الاستجابات التي عكست التصورات، والتحديات، والتجارب المتعلقة بموضوع البحث، وقد تم تصنيفها ضمن موضوعات فرعية رئيسية ظهرت من خلال التحليل الموضوعي. وتُسهم هذه البيانات النوعية في دعم نتائج الدراسة وتعزيز موثوقيتها.

ملاحظة: تم تصنيف المشاركين حسب رقم المقابلة، مع توضيح نوع العينة والموضوع الفرعي والاقتباس التوضيحي، بالإضافة إلى معلومات موجزة عن كل عينة.

مصفوفة الترميز لتحليل مقابلات المشاركين:

رقم المقابلة	نوع العينة	تفاصيل العينة	الموضوع الفرعي	الكود الأولي (Initial Code)	القيم/المحور الرئيسي (Theme)	اقتباس توضيحي
1	أسرة	أسرة مكونة من أب وأم وطفلين	صعوبات تقنية	أعطال غير متوقعة بالأجهزة	تحديات تقنية	بعض الأجهزة الذكية تطفئ فجأة ولا أعلم كيف أتعامل معها
2	أسرة	أسرة مكونة من أم وأبناء اثنين	ضعف التفاعل	عدم استخدام جميع الميزات	محدودية الاستخدام	لا نستخدم كل الميزات لأننا لا نعرف عنها شيئاً
3	أسرة	أسرة مكونة من زوجين فقط	الحاجة للتدريب	غياب الإرشادات الأولية	نقص التدريب	لم نحصل على أي شرح لكيفية استخدام النظام عند الانتقال للسكن
4	أسرة	أسرة من خمسة افراد بينهم مراهقين	محدودية الفهم	الاعتماد على فرد واحد مطلع	ضعف الفهم التقني	ابني هو الوحيد الذي يعرف كيف يشغل التطبيقات الذكية

5	أسرة	أسرة مكونة من جدة وحفيدين	صعوبة التفاعل	تعقيد واجهة التطبيق	تحديات الاستخدام	واجهة التطبيق معقدة وأحيانا لا تستجيب
6	أسرة	أسرة من ثلاثة أفراد أم، أب، طفل	ضعف الفائدة المتوقعة	الشك في جدوى النظام	فجوة بين التوقعات والنتائج	لا أشعر أن النظام يقلل فعلا من الفاتورة
7	أسرة	أسرة مكونة من أربعة أفراد	عدم وجود دعم فني	غياب خط مساعدة سريع	دعم فني غير كافٍ	لو في رقم تواصل سريع لحل المشاكل كان الوضع أفضل
8	أسرة	أسرة مكونة من أم وابنتين	الإعتماد على الآخرين	عدم القدرة على الاستخدام الفردي	الاعتماد على أطراف أخرى	لا أستطيع استخدام النظام بنفسني، أطلب من ابنتي كل مرة
9	أسرة	أسرة مكونة من أم و3 أطفال	قلة الفهم العام	عدم معرفة المصطلحات	ضعف الثقافة التقنية	حتى الآن لا أعرف ما معنى "إدارة الطاقة" بالتطبيق حتى الآن.
10	أسرة	أسرة من زوج وزوجة وطفلين تحت 10 سنوات	الحاجة للبساطة	الرغبة في حلول مباشرة	تبسيط واجهة الاستخدام	أريد طريقة بسيطة وواضحة لتقليل استهلاك الكهرباء
11	خبير	خبير في تصميم واجهات الاستخدام	التصميم غير ملائم	تجاهل اختلاف الفئات العمرية	قصور في التصميم المراعي لاحتياجات المستخدم	كثير من الأنظمة صممت دون مراعاة اختلاف الفئات العمرية

12	خبير	خبير في الذكاء الاصطناعي وأنظمة الطاقة	أهمية التبسيط	ضرورة عدم تعقيد الواجهة	تبسيط الحلول التقنية	المستخدم لا يجب أن يكون خبيراً لفهم كيفية التحكم في إستهلاك الطاقة
13	خبير	خبير تقني في البنية التحتية الذكية	البنية التحتية	ضعف الربط الشبكي	قيود البنية التحتية	ضعف الربط الشبكي في بعض المناطق يمنع الإستفادة من التقنيات الذكية
14	خبير	خبير في السياسات الوطنية للطاقة	الحاجة إلى سياسات داعمة	غياب خطة وطنية متكاملة	السياسات والدعم المؤسسي	يجب أن تكون هناك خطة وطنية متكاملة للتحويل إلى إستهلاك ذكي

تشير الموضوعات الفرعية المستخلصة من إجابات المشاركين إلى وجود فجوة إدراكية ومعرفية لدى المستخدمين النهائيين فيما يتعلق باستخدام وتفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن بيئة المنزل الذكي، بالإضافة إلى تحديات فنية وسلوكية وتنظيمية أشار إليها المختصون. وقد ساعدت هذه البيانات النوعية على تعميق الفهم لطبيعة المشكلات واقتراح توصيات واقعية قابلة للتطبيق، خاصة في ما يخص التفاعل البشري مع الأنظمة الذكية، وأهمية تصميم واجهات مستخدم سهلة وشاملة لجميع الفئات.

كما تدعم هذه النتائج أقساماً رئيسية من الدراسة، خصوصاً الفصل الرابع (نتائج الدراسة)، وتُعد مرجعاً تطبيقياً يُعزز من مصداقية التحليل النوعي ويبرز التوصيات المقترحة في الدراسة.