

من العملية التخطيطية الخطية إلى التخطيط الذكي التكيفي:

تطوير نموذج تخطيطي هجين للعملية التخطيطية وتطبيقه على المدن السعودية

أ.د. أحمد جارالله الجارالله

قسم التخطيط الحضري والإقليمي - جامعة الإمام عبد الرحمن بن فيصل - الدمام - المملكة العربية السعودية

الملخص

شهدت العملية التخطيطية خلال العقود الأخيرة تحولات جوهرية نتيجة التغيرات المتسارعة المرتبطة بالمدن الذكية والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي، الأمر الذي أظهر محدودية العملية التخطيطية التقليدية في التعامل مع الإشكاليات الحضرية والصناعية واللوجستية المعاصرة ذات الطبيعة الديناميكية عالية التعقيد. وانطلاقاً من ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى إعادة بناء العملية التخطيطية التقليدية من خلال تطوير نموذج تخطيطي هجين يجمع بين التخطيط العقلاني والتخطيط الذكي التكيفي القائم على البيانات الحية والتحليل التنبؤي والتغذية الراجعة المستمرة.

واعتمدت الدراسة على مدخل تحليلي-تركيبى يجمع بين التحليل النظري والمنهجي والتطبيق التوضيحي، من خلال مراجعة تطور الفكر التخطيطي وتحليل التحولات المرتبطة بالتخطيط الذكي والتكيفي، وصولاً إلى بناء نموذج تخطيطي هجين حمل اسم Hybrid Adaptive Smart Planning Model (HASP). كما استخدمت الدراسة الممر الصناعي واللوجستي بين الجبل الصناعي ورأس الخير عبر طريق أبو حدرية بوصفه إطاراً تطبيقياً توضيحياً يعكس تعقيد الأنظمة الحضرية-الصناعية-اللوجستية في المدن السعودية.

وأظهرت نتائج الدراسة أن العملية التخطيطية المعاصرة تتجه نحو التحول من نموذج خطي ثابت إلى نظام تخطيطي ديناميكي يعتمد على:

- البيانات الحية،
- التحليل الذكي،
- السيناريوهات الديناميكية،
- والقرار التكيفي المستمر .

كما بينت الدراسة أن الممر الصناعي الشرقي لم يعد مجرد محور نقل تقليدي، بل أصبح نظاماً حضرياً-صناعياً-لوجستياً متكاملًا يتطلب نماذج تخطيطية أكثر مرونة وقدرة على التعامل مع التغيرات التشغيلية والمكانية المستمرة. وتتمثل الإضافة العلمية الرئيسة للدراسة في تقديم إطار نظري ومنهجي لإعادة بناء العملية التخطيطية ضمن نموذج ذكي تكيفي يمكن الاستفادة منه في تطوير التخطيط الحضري والصناعي واللوجستي في المدن السعودية.

الكلمات المفتاحية: العملية التخطيطية، التخطيط الذكي التكيفي، النموذج التخطيطي الهجين، المدن الصناعية السعودية، الممرات اللوجستية.

Abstract

Contemporary planning processes have undergone substantial transformations due to the rapid emergence of smart cities, big data, artificial intelligence, and digital transformation technologies. These changes have revealed the limitations of the traditional linear planning process in addressing increasingly complex and dynamic urban, industrial, and logistical challenges. Accordingly, this study aims to reconstruct the conventional planning process through the development of a hybrid planning model that integrates rational planning with adaptive smart planning based on real-time data, predictive analysis, and continuous feedback mechanisms.

The study adopts an analytical–synthetic approach combining theoretical, methodological, and illustrative application components. It critically reviews the evolution of planning thought and examines contemporary transformations associated with smart and adaptive planning approaches, leading to the development of a Hybrid Adaptive Smart Planning Model (HASP). The industrial and logistics corridor between Jubail Industrial City and Ras Al-Khair along Abu Hadriyah Road is used as an illustrative application framework reflecting the complexity of urban–industrial–logistics systems in Saudi cities.

The findings indicate that contemporary planning is increasingly shifting from a rigid linear model toward a dynamic adaptive planning system based on:

- real-time data,
- intelligent analysis,
- dynamic scenarios,
- and adaptive decision-making.

The study also demonstrates that the Eastern Industrial Corridor is no longer merely a transportation route, but rather an integrated urban–industrial–logistics system requiring more flexible and adaptive planning approaches capable of responding to continuous operational and spatial transformations. The study's primary contribution lies in proposing a theoretical and methodological framework for reconstructing the planning process within an adaptive intelligent model that can support the development of urban, industrial, and logistics planning practices in Saudi cities.

Keywords: Planning Process; Adaptive Smart Planning; Hybrid Planning Model; Saudi Industrial Cities; Logistics Corridors.

المقدمة

شهدت العملية التخطيطية خلال العقود الأخيرة تحولات جوهرية نتيجة التغيرات المتسارعة التي طرأت على المدن المعاصرة، سواء من حيث النمو الحضري، أو التحولات الاقتصادية، أو التطورات التقنية المرتبطة بالرقمنة والذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة. وقد أدى هذا التحول إلى إعادة النظر في كثير من الأسس النظرية والمنهجية التي قامت عليها نماذج التخطيط الحضري التقليدية، وخاصة تلك التي اعتمدت على المنهج العقلاني الخطي بوصفه الإطار المهيمن للعملية التخطيطية طوال القرن العشرين (Faludi, 1973; Taylor, 1998).

وقد تأسست العملية التخطيطية التقليدية على تسلسل منطقي يبدأ بتحديد المشكلة، ثم جمع البيانات وتحليلها، فصيغة البدائل، وانتهاءً باختيار البديل الأمثل وتنفيذه وتقييمه. وأسهم هذا النموذج في ترسيخ الفكر التخطيطي المؤسسي وتطوير أدوات التخطيط الحضري الحديثة، خاصة في مجالات التخطيط الشامل والبنية التحتية الحضرية. إلا أن تعقيد المدن المعاصرة وتسارع التحولات الحضرية أظهر محدودية هذا النموذج في التعامل مع البيانات الديناميكية عالية التغير وعدم اليقين (Lindblom, 1959; Healey, 1997).

وفي ظل الثورة الرقمية المعاصرة، برزت تحولات جديدة في الفكر التخطيطي ارتبطت بظهور مفاهيم المدن الذكية، والتخطيط القائم على البيانات، والتخطيط التكيفي، والتخطيط التشاركي، إضافة إلى تصاعد دور الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية والمحاكاة الحضرية. وأصبحت المدن تُنتج كميات هائلة من البيانات اللحظية الناتجة عن أنظمة الاستشعار، والهواتف الذكية، وإنترنت الأشياء، وأنظمة النقل الذكية، ووسائل التواصل الاجتماعي، الأمر الذي أوجد بيئة تخطيطية جديدة تختلف جذرياً عن البيئة التي نشأت فيها العملية التخطيطية التقليدية (Batty et al., 2012).

وقد انعكس هذا التحول على ظهور اتجاهات تخطيطية حديثة تسعى إلى تطوير المنهج التقليدي بدلاً من إلغائه، وذلك من خلال دمج منهجيات أكثر مرونة وتكيفاً. ومن أبرز هذه الاتجاهات التخطيط الذكي القائم على البيانات، والتخطيط التكيفي الذي يركز على إدارة عدم اليقين، والتخطيط المرن المرتبط بالقدرة على مواجهة الأزمات والتحولات المفاجئة، إضافة إلى النماذج التخطيطية المدعومة بالذكاء الاصطناعي ونظم دعم القرار المكاني (Walker et al., 2013; Allam & Dhunny, 2019).
أن العملية التخطيطية الحديثة يجب أن تكون عملية تفاعلية مستمرة وليست سلسلة خطية جامدة.

وفي السياق السعودي، تشهد المدن السعودية تحولات حضرية وتنموية متسارعة في إطار رؤية المملكة 2030، وما يرتبط بها من برامج للتحويل الرقمي، وتطوير البنية التحتية الذكية، وتحسين جودة الحياة، وتوسيع استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المدن والخدمات الحضرية. وقد أدى ذلك إلى بروز تحديات تخطيطية جديدة تتعلق بإدارة النمو الحضري، والنقل الذكي، والخدمات اللوجستية، والاستدامة البيئية، وكفاءة البنية التحتية، والمرونة الحضرية، الأمر الذي يجعل من الضروري تطوير منهجيات تخطيطية أكثر قدرة على التكيف مع التحولات المتسارعة.

وتبرز أهمية هذا التحول بصورة واضحة في الممر الصناعي الشرقي الممتد بين الجبيل الصناعية ورأس الخير، والذي يمثل أحد أهم المحاور الصناعية واللوجستية في المملكة العربية السعودية. فقد شهدت المنطقة توسعاً متسارعاً في الأنشطة الصناعية والبنية التحتية والخدمات اللوجستية، الأمر الذي أدى إلى تصاعد كثافة التدفقات المرتبطة بالنقل الثقيل وحركة العمالة والخدمات المساندة، وتحول الممر الصناعي إلى نظام حضري-صناعي-لوجستي عالي التعقيد. كما أظهرت الدراسات المرتبطة بالتحويل الصناعي والحضري في الجبيل تصاعد الترابط الوظيفي بين الصناعة والنقل والخدمات اللوجستية ضمن إطار مكاني متكامل، وهو ما يعكس الحاجة إلى نماذج تخطيطية أكثر مرونة وديناميكية .

وعلى الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت التخطيط الذكي أو التكيفي أو الرقمي بصورة منفصلة، إلا أن هناك فجوة بحثية واضحة تتمثل في محدودية الدراسات التي سعت إلى إعادة بناء العملية التخطيطية ذاتها ضمن إطار هجين يجمع بين المنهج العقلاني التقليدي والتخطيط الذكي التكيفي في نموذج متكامل قابل للتطبيق على المدن السعودية. ومن هنا تنطلق هذه الدراسة لتطوير نموذج تخطيطي هجين يعيد صياغة العملية التخطيطية بصورة ديناميكية قائمة على البيانات والتغذية الراجعة المستمرة والتحليل التنبؤي، مع تطبيق توضيحي على الممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير .

وتسعى الدراسة إلى تقديم مساهمة نظرية ومنهجية تتمثل في الانتقال من مفهوم “العملية التخطيطية الخطية” إلى مفهوم “العملية التخطيطية الذكية التكيفية”، بما يدعم تطوير الفكر التخطيطي المعاصر ويعزز قدرة المدن السعودية على التعامل مع التحديات الحضرية والصناعية المستقبلية بكفاءة ومرونة أعلى.

أسئلة الدراسة

تنطلق الدراسة من التساؤل الرئيس الآتي:

السؤال الرئيس

كيف يمكن إعادة بناء العملية التخطيطية التقليدية في ضوء التحولات الرقمية والتقنية المعاصرة من خلال تطوير نموذج تخطيطي هجين يجمع بين التخطيط العقلاني والتخطيط الذكي التكيفي، وتطبيقه على المدن السعودية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الآتية:

1- ما أبرز التحولات النظرية والمنهجية التي شهدتها العملية التخطيطية المعاصرة مقارنة بالنموذج التخطيطي الخطي التقليدي؟

2- ما أوجه القصور التي تواجه العملية التخطيطية التقليدية في التعامل مع الإشكاليات الحضرية والصناعية واللوجستية المعاصرة عالية التعقيد والتغير؟

3- كيف أسهمت مفاهيم:

- المدن الذكية،
- البيانات الضخمة،
- الذكاء الاصطناعي،
- والتخطيط التكيفي،

في إعادة تشكيل الفكر التخطيطي الحديث؟

4- ما المكونات الرئيسة للنموذج التخطيطي الهجين المقترح القادر على دمج:

- التخطيط العقلاني،
- التخطيط الذكي،
- التخطيط التكيفي،

ضمن عملية تخطيطية ديناميكية متكاملة؟

5- كيف يمكن توظيف النموذج التخطيطي الهجين المقترح في معالجة الإشكاليات المرتبطة

بالممرات الصناعية واللوجستية في المدن السعودية، وخاصة الممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير؟

6- إلى أي مدى يسهم النموذج المقترح في:

- تحسين كفاءة اتخاذ القرار التخطيطي،
- وزيادة مرونة العملية التخطيطية،
- وتعزيز القدرة على التعامل مع المتغيرات الحضرية والصناعية المستقبلية؟

أهداف الدراسة

الهدف الرئيس

تطوير نموذج تخطيطي هجين يعيد بناء العملية التخطيطية التقليدية في ضوء مفاهيم التخطيط الذكي والتكيفي، مع تطبيق توضيحي على الممر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير.

الأهداف الفرعية

1- تحليل التطور النظري والمنهجي للعملية التخطيطية من النموذج الخطي التقليدي إلى النماذج التخطيطية الذكية والتكيفية المعاصرة.

2- تحديد أبرز التحديات والقيود التي تواجه العملية التخطيطية التقليدية في البيئات الحضرية والصناعية المعاصرة.

3- تحليل دور:

- البيانات الضخمة،
 - الذكاء الاصطناعي،
 - نظم المعلومات الجغرافية،
 - إنترنت الأشياء،
 - والمحاكاة الحضرية،
- في تطوير العملية التخطيطية الحديثة.
- 4- بناء إطار نظري ومنهجي لنموذج تخطيطي هجين يجمع بين:

- التخطيط العقلاني،
- التخطيط الذكي،
- التخطيط التكيفي،
- والتغذية الراجعة المستمرة.

5- توضيح آليات تطبيق النموذج المقترح على الممرات الصناعية واللوجستية في المدن السعودية من خلال إطار تطبيقي مرتبط بالممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير.

6- تقييم مدى قدرة النموذج المقترح على:

- دعم القرار التخطيطي،
- تحسين مرونة العملية التخطيطية،
- ورفع كفاءة الاستجابة للتحويلات الحضرية والصناعية المستقبلية.

الدراسات السابقة

أولاً: الدراسات المرتبطة بالعملية التخطيطية التقليدية

تُعد العملية التخطيطية العقلانية (Rational Planning Process) من أكثر النماذج تأثيراً في الفكر التخطيطي الحديث، حيث تأسست على افتراض أن التخطيط يمثل عملية خطية تبدأ بتحديد المشكلة وتنتهي باختيار البديل الأمثل من خلال التحليل المنهجي للبيانات والبدائل (Faludi, 1973). وقد ارتبط هذا الاتجاه بظهور المدرسة الوضعية في التخطيط الحضري، التي ركزت على التحليل الكمي والعقلانية المؤسسية في صناعة القرار التخطيطي (Taylor, 1998). وأشار Andreas Faludi إلى أن النموذج العقلاني أسهم في تحويل التخطيط الحضري من نشاط وصفي إلى عملية تحليلية منظمة تعتمد على التسلسل المنهجي واتخاذ القرار المبني على الأدلة. كما أوضح Nigel Taylor أن هذا النموذج مثل الإطار المهيمن للتخطيط الحضري خلال النصف الثاني من القرن العشرين، خاصة في مشروعات التخطيط الشامل والبنية التحتية الحضرية.

إلا أن عدداً من الدراسات اللاحقة انتقدت محدودية هذا النموذج بسبب افتراضه استقرار البيئة الحضرية وإمكانية الوصول إلى المعلومات الكاملة، إضافة إلى محدودية قدرته على التعامل مع التعقيد الحضري وعدم اليقين والتغيرات السريعة (Lindblom, 1959; Healey, 1997). وقد وصف Charles Lindblom التخطيط العقلاني الشامل بأنه نموذج مثالي يصعب تطبيقه بالكامل في الواقع الحضري المعقد، مقترحاً بدلاً من ذلك مفهوم "التدرجية Incrementalism" بوصفه أسلوباً أكثر واقعية في صناعة القرار التخطيطي.

ثانياً: الدراسات المرتبطة بالتخطيط التكيفي والمرن

مع تصاعد التحديات البيئية والاقتصادية والتكنولوجية، ظهر اتجاه التخطيط التكيفي Adaptive Planning بوصفه استجابة لعدم اليقين والتغيرات المتسارعة في المدن المعاصرة. ويركز هذا الاتجاه على:

- المرونة،
- التغذية الراجعة المستمرة،
- إدارة السيناريوهات،
- والتعديل المرحلي للسياسات التخطيطية،

بدلاً من الاعتماد على الخطط الثابتة طويلة المدى (Walker et al., 2013).

وأكدت دراسات المرونة الحضرية أن المدن الحديثة تحتاج إلى أنظمة تخطيطية قادرة على التكيف مع الصدمات والأزمات والتحولات المفاجئة، سواء كانت بيئية أو اقتصادية أو اجتماعية (Ahern, 2011). كما أشار Patsy Healey إلى أهمية الانتقال من التخطيط الخطي إلى التخطيط التفاعلي القائم على التعلم المستمر والتكيف المؤسسي (Healey, 1997). وقد ساعدت هذه الاتجاهات على ظهور مفهوم: العملية التخطيطية الديناميكية التي تعتمد على المراجعة المستمرة وتحديث السياسات وفقاً للمتغيرات الحضرية والبيانات الجديدة.

ثالثاً: الدراسات المرتبطة بالتخطيط الذكي والمدن الذكية

شهدت العقود الأخيرة تصاعداً كبيراً في الاهتمام بمفهوم المدن الذكية Smart Cities نتيجة التطور السريع في تقنيات المعلومات والاتصالات والذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة. وقد عرّف Andrea Caragliu وزملاؤه المدينة الذكية بأنها المدينة التي توظف رأس المال البشري والبنية الرقمية والتقنيات الذكية لتحقيق تنمية حضرية مستدامة ورفع جودة الحياة (Caragliu et al., 2011).

كما ركزت دراسات التخطيط الذكي على استخدام:

- البيانات الضخمة Big Data ،
- إنترنت الأشياء IoT ،
- نظم المعلومات الجغرافية GIS ،
- التحليلات التنبؤية،

والمحاكاة الحضرية، في دعم اتخاذ القرار التخطيطي وتحسين كفاءة إدارة المدن (Batty et al., 2012). وأشار Michael Batty إلى أن المدن المعاصرة أصبحت تُنتج تدفقات ضخمة من البيانات اللحظية التي يمكن توظيفها في فهم الأنماط الحضرية وإدارة الأنظمة الحضرية بصورة ديناميكية، الأمر الذي أدى إلى تحول التخطيط الحضري من التخطيط الدوري الثابت إلى التخطيط القائم على البيانات الحية.

رابعاً: الدراسات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي والتخطيط الحضري

أصبح الذكاء الاصطناعي خلال السنوات الأخيرة أحد أهم الأدوات المؤثرة في تطوير العملية التخطيطية، حيث استخدم في:

- تحليل النمو الحضري،
- التنبؤ بالحركة المرورية،
- إدارة البنية التحتية،

- بناء السيناريوهات،
- ودعم القرار المكاني (Yigitcanlar et al., 2020).
- كما أوضحت الدراسات الحديثة أن دمج الذكاء الاصطناعي بالتخطيط الحضري يسمح بتطوير نماذج تخطيطية أكثر قدرة على التعامل مع التعقيد وعدم اليقين، خاصة في المدن الصناعية واللوجستية ذات الأنظمة التشغيلية المعقدة. (Allam & Dhunny, 2019)
- وأشار عدد من الباحثين إلى أن التخطيط الحضري المدعوم بالذكاء الاصطناعي يمثل انتقالاً من: "التخطيط التفاعلي التقليدي" إلى: "أنظمة تخطيط تنبؤية ذكية" تعتمد على التعلم المستمر وتحليل التدفقات الحضرية واللوجستية بصورة لحظية.
- خامساً: الدراسات المرتبطة بالتخطيط الصناعي واللوجستي**
- ركزت الدراسات الحديثة في التخطيط الصناعي واللوجستي على أهمية الممرات الصناعية والخدمات اللوجستية في تعزيز التنمية الاقتصادية ورفع كفاءة المدن الصناعية، خاصة في المناطق المرتبطة بالموانئ والصناعات الثقيلة. (Rodrigue, 2020)
- كما أكدت الدراسات المرتبطة بالتخطيط اللوجستي الذكي على أهمية:
- إدارة النقل الثقيل،
- تكامل الموانئ والمناطق الصناعية،
- استخدام البيانات الحية،
- وأنظمة النقل الذكية،
- في رفع كفاءة سلاسل الإمداد وتقليل الاختناقات التشغيلية (Hesse & Rodrigue, 2004).
- وفي السياق السعودي، أوضحت الدراسات المرتبطة بالتحول الصناعي والحضري في محافظة الجبيل أن التوسع الصناعي والبنية التحتية والخدمات اللوجستية أدى إلى تصاعد الترابط الوظيفي بين الصناعة والنقل والخدمات المساندة، وتحول الممر الصناعي الشرقي إلى محور حضري-صناعي-لوجستي متكامل عالي الكثافة التشغيلية .
- كما أظهرت الدراسات السابقة المرتبطة بالجبيل ورأس الخير تصاعد أهمية:
- النقل الثقيل،
- الأنشطة اللوجستية،
- تكامل الموانئ والمناطق الصناعية،

- والبنية التحتية الذكية،
في دعم التنمية الصناعية السعودية والتحول الاقتصادي المرتبط برؤية المملكة 2030 .
(الجارالله، 2026).

الفجوة البحثية

يتضح من مراجعة الأدبيات السابقة أن معظم الدراسات تناولت:

- التخطيط العقلاني،
- أو التخطيط الذكي،
- أو التخطيط التكيفي،
- أو التخطيط اللوجستي والصناعي،
- كل بصورة منفصلة .

في حين ما تزال هناك فجوة بحثية تتمثل في محدودية الدراسات التي سعت إلى:

1. إعادة بناء العملية التخطيطية ذاتها ضمن إطار هجين متكامل،
2. دمج التخطيط العقلاني والتخطيط الذكي التكيفي في نموذج واحد،
3. توظيف هذا النموذج في معالجة الإشكاليات الصناعية واللوجستية في المدن السعودية،
4. تحليل الممرات الصناعية بوصفها أنظمة حضرية-صناعية-لوجستية ديناميكية وليست مجرد محاور نقل تقليدية .

ومن هنا تأتي هذه الدراسة لتطوير نموذج تخطيطي هجين يجمع بين:

- العقلانية التخطيطية،
- والتحليل الذكي القائم على البيانات،
- والتكيف الديناميكي،
- والتغذية الراجعة المستمرة،

ضمن إطار تطبيقي مرتبط بالممر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير

منهجية الدراسة

أولاً: المدخل المنهجي للدراسة

تعتمد هذه الدراسة على مدخل منهجي تحليلي-تركيب (Analytical-Synthetic Approach) يهدف إلى إعادة بناء العملية التخطيطية التقليدية في ضوء التحولات التقنية والمنهجية المعاصرة، وذلك من خلال الدمج بين التحليل النظري والتطوير المنهجي والتطبيق التوضيحي. ويقوم هذا المدخل على تحليل التطور التاريخي والنظري للعملية التخطيطية، ثم تركيب

نموذج تخطيطي هجين يجمع بين التخطيط العقلاني التقليدي والتخطيط الذكي التكيفي، وصولاً إلى توظيف النموذج المقترح ضمن إطار تطبيقي مرتبط بالمر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير.

وتتطلب الدراسة من فرضية رئيسة مفادها أن العملية التخطيطية التقليدية بصيغتها الخطية لم تعد كافية للتعامل مع التعقيد الحضري والصناعي واللوجستي المعاصر، وأن دمج تقنيات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي والتخطيط التكيفي ضمن إطار تخطيطي واحد يمكن أن يسهم في تطوير عملية تخطيطية أكثر ديناميكية ومرونة وكفاءة.

ثانياً: طبيعة الدراسة: تنتمي الدراسة إلى الدراسات:

- النظرية التطبيقية،
 - والمنهجية التطويرية،
 - ذات الطابع الاستشراقي .
- فهي لا تقتصر على مراجعة الأدبيات التخطيطية، بل تسعى إلى:

1. تطوير نموذج تخطيطي جديد،
2. إعادة بناء العملية التخطيطية ضمن إطار ديناميكي،
3. وتوضيح آليات توظيف النموذج في البيئات الصناعية واللوجستية المعقدة .

ثالثاً: مناهج الدراسة

تعتمد الدراسة على مجموعة مترابطة من المناهج، تشمل:

1- المنهج الوصفي الوثائقي

ويستخدم لتحليل:

- تطور الفكر التخطيطي،
- العملية التخطيطية التقليدية،
- الاتجاهات الحديثة في التخطيط الذكي والتكيفي،
- ودور البيانات والذكاء الاصطناعي في التخطيط الحضري .

وقد استخدم هذا المنهج بصورة واسعة في دراسات الفكر التخطيطي وتحليل التحولات

المنهجية في التخطيط الحضري. (Taylor, 1998; Healey, 1997)

2- المنهج المقارن

ويستخدم للمقارنة بين:

- العملية التخطيطية الخطية التقليدية،

- والعملية التخطيطية الذكية التكيفية المقترحة .
وتشمل المقارنة:

- مراحل العملية التخطيطية،
- طبيعة البيانات،
- آليات اتخاذ القرار،
- إدارة السيناريوهات،
- والتغذية الراجعة .

3- منهج بناء النماذج

ويُعد هذا المنهج جوهر الدراسة، حيث يتم من خلاله تطوير نموذج تخطيطي هجين يعتمد على دمج:

- التخطيط العقلاني،
- التخطيط الذكي،
- التخطيط التكيفي،
- والتحليل القائم على البيانات .

ويستند بناء النموذج إلى:

- التحليل النظري،
- مراجعة الأدبيات،
- تحليل العلاقات بين مكونات العملية التخطيطية،
- واستخلاص المراحل والعناصر التفاعلية للنموذج المقترح.

4- منهج دراسة الحالة التوضيحية

تستخدم الدراسة إطاراً تطبيقياً توضيحياً مرتبطاً بالممر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير عبر طريق أبو حدرية، باعتباره نموذجاً يعكس:

- التعقيد الحضري والصناعي،
- كثافة النقل الثقيل،
- التداخل بين الأنشطة الصناعية واللوجستية،
- والتحول المرتبطة بالتنمية الصناعية السعودية .

ولا تهدف الدراسة إلى بناء نموذج مروري تشغيلي تفصيلي، بل إلى توظيف الحالة التطبيقية بوصفها إطاراً تفسيرياً لاختبار صلاحية النموذج التخطيطي الهجين المقترح وقدرته على التعامل مع الإشكاليات التخطيطية المرتبطة بالممرات الصناعية واللوجستية.

رابعاً: مصادر البيانات

تعتمد الدراسة على نوعين رئيسيين من البيانات:

1-البيانات الثانوية

وتشمل:

- الكتب والدوريات العلمية المحكمة،
- الأدبيات المرتبطة بالفكر التخطيطي،
- دراسات المدن الذكية،
- دراسات التخطيط التكيفي،
- تقارير النقل والخدمات اللوجستية،
- تقارير رؤية المملكة 2030،
- وتقارير الهيئة الملكية للجبيل وينبع .

كما تعتمد الدراسة على مؤشرات وبيانات مستخلصة من الدراسات السابقة المرتبطة بالتحول الصناعي والحضري في محافظة الجبيل والممر الصناعي الشرقي .

2-البيانات المكانية والوصفية

وتشمل:

- الخرائط التخطيطية،
 - التحليل المكاني،
 - الملاحظات الميدانية،
 - مؤشرات الحركة الصناعية واللوجستية،
 - والبيانات المرتبطة بطبيعة الممر الصناعي بين الجبيل ورأس الخير .
- كما تستفيد الدراسة من الملاحظة الميدانية المباشرة المتعلقة بكثافة حركة:
- الشاحنات الثقيلة،
 - حافلات نقل العمالة،

- والمركبات الخاصة،
- على طريق أبو حدرية قرب ساحات التجميع والخدمات اللوجستية، بوصفها مؤشراً على الطبيعة الديناميكية المعقدة للممر الصناعي .
- خامساً: خطوات بناء النموذج التخطيطي الهجين**
- تمر عملية بناء النموذج المقترح بالمراحل الآتية:
- المرحلة الأولى:**
- تحليل العملية التخطيطية التقليدية واستخلاص مكوناتها الرئيسية.
- المرحلة الثانية:**
- تحليل التحولات الحديثة المرتبطة ب:
- التخطيط الذكي،
- البيانات الضخمة،
- الذكاء الاصطناعي،
- والتخطيط التكيفي .**
- المرحلة الثالثة:**
- تحليل الإشكاليات المرتبطة بالممرات الصناعية واللوجستية في المدن السعودية، خاصة الممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير .
- المرحلة الرابعة:**
- إعادة تركيب العملية التخطيطية ضمن إطار هجين ديناميكي يعتمد على:
- التفاعل المستمر،
- البيانات الحية،
- السيناريوهات المتعددة،
- والتغذية الراجعة .
- المرحلة الخامسة:**
- بناء النموذج النظري والتطبيقي المقترح وتوضيح آليات توظيفه في البيئات الحضرية والصناعية المعقدة.
- سادساً: حدود الدراسة**
- الحدود الموضوعية**
- تركز الدراسة على:

- تطوير العملية التخطيطية،
- التخطيط الذكي والتكيفي،
- الممرات الصناعية واللوجستية،
- والمدن السعودية .

والشكل (1) يوضح النموذج الذكي التكيفي الهجين (HASP).

الحدود المكانية: تتمثل في: الممر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير عبر طريق أبو حدرية في المملكة العربية السعودية.

الحدود الزمنية: تركز الدراسة على التحولات التخطيطية المعاصرة المرتبطة بعصر المدن الذكية والتحول الرقمي ورؤية المملكة 2030.

تحليل البيانات

أولاً: تحليل التحول من العملية التخطيطية الخطية إلى العملية التخطيطية الذكية التكيفية أظهرت مراجعة الأدبيات وتحليل الاتجاهات التخطيطية المعاصرة أن العملية التخطيطية التقليدية قامت تاريخياً على نموذج خطي Sequential Model يعتمد على انتقال مراحل التخطيط بصورة متتابعة تبدأ بتحديد المشكلة وتنتهي بالتنفيذ والتقييم. (Faludi, 1973) وقد كان هذا النموذج مناسباً نسبياً في البيئات الحضرية المستقرة ذات معدلات التغير المحدودة، حيث كانت البيانات تُجمع بصورة دورية وتُبنى الخطط طويلة المدى على افتراض استقرار المتغيرات الحضرية (Taylor, 1998).

إلا أن التحولات المعاصرة المرتبطة بالمدن الذكية والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي أدت إلى تغير جوهري في طبيعة البيئة التخطيطية. فقد أصبحت المدن تنتج تدفقات مستمرة من البيانات اللحظية المرتبطة بالنقل والخدمات والبنية التحتية والحركة الاقتصادية، الأمر الذي جعل العملية التخطيطية التقليدية أقل قدرة على التعامل مع التعقيد الحضري المتزايد (Batty et al., 2012).

ويمكن تلخيص أبرز التحولات بين العملية التخطيطية التقليدية والعملية التخطيطية الذكية التكيفية كما يوضحها الجدول (1)

جدول (1)

تطور العملية التخطيطية من النموذج التقليدي إلى النموذج الذكي التكيفي

العنصر	العملية التقليدية	العملية الذكية التكيفية
طبيعة التخطيط	خطي ثابت	ديناميكي تفاعلي
نوع البيانات	دورية	حية وفورية
أسلوب التحليل	تحليلي تقليدي	تحليلات ذكية وتنبؤية
السيناريوهات	محدودة	متعددة وديناميكية
اتخاذ القرار	مركزي ثابت	تكيفي مرن
التحديث	مرحلي بطيء	مستمر
دور التكنولوجيا	محدود	محوري
إدارة عدم اليقين	ضعيفة	مرتفعة
التغذية الراجعة	محدودة	مستمرة

المصدر: إعداد الباحث

يُشير ذلك إلى أن النموذج التقليدي يعاني من عدد من القيود المنهجية، أبرزها:

التأثير التخطيطي	القيود في النموذج التقليدي
ضعف التكيف مع التغيرات	الخطية الجامدة
بطء الاستجابة	الاعتماد على بيانات دورية
ضعف إدارة عدم اليقين	محدودية السيناريوهات
انخفاض مرونة القرار	الفصل بين التحليل والتنفيذ
محدودية التحديث المستمر	ضعف التغذية الراجعة

المصدر: إعداد الباحث

وفي المقابل، أظهرت الاتجاهات الحديثة أن التخطيط المعاصر يتجه نحو نموذج

ديناميكي يعتمد على:

- البيانات الحية،
- التحليل التنبؤي،

- الذكاء الاصطناعي،
 - السيناريوهات المتعددة،
 - والتغذية الراجعة المستمرة. (Walker et al., 2013; Allam & Dhunny, 2019)
- ويعتمد النموذج المقترح على أربعة أبعاد رئيسة كما يوضحها الجدول (2).

جدول (2)

أبعاد نموذج المقترح HASP

البعد	الأدوات المستخدمة	الوظيفة
التخطيط العقلاني	التحليل المنهجي	تنظيم المشكلة وبناء البدائل
التخطيط الذكي	AI, GIS, Big Data	تحليل البيانات الحية
التخطيط التكيفي	Predictive Planning	إدارة التغير والسيناريوهات
التخطيط التفاعلي	Real-Time Monitoring	التغذية الراجعة والتحديث

المصدر: إعداد الباحث

ثانياً: تحليل التحولات الصناعية والحضرية في الممر الصناعي الشرقي
تشير الدراسات المرتبطة بالتحول الصناعي والحضري في محافظة الجبيل إلى أن المنطقة شهدت خلال العقود الأخيرة توسعاً متسارعاً في:

- الأنشطة الصناعية،
- البنية التحتية،
- الخدمات اللوجستية،

وشبكات النقل الإقليمية،

الأمر الذي أدى إلى تحول الجبيل من مدينة صناعية منفصلة نسبياً إلى محور حضري-صناعي مترابط ضمن الممر الصناعي الشرقي في المملكة العربية السعودية .

كما أوضحت الدراسات السابقة المرتبطة بالبنية المكانية للجبيل أن التطور الصناعي ترافق مع نمو كبير في:

- البنية التحتية،
- الاستثمارات،
- المرافق اللوجستية،
- وتكامل الأنشطة الصناعية والمينائية والنقلية .

وقد أدى هذا التحول إلى تصاعد كثافة التدفقات المرتبطة:

- بالنقل الثقيل،
 - وحركة العمالة،
 - وسلاسل الإمداد الصناعية،
- ضمن الممر الممتد بين الجبيل الصناعية ورأس الخير عبر طريق أبو حدرية، الأمر الذي يعزز الحاجة إلى نماذج تخطيطية أكثر ديناميكية تعتمد على :
- البيانات الحية،
 - التحليل التنبؤي،
 - وإدارة السيناريوهات التشغيلية بصورة مستمرة .
- كما تشير الملاحظات الميدانية المباشرة المرتبطة بطريق أبو حدرية قرب ساحات التجميع والخدمات اللوجستية (Yard 2) إلى وجود كثافة تشغيلية مرتفعة تتداخل فيها:
- حركة الشاحنات الثقيلة،
 - حافلات نقل العمالة،
 - المركبات الخدمية،
 - والمركبات الخاصة،
- ضمن محور نقل واحد يخدم الأنشطة الصناعية واللوجستية الممتدة بين الجبيل الصناعية ورأس الخير .
- ويعكس هذا النمط من التدفقات الحركية الطبيعة الديناميكية المعقدة للممر الصناعي، حيث تتداخل:
- الأنشطة الصناعية،
 - والخدمات اللوجستية،
 - وحركة العمالة،
 - والنقل الإقليمي،
- ضمن نظام تشغيلي مستمر عالي الكثافة .
- وتوضح خصائص الممر الصناعي بين الجبيل ورأس الخير طبيعة التعقيد الحضري-الصناعي-اللوجستي كما يبينه الجدول (4).

جدول (3)

مراحل النموذج التخطيطي الهجين HASP

المرحلة	الوظيفة التخطيطية	المخرجات
الاكتشاف الذكي للمشكلة	تحديد الإشكالية	مؤشرات تشغيلية
بناء قاعدة البيانات	تجميع البيانات	منصة بيانات
التحليل الذكي	تحليل متعدد المستويات	فهم الأنماط
التحليل التنبؤي	توقع المستقبل	سيناريوهات
بناء السيناريوهات	بدائل ديناميكية	خيارات تخطيطية
التقييم متعدد المعايير	تقييم البدائل	ترتيب البدائل
القرار التكيفي	قرارات مرنة	سياسات ديناميكية
التنفيذ الذكي	تطبيق مرن	تشغيل ذكي
التغذية الراجعة	تحديث مستمر	تحسين الأداء

المصدر: إعداد الباحث

ثالثاً: تحليل قصور العملية التخطيطية التقليدية في التعامل مع الممرات الصناعية

أظهر التحليل أن الممرات الصناعية واللوجستية الحديثة لم تعد مجرد محاور نقل تقليدية، بل أصبحت أنظمة حضرية-صناعية-تشغيلية متكاملة تعتمد على التدفقات المستمرة للبضائع والخدمات والعمالة والمركبات. وبالتالي فإن التعامل معها من خلال نموذج تخطيطي خطي ثابت يواجه عدداً من القيود، من أبرزها:

1- بطء تحديث الخطط مقارنة بسرعة التغيرات التشغيلية.

2- ضعف القدرة على التنبؤ بالتدفقات المستقبلية للنقل والخدمات اللوجستية.

3- محدودية قدرة التخطيط التقليدي على التعامل مع:

- الاختناقات الديناميكية،
- التغيرات التشغيلية،
- والتوسع الصناعي المتسارع .

4- الفصل بين:

- التحليل،
- التنفيذ،

• والتقييم،

الأمر الذي يقلل من مرونة الاستجابة .

5- الاعتماد على بيانات دورية بدلاً من البيانات الحية واللحظية.

رابعاً: تحليل عناصر النموذج التخطيطي الهجين (HASP)

يوضح الشكل (1) البنية العامة للنموذج التخطيطي الذكي التكيفي الهجين (HASP)، والذي يقوم على إعادة بناء العملية التخطيطية ضمن إطار ديناميكي يعتمد على التكامل بين التحليل العقلاني والتخطيط الذكي والتكيف المستمر والتغذية الراجعة. كما يبين الشكل الترابط التفاعلي بين مراحل النموذج المختلفة، بدءاً من الاكتشاف الذكي للمشكلة، مروراً بالتحليل متعدد المستويات والتحليل التنبؤي وبناء السيناريوهات، وانتهاءً بالتنفيذ الذكي والتحديث المستمر للقرارات التخطيطية.

استناداً إلى التحليل النظري والتطبيقي، تقترح الدراسة نموذجاً تخطيطياً هجيناً يحمل اسم:

Hybrid Adaptive Smart Planning Model (HASP)

ويقوم هذا النموذج على دمج أربعة أبعاد رئيسية:

الوظيفة	البعد
البناء المنهجي والتحليل المنظم	التخطيط العقلاني
توظيف البيانات والتقنيات الذكية	التخطيط الذكي
إدارة عدم اليقين والتحديث المستمر	التخطيط التكيفي
التغذية الراجعة والمراقبة المستمرة	التخطيط التفاعلي

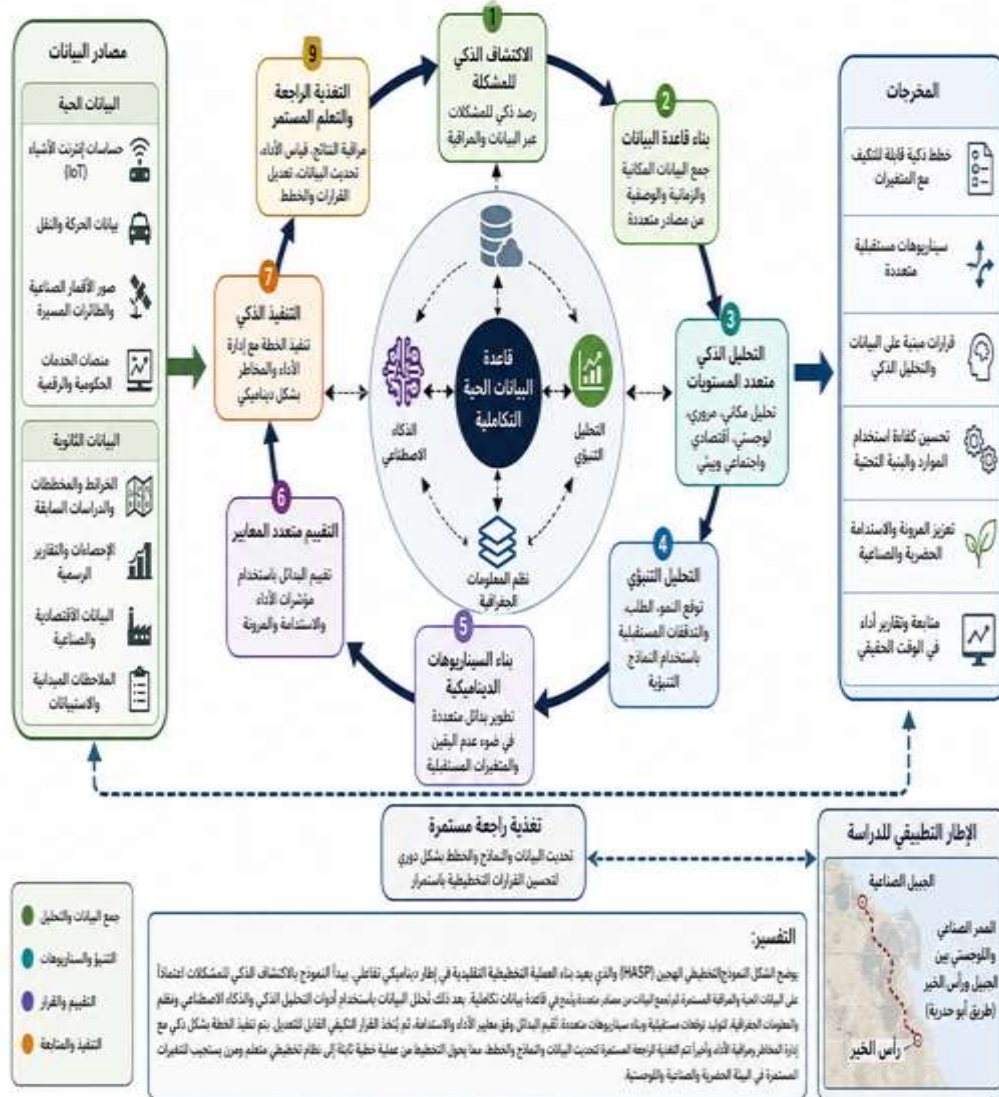
المصدر: إعداد الباحث

ويعتمد النموذج على تحويل العملية التخطيطية من تسلسل خطي ثابت إلى نظام ديناميكي تفاعلي يعتمد على:

- البيانات الحية،
- التحليل الذكي،
- السيناريوهات المتعددة،
- القرار التكيفي،
- والتغذية الراجعة المستمرة .

النموذج التخطيطي الذكي التكيفي الهجين (HASP)

إعادة بناء العملية التخطيطية في عصر المدن الذكية



خامساً: التحليل البنيوي للنموذج المقترح

يتكون نموذج HASP من تسع مراحل مترابطة كما هو مبين في جدول (4)

جدول (4) مراحل بناء النموذج المقترح

المرحلة	الوظيفة التخطيطية
الاكتشاف الذكي للمشكلة	تحديد الإشكالية عبر البيانات والملاحظة
بناء قاعدة البيانات	تجميع البيانات الحضرية والصناعية
التحليل الذكي	تحليل مكاني ومروري ولوجستي
التحليل التنبؤي	توقع النمو والتدفقات المستقبلية
بناء السيناريوهات	تطوير بدائل ديناميكية
التقييم متعدد المعايير	تقييم البدائل وفق مؤشرات مختلفة
القرار التكيفي	اتخاذ قرارات مرنة قابلة للتعديل
التنفيذ الذكي	إدارة وتشغيل ديناميكي
التغذية الراجعة	التحديث المستمر للنظام التخطيطي

المصدر: إعداد الباحث

ويشير التحليل إلى أن العنصر الأكثر أهمية في النموذج يتمثل في:

“التغذية الراجعة المستمرة”

التي تسمح بإعادة تحديث:

- البيانات،
- القرارات،
- السيناريوهات،
- ومؤشرات الأداء بصورة دائمة .

ويمكن تلخيص المراحل الرئيسية للنموذج التخطيطي الهجين HASP ووظائفها التخطيطية كما في

الجدول (3)

سادساً: التحول البنيوي في العملية التخطيطية

يشير التحليل النهائي إلى أن التحول المعاصر في الفكر التخطيطي لا يتمثل فقط في إدخال

أدوات تقنية جديدة، بل في إعادة تعريف طبيعة العملية التخطيطية ذاتها.

فالعلمية التخطيطية التقليدية كانت تقوم على:

Problem → Analysis → Alternatives → Decision → Implementation

أما العملية التخطيطية الذكية التكيفية فتعتمد على:

Smart Data ↔ Predictive Analysis ↔ Adaptive Scenarios

↔ Dynamic Decisions ↔ Continuous Feedback

ويمثل هذا التحول انتقالاً من:

“التخطيط بوصفه خطة ثابتة” إلى: التخطيط بوصفه نظاماً ديناميكياً مستمراً.”

جدول (5)

مقارنة بين التخطيط التقليدي ونموذج في إدارة الممرات الصناعية HASP

العنصر	التخطيط التقليدي	HASP نموذج
إدارة الحركة	دورية	لحظية
تحديث البيانات	بطيء	مستمر
إدارة السيناريوهات	محدودة	ديناميكية
المرونة	منخفضة	مرتفعة
الاستجابة للتغير	بطيئة	تكيفية
استخدام الذكاء الاصطناعي	محدود	أساسي
إدارة النقل الثقيل	تقليدية	ذكية وتنبؤية

المصدر: إعداد الباحث

النتائج ومناقشتها

نتائج الدراسة

أظهرت الدراسة عدداً من النتائج النظرية والمنهجية والتطبيقية المهمة المرتبطة بتطور العملية التخطيطية المعاصرة وإمكانية إعادة بنائها ضمن إطار هجين يجمع بين التخطيط العقلاني والتخطيط الذكي التكيفي. ويمكن تلخيص أهم النتائج فيما يلي:

1- أثبتت الدراسة أن العملية التخطيطية الخطية التقليدية لم تعد كافية للتعامل مع الإشكاليات الحضرية والصناعية واللوجستية المعاصرة ذات الطبيعة الديناميكية عالية التعقيد، خاصة في البيئات المرتبطة بالممرات الصناعية والنقل الثقيل والخدمات اللوجستية.

2- أظهرت الدراسة أن التحولات المرتبطة بالمدن الذكية والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي أدت إلى تغير جوهري في طبيعة البيئة التخطيطية، حيث أصبحت المدن تُنتج تدفقات مستمرة من البيانات الحية التي تتطلب آليات تخطيطية أكثر مرونة وقدرة على التحديث المستمر.

3- تبين أن الممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير يمثل نظاماً حضرياً-صناعياً-لوجستياً متكاملًا، وليس مجرد محور نقل تقليدي، وذلك نتيجة:

- كثافة الأنشطة الصناعية،
- تزايد النقل الثقيل،
- تصاعد التدفقات اللوجستية،
- وتكامل الأنشطة المينائية والصناعية والخدمية .

وقد دعمت المؤشرات المستخلصة من الدراسات السابقة المرتبطة بالجبيل هذا التحليل من خلال إظهار تصاعد الترابط بين الصناعة والبنية التحتية والخدمات اللوجستية ضمن الممر الصناعي الشرقي .

4- أوضحت الدراسة أن الملاحظة الميدانية المرتبطة بطريق أبو حدرية قرب ساحات التجميع والخدمات اللوجستية (Yard 2) تعكس وجود نظام حركة متعدد المستويات يتداخل فيه:

- النقل الثقيل،
- حركة العمالة،
- المركبات الخدمية،
- والمركبات الخاصة،
- ضمن بيئة تشغيلية ديناميكية عالية الكثافة .

5- أثبت التحليل أن دمج:

- البيانات الضخمة،
- الذكاء الاصطناعي،
- التحليل التنبؤي،
- ونظم المعلومات الجغرافية،
- ضمن العملية التخطيطية يسهم في :
- تحسين كفاءة اتخاذ القرار،
- رفع مرونة التخطيط الحضري،
- وتعزيز القدرة على إدارة السيناريوهات التشغيلية المستقبلية .

6- قدمت الدراسة نموذجاً تخطيطياً هجيناً باسم:

Hybrid Adaptive Smart Planning Model (HASP)

ويقوم هذا النموذج على:

- الاكتشاف الذكي للمشكلة،
- التحليل متعدد المستويات،
- التحليل التنبؤي،
- السيناريوهات الديناميكية،
- القرار التكيفي،
- والتنفيذ الذكي القائم على التغذية الراجعة المستمرة .

7- أظهرت الدراسة أن العنصر الأكثر تأثيراً في تطوير العملية التخطيطية يتمثل في:

“التغذية الراجعة المستمرة”

التي تسمح بتحويل التخطيط من:

“خطة ثابتة”

إلى:

“نظام تخطيطي ديناميكي قابل للتحديث المستمر”.

8- أكدت الدراسة أن المدن الصناعية السعودية، وخاصة الممر الصناعي الشرقي بين الجبيل

ورأس الخير، تمثل بيئة مناسبة لتطبيق النماذج التخطيطية الذكية والتكيفية نتيجة:

- التحول الرقمي،
- التوسع الصناعي،
- تنامي الخدمات اللوجستية،
- وارتفاع الحاجة إلى إدارة مرنة للأنظمة الحضرية والصناعية .

مناقشة النتائج

تشير نتائج الدراسة إلى أن التحول من التخطيط الخطي التقليدي إلى التخطيط الذكي التكيفي لا يمثل مجرد تطوير تقني لأدوات التخطيط الحضري، بل يعكس تحولاً بنيوياً في طبيعة الفكر التخطيطي ذاته. ففي حين اعتمد النموذج التقليدي على الاستقرار النسبي للمتغيرات الحضرية وإمكانية التنبؤ طويل المدى، أصبح التخطيط المعاصر قائماً على إدارة التعقيد وعدم اليقين والتغير المستمر.

وتتفق نتائج الدراسة مع ما أشار إليه Michael Batty بشأن تحول المدن إلى أنظمة رقمية ديناميكية تعتمد على التدفقات المستمرة للبيانات (Batty et al., 2012). كما تتسجم مع الطروحات المرتبطة بالتخطيط التكيفي التي تؤكد أهمية المرونة والتغذية الراجعة في إدارة الأنظمة الحضرية المعقدة (Walker et al., 2013).

ومن الناحية التطبيقية، أوضحت الدراسة أن الممر الصناعي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير يمثل نموذجاً واضحاً للتحويلات المرتبطة بالمدن الصناعية الذكية، حيث تتداخل الأنشطة الصناعية واللوجستية والنقلية ضمن بيئة تشغيلية عالية التعقيد. وقد أظهر التحليل أن هذا الممر لم يعد يؤدي وظيفة نقل تقليدية فقط، بل أصبح يمثل:

“نظاماً حضرياً-صناعياً-لوجستياً متكاملًا”

تعتمد كفاءته على التدفقات المستمرة للبضائع والعمالة والخدمات والبنية التحتية.

كما تشير النتائج إلى أن الممرات الصناعية الحديثة تتطلب الانتقال من:

- التخطيط الدوري الثابت، إلى: التخطيط الديناميكي القائم على البيانات الحية والتحليل التنبؤي .

وهذا يتوافق مع الاتجاهات الحديثة المرتبطة بالتخطيط الذكي وإدارة الممرات اللوجستية الصناعية المعقدة.

وقد أظهرت الدراسة أيضاً أن الملاحظات الميدانية المرتبطة بطريق أبو حدرية قرب Yard 2 تعكس بصورة مباشرة طبيعة التحديات المرتبطة بإدارة الحركة الصناعية واللوجستية، حيث تتداخل:

- الشاحنات الثقيلة،
- حافلات العمالة،
- المركبات الخدمية،
- والحركة العامة،

ضمن محور واحد عالي الكثافة التشغيلية .

ومن هنا، فإن معالجة هذه الإشكاليات من خلال التوسعات التقليدية للبنية التحتية فقط قد لا

تكون كافية، ما لم تُدمج ضمن إطار تخطيطي ذكي يعتمد على:

- البيانات الحية،
- إدارة التدفقات،
- النمذجة التنبؤية،

- والتحديث المستمر للقرارات التخطيطية .
- كما تؤكد النتائج أن نموذج HASP المقترح لا يقتصر على تطوير خطوات العملية التخطيطية التقليدية، بل يعيد تعريف العملية التخطيطية ذاتها بوصفها: “نظاماً تفاعلياً مستمراً”
- وليس مجرد سلسلة خطية من المراحل المنفصلة.
- ويمثل هذا التحول انتقالاً من:

Static Linear Planning إلى: *Adaptive Intelligent Planning System*

جدول (6)

التحول الإيستمولوجي في الفكر التخطيطي

المرحلة	الفكر التقليدي	الفكر المعاصر
مفهوم المدينة	كيان ثابت	نظام ديناميكي
مفهوم البيانات	معلومات دورية	تدفقات لحظية
مفهوم الخطة	وثيقة نهائية	نظام متجدد
مفهوم القرار	مركزي	تكيفي
مفهوم المستقبل	قابل للتنبؤ	متعدد الاحتمالات
دور التكنولوجيا	مساعد	بنيوي ومحوري

المصدر: إعداد الباحث

الخاتمة

هدفت هذه الدراسة إلى إعادة بناء العملية التخطيطية التقليدية في ضوء التحولات الرقمية والتقنية والمنهجية المعاصرة، وذلك من خلال تطوير نموذج تخطيطي هجين يجمع بين التخطيط العقلاني التقليدي والتخطيط الذكي التكيفي القائم على البيانات والتغذية الراجعة المستمرة. وقد انطلقت الدراسة من فرضية رئيسة مفادها أن النموذج التخطيطي الخطي التقليدي لم يعد كافياً للتعامل مع التعقيد الحضري والصناعي واللوجستي الذي يميز المدن المعاصرة، خاصة في ظل التسارع الكبير في إنتاج البيانات وتطور تقنيات الذكاء الاصطناعي والمدن الذكية. وأوضحت الدراسة أن الفكر التخطيطي المعاصر يشهد تحولاً تدريجياً من التخطيط الخطي الجامد إلى التخطيط الديناميكي التفاعلي، الذي يعتمد على:

- البيانات الحية،

- التحليل التنبؤي،
 - السيناريوهات المتعددة،
 - والتكيف المستمر مع المتغيرات الحضرية والصناعية .
- كما بينت الدراسة أن دمج:
- التخطيط العقلاني،
 - والتخطيط الذكي،
 - والتخطيط التكيفي،
- ضمن إطار منهجي واحد، يسهم في تطوير عملية تخطيطية أكثر مرونة وكفاءة وقدرة على التعامل مع عدم اليقين والتغيرات المتسارعة .
- وفي هذا السياق، قدمت الدراسة نموذجاً تخطيطياً هجيناً حمل اسم:

Hybrid Adaptive Smart Planning Model (HASP)

ويقوم هذا النموذج على:

- الاكتشاف الذكي للمشكلة،
 - التحليل متعدد المستويات،
 - التحليل التنبؤي،
 - السيناريوهات الديناميكية،
 - القرار التكيفي،
 - التنفيذ الذكي،
 - والتغذية الراجعة المستمرة .
- كما أوضحت الدراسة من خلال الإطار التطبيقي المرتبط بالممر الصناعي واللوجستي بين الجبيل الصناعية ورأس الخير أن المدن الصناعية السعودية تمثل بيئة مناسبة لتطبيق النماذج التخطيطية الذكية والتكيفية، نظراً لما تشهده من:
- توسع صناعي،
 - تحول رقمي،
 - تنامي الخدمات اللوجستية،
 - وارتفاع الحاجة إلى إدارة مرنة للأنظمة الحضرية والصناعية .
- وأظهرت الدراسة أن الممر الصناعي الشرقي لم يعد مجرد محور نقل تقليدي، بل أصبح نظاماً حضرياً-صناعياً-لوجستياً متكاملاً يعتمد على التدفقات المستمرة:

- للبضائع،
- والخدمات،
- والعمالة،
- والنقل الثقيل،

ضمن بيئة تشغيلية عالية الكثافة والتعقيد. كما أكدت الملاحظات الميدانية والمؤشرات المرتبطة بالجبل ورأس الخير أن التعامل مع هذه البيئة من خلال العملية التخطيطية التقليدية وحدها أصبح محدود الكفاءة مقارنة بالنماذج التخطيطية الذكية القائمة على البيانات والتحديث المستمر .

وتتمثل الإضافة العلمية الرئيسة للدراسة في الانتقال بمفهوم العملية التخطيطية من: "عملية خطية متتابعة"

إلى:

"نظام تخطيطي ذكي تكيفي ديناميكي"،

وهو ما يمثل تحولاً نظرياً ومنهجياً في الفكر التخطيطي المعاصر، خاصة في البيئات الحضرية والصناعية واللوجستية ذات التعقيد المرتفع.

كما تسهم الدراسة في تقديم إطار نظري ومنهجي يمكن الاستفادة منه في تطوير:

- التخطيط الحضري،
- التخطيط الصناعي،
- والتخطيط اللوجستي،

في المدن السعودية، بما يتوافق مع التحولات المرتبطة برؤية المملكة 2030 والتحول الرقمي وتطوير المدن الذكية .

وتقترح الدراسة أن تتجه الأبحاث المستقبلية نحو:

- بناء نماذج تشغيلية تطبيقية تعتمد على البيانات الحية،
- استخدام التوأم الرقمي Digital Twin ،
- توظيف الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية بصورة أوسع،
- وتطوير منصات تخطيط ذكية للممرات الصناعية واللوجستية في المملكة العربية السعودية .

References

- Al-Jarallah, Ahmed Jarallah (2026). Urban Industrial Transformation of Jubail Governorate (1975-2050), Kayan Publishing House, Jeddah
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343.
- Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 89, 80–91.
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481–518.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.
- Faludi, A. (1973). *Planning theory*. Pergamon Press.
- Healey, P. (1997). *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies*. Macmillan Press.
- Hesse, M., & Rodrigue, J. P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), 171–184.
- Lindblom, C. E. (1959). The science of “muddling through.” *Public Administration Review*, 19(2), 79–88.
- Rodrigue, J. P. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge.
- Taylor, N. (1998). *Urban planning theory since 1945*. Sage Publications.
- Walker, W. E., Haasnoot, M., & Kwakkel, J. H. (2013). Adapt or perish: A review of planning approaches for adaptation under deep uncertainty. *Sustainability*, 5(3), 955–979.
- Yigitcanlar, T., Desouza, K. C., Butler, L., & Roozkhosh, F. (2020). Contributions and risks of artificial intelligence in building smarter cities: Insights from a systematic review of the literature. *Energies*, 13(6), 1473.
- Aljarallah, A. J. (2024). Industrial and urban transformation in Jubail Governorate and the Eastern Industrial Corridor. Unpublished research manuscript.
- Aljarallah, A. J. (2024). Spatial and industrial development trends in Jubail and Ras Al-Khair industrial corridor. Unpublished analytical study.

- Royal Commission for Jubail and Yanbu (RCJY). (2023). *Industrial development and infrastructure reports for Jubail and Ras Al-Khair*. Royal Commission Publications.
- Ministry of Transport and Logistic Services. (2024). *Transport and logistics indicators in Saudi Arabia*. Riyadh: Ministry of Transport and Logistic Services.
- Saudi Vision 2030. (2023). *Vision realization programs and smart city transformation initiatives*. Kingdom of Saudi Arabia.
- Shiheeb, A. (2018). Environmental impacts of heavy industries in Jubail Industrial City. *Journal of Environmental Studies*, 12(3), 45–61.
- Samman, A. (2015). Industrial cities in Saudi Arabia: A review of Jubail and Yanbu. *King Saud University Press*.
- IDOM Consulting, Engineering, Architecture. (2022). *Mobility and transportation assessment in Jubail–Ras Al-Khair corridor*. Technical Report.