

عنوان الرسالة

الواجهة الخامسة بالمباني وأثر إدارة المشاريع الرشيقة في تطورها وإزالة تشوهها
البصري بالمملكة العربية السعودية

The Fifth Building Facade and the Impact of Agile Project Management on
Its Modern Renovation Experience in the Kingdom of Saudi Arabia

إعداد الطالب:

المهندس المعماري . باسم بن حسن عقيل البنجي

Eng.Bassem Hassan Aqeel Albanji

إشراف:

المشرف البروفسور

فيصل جراد

المشرف البروفسور

الفيصل عبد الحميد حسن

العام الدراسي:

2026

حقوق الطباعة

حقوق الطبع والنشر

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة © ٢٠٢٦ م

الاسم: المهندس زباسم بن حسن البنجي

العنوان: إطار إداري مستدام لإعادة تأهيل المشهد الحضري لأسطح المباني ضد التشوه البصري: دراسة مقارنة وتطبيقية بين مدينة تبوك ومشروع نيوم.

الجهة: كلية الهندسة - جامعة [ميد أوشن] - المملكة العربية السعودية.

إشعار حقوق الملكية الفكرية (Copyright Notice):

لا يُسمح بإعادة إنتاج أي جزء من هذه الرسالة، أو تخزينه في أنظمة استرجاع المعلومات، أو نقله أو تصويره بأي شكل من الأشكال أو بأي وسيلة (إلكترونية، ميكانيكية، تسجيلية، أو غيرها) دون الحصول على موافقة خطية مسبقة من الباحث أو من عمادة الدراسات العليا بجامعة [اسم جامعتك].
يُستثنى من ذلك الاقتباس الأكاديمي القصير لأغراض النقد أو المراجعة العلمية، شريطة الالتزام بالأمانة العلمية والإشارة الصريحة والدقيقة للباحث والرسالة كمصدر رئيسي وفقاً للأنظمة واللوائح الجامعية المعتمدة.

ملخص الرسالة :

يهدف البحث إلى بناء إطار عمل إداري وهندسي مستدام لمعالجة التشوه البصري لـ "الواجهة الخامسة" (الأسطح الإنشائية) بمباني تبوك، مستلهماً من المنظومة الصفيرية لمشروع نيوم. وتكمن المشكلة في الفجوة التنظيمية والبيئية الناتجة عن الانتشار العشوائي وغير المعزول حرارياً للمكيفات والخزانات والأطباق الفضائية، مما يسبب تشوهاً حضرياً وهدراً طاقياً حاداً عبر القطاعات (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية) في مناخ المنطقة الصحراوي الجاف. وتتبلور الأهداف في تقييم مسببات التشويه، وتحديد المواد المستدامة الأعلى كفاءة (WPC والألمنيوم المخرم)، وحساب الجدوى المالية والوفر الطاقى المحقق للامتثال البلدي [١.٣.٤، ١.٤.١]. واعتمدت المنهجية على المنهج المختلط المتتابع (Sequential Mixed-Method)؛ واشتمل مجتمع البحث وعينته على ملاك العقارات السكنية بتبوك (عينة عشوائية N=384، وإدارات المشاريع الحكومية والشبه حكومية (عينة قصدية)، وخبراء التخطيط بأمانة تبوك ونيوم لإجراء المقابلات، بجانب نمذجة مبنى قياسي افتراضي. وتمثلت أساليب تحليل البيانات في الإحصاء الوصفي والاستدلالي (ANOVA, T-test, Cronbach's Alpha) عبر برنامج SPSS، والمحاكاة الحرارية ببرنامج DesignBuilder، وحساب مؤشرات الجدوى (ROI, NPV, CPM) عبر برنامج MS Project. وأسفرت النتائج عن إثبات أن التغطية المستدامة تحقق وفراً طاقياً سنوياً للتبريد بنسبة (١٥% - ٢٥%) بفترة استرداد مالي (٣.٧ سنوات)؛ وخلصت الدراسة إلى تقديم "دليل إرشادي موحد" لتبنيه من أمانة تبوك لتسريع إصدار شهادات امتثال المباني ونقل المعرفة الصفيرية من نيوم للمدن القائمة

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين، حمداً يوافي نِعَمه ويكافئ مَزِيدَه، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.. أما بعد،
فإن عظيم الامتنان والفضل يعود أولاً وأخيراً لله سبحانه وتعالى، الذي أنعم عليّ بنعمة العلم والتوفيق، وأمدني بالصبر والعزيمة لإتمام هذا العمل البحثي وإخراجه إلى النور.
ويسرني ويشرفني أن أتقدم ببالغ الشكر والتقدير وعظيم العرفان إلى أستاذي الفاضل وسعادة المشرف على هذه الرسالة، الدكتور [اسم المشرف]، الذي كان لتقديره وتوجيهاته السديدة، وعلمه الوافر، وصبره الأكاديمي خير منارٍ أضاء لي معالم الطريق في هذا البحث، فجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتوجه بأسير الشكر والإجلال لأصحاب السعادة أعضاء لجنة المناقشة والحكم الموقرين، لتفضلهم بقبول قراءة هذه الرسالة وتحكيمها، والذين سأتشرف بلا شك بملاحظاتهم العلمية القيمة التي ستقوم هذا العمل وترتقي به.

وإيماناً بفضل أهل الفضل، أتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى جامعة ميد أوشن وجميع أعضاء الهيئة التدريسية، لما قدموه لي من بيئة أكاديمية محفزة. كما يمتد شكري وتقديري إلى المسؤولين والمهندسين بالجهات الحكومية والشبه حكومية على تعاونهم المثمر وتزويدي بالبيانات والتوجيهات الميدانية التي أثرت الجانب التطبيقي للدراسة.

أما الملاذ الآمن والدافع الأكبر، فخالص شكري وعظيم امتناني لـ [والديّ العزيزين]، اللذين غمراني بدعواتهما الصادقة، وسانداني بصبرهما وحبهما طوال مسيرتي العلمية، وإلى [عائلتي الكريمة وكل من ساندني من الزملاء والأصدقاء]، فلهم مني جميعاً كل الوفاء والتقدير.

الباحث /

المهندس المعماري

باسم بن حسن عقيل البنجي

فهرس المحتويات

العنوان.....	رقم الصفحة.....
الغلاف.....	١
حقوق الطباعة.....	٢
ملخص الرسالة.....	٣
الشكر والتقدير.....	٤
الفهرس.....	٥
قائمة المصطلحات.....	٦
مقدمة الرسالة.....	٧
المراجع الأدبية :.....	٨
مشكلة البحث.....	٩
فرضيات البحث.....	١٠
أهداف البحث:.....	١١
أهمية البحث:.....	١٢
منهجية البحث :.....	١٣
محددات البحث :.....	١٤
تساؤلات الدراسة الرئيسية :.....	١٥
الدراسات السابقة.....	١٦
المتطلبات الرئيسية للبحث.....	١٧
مجتمع وعينة الدراسة.....	٢٠-١٨
أداة الدراسة.....	٢١
أساليب التحليل الاحصائي.....	٢٤-٢٢
المراجع.....	٢٥

قائمة المصطلحات

التسلسل	المصطلح بالإنجليزية	المصطلح باللغة العربية	العرف الإجرائي والدلالة في الرسالة
١	The Fifth Elevation	الواجهة الخامسة	المفهوم المعماري الحديث الذي يطلق على الأسطح الإنشائية للمباني، ويتم التعامل معها في البحث كفراغ يحتاج للتأهيل البصري والبيئي.
٢	Visual Pollution	التشوه البصري	التلوث غير المادي الناتج عن الانتشار العشوائي لخدمات الأسطح (مكيفات، خزانات، أطباق) مما يخل بالهارموني البصري لمدينة منطقة تبوك.
٣	Retrofitting	إعادة التأهيل / التطوير	عملية التدخل الهندسي لإصلاح وتعديل أسطح المباني القائمة والمسكونة بتبوك دون قطع الخدمات، لرفع كفاءتها البيئية والجمالية.
٤	Green Buildings (SBC 1001)	المباني الخضراء	المباني المصممة أو المعاد تأهيلها لتقليل استهلاك الطاقة والموارد، وبحثنا يطبق معاييرها عبر تظليل وحماية المنظومات الميكانيكية بالسطح
٥	Building Compliance Certificate	شهادة امتثال المباني	التشريع الإلزامي الصادر عن وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، والذي يعد المنطلق التنظيمي للبحث لمعالجة عشوائيات الأسطح بتبوك
٦	Value Engineering (VE)	هندسة القيمة	المنهجية الإدارية المالية المطبقة بمشروعنا لموازنة التكلفة الرأسمالية للمواد (CAPEX) مع أعلى أداء تقني ووفر تشغيلي طاقي (OPEX).
٧	WPC (Wood Plastic Composite)	الخشب البلاستيكي	مادة هجينة مستدامة معاد تدويرها، يقترحها البحث كفضل خامة لعزل وتغطية خزانات المياه وممرات الأسطح لمقاومة مناخ تبوك.
٨	Perforated Aluminum	الألمنيوم المخرم	الخامة الهندسية المقترحة لتغطية كمبوسرات التكييف بحجب بصري كامل مع توفير تهوية ديناميكية تمنع ارتداد الهواء الساخن.
٩	SMATV	شبكة الاستقبال المركزي	البديل الهندسي المقترح للقضاء على الانتشار العشوائي لأطباق الدش الفضائية عبر دمجها في شبكة اتصالات واحدة ومخفية بالسطح.
١٠	District Cooling	أنظمة التبريد المركزي المائي	نموذج البنية التحتية الصفرية المستلهم من مشروع نيوم، والذي يهدف لإلغاء وجود كمبوسرات التكييف التقليدية فوق أسطح المباني تماماً.
١١	WBS (Work Breakdown Structure)	هيكلية تقسيم العمل	الأداة الإدارية المستخدمة لتفكيك مشروع معالجة أسطح المباني إلى حزم عمل صغيرة ومحكمة يسهل تسعيرها وجدولتها وتثبيتها.
١٢	CPM (Critical Path Method)	طريقة المسار الحرج	الأسلوب الزمني المتبع في البحث (عبر MS Project) لجدولة الأنشطة الحاكمة لضمان تركيب السواتر دون قطع خدمات التكييف أو المياه عن السكان.
١٣	ROI (Return on Investment)	العائد على الاستثمار	المؤشر المالي المحسوب بالبحث لإثبات أن الوفر المحقق في فواتير كهرباء التكييف يغطي التكلفة الرأسمالية للمواد المستدامة في ٣,٧ سنوات.

مقدمة الرسالة (Research Background)

- تشهد المملكة العربية السعودية طفرة تنموية وحضرية غير مسبوقة مدفوعة بـ "رؤية المملكة ٢٠٣٠"، والتي جعلت من الاستدامة البيئية، وتحسين جودة الحياة، وأمنه المدن ركائز أساسية في الاستراتيجية الوطنية. وفي قلب هذا التحول الحركي والعمراني، تبرز منطقة تبوك كبؤرة جذب عالمية لتبنيها مشروع "نيوم"؛ النموذج المستقبلي للمدن الذكية المستدامة ذات الأثر الكربوني الصفري. هذا الجوار الجغرافي يخلق تباينًا هندسيًا وتخطيطيًا يستدعي دراسة كيفية نقل المعرفة من المدن المستقبلية (نيوم) لتطبيقها في إعادة تأهيل المدن القائمة (مدينة تبوك).
- تُعد الأسطح الإنشائية للمباني بمثابة "الواجهة الخامسة" للمدينة، وهي المساحة الأكثر عرضة للعوامل الجوية والأكثر إهمالاً من الناحية البصرية والتخطيطية في العمارة التقليدية المعاصرة. إن الانتشار العشوائي وغير المدروس للخدمات الميكانيكية والكهربائية فوق أسطح المباني—مثل وحدات التكييف الخارجية (الكمبريسورات)، وخزانات المياه البلاستيكية والمعدنية، وأطباق استقبال البث الفضائي العشوائية—أدى إلى تشوه بصري حاد يؤثر سلبًا على الهوية العمرانية للمدينة.
- علاوة على الأثر البصري، فإن هذا التوزيع العشوائي يحمل أبعادًا بيئية واقتصادية حرجية؛ حيث تساهم أشعة الشمس المباشرة والظروف المناخية الجافة والحارة لمنطقة تبوك صيفًا في رفع الأحمال الحرارية على أجهزة التكييف والخزانات، مما يترتب عليه هدر طاقي كبير، وتسارع في تلف المعدات، وارتفاع في تكاليف الصيانة والتشغيل. يتطلب حل هذه الإشكالية المعقدة منهجية تكاملية لا تقف عند حدود التصميم المعماري التجميلي فحسب، بل تمتد لتدمج معايير العمارة الخضراء والمستدامة وفق كود البناء السعودي (1.4.1) (SBC 1001)، (1.4.2)، وتُدار من خلال أطر عملية احترافية لإدارة المشاريع (Project Management) تضمن الكفاءة المالية والجدولة الزمنية الرشيدة لتأهيل هذه الأسطح عبر مختلف القطاعات (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية) بالتوافق مع التوجهات التنظيمية الحديثة مثل "شهادة امتثال المباني" الصادرة عن وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان .

المراجع الأدبية (Literary References)

تابع الفصل الثاني: مراجعة المراجع الأدبية (Literature Review)

١. الأدبيات الخاصة بالمشهد الحضري والتشوه البصري للأسطح (Visual Pollution Literature)

أكدت الأدبيات المعاصرة في التخطيط الحضري أن الواجهات المعمارية لا تقتصر على المستويات الأربعة الرأسية للمبنى، بل تمتد لتشمل السطح الإفقي كواجهة خامسة حاكمة للمنظور البصري للمدينة (Skyline).
• **تشويه خط السماء:** تشير أدبيات العمارة إلى أن الانتشار العشوائي وغير المنظم للمعدات الميكانيكية يخلق تلوثاً ناتجاً عن تشتت الكتل الجمالية ومخالفة معايير "النسبة الذهبية" والهاموني العمراني.
• **الأثر النفسي والبيئي:** يمتد تأثير هذا التشوه البصري من إضعاف الهوية العمرانية لمدن مثل مدينة تبوك، إلى تشويه الصورة الذهنية للمدينة السياحية أو المستدامة، وهو ما جعل الإدارة الحضرية الحديثة تفرض تشريعات صارمة مثل (شهادة امتثال المباني) لضبط وحوكمة مظهر هذه الخدمات ومنع رؤيتها من الفراغ العام للشارع .

٢. الأدبيات الخاصة بكفاءة الطاقة والمباني الخضراء (Green Building & Energy Literature)

تجاوزت الأدبيات الهندسية الحديثة النظرة التجميلية للسواتر، لتبحث في الخصائص الحرارية والميكانيكية للمواد وعلاقتها بالديناميكا الحرارية للأجهزة (Thermodynamics):
• **ظاهرة الجزر الحرارية المصغرة (Micro-Thermal Heat Islands):** تبين الأدبيات أن ترك كمبوسرات التكييف وخزانات المياه مكشوفة تحت الإشعاع الشمسي المباشر في المناخ الصحراوي الجاف لمنطقة تبوك، يؤدي إلى تخزين البلاطة الخرسانية للحرارة، مما يرفع درجة حرارة الهواء المحيط بالمكتفات.
• **معامل الأداء (COP):** تثبت الدراسات الميكانيكية أن ارتفاع حرارة الهواء المحيط بوحدة التكييف يقلل من كفاءة طرد الحرارة، مما يجبر الضاغط على استهلاك طاقة أعلى بنسب تتراوح بين ١٥% إلى ٢٥% لتغطية الحمل الحراري ، من هنا، تفرض أدبيات المباني الخضراء وفق كود البناء السعودي (SBC ١٠٠١) ضرورة تظليل هذه المعدات ومراعاة معامل الانعكاس الشمسي (SRI) للمواد المستخدمة

٣. الأدبيات الخاصة بإدارة المشاريع وهندسة القيمة (Project Management & VE Literature)

تركز أدبيات إدارة المشروعات على كيفية تحويل هذه الحلول الهندسية والبيئية إلى مشاريع قابلة للتنفيذ التجاري والحكومي من خلال أطر حوكمة صارمة:
• **مشاريع إعادة التأهيل (Retrofitting):** تُصنف معالجة الأسطح القائمة ضمن مشاريع التطوير عالية المخاطر نظراً لتنفيذها في مبانٍ مأهولة بالسكان أو الموظفين. وتؤكد أدبيات معهد إدارة المشاريع (PMI) على حتمية الجدولة الزمنية الرشيدة بطريقة المسار الحرج (CPM) لتنفيذ التركيبات دون انقطاع الكهرباء أو المياه.
• **هندسة القيمة (Value Engineering):** تركز الأدبيات المالية على معيار موازنة التكلفة الرأسمالية (CAPEX) لشراء خامات مستدامة (مثل الألمنيوم المخرم أو الخشب البلاستيكي WPC) مع خفض التكاليف التشغيلية (OPEX). وتثبت الأدبيات الاقتصادية أن الاستثمار في كفاءة طاقة غلاف المبنى يحقق عائداً استثمارياً (ROI) سريعاً من خلال الوفورات التراكمية في فواتير الاستهلاك اليومي.

٤. التباين التخطيطي ونقل المعرفة (نيوم كمرجعية أدبية)

تطرح الأدبيات التخطيطية الحديثة لعام ٢٠٢٦ نموذج المدن الإدراكية كحل جذري لعشوائيات المدن التقليدية؛ حيث تقدم نيوم (NEOM) المرجعية الأدبية المثالية للأنظمة الصفورية:

• **إلغاء تشتت الأسطح:** تعتمد نيوم على "التصميم من الصفر" عبر شبكات التبريد المركزي المائي (District Cooling) وشبكات الألياف الضوئية الموحدة المشتركة، مما يفرغ الأسطح تماماً لتقوم بأدوار بيئية نشطة (Active Roofs) كالزراعة الحضرية أو إنتاج الطاقة الشمسية.

• **تجسير الفجوة:** تمثل الأدبيات التخطيطية لرسالتني آليه "تطويع" هذه الفلسفة المستقبلية وتحويلها إلى حزم معالجة هجينة (سواتر معزولة ميكانيكياً وشبكات استقبال مركزي SMATV) تناسب الواقع العمراني والتشريعي لمدينة تبوك .

مشكلة الرسالة (research problem)

التشوه البصري:

الانتشار العشوائي وغير المدروس للخدمات الميكانيكية (مثل وحدات التكييف وخطوط الأنابيب الخاصة بها، خزانات المياه، أطباق الأقمار الصناعية) يؤثر سلباً على جماليات **الواجهة الخامسة** العمرانية والحضرية.

• تحديات الاستدامة:

• عدم دمج هذه الخدمات ضمن المنظومة البيئية للمبنى مما يؤدي إلى هدر الطاقة، وزيادة الحمل الحراري، وتسرب المياه.

• **إدارة التنفيذ والصيانة:** غياب الخطط الإدارية لتنظيم صيانة هذه المعدات، مما يؤدي إلى تراكمها بشكل عشوائي دون معايير هندسية محددة.

فروض الرسالة (Research Assumption)

• (هذه الفرضيات يتم اختبارها إحصائياً عبر برنامج SPSS بناءً على إجابات الاستبيان لربط الجانب المالي بالتقني والاستدامة)

• الفرضية الأولى (الربط بين التقني والاستدامة البيئية):

- H_0 (الفرضية الصفرية): لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام مواد التغطية المستدامة (WPC/المنيووم المخرم) فوق الأسطح وخفض معدلات الحمل الحراري (استهلاك طاقة التكييف) في مناخ تبوك.
- H_1 (الفرضية البديلة): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية إيجابية؛ حيث يؤدي تظليل وحماية الأجهزة بالمواد المستدامة إلى خفض ملحوظ في استهلاك الطاقة

• الفرضية الثانية (الربط بين القطاع والإدارة المالية):

- H_0 : لا يختلف مستوى الاستعداد المالي للاستثمار في معالجة الأسطح باختلاف قطاع المبنى (سكني، حكومي، شبه حكومي).
- H_1 : يختلف مستوى الاستعداد المالي والجدوى الاقتصادية (ROI) بشكل جوهري تبعاً لطبيعة القطاع ونظام حوكمته المالي.

• الفرضية الثالثة (الربط بين التنظيم والامتثال البصري):

- H_0 : تطبيق "شهادة امتثال المباني" من قبل أمانة تبوك لا يساهم في تسريع تبني الملاك للحلول الهندسية المستدامة للأسطح.
- H_1 : توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين الالتزام بالتشريعات البلدية والإقبال على تنفيذ مشاريع تحسين المشهد الحضري للأسطح.

• فرضيات البحث الإحصائية

- **الفرضية الأولى:** توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين عزل وتظليل الخدمات الميكانيكية فوق الأسطح باستخدام مواد مستدامة، وخفض معدلات استهلاك طاقة التكييف (الحمل الحراري) في مناخ تبوك.
- **الفرضية الثانية:** يختلف مستوى الجاهزية والاستعداد المالي لتبني مشاريع تحسين المشهد الحضري للأسطح بشكل جوهري تبعاً لقطاع المبنى (سكني، حكومي، شبه حكومي).
- **الفرضية الثالثة:** تساهم الأطر التنظيمية الإلزامية (مثل شهادة امتثال المباني) بشكل مباشر في تسريع وتيرة تبني الحلول الهندسية المستدامة للأسطح مقارنة بالمبادرات التطوعية

أهداف الدراسة (Research Objectives)

- تحليل وتقييم الأسباب الجذرية للتشوه البصري للأسطح في المباني القائمة والحديثة (الواجهة الخامسة).
- اقتراح حلول معمارية وهندسية (مثل استخدام الـ Louvers أو الأسقف المستعارة المعدنية والستائر الخضراء) لتغطية هذه الأجهزة دون التأثير على كفاءة عملها.
- التكامل مع مفاهيم المباني الخضراء لتقليل استهلاك الطاقة (مثل استخدام أنظمة تكييف مركزية مخفية وصديقة للبيئة).
- تطوير نموذج إداري وفق معايير إدارة المشاريع (PMBOK) يضبط مراحل (التصميم - التوريد - التركيب - التشغيل والصيانة) لهذه المعدات.

٣. أهمية الرسالة (research importance)

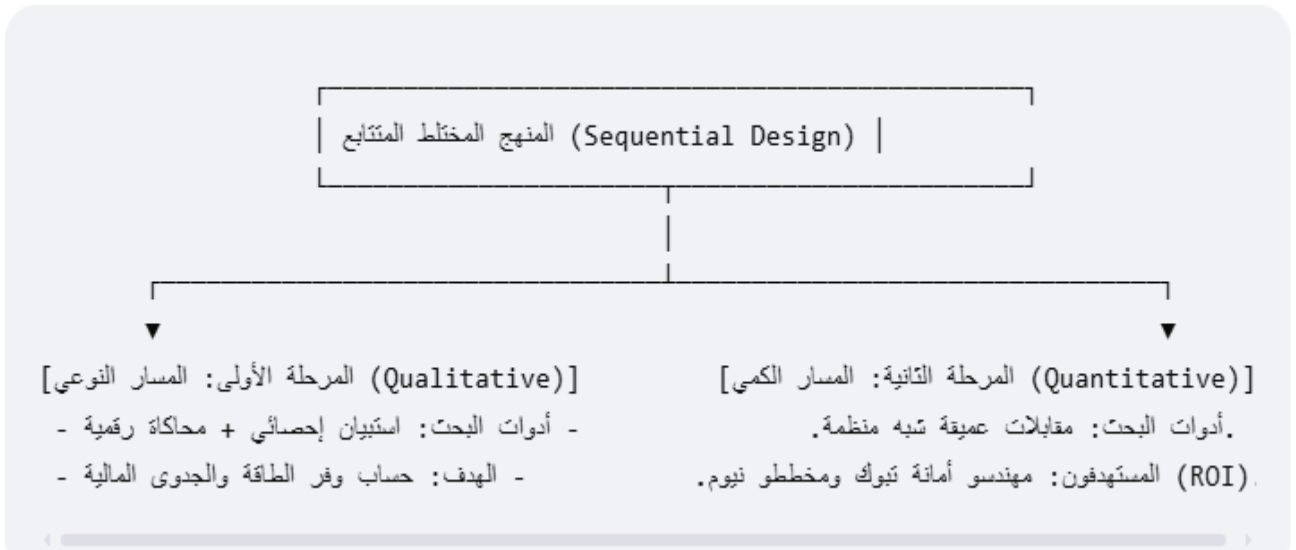
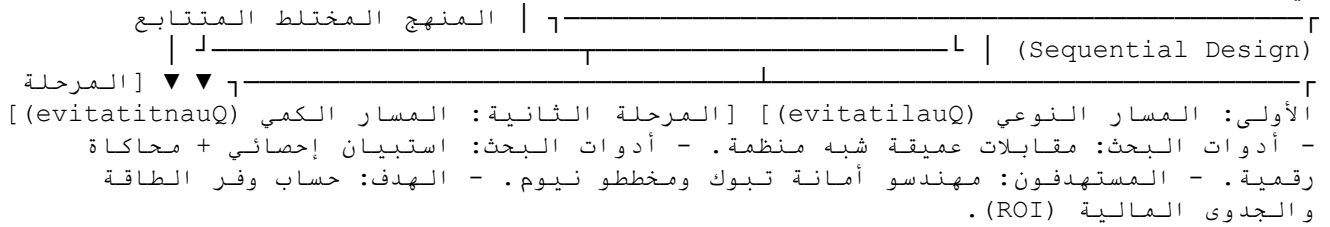
ما ستحققه الرسالة من فوائد تطبيقية للجهات التشريعية والتنفيذية ولرؤية ٢٠٣٠ .

- نموذج انتقال Transition Model تقديم دليل إرشادي لكيفية تحويل الأسطح (الواجهة الخامسة) المشوهة التقليدية في تبوك لتتقرب من الكفاءة البيئية والبصرية المطبقة في نيوم.
- تحسين جودة الحياة: زيادة الرقعة البصرية المريحة بما يتماشى مع "مشاريع بهجة وأنسنة المدن " التي تنفذها أمانة تبوك.

المنهجية وطرق البحث (Research Methodology & Methods)

١. المنهجية العامة للبحث (Research Design)

تعتمد الدراسة على المنهج المختلط الذي يجمع بين الأدوات النوعية (Qualitative) لاستكشاف التشريعات وفلسفة التصميم في نيوم وتبوك، والأدوات الكمية (Quantitative) لقياس الجدوى المالية، والوفر في الطاقة، ومستوى جاهزية الملاك. يسير البحث في مسارين متتاليين ومتراپطين:



٢. مجتمع وعينة الدراسة (Population & Sampling)

يتم تقسيم عينة البحث هندسياً وإدارياً إلى ثلاث فئات لضمان تغطية القطاعات (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية):

- **العينة العشوائية البسيطة (ملاك ومستأجري العقارات بتبوك):** حجم عينة مستهدف لا يقل عن ٣٨٤ مشاركاً (وفق معادلة كوشران للمجتمعات الكبيرة) لتعبئة الاستبيان، موزعين على أحياء مدينة تبوك.
- **العينة القصدية/العمدية (مديرو المشاريع والصيانة):** استهداف مديري المرافق والصيانة في المنشآت الحكومية (كالتعليم والصحة) والمنشآت الشبه حكومية (كالبنوك والشركات الكبرى بتبوك).
- **عينة الخبراء (صناع القرار):** اختيار (٦ إلى ٨) من القيادات الهندسية والمخططين في أمانة منطقة تبوك وإدارة المشاريع في نيوم لإجراء المقابلات.

منهجية البحث (Research Methodology)

٣. طرق وأدوات جمع البيانات (Data Collection Methods)

أولاً: أداة الاستبيان المغلق (Structured Questionnaire) - كمي

يُوزع إلكترونياً وميدانياً لقياس ثلاثة أبعاد:

- مستوى وعي المجتمع والجهات باشتراطات "شهادة امتثال المباني" لوزارة البلدية والإسكان.
- المشاكل الفنية الحالية التي تواجه الأجهزة (حرارة المياه، تراجع تبريد المكيفات بفعل طقس تبوك الجاف).

• القدرة والجاهزية المالية لتحمل تكاليف مشاريع معالجة الأسطح.

ثانياً: المقابلات شبه المنظمة (Semi-structured Interviews) - نوعي

تُجرى مع خبراء أمانة تبوك ونيوم لمناقشة:

• التحديات الإدارية والتمويلية التي تواجه الجهات الحكومية في طرح مشاريع تأهيل الأسطح (Retrofitting).

• آلية تطبيق معايير كود البناء السعودي الخضر (SBC ١٠٠١).

• كيفية تصميم نيوم لبنيتها التحتية الصفريّة لتفادي مشكلات الأسطح التقليدية، وكيفية نقل هذه المعرفة لتبوك.

ثالثاً: المحاكاة البرمجية والهندسية (Virtual Engineering Simulation) - كمي تطبيقياً

لا تكفي الرسالة بأراء الأفراد، بل تستخدم أسلوب المحاكاة الرقمية؛ حيث يتم بناء نموذج افتراضي

لسطح مبنى بتبوك يحتوي على معدات مكشوفة عبر برامج طاقة متخصصة مثل

(DesignBuilder / EnergyPlus). يتم إدخال بيانات الطقس القياسية لتبوك، واختبار حمل

استهلاك الطاقة للأجهزة قبل وبعد إدخال الخصائص الحرارية للمواد المستدامة المقترحة (كالخشب

البلاستيكي WPC والألمنيوم المخرم).

٤. طرق تحليل البيانات هندسياً وإدارياً (Data Analysis Methods)

• التحليل الإحصائي (عبر برنامج SPSS):

• استخدام معامل ألفا كرونباخ لاختبار ثبات استمارة الاستبيان.

• استخدام اختبار التباين الأحادي (ANOVA) واختبار (T-test) لتحليل الفروق الجوهرية

بين القطاعات (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية) في الجاهزية المالية والالتزام بالنظام

البلدي.

• التحليل المالي وهندسة القيمة (عبر معادلات Excel المتقدمة):

• تحويل نتائج وفر الطاقة (الناجمة من برامج المحاكاة) إلى قيم مالية حقيقية بناءً على تعرفه شركة الكهرباء السعودية للقطاعات.

• حساب صافي القيمة الحالية (NPV)، معدل العائد الداخلي (IRR)، وفترة استرداد رأس المال (Payback

Period) لإثبات الجدوى الاقتصادية للمشروع.

• التحليل الإداري والجدولة (عبر برنامج MS Project / Primavera):

• تطوير هيكلية تقسيم العمل (WBS) لخطوات التنفيذ.

• تطبيق طريقة المسار الحرج (CPM) لجدولة الأنشطة بما يضمن تركيب السواتر دون قطع

التكييف أو المياه عن المستفيدين داخل المباني القائمة.

محددات البحث (Research Limitations)

لضمان تحقيق أهداف البحث بدقة وموضوعية، جرى حوكمة نطاق الدراسة والالتزام بالحدود التالية:

الحدود المكانية (Spatial Bounds):

- اقتصر النطاق الجغرافي للدراسة الميدانية والتطبيقية على المباني الواقعة داخل الحدود الإدارية والنطاق العمراني لمدينة تبوك (بما تشمله من أحياء سكنية، ومنشآت حكومية وشبه حكومية تقع تحت إشراف أمانة منطقة تبوك).
- امتد النطاق التخطيطي والاستشرافي الحاكم للبحث ليشمل المشروعات والمجتمعات الإدراكية الذكية في مشروع نيوم (NEOM)، وذلك لغرض المقارنة، ونقل المعرفة، واستلهام الأنظمة المركزية الصفرية لتطويعها في معالجة مباني مدينة تبوك.

الحدود البشرية والمؤسسية (Human & Institutional Bounds):

- استهدفت الدراسة ملاك ومستأجري الوحدات السكنية في مدينة تبوك، بالإضافة إلى المهندسين ومديري المشاريع والمرافق (Facility Management) في القطاعين الحكومي والشبه حكومي بالمدينة.
- اقتصرت المقابلات شبه المنظمة على الخبراء وصناع القرار في إدارة رخص البناء وإدارة تحسين المشهد الحضري بأمانة منطقة تبوك، إلى جانب مهندسي قطاع البنية التحتية وأنظمة الطاقة المستدامة في مشروع نيوم.

الحدود الزمانية (Temporal Bounds):

- أجريت الدراسة الميدانية، وتوزيع الاستبيانات، وإجراء المقابلات العميقة، وحساب تقديرات أسعار المواد والتعرفة الكهربائية في السوق المحلي خلال العام الدراسي الحالي ٢٠٢٦ م.

الحدود الموضوعية والفنية (Thematic Bounds):

- اقتصر البحث في معالجة التشوه البصري لـ "الواجهة الخامسة" (الأسطح الإنشائية للمباني) على ثلاثة عناصر ميكانيكية وكهربائية رئيسية وهي: (وحدات التكييف الخارجية والكمبروسرات، خزانات المياه العلوية التقليدية البارزة، وأطباق استقبال البث الفضائي العشوائية)، وما يرتبط بها من تمديدات ظاهرة.
- لم تتطرق الدراسة إلى بقية عناصر التشوه البصري الأرضي أو الخارجي (مثل اللوحات الإعلانية، أو الكتابات الحائطية، أو أرصفة الشوارع).
- تركز الجانب البيئي للمباني الخضراء حصرياً على "كفاءة الطاقة الحرارية للمعدات" وفق كود البناء السعودي (١٠٠١ CBS) [١، ٤، ٢، ١، ٤، ١]، بينما تركز الجانب الإداري والمالي على "الجدولة الزمنية بالمسار الحرج (CPM)، وهيكلية تقسيم العمل (WBS)، وحساب الجدوى المالية (ROI)" دون الدخول في تفاصيل التصميمات الإنشائية التفصيلية أو حسابات الأحمال الدقيقة للمباني.

تساؤلات الدراسة الرئيسية (Research Questions)

- كيف يمكن تصميم إطار إداري ومالي مرن يتناسب مع اختلاف آليات اتخاذ القرار والتمويل بين القطاعات (السكنية، الحكومية، الشبه حكومية) في تبوك؟
- ما هي المواد التقنية والهندسية الأعلى كفاءة والأقل تكلفة (Value Engineering) لتغطية الأجهزة على الأسطح وتحمل مناخ تبوك الجاف؟
- كيف يمكن لمدينة تبوك الاستفادة من النماذج الصفرية لنيوم لتحقيق التوازن بين معالجة التشوه البصري ورفع كفاءة المباني الخضراء؟
- "كيف يمكن تطوير إطار إداري وهندسي مستدام لمعالجة التشوه البصري لخدمات الأسطح في مباني مدينة تبوك بما يتوافق مع معايير المباني الخضراء والدروس المستفادة من مشروع نيوم؟"
- ما هو واقع وحجم التشوه البصري والبيئي الناتج عن خدمات الأسطح بمدينة تبوك؟
- ما هي الخصائص التقنية والهندسية للمواد المستدامة (مثل الألمنيوم المخرم والخشب البلاستيكي WPC) الأعلى كفاءة والأقل تكلفة لعزل وتغطية هذه المعدات في مناخ تبوك؟
- ما هو الوفر المالي البيئي المتوقع (في استهلاك الطاقة وفترة استرداد التكلفة ROI) عند تطبيق معايير المباني الخضراء على هذه المعالجات؟
- كيف يمكن تصميم نموذج لإدارة المشاريع يحدد آليات الجدولة الزمنية (CPM) وهيكلية تقسيم العمل (WBS) لضمان تنفيذ أعمال التأهيل دون انقطاع الخدمات الحيوية للمباني؟

الفصل الثاني: مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة

المحور الأول: دراسات التخطيط الحضري والتشوه البصري لأسطح المباني

دراسة العتيبي (٢٠٢١):

العنوان والسياق: بحث في تقييم مظاهر التشوه البصري في المدن السعودية وتأثيرها على جودة الحياة الحضرية تماشياً مع مستهدفات رؤية ٢٠٣٠. ركزت الدراسة ميدانياً على تشوهات الواجهات الأرضية، واللوحات الإعلانية العشوائية، والكتابات الحائطية.

النتيجة: أثبتت وجود أثر نفسي وسلوكي سلبي حاد على السكان نتيجة التلوث البصري، وأوصت بتنفيذ الأنظمة الرقابية البلدية. علاقتها برسائلي: تفيد الدراسة في تأصيل الإطار النظري لأثر التشوه البصري، ولكنها أغفلت تماماً "الواجهة الخامسة" (الأسطح الإنشائية) ومكوناتها الميكانيكية كأحد المسببات الحركية للتشوه.

دراسة عمران وآخرون (٢٠١٩):

العنوان والسياق: ركزت على وضع معايير تصميمية بصرية لمعالجة تشوهات المباني القائمة والمصنفة ضمن المناطق التاريخية أو الحضرية المزدحمة.

النتيجة: أوصت الدراسة بضرورة إلزام الملاك بتركيب عناصر تغطية وسواتر تتوافق مع الهوية المعمارية المحلية للمدينة لتقليل العشوائية البصرية.

علاقتها برسائلي: تدعم التوجه المعماري لرسائلي في ضرورة إيجاد حلول تغطية وهندسة كتل، لكنها اقتصرت على الجانب التجميلي دون ربط هذه السواتر بالأداء الحراري للمعدات أو كفاءة الطاقة.

المحور الثاني: دراسات المباني الخضراء والكفاءة الحرارية للمعدات الميكانيكية

دراسة Al-Jubair et al (٢٠٢٢):

العنوان والسياق: دراسة هندسية بحثت في تأثير درجات الحرارة المرتفعة والإشعاع الشمسي المباشر في المناخ الصحراوي الجاف بالمملكة العربية السعودية على كفاءة المكثفات الخارجية لأجهزة التكييف الموزعة (Split Units).

النتيجة: أثبتت الدراسة مخبرياً ورقمياً أن الارتفاع الحراري حول الأجهزة يقلل من "معامل الأداء" (COP) للضاغط، مما يؤدي إلى قفزة في استهلاك الطاقة الكهربائية بنسبة تتراوح بين ١٨% إلى ٢٤%، ويسرع من التلف الميكانيكي للأنباب.

علاقتها برسائلي: تمثل هذه الدراسة الحجر الأساس العلمي للجانب الكمي والمحاكاة في رسائلي؛ حيث تثبت بالأرقام أن تظليل المكيفات بسواتر هندسية ذكية يحمل عائداً بيئياً وطاقياً ضخماً يتوافق مع معايير المباني الخضراء (SBC ١٠٠١).

دراسة Radwan & Ahmed (٢٠٢٠):

العنوان والسياق: تناولت جدوى تحويل أسطح المباني القائمة في البيئات الجافة إلى أسطح خضراء (Green Roofs) عن طريق الزراعة، لقياس مدى قدرتها على خفض الحمل الحراري للمبنى.

النتيجة: أكدت على فعالية الأسطح الخضراء في خفض درجات حرارة السقف، لكنها أشارت إلى عوائق تتعلق بارتفاع التكاليف الرأسمالية والتشغيلية المائتة للزراعة في البيئات الجافة.

علاقتها برسائلي: تدعم رسائلي في استعراض خيارات الاستدامة، لكن رسائلي يحل مشكلة هذه الدراسة عبر تقديم "حلول هجينة منخفضة التكلفة" (تغطية الأجهزة وسواتر WPC بدلاً من الزراعة الكاملة المكلفة للمباني القائمة).

المحور الثالث: دراسات إدارة مشاريع إعادة التأهيل (Retrofitting) وهندسة القيمة

دراسة Smith & Jones (٢٠١٨):

العنوان والسياق: تناولت تطبيق منهجيات إدارة المشاريع وطريقة المسار الحرج (CPM) في مشاريع إعادة تأهيل وتطوير المباني القائمة والمشغولة بالسكان (Retrofitting Projects).

النتيجة: خلصت الدراسة إلى أن إدارة التغيير في المباني المسكونة تتطلب جدولة زمنية بالغة الدقة (Phased Scheduling) لتفادي قطع الخدمات الحيوية، مع ضرورة وضع مصفوفة صارمة لإدارة المخاطر الإنشائية.

علاقتها برسائلي: تمنحني الإطار الإداري المنهجي لكيفية جدولة أعمال تركيب السواتر فوق أسطح مباني تبوك (القطاع السكني والحكومي) لضمان عدم تأثر السكان بقطع المياه أو التكيف أثناء سير المشروع.

دراسة المالكي (٢٠٢٣):

العنوان والسياق: بحثت في دور "هندسة القيمة" (Value Engineering) في ترشيد تكاليف تشغيل وصيانة المرافق والمنشآت الحكومية في المملكة العربية السعودية تماشياً مع مستهدفات كفاءة الإنفاق.

النتيجة: أوصت الدراسة بضرورة ربط كلفة شراء المواد (CAPEX) بعمرها الافتراضي وحجم الوفر التشغيلي (OPEX) الذي تحققه على المدى الطويل كمياري للموافقة على المشاريع.

١٧ علاقتها برسائلي: تفيدني مباشرة في صياغة الجانب المالي (الفصل الخامس)؛ حيث تطبق مفهوم هندسة القيمة لإثبات أن كلفة تركيب السواتر المستدامة يتم استردادها مالياً من خلال وفر فاتورة الكهرباء.

الفجوة البحثية (Research Gap)

رغم وفرة الدراسات السابقة التي ناقشت التشوه البصري التخطيطي بشكل منفصل، أو تلك التي ركزت على حسابات الطاقة والعزل ميكانيكياً بشكل مستقل، إلا أن هناك فجوة معرفية وتطبيقية واضحة في المكتبة الأكاديمية المعاصرة تمثلت في غياب إطار إداري ومالي يربط معالجة الواجهة الخامسة للمبنى بالأنظمة البلدية الإلزامية الحديثة. وتغطي هذه الرسالة هذه الفجوة من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية:

١. غياب التكامل بين الأبعاد الثلاثة (الجمالي، البيئي، والإداري)

أغلب الدراسات المعمارية السابقة تناولت "أغطية المكيفات والخزانات" كحل تجميلي خارجي بحت دون دراسة أثرها الحراري. في المقابل، ركزت الدراسات الهندسية على كفاءة الطاقة دون الاهتمام بالمظهر الحضري أو حوكمة تنفيذ المشروع. سدت هذه الرسالة الفجوة عبر تقديم إطار عمل يربط (الجمال المعماري) بـ (كفاءة الطاقة للمباني الخضراء) ومحكوم بـ (الجدولة الزمنية والتحليل المالي لإدارة المشاريع).

٢. الفجوة التشريعية المرتبطة بالأنظمة الإلزامية الحديثة (٢٠٢٤-٢٠٢٦)

لم تتطرق الدراسات السابقة لكيفية تحويل "معالجة التشوه البصري للأسطح" من مبادرة اختيارية مكلفة للملاك إلى أداة امتثال نظامية إلزامية. تأتي هذه الرسالة لتغطي هذه الفجوة عبر ربط الحلول الهندسية للمواد مباشرة باشتراطات "شهادة امتثال المباني" والآليات التنفيذية لمنصة بلدي وكود البناء السعودي الحضري (SBC ١٠٠١).

٣. فجوة نقل المعرفة الجغرافية والتخطيطية (بين تبوك ونيوم)

لا توجد دراسة سابقة بحثت في كيفية الاستفادة من المشاريع المستقبلية الصفيرية العملاقة ونقل معرفتها لإصلاح المدن التقليدية القائمة في نفس المنطقة الجغرافية. تسد الرسالة هذه الفجوة بتقديم "نموذج انتقال هجين" يستلهم فلسفة البنية التحتية والأنظمة المركزية الذكية في مشروع نيوم، ويطوعها هندسياً وإدارياً عبر حلول مرنة وقابلة للتطبيق الفوري لإعادة تأهيل مباني مدينة تبوك (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية).

١- المنطلق التشريعي والتنظيمي (Regulatory Premise)

- **المبدأ:** التحول من النظام الاختياري إلى الامتثال الإلزامي.
- **التفصيل:** تنطلق الرسالة من قرارات وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان الخاصة بتطبيق "شهادة امتثال المباني" والقضاء على مسببات التشوه البصري. وبما أن التشريع يمنع ظهور التمديدات والخزانات والمكيفات بشكل عشوائي للعيان، فإن الرسالة تنطلق من هذا المتطلب النظامي لتقديم الحلول الهندسية التي تساعد الملاك والجهات على تحقيق الامتثال دون الإضرار بكفاءة الأجهزة.

٢- المنطلق البيئي واستدامة الطاقة ((Environmental & Energy Premise

- **المبدأ:** تفعيل معايير العمارة الخضراء وكود البناء السعودي (.SBC 1001)
- **التفصيل:** تنطلق الدراسة من واقع مناخ منطقة تبوك الجاف والحار صيفاً؛ حيث يمثل ترك الأجهزة الميكانيكية (المبروسرات والخزانات) مكشوفة للشمس المباشرة ثغرة بيئية ترفع الأحمال الحرارية وتزيد استهلاك الطاقة بشكل هائل. ينطلق البحث من مبدأ تحويل أغشية المعالجة البصرية إلى "مظلات ذكية وعوازل حرارية" ترفع كفاءة الأجهزة (COP وتقلل الانبعاثات الكربونية تماشياً مع "مبادرة السعودية الخضراء".

٣- منطلق إدارة المشاريع وهندسة القيمة ((Project Management & VE Premise

- **المبدأ:** عقلنة التكاليف الرأسمالية (CAPEX) لتحقيق وفورات تشغيلية (OPEX)
- **التفصيل:** ينطلق البحث من مبنية علمية مفادها أن مشاريع تحسين المشهد الحضري وإعادة التأهيل (Retrofitting) لن تنجح ما لم تكن مجدية اقتصادياً ومحكومة إدارياً. ينطلق البحث من منهجيات معهد إدارة المشاريع (PMI) لإثبات أن تكلفة تركيب السواتر المستدامة هي استثمار رأسمالي يتم استرداده بالكامل في فترة زمنية قصيرة (Payback Period) عبر الوفرة المتحقق في فواتير الكهرباء والصيانة.

٤- المنطلق التخطيطي ونقل المعرفة (Knowledge Transfer Premise)

- **المبدأ:** تجسير الفجوة الحضرية بين مدن المستقبل والمدن القائمة.
- **التفصيل:** تنطلق الرسالة من التباين الجغرافي الفريد في منطقة تبوك، حيث تجاور مدينة تبوك التقليدية مشروع "نيوم" الذي يطبق بنية تحتية صفارية متطورة (تبريد مركزي مائي، شبكات اتصالات ومياه موحدة تحت الأرض). ينطلق البحث من مبدأ "نقل المعرفة" (Knowledge Transfer) لتطويع الاستراتيجيات الذكية لنيوم وتحويلها إلى حلول هجينة مرنة قابلة للتطبيق الفوري على المباني (السكنية والحكومية والشبه حكومية) في مدينة تبوك

مجتمع وعينة الدراسة (Research Population & Sampling)

- يتكون مجتمع وعينة الدراسة من شقين رئيسيين لضمان التكامل بين الجانبين (الكمي والنوعي) وتغطية القطاعات الثلاثة المستهدفة (السكنية، الحكومية، والشبه حكومية) في منطقة تبوك، بالإضافة إلى استقصاء الجانب التخطيطي المستقبلي في مشروع نيوم.

• أولاً: مجتمع الدراسة (Research Population)

- يشتمل مجتمع الدراسة المستهدف على الفئات التالية:

• القطاع السكني:

- جميع ملاك ومستأجري الوحدات السكنية (العائلات والفلل الفردية) الواقعة في النطاق العمراني لمدينة تبوك، والذين تنطبق على مبانيهم اشتراطات شهادة امتثال المباني المعنية بمعالجة التشوه البصري فوق الأسطح " الواجهة الخامسة " .

• القطاع الحكومي والشبه حكومي:

- مهندسو ومديرو المكاتب الفنية، وإدارات المشاريع والصيانة، وإدارات المرافق (Facility Management) في الوزارات الخدمية (كالتعليم والصحة)، والهيئات، والشركات المساهمة، والبنوك الكبرى العاملة في مدينة تبوك.

• صناع القرار ومخطو المدن:

- القيادات الهندسية والتنفيذية ببلديات أمانة منطقة تبوك، إلى جانب مخططي المدن والمهندسين البيئيين بإدارة المشاريع والبنية التحتية في مشروع نيوم.

مجتمع وعينة الدراسة (Research Population & Sampling)

ثانياً: عينة الدراسة (Research Sample)

تم تقسيم عينة الدراسة وتحديد حجمها وطرق اختيارها علمياً بناءً على أدوات البحث المستخدمة (المنهج المختلط) كالتالي:

١. عينة الاستبيان الإحصائي (القطاع السكني والجهات) - عينة عشوائية وقصدية

- **حجم العينة (القطاع السكني):** تم حساب حجم العينة الممثلة لملاك ومستأجري السكن في مدينة تبوك إحصائياً باستخدام معادلة كوشران (Cochran's Formula) للمجتمعات الكبيرة غير المحدودة عند مستوى ثقة 95% وهامش خطأ 5%:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5)}{(0.05)^2} \approx 384$$

• **حجم العينة (القطاع الحكومي والشبه حكومي):** تم استخدام العينة القصدية/العمدية (Purposive Sample) باستهداف (٤٠ إلى ٥٠) من مديري الصيانة والمرافق في المنشآت الإدارية والتجارية بتبوك لضمان الحصول على بيانات دقيقة حول ميزانيات التشغيل (OPEX) وآليات حوكمة المشاريع الحكومية.

٢. عينة المقابلات العميقة (الخبراء وصناع القرار) - عينة خبراء عمدية

تم اختيار عينة خبراء قصدية (Expert Purposive Sample) تتكون من (٦ إلى ٨) شخصيات قيادية هندسية تم توزيعهم بالتساوي بين جهتين رئيسيتين:

• (٣ - ٤) مهندسين من أمانة منطقة تبوك: من مسؤولي "إدارة رخص البناء" و "إدارة تحسين المشهد الحضري"؛ لاستقصاء التحديات الواقعية وعوائق الامتثال لشهادة المباني .

• (٣ - ٤) مهندسين ومخططين من مشروع نيوم: من المختصين في قطاع البنية التحتية المستدامة وأنظمة الطاقة؛ لفهم آليات التصميم الصفري وأنظمة التبريد المركزي المائي، وكيفية نقل هذه المعرفة هندسياً.

٣. عينة المحاكاة الهندسية والدراسة المالية (النمذجة التطبيقية)

• تم اختيار "نموذج مبنى قياسي افتراضي" (Prototypical Baseline Building) يمثل الهيكل

المعماري السائد في مدينة تبوك (مبنى سكني/إداري مكون من ٣ إلى ٤ طوابق)، ويحتوي على معدل خدمات قياسي (٣٠ وحدة تكييف منفصلة مكشوفة، و ٤ خزانات مياه علوية بارزة، وأطباق دش عشوائية).

يُعد هذا النموذج هو "العينة الفنية الحاكمة" التي تم إدخال بياناتها على برامج محاكاة الطاقة

(DesignBuilder) وحسابات الجدوى المالية (Excel) لقياس الأثر قبل وبعد التغطية بالمواد المستدامة (WPC والألمنيوم المخرم).

مجتمع وعينة الدراسة (Research Population & Sampling)

ملخص جدول العينات المعتمد في الرسالة

أداة البحث	القطاع/الجهة المستهدفة	نوع العينة	الحجم / العدد	الهدف من العينة
الاستبيان (كمي)	القطاع السكني بنبوك	عشوائية بسيطة	مشاركاً	قياس الوعي بالأنظمة والجهازية المالية
الاستبيان (كمي)	القطاع الحكومي والشبه حكومي	قصديّة عمدية	جهة	قياس تحديات حوكمة وكفاءة الإنفاق
المقابلات (نوعي)	أمانة نبوك + مشروع نبوك	عينة خبراء قصديّة	6 - 8 قيادات هندسية	استكشاف تشريعات الامتثال ونقل المعرفة الصغرية
المحاكاة (تطبيقي)	مبنى قياسي افتراضي بنبوك	نموذج نمذجة محكم	مبنى واحد مرجعي	حساب وفر كفاءة الطاقة وال ROI مالياً

تعتمد هذه الرسالة على تثليث أدوات الدراسة (Triangulation of Research Tools) لضمان شمولية البحث وعمق نتائجه، حيث تم تصميم ثلاث أدوات متكاملة لربط الجوانب التشريعية بالبلدية، والبيئية بالمباني الخضراء، والمالية بإدارة المشاريع:

١- الأداة الأولى: الاستبيان الإحصائي (Structured Questionnaire) - [كمي]

صُمم هذا الاستبيان ووجه إلى الفئات المستهدفة في مدينة تبوك وجمع بيانات رقمية تم تحليلها عبر برنامج (SPSS)، وتكوّن من أربعة محاور:

- **المحور الأول (البيانات العامة):** تحديد نوع المبنى (سكني، حكومي، شبه حكومي)، وطبيعة إشغاله.
- **المحور الثاني (تقييم المشهد الحضري):** قياس مدى إدراك المجتمع والمؤسسات لحجم التشوه البصري وأثره على كفاءة المعدات.
- **المحور الثالث (الوعي التنظيمي):** قياس مستوى المعرفة باشتراطات "شهادة امتثال المباني" الصادرة عن وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان .
- **المحور الرابع (إدارة المشاريع والمالية):** قياس الجاهزية المالية لتحمل التكاليف الرأسمالية (CAPEX) والعوائق التي تمنع بدء مشاريع إعادة التأهيل (مثل غياب التنسيق أو الخوف من انقطاع الخدمات).

٢- الأداة الثانية: المقابلات شبه المنظمة (Semi-structured Interviews نوعي)

- أداة نوعية عُُمِّقت من خلالها التحديات الإدارية وسبل نقل المعرفة الحضرية، على أن تجري مع القيادات الهندسية لجهتين رئيسيتين:
- **خبراء أمانة منطقة تبوك:** لمناقشة عوائق حوكمة المشاريع الحكومية، وتوفير الأدلة الفنية للمواد المتوافقة مع كود البناء السعودي الحضري (1.4.1) (SBC 1001) ،
- **مخطّطو ومهندسو مشروع نيوم:** لاستكشاف فلسفة التصميم الصفري، وأنظمة التبريد المركزي المائي، وشبكات البنية التحتية المشتركة، وكيفية تطويعها إلى حلول هجينة مرنة لمدينة تبوك

الأداة الثالثة: المحاكاة الهندسية والنمذجة المالية (Simulation & Financial Modeling تطبيقي)

أداة تقنية ومالية عملية حسمت دقة النتائج بعيداً عن الآراء الشخصية، وانقسمت إلى:

- **المحاكاة الطاقية البيئية:** بناء نموذج لمبنى افتراضي قياسي في تبوك عبر برامج طاقة متخصصة مثل (DesignBuilder / EnergyPlus) وإدخال الملف المناخي القياسي للمنطقة، لقياس مقدار انخفاض الحمل الحراري وارتفاع معامل أداء التكييف (COP) بعد تغطية المكيفات بالألمنيوم المخرم وعزل الخزانات بالألواح (WPC) .
- **النمذجة المالية وإدارة المشاريع:** استخدام (MS Project / Excel) لتطبيق طريقة المسار الحرج (CPM)، وحساب المؤشرات المالية الرئيسية مثل صافي القيمة الحالية (NPV) والعائد على الاستثمار (ROI)، لإثبات أن الوفّر في فواتير الكهرباء يغطي تكلفة المشروع الرأسمالية في فترة زمنية قصيرة

أساليب التحليل الإحصائي (Statistical analysis methods)

- أساليب التحليل الإحصائي والبرمجي (Statistical & Data Analysis)
- لتحقيق أهداف البحث واختبار فرضياته التكوينية ، من المستهدف إخضاع البيانات الكمية والنوعية المجمعة لمجموعة من الأساليب الإحصائية والبرمجية المتقدمة وفقاً للتالي:
- أولاً: الإحصاء الوصفي (Descriptive Statistics)
- يُستخدم لتلخيص وتوصيف الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة وتحليل واقع التشوه البصري في تبوك، وتشمل:
- التكرارات والنسب المئوية (Frequencies & Percentages) لوصف وتوزيع أفراد العينة بحسب متغيرات الدراسة (نوع القطاع: سكني، حكومي، شبه حكومي، طبيعة إشغال المبنى، نوع مواد التغطية المفضلة).
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية (Means & Standard Deviations) لتحديد درجة موافقة أفراد العينة على محاور الاستبيان (مقياس ليكرت الخماسي)، ومعرفة مسببات التشوه البصري الأعلى تأثيراً، وترتيب العوائق الإدارية والمالية التي تمنع الملاك من بدء مشاريع إعادة التأهيل

ثانياً: الإحصاء الاستدلالي واختبار الفرضيات (Inferential Statistics)

- يُستخدم لاختبار الفرضيات الإحصائية المقترحة في الرسالة والتحقق من تعميم النتائج، وتشمل:
- ١. معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس الثبات والاتساق الداخلي لفقرات الاستبيان (يُشترط تدوين قيمة المعامل بحيث تكون $0.70 <$ لضمان صلاحية الأداة للتطبيق).
- ٢. اختبار (T-test) العينات المستقلة: لمقارنة متوسطات إجابات أفراد العينة بحسب المتغيرات الثنائية (مثل: مالك ضد مستأجر) حول مستوى الوعي باشتراطات شهادة امتثال المباني [١,٣,٤, ١,٣,٢].
- ٣. تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) لاختبار الفرضية الثانية؛ حيث يُستخدم لتحديد ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى الجاهزية والاستعداد المالي لتبني مشاريع المعالجة تعزى لقطاع المبنى (سكني، حكومي، شبه حكومي). وفي حال وجود فروق، يتم تطبيق اختبار "شيفيه" (Scheffe) أو "توكي" (Tukey) كاختبارات بعدية (Post-Hoc Tests) لتحديد أي القطاعات يمتلك الفروق الجوهرية.
- ٤. معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) لاختبار الفرضية الثالثة؛ لقياس قوة واتجاه العلاقة بين مستوى الالتزام بالتشريعات البلدية الإلزامية (متغير مستقل) ووتيرة تبني الحلول الهندسية المستدامة للأسطح (متغير تابع)

ثالثاً: التحليل التقني والنمذجة المالية (Engineering & Financial Modeling)

- بجانب التحليل الإحصائي السلوكي (SPSS) ، يتم إخضاع البيانات الفنية لأساليب التحليل الكمي المتقدمة كالتالي:
- ١. تحليل الفروق الحرارية والطاقة (Thermal Simulation Analysis) عبر برنامج DesignBuilder؛ لمقارنة الأحمال الحرارية ومعدلات استهلاك الكيلوواط/ساعة للتكييف قبل وبعد تظليل الأجهزة، لحساب صافي الوفرة البيئي في الانبعاثات الكربونية .
- ٢. مؤشرات الجدوى الهندسية والمالية (Capital Budgeting Methods) عبر برنامج Excel؛ وتتضمن استخدام أساليب:
- ١. فترة استرداد رأس المال (Payback Period) لمعرفة المدة الزمنية اللازمة لتغطية التكلفة الرأسمالية (CAPEX) من الوفورات التشغيلية (OPEX) .
- ٢. صافي القيمة الحالية (Net Present Value - NPV) لتقييم ربحية المشروع الاستثماري للمبنى على المدى الطويل مع أخذ معدل التضخم والخصم بالاعتبار.
- ٣. معدل العائد الداخلي (Internal Rate of Return - IRR) لقياس كفاءة الاستثمار ومقارنته بتكلفة رأس المال متاح للقطاعات المختلفة.

أساليب التحليل الإحصائي Statistical analysis methods

سبب استخدام هذه الطريقة بأساليب التحليل:

"لقد تم توزيع أساليب التحليل الإحصائي والبرمجي لتغطي كامل فجوة البحث؛ حيث يحل الإحصاء الوصفي والاستدلالي (عبر SPSS) وعي المجتمع وجاهزية القطاعات التنظيمية، بينما يتكفل التحليل التقني والمالي (عبر محاكاة الطاقة ومعادلات الجدوى الاقتصادية) بإثبات لغة الأرقام الصارمة للوفر الطاقى والعائد الاستثماري (ROI)، مما يمنح نتائج الرسالة ثباتاً أكاديمياً مزدوجاً."

قائمة المصادر والمراجع (References)

• أولاً: المراجع العربية ((Arabic References))

- أمانة منطقة تبوك. (٢٠٢٤). *الدليل التنفيذي لمعالجة التشوه البصري وتحسين المشهد الحضري في مدينة تبوك*. وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، المملكة العربية السعودية.
- العتيبي، محمد بن نايف. (٢٠٢١). تقييم مظاهر التشوه البصري في المدن السعودية وأثرها على جودة الحياة الحضرية: دراسة تطبيقية. *المجلة العربية للدراسات الجغرافية*، ٤(٢)، ١١٥-١٤٢.
- اللجنة الوطنية لكود البناء السعودي. (٢٠١٨). *كود البناء السعودي للمباني الخضراء (SBC 1001)*. الرياض، المملكة العربية السعودية [١.٤.١، ١.٤.٢].
- المالكي، خالد بن عبد الله. (٢٠٢٣). دور هندسة القيمة في ترشيد تكاليف صيانة المرافق والمنشآت الحكومية بالمملكة العربية السعودية. *مجلة الإدارة العامة*، ٦٣(١)، ٤٥-٧٨.
- عمران، سحر أحمد، والزبيدي، حنان جاسم، والشمري، فهد مذكر. (٢٠١٩). معايير التخطيط المعماري لمعالجة التلوث البصري في الواجهات الحضرية للمباني المعاصرة. *مجلة الهندسة والتنمية المستدامة*، ٢٣(٤)، ٨٩-١٠٦.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (٢٠٢٣). *اللائحة التنفيذية والاشتراطات الفنية لإصدار شهادة امتثال المباني*. منصة بلدي، المملكة العربية السعودية [١.٣.٢، ١.٣.٤].

ثانياً: المراجع الأجنبية (English References)

- Al-Jubair, A. S., Khan, M. I., & Al-Amri, M. A. (2022). Impact of solar radiation and extreme ambient temperatures on the coefficient of performance (COP) of split air conditioning units in arid climates. *Energy and Buildings*, 258, 111-125. doi.org
- Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations*. R.S. Means Company.
- Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). John Wiley & Sons.
- NEOM. (2023). *The Backbone of Sustainable Urbanism: Infrastructure and Zero-Emission Energy Systems in Cognitive Cities*. NEOM Insight Reports. neom.com
- Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.
- Radwan, A. H., & Ahmed, A. A. (2020). Retrofitting existing rooftops into green roofs in hot-arid regions: Energy saving potential and economic viability. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102-114. doi.org
- Smith, J. D., & Jones, R. L. (2018). Scheduling constraints and risk management in building retrofitting projects under occupancy. *International Journal of Project Management*, 36(5), 734-746. doi.org
- U.S. Green Building Council. (2019). *LEED v4.1 for Building Design and Construction: Core and Shell Guidelines*. USGBC.