التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥

الذكاء الاصطناعي والمدن

برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية
اللجنة الاستشارية للمدن المستقبلية في الصين
التقرير السنوي ٢٠٢٥

برنامج الموئل

التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥

الذكاء الاصطناعي والمدن

برنامج الموئل

برنامج الموئل

التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥: الذكاء الاصطناعي والمدن

حقوق النشر © برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، ٢٠٢٥

مكتب برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية في الصين
الصين - بكين، حي تشاويانغ، شارع شيوشوي رقم ١، المجمع السكني للدبلوماسيين، المبنى ٦-

إخلاء مسؤولية
إنَّ التسميات المستخدمة في هذا التقرير، والمواد المعروضة فيه، لا تعني أنَّ أمانة الأمم المتحدة تُبدي أي رأيٍ بشأن المركز القانوني لأي دولة أو منطقة أو مدينة أو إقليم، أو لسلطاتها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها، أو بشأن نظامها الاقتصادي أو درجة تطورها. كما أنَّ التحليلات والتوصيات الواردة في هذه المطبوعة لا تعكس بالضرورة آراء برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، أو الأمم المتحدة، أو الدول الأعضاء فيها.

التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥: الذكاء الاصطناعي والمدن

رئيس التحرير: يينغ شينغ

المؤلف الرئيسي: وانغ جيان

المؤلفون المشاركون: فانغ جيه، شيويه غوي رونغ، شي دا تشي، وو كان

المساهمون في الكتابة: تشن شويه يي، تشانغ فانغ فانغ، تشانغ تشينغ خه، يوان جون، جين يونغ فاي، دونغ يو لان، تشو وي، صن يي، تشانغ دونغ، تشو وي تشاو، ليو يانغ، هو ياو فنغ، تشانغ مينغ، لو جون بينغ، هوانغ هوان، غينغ يون مينغ، يوان فنغ، وانغ تيان يي، بي مينغ، تشانغ يان هوي، تشو شو، روان تشونغ، يه بين، لين يي جين، بانغ تشنغ، يو غوانغ تاو، ياو ياو، تان جيونغ

مساهمو دراسات الحالة: أكاديمية هاي نانغ الهندسية (شنغهاي)، جامعة مدينة هانغتشو التابعة لجامعة تشجيانغ، أكاديمية يون تشي الهندسية (هانغتشو)، مكتب بيانات منطقة بوتو (شنغهاي)، لجنة إدارة بلدة يون تشي (هانغتشو)، مكتب إدارة بيانات هانغتشو، مكتب إنفاذ القانون الإداري الشامل لهانغتشو، مكتب هانغتشو للثقافة والسياحة والإذاعة والتلفزيون، لجنة هانغتشو للتنمية والإصلاح، مركز بيانات التخطيط والموارد الطبيعية لشنتشن، إدارة مرور شرطة تشنغدو، معهد قوانغتشو للتخطيط والتصميم الحضري والمساحة، معهد ووهان للتخطيط (معهد ووهان لإستراتيجيات النقل)، مجموعة الاتصالات المتنقلة المحدودة (الصين)، شركة بكين لتكنولوجيا الاستشعار بواو المحدودة، شركة بكين تشاويانغ للبيئة المحدودة، فرع تايتشو التابع لبنك الشعب الصيني، شركة بكين داو داو تشي جيان للتكنولوجيا المحدودة، شركة إنسبروتين (شنتشن) للتكنولوجيا المحدودة

تصميم الغلاف: تشانغ شين يي

التصميم والتدقيق: غو شين ون، لؤي أحمد

اللجنة الاستشارية للمدن المستقبلية في الصين، التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية

الرئيس: وانغ شي

نائب الرئيس: بانغ شينغ دونغ

المشرفون على المشروع: برونو ديركين، تشانغ تشن شان

مدير المشروع: يينغ شينغ

تمهيد

وانغ جيان
عضو أكاديمية الهندسة الصينية،
مدير مختبر تشجيانغ،
مؤسس على بابا كلاود

تُعد المدن أعظم اختراع بشري ورمزًا للحضارة الإنسانية. واليوم، تقف البشرية عند مفترق طرق حاسم بين تحديات التحضر الجسيمة والثورة التكنولوجية. فوفقًا لتوقعات الأمم المتحدة، سيزداد عدد سكان المدن عالميًا بمقدار ٢,٣ مليار نسمة بحلول عام ٢٠٥٠، وهو رقم يعادل إجمالي سكان العالم في عام ١٩٥٠. إن هذا التوسع الحضري المتسارع وواسع النطاق سيفرض ضغوطًا لا يمكن تصورها على المدن في مجالات السكن، والنقل، والبيئة، والطاقة. وينبع الجزء الأكبر من هذه الضغوط من الاستخدام المفرط وغير الكفء للموارد الحضرية أثناء عملية التحضر، مما يضعنا أمام تحديات غير مسبوقة. لذا، فإن التنمية المستدامة للمدن العالمية تتطلب منا وبشكل عاجل البحث عن أنماط تنموية مختلفة عما عهدناه، وهو ما يمثل في الوقت ذاته فرصة تنموية تاريخية لكل مدينة.

في مواجهة هذه التحديات والفرص المتعلقة بمستقبل المدن، وبدعم كبير من حكومة مدينة هانغتشو، كان لي الشرف في عام ٢٠١٦ أن أتعاون مع ما يقرب من عشرين مؤسسة وشركة لإطلاق مبادرة "عقل المدينة" (City Brain) غير الربحية، ليتشكل حينها لأول مرة تصور "عقل المدينة". نحن نؤمن بأنه في عصر التحولات التقنية الذي تقوده الإنترنت، والحوسبة السحابية، والبيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعي، لدينا الفرصة لإعادة استكشاف وتعريف منطق تطور المدن وتشغيلها. ونسعى من خلال "ذكاء المدينة" (City Intelligence) إلى حل معضلات التنمية الناجمة عن الاستهلاك المفرط للموارد، وصولًا إلى بناء مجتمع مقتصد في الموارد، ودفع الحضارة الحضرية البشرية نحو قفزة نوعية جديدة. تلك كانت الغاية الأولى لـ "عقل المدينة"، وهي المبدأ الأساسي الذي استندت إليه كتابة هذا التقرير بعنوان "الذكاء الاصطناعي والمدن".

وبالنظر إلى الماضي، سواء في الصين أو في شتى أنحاء العالم، نجد أن تطور المدن اعتمد بشكل كبير على التوسع الهائل في استهلاك الموارد الطبيعية كالأراضي والمياه والطاقة. ولكن في المستقبل، لم يعد ممكنًا ولا ينبغي للمدن أن تواصل السير على النهج القديم القائم على "مقايضة الموارد بالنمو". إن متطلبات أهداف التنمية المستدامة (SDGs)

العالمية والحدود القصوى للنظام البيئي للأرض تجبرنا على تحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية عالية الجودة في ظل موارد محدودة. وفي سياق تنموي كهذا، يكمن المخرج في تحقيق تنمية ذات جودة أعلى باستهلاك أقل للموارد، لتوفير بيئة معيشية أفضل للسكان.

إن الأساس التقني لتحقيق هذا التحول في النموذج يكمن في الإنترنت والحوسبة السحابية، بينما يكمن المتغير الحاسم في البيانات والذكاء الاصطناعي. إذ باتت البيانات تشكل "موردًا جديدًا" يصطف جنبًا إلى جنب مع الأراضي والطاقة؛ فهي المورد الطبيعي للعصر الرقمي والعنصر الجوهري لقيادة المدن المقتصدة في الموارد. وباعتبار البيانات عنصرًا أساسيًا، يمكن لـ "ذكاء المدينة" عبر "قوة الحوسبة" تحويل "قيمة البيانات" إلى "قيمة موارد"، مما يرفع كفاءة استخدام الموارد الحضرية الحالية بشكل كبير، محققًا فعالية تعادل زيادة الموارد الطبيعية. ويساعد ذلك المدن على تحقيق تحسينات وتوفير في كفاءة الموارد في مجالات الطاقة، والنقل، والمياه، والبناء، بمستويات يصعب تصورها باستخدام تقنية المعلومات التقليدية. وهذا من شأنه أن ينقل المدن تدريجيًا من "عصر الكهرباء" الذي جلبته الكهربة، إلى "عصر القوة الحسابية" الذي تبنيه الرقمنة والذكاء الاصطناعي.

منذ طرح فكرة "عقل المدينة" وحتى اليوم، كانت تجربة السنوات العشر الماضية ممارسة عملية تجاوزت قدراتي المهنية الشخصية تمامًا. إلا أن الخبرة المكتسبة من هذه الممارسة رسخت إيماني بأن "ذكاء المدينة" المستقبلي سيساعدنا على تحقيق رؤية "عقل المدينة": تشغيل مدينة بشكل طبيعي باستخدام عُشر (١٠/١) الموارد المطلوبة اليوم فقط. وحينها يمكننا استخدام الـ ٩٠٪ المتبقية من الموارد لتلبية احتياجات التطور المستقبلي والابتكار، وخدمة المزيد من السكان، دون الحاجة إلى استنزاف المزيد من موارد كوكبنا. في المستقبل، ستعمل الرقمنة والذكاء الاصطناعي، ممثلة في "ذكاء المدينة"، على رفع كفاءة استخدام موارد الطاقة والمياه والكهرباء والأراضي أضعافًا مضاعفة. وسنشهد في النهاية بزوغ حضارة حضرية تتمحور حول الإنسان، وتتسم بالاقتصاد في الموارد والاستدامة. وهذا لا يجسد قيمة "عقل المدينة" في تنمية المدن فحسب، بل يمثل أيضًا عقيدة الجيل الجديد من المخططين والمصممين والبنائين للمدن: "موارد أقل، من أجل حياة أجمل."

حياة أفضل بموارد أقل "Less is more for better life"

أول أكتوبر عام ٢٠٢٥

شكر وتقدير

يُعد تقرير «آفاق استشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥: الذكاء الاصطناعي والمدن» التقرير الرئيسي الخامس الصادر عن "لجنة مستشاري مدن المستقبل في الصين" التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (الموئل). وقد تم إعداد هذا التقرير بدعم وتمويل من "مؤسسة فانكي" (Vanke Foundation) ومجموعة "شينتشاو ميديا". (Xinchao Media Group)

يتقدم برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية بخالص الشكر إلى السيد وانغ شي، رئيس اللجنة ورئيس "مؤسسة فانكي"، وإلى السيد بانغ شين دونغ، نائب رئيس اللجنة والرئيس المشارك لمجلس إدارة مجموعة "شينتشاو ميديا"، على دعمهما الكبير، كما يثمن التعاون الوثيق الذي أبداه السيد تشانغ لي، نائب الرئيس الأول لمجموعة "شينتشاو ميديا".

خضع هذا التقرير لتوجيه وإشراف السيد برونو ديركون، مسؤول المستوطنات البشرية الأول بالمكتب الإقليمي لآسيا والمحيط الهادئ التابع للأمم المتحدة، والسيد تشانغ تشن شان، المستشار الأول لمكتب برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية في الصين، بينما تولى السيد يينغ شنغ، مدير مكتب البرنامج في الصين، قيادة عملية التنفيذ الفعلي. ويخص البرنامج بالشكر الخبير الرئيسي ومؤلف التقرير الدكتور وانغ جيان (عضو الأكاديمية الصينية للهندسة، ومدير مختبر تشيجيانغ، ومؤسس "علي بابا كلاود"، ومؤسس أكاديمية شنغهاي هاينا للهندسة)، بالإضافة إلى الأعضاء الرئيسيين في فريق الخبراء المتطوعين بأكاديمية شنغهاي هاينا للهندسة الذين ساهموا في الكتابة، وهم: السيدة فانغ جي (النائب التنفيذي لمدير معهد أبحاث "عقل المدينة" بجامعة تشيجيانغ سيتي، وأستاذة جامعية)، والسيد شيويه غوي رونغ (متطوع وكبير العلماء بأكاديمية شنغهاي هاينا للهندسة)، والسيد شي دا تشي (خبير متميز بمختبر تشيجيانغ، ومدير مكتب البحث العلمي في "علي بابا كلاود")، والسيد وو كان (باحث مشارك متميز بمعهد أبحاث "عقل المدينة" بجامعة تشيجيانغ سيتي).

كما يعرب برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية عن امتنانه لكل من: أكاديمية شنغهاي هاينا للهندسة، ومكتب البيانات بحي "بوتو" في شنغهاي، ولجنة إدارة بلدة الحوسبة السحابية "كلاود تاون" في هانغتشو، ولجنة إدارة مدينة العلوم والتكنولوجيا "زيجينغانغ" في هانغتشو، وأكاديمية هانغتشو يونقي للهندسة، وجامعة تشيجيانغ سيتي، وشركة هانغتشو ويست ليك للخدمات الصناعية السحابية، وذلك لما قدموه من دعم كبير لأعمال البحث وتنظيم الاجتماعات الخاصة باللجنة.

والشكر موصول لكل من ساهم ودعم إعداد التقرير، ونخص بالذكر: السيد شو تشينغ شان (نائب الأمين العام لحكومة مدينة هانغتشو الشعبية، وعضو مجموعة الحزب بالمكتب العام للحكومة، وأمين مجموعة الحزب ومدير مكتب إدارة موارد البيانات بالمدينة)، والسيد هونغ تشينغ هوا (أمين لجنة الحزب السابق بجامعة تشيجيانغ سيتي)، والسيدة هان بين (عضو اللجنة الدائمة للجنة الحزب الشيوعي الصيني بحي شي هو في هانغتشو)، والسيد تشانغ جون (مدير مكتب البيانات بحي بوتو في شنغهاي)، والسيد يوان جون (أمين لجنة الحزب

ومدير لجنة إدارة بلدة "كلاود تاون" في هانغتشو)، والسيد لو وي دونغ (نائب رئيس جامعة تشيجيانغ السابق، وعضو المؤتمر الاستشاري السياسي للشعب الصيني، وعميد معهد أبحاث "عقل المدينة" بهانغتشو)، والسيد لي تشي تشينغ (نائب أمين لجنة الحزب بكلية الاقتصاد في جامعة فودان). كما نشكر السيدة تشانغ شين يي والسيد سون دا وانغ من كلية التصميم والابتكار بجامعة تونجي على جهودهما الكبيرة في تصميم غلاف التقرير.

وفي إطار عملية جمع دراسات الحالة، نتوجه بشكر خاص للجهات الداعمة التالية: أكاديمية شنغهاي هاينا للهندسة، جامعة تشيجيانغ سيتي، أكاديمية هانغتشو يونقي للهندسة، مكتب البيانات بحي بوتو في شنغهاي، لجنة إدارة بلدة "كلاود تاون" في هانغتشو، مركز إدارة بيانات التخطيط والموارد الطبيعية بمدينة شنتشن، مكتب إدارة المرور التابع لمديرية الأمن العام بمدينة تشنغدو، معهد تخطيط وتصميم المسح الحضري بمدينة قوانغتشو، معهد التخطيط والبحوث بمدينة ووهان (معهد استراتيجيات تطوير النقل)، شركة مجموعة تشاينا موبايل المحدودة، شركة "بي أو إي" (BOE) لتكنولوجيا الاستشعار ببكين، مجموعة بيئة تشاويانغ ببكين المحدودة، فرع بنك الشعب الصيني في مدينة تايتشو، شركة بكين داداو تشيجيان للتكنولوجيا المحدودة، وشركة إنسيب للتكنولوجيا (شنتشن) المحدودة. كما نشكر المشاركة الفعالة من: مركز النقل بالسكك الحديدية والمرافق العامة التابع لمكتب إنفاذ القانون الإداري الشامل بمدينة هانغتشو، قسم الابتكار وتطوير التكنولوجيا الفائقة بلجنة التنمية والإصلاح بمدينة هانغتشو، مركز الثقافة وتنمية السياحة بمدينة هانغتشو (مختبر الاقتصاد السياحي)، شركة بكين تشيانجينغ للتكنولوجيا، شركة "توس داتا" (Tus-Data)، وشركة شنغهاي تشاوسو لتكنولوجيا الذكاء المحدودة.

وختامًا، نتوجه بالشكر للقائمين على الفعاليات العالمية لليوم العالمي للمدن لعام ٢٠٢٥، وشبكة "فينيكس" الإعلامية على دعمهم الكبير لإطلاق النسختين الصينية والإنجليزية من هذا التقرير عالميًا.

الفصل الأ ول: التحولات الحضرية العالمية في عصر الذكاء الاصطناعي ٢

١,١ أ هداف التنمية المستدامة العالمية تواجه تحديات جسيمة ٣

١,١,١ تباطؤ التقدم وتفاقم التحديات ٣

٢,١,١ محدودية الموارد المطلقة وانخفاض كفاءة الأنظمة الحضرية ٤

٣,١,١ الدور الحاسم للمدن في التنمية المستدامة العالمية ١٠

٢,١ المدينة: من التوسع في استهلاك الموارد إلى الاقتصاد فيها ١٤

١,٢,١ التحول في الرؤية التنموية ١٤

٢,٢,١ دور موارد البيانات في تحسين كفاءة استخدام الموارد الحضرية ١٥

٣,٢,١ تحول مسار التنمية الحضرية والحضارة الحضرية الجديدة ١٧

٣,١ عقل المدينة والتنمية الحضرية المستدامة ١٨

١,٣,١ من الكهربة إلى الرقمنة ١٨

٢,٣,١ التساؤل الجوهري حول «عقل المدينة» ١٩

٣,٣,١ «الذكاء الحضري» كدافع مباشر لتغيير نموذج التنمية الحضرية ٢٣

الفصل الثاني: عقل المدينة: "ذكاء المدينة" و"الذكاء الاصطناعي + المدينة" ٢٦

١,٢ تحديات التنمية الحضرية المستدامة في الصين ٢٧

١,١,٢ اختناقات الموارد في ظل التوسع الحضري المتسارع ٢٧

٢,١,٢ التحول الحضري في ظل قيود الموارد ٢٩
٣,١,٢ تطور «عقل المدينة» ٣١
٢,٢ استكشافات رائدة في «ذكاء المدينة»: إلغاء قيود حركة المركبات..... ٣٣
١,٢,٢ الازدحام المروري تحدٍ مشترك تواجهه المدن ٣٣
٢,٢,٢ حلول ذكاء المدينة لإلغاء قيود الحركة المرورية..... ٣٤
٣,٢ البنية التقنية لذكاء المدينة..... ٣٦
١,٣,٢ ثالوث «القوة الحسابية والبيانات والنماذج» ٣٦
٢,٣,٢ محرك ذكاء المدينة ٤١
٣,٣,٢ آ لية المصدر المفتوح لذكاء المدينة..... ٤١
٤,٢ ممارسات واسعة النطاق لـ «الذكاء الاصطناعي + المدينة» في الصين ٤٢
١,٤,٢ ممارسات شاملة على مستوى المدينة ٤٢
٢,٤,٢ تغطية أعمق: من التطبيق إلى السيناريو، ومن السيناريو إلى المشهد الكلي..... ٤٣
٣,٤,٢ الدروس المستفادة من التطبيق العملي لـ «عقل المدينة» في الصين ٤٩
الفصل الثالث: خارطة طريق تطوير "ذكاء المدينة" ٥٥
١,٣ بناء مدن مقتصدة في الموارد استنادًا إلى "ذكاء المدينة" ٥٦
٢,٣ حصر المعطيات الأ ساسية هو المفتاح..... ٥٧
٣,٣ إرشادات بناء «ذكاء المدينة» ٦١
١,٣,٣ المراحل الأربع لبناء «ذكاء المدينة»..... ٦١
٢,٣,٣ الهيكلية والتقنيات الرئيسية لـ «ذكاء المدينة» ٦٣
٣,٣,٣ دليل الإجراءات الرئيسية..... ٦٦
٤,٣ الآ فاق المستقبلية لـ «ذكاء المدينة»..... ٧٠
الفصل الرابع: دراسات الحالة ٧٣
١,٤ دراسات حالة المدن ٧٤
١,١,٤ هانغتشو: دراسة التنمية الحضرية المستدامة استنادًا إلى "عقل المدينة"..... ٧٤
٢,١,٤ شانغهاي: التحول في حوكمة المدن الكبرى من الرقمنة إلى الذكاء الاصطناعي..... ٧٦

٣,١,٤ شنتشن: التخطيط الذكي للموارد التعليمية الحضرية..... ٧٨
٤,١,٤ قوانغتشو: تمكين الحوكمة الحضرية الدقيقة بالذكاء الاصطناعي..... ٧٩
٥,١,٤ تشنغدو: الإدارة الذكية للمرور حول المستشفيات ٨١
٦,١,٤ ووهان: حلول التخطيط الحضري الذكية ٨٣
٢,٤ دراسات حالة السيناريوهات ٨٥
١,٢,٤ التكامل الفعال لموارد البنية التحتية الحضرية العامة..... ٨٥
٢,٢,٤ الإدارة الذكية للنفايات البلدية الصلبة ٨٦
٣,٢,٤ الوصول المباشر الذكي إلى موارد التمويل الأخضر الشامل..... ٨٨
٤,٢,٤ إعادة تدوير الموارد الحيوية الحضرية ٨٩
٥,٢,٤ تمكين الأحداث الرياضية الحضرية وإدارة المرور باستخدام «5G + الذكاء الاصطناعي»..... ٩١
٦,٢,٤ تحسين ودمج الموارد الابتكارية في البلدات المميزة..... ٩٣
الفصل الخامس: الملخص والمبادرات..... ٩٦
١,٥ الذكاء الاصطناعي يعزّز التنمية الحضرية المستدامة..... ٩٧
٢,٥ توصيات العمل المشترك لبناة المدن..... ٩٨
٣,٥ مبادرة التعاون العالمي "الذكاء الاصطناعي + المدينة"..... ٩٩

الصور والجداول

الشكل ١-١: أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر للأمم المتحدة ٣

الشكل ١-٢: تقييم التقدم المحرز في أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة ٣

الشكل ١-٣: ندرة المياه في مختلف البلدان (والمدن الرئيسية) حول العالم [١٩] ٦

الشكل ١-٤: يبيّن إطار "الحدود الكوكبية" أنه بحلول عام ٢٠٢٥ قد تجاوزت حدودًا ٧ أنظمة [٢١] ٧

الشكل ١-٥: مقارنة متوسط استهلاك المياه اليومي للأسر بين المملكة المتحدة وإثيوبيا ٨

الشكل ١-٦: معدل تسرب نظام إمدادات المياه: تقليل التسرب هو الإجراء الحاسم [٢٨] ٩

الجدول ١-١ المدن العشر الأولى في الولايات المتحدة من حيث تأخيرات حركة المرور والخسائر الاقتصادية لعام ٢٠٢٣ ..... ١٠

الشكل ١-٧: اتجاهات التحضّر العالمية [٣٣] ١١

الشكل ١-٨: البنية التحتية ومصادر الطاقة في عصر القوة الحيوانية، وعصر الطاقة الكهربائية، وعصر القدرة الحاسوبية ١١

الشكل ١-٩: خريطة توزيع الإنارة الليلية في كلٍّ من التجمع الحضري لدلتا نهر اليانغتسي في الصين وفي مدينة بوغوتا في كولومبيا ١٢

الشكل ١-١٠: المدينة هي الميدان الحاسم لتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية ١٣

الشكل ١-١١: أعظم ٢٠ إنجازًا هندسيًا في القرن العشرين وفقًا لتصنيف الأكاديمية الوطنية الأمريكية للهندسة ١٨

الشكل ١-١٢: حجم المركبات العابرة خلال أوقات الذروة في مدينتين صينيتين تمثيليتين لعام ٢٠٢٠ يمثل ١٠٪ فقط من إجمالي المركبات المسجلة ١٩

الشكل ١-١٣: التحسين الذكي للتحكم في إشارات المرور الحضرية يخفف الازدحام بشكل كبير ويقلل من الانبعاثات الكربونية لقطاع النقل ٢١

الشكل ٢-١: التغير في التعداد السكاني للمناطق الحضرية والريفية في الصين ٢٧

الشكل ٢-٢: رسم بياني لمقارنة نصيب الفرد من استخدام الطاقة بين الصين وكندا والولايات المتحدة ودول أخرى ٢٧

الشكل ٢-٣: متوسط زمن تأخير التوقف عند التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية في المدن الرئيسية على مستوى البلاد خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية لعام ٢٠٢٤ ..... ٢٩

الشكل ٢-٤: مقتطف من مقال "بناء مجتمع مقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية" ٣٠

الشكل ٢-٥: مسار التطور السياسي لتحول المدن الصينية نحو نمط الاقتصاد في الموارد ٣١

الشكل ٢-٦: مقتطف من الخطاب في ندوة دفع التحول الرقمي الحضري ٣٢

الشكل ٢-٧: سيناريو "إلغاء قيود الحركة المرورية" عبر عقل مدينة نانتشانغ ٣٥

الشكل ٢-٨: مخطط توضيحي لبناء ذكاء المدينة، وعقل المدينة، والمدن الموفرة للموارد ٣٦

الشكل ٢-٩: رصد التشكيلات العمرانية والتوزيع المكاني في بكين وشنغهاي عبر دمج بيانات الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي ٣٧

الشكل ٢-١٠: رصد التشكيلات العمرانية والتوزيع المكاني لعدة مدن عالمية عبر دمج بيانات الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي ٣٨

الشكل ٢-١١: هيكلية "القدرات العامة + الضبط الدقيق المرتكز على السيناريو" في الذكاء الاصطناعي كدعامة

لذكاء المدينة ٣٩
الجدول ٢-١: مقارنة بين المصدر المفتوح في عصر البرمجيات ونظيره في عصر الذكاء الاصطناعي..... ٤٠
الشكل ٢-١٢: من السيناريو إلى المشهد الكلي: الممارسة المرحلية لذكاء المدينة في الصين..... ٤٣
الشكل ٢-١٣: عدد المركبات المسجلة مقارنة بعدد مواقف السيارات في مدينة هانغتشو..... ٤٥
الشكل ٢-١٤: مقارنة تأثير سيناريو "موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها" عبر عقل مدينة هانغتشو..... ٤٥
الشكل ٢-١٥: سيناريو منصة "تشين تشينغ أونلاين" ضمن عقل مدينة هانغتشو ٤٦
الشكل ٢-١٦: سيناريو "ساعة سياحية إضافية" عبر عقل مدينة هانغتشو..... ٤٧
الشكل ٢-١٧: الهيكل النظامي لعقل الحرم الجامعي: "عقل واحد يدير الحرم، وتمكين متزامن لطرفي (الخدمة والحوكمة)"..... ٤٩
الشكل ٢-١٨: التموضع المحدد والتعبير الفعلي للسيناريوهات المبنية على مبدأ "التمركز حول الإنسان" في عقل مدينة هانغتشو..... ٥٠
الشكل ٢-١٩: سيناريو "تسجيل الدخول في ٣٠ ثانية" في عقل مدينة هانغتشو يهدف إلى توفير الموارد الزمنية للسائحين..... ٥١
الشكل ٣-١: منظمة رصد الأرض (GEO) تطرح مفهوم "ذكاء الأرض" ٥٥
شكل ٣-٢: دمج بيانات الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي يوفر حلولاً منخفضة التكلفة لرصد المدن: رصد حجم الحركة المرورية الفعلي نموذجًا ٥٨
شكل ٣-٣: حصر المعطيات الأساسية بناءً على بيانات الاستشعار عن بُعد ونماذج الإدراك الفيزيائي: رصد حجم الحركة المرورية الفعلي في مدن عالمية مختارة نموذجًا ٥٩
الشكل ٣-٤: مراحل بناء "ذكاء المدينة" والإجراءات الرئيسية..... ٦٢
الشكل ٣-٥: المشهد الشامل لتقنيات "الذكاء الاصطناعي + المدينة"..... ٦٤
الجدول ٣-١: مسار تطور ذكاء المدينة ٦٦
الشكل ٣-٦: اللائحة المحلية "لائحة هانغتشو لتعزيز تمكين عقل المدينة للحوكمة الحضرية"..... ٦٨
الشكل ٣-٧: العصر الرقمي يمهد الطريق لتحقيق الحياد الكربوني عبر ذكاء المدينة بفضل الاقتصاد في الموارد ورفع الكفاءة ٦٩
الشكل ٤-١: مثال على بانوراما المدينة الذي تظهره منصة القيادة الرقمية لعقل المدينة لهانغتشو ١,٠ ..... ٧٣
الشكل ٤-٢: التحليل والتقييم الجزئي لتخطيط مرافق التعليم في شنتشن..... ٧٩
الشكل ٤-٣: منصة جدولة وإدارة ذكية للطائرات بدون طيار نظام "صقر قوانغتشو" ٨٠
الشكل ٤-٤: حالة المرور قبل وبعد تنفيذ معالجة الازدحام في مستشفى غرب الصين بتشنغدو ٨٢
الشكل ٤-٥: النموذج الحصري للذكاء الاصطناعي دابو (DaPu) للتخطيط المكاني واستخدامات الأراضي في ووهان.... ٨٣
الشكل ٤-٦: منصة إدارة البيانات: حلّ بي أو إي(BOE) لمراقبة المدن الذكية ٨٥
الشكل ٤-٧: نظام الرصد الذكي لعملية الحرق المدعوم بالذكاء الاصطناعي لمجموعة تشاويانغ البيئية ٨٧
الشكل ٤-٨: الشاشة الكبيرة الرقمية لـ"وي لو دا" التابعة لبنك الشعب الصيني (تايتشو) ٨٩
الشكل ٤-٩: النظام الرقمي لخدمة معالجة واستخدام المخلفات العضوية الصلبة في حديقة يانتان البيئية بشنتشن . ٩٠
الشكل ٥-١: المبادرات والإجراءات العالمية لـ"الذكاء الاصطناعي + المدينة"..... ٩٩

النتائج الرئيسية وأبرز الرسائل

تأسست "لجنة مستشاري مدن المستقبل في الصين" بمبادرة من برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (الموئل) في عام ٢٠١٩، وهي تضم نخبة من شركات التكنولوجيا، وحكومات المدن، والمؤسسات البحثية، والمنظمات المجتمعية. تكرس اللجنة جهودها لتمكين التنمية الحضرية المستدامة عبر توظيف التكنولوجيا المتقدمة، سعيًا نحو بناء مستقبل حضري أفضل يتمحور حول الإنسان. ويُعد تقرير «آفاق استشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥: الذكاء الاصطناعي والمدن» التقرير السنوي الرئيسي الخامس الصادر عن هذه اللجنة. يستعرض الفصل الأول من التقرير التحديات الجسيمة التي تواجهها المدن في إطار أهداف التنمية المستدامة (SDGs)، موضحًا كيف بات "ذكاء المدينة" المستند إلى مفهوم "عقل المدينة" (City Brain) محركًا حيويًا لإحداث تحول جذري في نموذج التنمية الحضرية. ويقدم الفصل الثاني رصدًا منهجيًا لكيفية توظيف المدن الصينية لتطبيقات "ذكاء المدينة" على نطاق واسع، بحثًا عن حلول مبتكرة لتحقيق تنمية مستدامة عالية الجودة بأسلوب يتسم بالكفاءة والاقتصاد في الموارد. أما الفصل الثالث، فيطرح خارطة طريق وإرشادات عملية لتطوير "ذكاء المدينة" للانتقال من مرحلة المفهوم النظري إلى التنفيذ الفعلي، محددًا مراحل التطور المنهجي التي تشمل: إعادة صياغة القيم، وتأسيس قاعدة البيانات، والقيادة عبر سيناريوهات الاستخدام، وصولًا إلى مرحلة "بزوغ الذكاء". ومن خلال دراسات حالة مفصلة لمدن وسيناريوهات واقعية، يقدم الفصل الرابع نماذج صينية يُحتذى بها في مجال دمج "الذكاء الاصطناعي والمدن". وأخيرًا، يختتم الفصل الخامس بتلخيص الخبرات الرئيسية للمدن الصينية في تسخير الذكاء لتعزيز التنمية المستدامة، مقدمًا مقترحات للعمل المشتركة بمشاركة جميع الأطراف المعنية بتنمية المدن، ومطلقًا مبادرة للتعاون العالمي في مجال "الذكاء الاصطناعي والمدن".

الفصل الأول: تحولات المدن العالمية في عصر الذكاء الاصطناعي

تمر المدن اليوم بمرحلة مفصلية ضمن النافذة الزمنية المتاحة لتحقيق التنمية المستدامة العالمية، حيث باتت تشكل البؤرة الأكثر تركيزًا للضغوط المتزايدة. فمن ناحية، يشهد التقدم الإجمالي لأهداف التنمية المستدامة (SDGs) تعثرًا ملحوظًا مع تسارع ظهور القيود المتعلقة بالموارد والبيئة؛ ومن ناحية أخرى، تفتح التحولات التكنولوجية آفاقًا غير مسبوقة لابتكار أساليب الحوكمة. يستعرض هذا الفصل بشكل منهجي التحديات ومنطق التحول الذي يواجه التنمية الحضرية، وذلك من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية: التقدم العالمي، والتغيرات في هيكل الموارد، والمحركات التكنولوجية.

١. مواجهة أهداف التنمية المستدامة العالمية لتحديات جسيمة

وفقًا لأهداف التنمية المستدامة (SDGs) السبعة عشر الواردة في "خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠" التي اعتمدتها الأمم المتحدة في عام ٢٠١٥، تُظهر البيانات المتعلقة بـ ١٣٩ هدفًا فرعيًا قابلًا للتقييم في عام ٢٠٢٥، أن ٣٥٪ منها فقط حققت تقدمًا كافيًا أو متوسطًا، في حين شهد ١٨٪ منها تراجعًا فعليًا. وتقع المدن في صلب هذه الضغوط العالمية؛ إذ تشغل أقل من ٣٪ من مساحة اليابسة، لكنها تستهلك ما بين ٦٠٪ إلى ٨٠٪ من الطاقة وتنتج نحو ٧٥٪ من انبعاثات الكربون العالمية. وبينما تتزايد الأعباء الملقاة على عاتق المدن باستمرار، لا تزال كفاءة تشغيلها دون المستوى المأمول.

(١) تعثر التقدم وتفاقم التحديات: أدت حدة الظواهر المناخية المتطرفة، وتدهور النظم البيئية، وزيادة الضغط على البنية التحتية، إلى ركود أو تراجع في العديد من المؤشرات الرئيسية لأهداف التنمية

المستدامة (SDGs) داخل البيئات الحضرية.

(٢) المحدودية المطلقة للموارد وعدم الكفاءة الهيكلية: تتسم العناصر الأساسية كالأرض والطاقة والموارد المائية بظاهرة مزدوجة تتمثل في "المحدودية المطلقة للموارد مقابل عدم كفاءة النظم الحضرية"، مما يؤدي إلى تفاقم التناقضات الداخلية الكامنة في عملية التنمية الحضرية.

(٣) الدور الحاسم للمدن في تحقيق التنمية المستدامة العالمية: يكاد نمط تشغيل المدن يحدد بمفرده مسار التحول العالمي في مجال الطاقة وعمليات خفض الانبعاثات، مما يجعل المدن ركيزة لا غنى عنها في دفع عجلة التنمية المستدامة.

٢. المدن: من التوسع في استهلاك الموارد إلى الاقتصاد فيها

مع تزايد محدودية الموارد المتاحة لتنمية المدن، تشهد أنماط التطوير الحضري تحولات جذرية؛ إذ تنتقل من المسار القديم القائم على الاعتماد على التوسع في الأراضي واستهلاك الطاقة وتشييد البنية التحتية الضخمة، نحو نموذج جديد يركز بشكل أكبر على رفع الكفاءة، وتضافر العناصر، والاستدامة. وتمر المدن حاليًا بعملية إعادة صياغة شاملة لمفاهيم التنمية، وأساليب استغلال الموارد، وأنماط الحياة. ويتجلى هذا التحول في الجوانب المتعددة الآ تية:

(١) تحول مفاهيم التنمية: مع انتقال المدن من "عصر الكهرباء" المتمحور حول الكهربة، إلى "عصر القوة الحسابية" الذي يمثله الذكاء الاصطناعي، تتغير فلسفة التنمية من دعم النمو عبر زيادة استهلاك الموارد، إلى تعزيز التنمية الحضرية المستدامة من خلال الكفاءة العالية في استغلال الموارد المدفوعة بالبيانات.

(٢) تحسين كفاءة استخدام الموارد الحضرية عبر البيانات: يكمن جوهر "المدن عالية الكفاءة في الموارد" في تحويل البيانات إلى موارد استراتيجية قابلة للحساب والتداول عبر عمليات "رقمنة البيانات" (Bit-ization) و"ترميز البيانات" (Tokenization). ويسهم ذلك في المعالجة الدقيقة لمكامن عدم الكفاءة في النظام، ودفع حوكمة المدن للانتقال من الاعتماد على التقديرات والخبرات السابقة إلى التحسين الدقيق للموارد استنادًا إلى البيانات.

(٣) تحول مسار التنمية وبناء حضارة حضرية جديدة: من خلال الارتكاز على تحقيق ثلاثة اختراقات رئيسية تقودها البيانات في مجالات "حوكمة المدن، والخدمات، ونماذج التنمية"، تحقق المدن تحسينًا منهجيًا في كفاءة الموارد، وتنجز تنمية مستدامة عالية الجودة، مما يمهد الطريق نحو بناء حضارة حضرية جديدة ملموسة وقابلة للتحقق.

٣. "عقل المدينة" والتنمية الحضرية المستدامة

تتيح معادلة "الذكاء الاصطناعي + المدينة" فرصة لانتقال الذكاء الاصطناعي من كونه مجرد تغيير هيكلي في التكنولوجيا ذاتها، ليصبح آ لية دافعة لإحداث تحول جذري في منطق التنمية الحضرية. وتوفر تطبيقات "عقل المدينة" أساسًا عمليًا متينًا لتحقيق هذا التحول، مما يكتسب أهمية كبرى في تحديث منظومات حوكمة المدن وتعزيز قدراتها. ويُعد "ذكاء المدينة" الحامل التقني لـ "عقل المدينة"، وأحد أهم وسائل تطبيق الذكاء الاصطناعي في البيئة الحضرية. فمن خلال النماذج الخوارزمية، والقوة الحسابية، ومنظومات البيانات، تكتسب المدينة قدرة على تكوين فهم شامل لحالة تشغيلها، وامتلاك قدرات التنبؤ والاستنتاج والجدولة الديناميكية للموارد، مما يحقق كفاءة تشغيلية أعلى باستهلاك أقل للموارد. وتعمل هذه القفزة الهائلة في القدرات على تسريع تشكيل نمط جديد للتنمية الحضرية يتمثل في:

(١) من الكهربة إلى الرقمنة: تماثل الرقمنة اليوم ما أحدثته الكهربة قبل مائة سنة، حيث يقع دمج "الذكاء الاصطناعي + المدينة" ضمن إحداثيات تاريخية تشهد تحولات تكنولوجية كبرى لم تحدث منذ قرن من الزمان. وبالنسبة للمدن، يمثل هذا

التطور تغييراً هيكلياً يضاهي في تأثيره ثورة الكهربة في القرن العشرين.

(٢) تساؤل "عقل المدينة": بصفته نموذجًا جديدًا للتنمية الحضرية، يرتكز "عقل المدينة" على الإجابة عن تساؤل جوهري: "هل يمكن دعم التنمية المستدامة للمدينة باستخدام ١٠٪ فقط من الموارد الحالية؟". وقد رسخ هذا التساؤل مفاهيم جوهرية تتمثل في محورية الإنسان، والنظرة الشمولية، وكفاءة الموارد، والتنمية المستدامة.

(٣) "ذكاء المدينة" كمحرك مباشر لتغيير نموذج التنمية: تدفع تطبيقات "ذكاء المدينة"، القائمة على أساس "عقل المدينة"، نحو تغيير منهجي في نموذج التنمية الحضرية؛ حيث تتحول القوة الدافعة من الاعتماد البسيط على الموارد المادية إلى استغلال البيانات والقوة الحسابية، وينتقل أسلوب الحوكمة من التجزئة القطاعية بين الإدارات إلى التآزر الشامل، وتتغير أهداف القيمة من التوسع في الحجم إلى تحسين الموارد وتعزيز رفاهية الإنسان.

الفصل الثاني: "عقل المدينة": "ذكاء المدينة" ومعادلة "الذكاء الاصطناعي + المدينة"

تواجه الصين، في خضم عملية التحضر المتسارع، تحديًا مزدوجًا يتمثل في محدودية الموارد وعدم الكفاءة الهيكلية بشكل مباشر، مما جعل البحث عن نموذج جديد للتنمية الحضرية مفتاحًا لكسر هذا الجمود. في عام ٢٠١٦، بادرت مدينة هانغشو بريادة استكشاف هذا النموذج التنموي عمليًا مستندة إلى مفهوم "عقل المدينة". وفي عام ٢٠٢٠، حققت مدينة نانتشانغ إنجازًا في الحوكمة تمثل في تحقيق "مدينة بلا قيود مرورية"، وهو ما يُعد برهانًا فعليًا على تحول "قيمة البيانات" إلى "قيمة موارد"؛ أي تحقيق قفزة نوعية في كفاءة تشغيل المدينة دون إضافة موارد مادية جديدة، مما أظهر النتائج الأولية لـ "ذكاء المدينة". ومنذ ذلك الحين، ترسخت تطبيقات "ذكاء المدينة" في الصين عبر ممارسات واسعة النطاق. يقدم هذا الفصل شرحًا منهجيًا للاختناقات التي تواجه المدن الصينية فيما يخص الموارد، والبنية التقنية لـ "ذكاء المدينة" ومسارات تطبيقها، كاشفًا أن "عقل المدينة" ليس مجرد ترقية تقنية، بل هو ثورة عميقة في نمط حوكمة المدن.

١. تحديات التنمية المستدامة في المدن الصينية

(١) اختناقات الموارد في ظل تسارع التحضر: مع النمو السكاني السريع في المدن، لا يمكن ولا ينبغي أن يكون معدل استهلاك الفرد للموارد في المدن الصينية هدفًا يماثل ما هو عليه في مدن الدول المتقدمة. كما أن مشكلة عدم الكفاءة الهيكلية في الموارد الحضرية تضاعف من ضغوط الموارد.

(٢) التحول الحضري في ظل قيود الموارد: استرشادًا بالاستراتيجية القائلة بأن "بناء مجتمع مقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية"، تحولت فلسفة التنمية من "التوسع في الموارد" إلى "الاقتصاد في الموارد". وقد أدرجت الدولة بناء "مجتمع مقتصد في الموارد وصديق للبيئة" ضمن التصميم رفيع المستوى لخططها التنموية.

(٣) تطور "عقل المدينة": ينظر "عقل المدينة" إلى المدينة ككيان عضوي متكامل، حيث يدفع الاستخدام الكفء لموارد البيانات نحو تحقيق وفر هائل في الموارد الطبيعية. ويتم توظيف تقنيات "ذكاء المدينة" في مجالات مثل البيئة وإدارة الطاقة لتحقيق المراقبة والتخصيص الدقيق، مما يوفر مسارًا جديدًا للتحول الحضري.

٢. استكشاف ريادي لـ "ذكاء المدينة": مدينة بلا قيود مرورية

(١) الازدحام المروري تحدٍ عالمي مشترك: شهدت الصين نموًا هائلًا في أعداد السيارات الخاصة وتوسعًا في بناء الطرق. ولكن في مواجهة مشاكل هيكلية شائعة مثل "ارتفاع معدل سير المركبات شبه فارغة" واختلال التوازن بين أماكن العمل

والسكن، لجأت المدن عمومًا إلى أساليب "التحكم في الإجمالي" لمواجهة الازدحام، مثل تقييد حركة المرور بناءً على أرقام اللوحات، أو تقييد إصدار لوحات السيارات (أي "تقييد الحركة وتقييد اللوحات").

(٢) الحل الذكي لمرور بلا قيود: قامت مدينة "هانغشو" باستكشاف هذا الحل الذكي القائم على "عقل المدينة" لمعالجة المشكلة الجوهرية المتمثلة في الانفصال بين البيانات والإجراءات العملية، سعيًا لمعالجة الازدحام. وتلا ذلك نجاح تجربة "عقل المدينة" في "نانتشانغ" بتحقيق اختراق في الحوكمة المرورية، حيث ألغت المدينة في عام ٢٠٢٠ سياسة تقييد الحركة بناءً على أرقام اللوحات التي ظلت سارية لمدة ١١ عامًا، مما أدى إلى انخفاض مؤشر الازدحام وزيادة سرعة المركبات.

٣. البنية التقنية لـ "ذكاء المدينة"

(١) "ثلاثية" القوة الحسابية والبيانات والنماذج: يعتمد تحقيق "ذكاء المدينة" على بنية تقنية منهجية، يكمن جوهرها في دمج "ثلاثية" القوة الحسابية، والبيانات، والنماذج. حيث تُعد البيانات المورد الجوهري، وتشكل النماذج المحرك الذكي، بينما توفر القوة الحسابية الضمانة الأساسية لهذه المنظومة.

(٢) محرك ذكاء المدينة: يُعد هذا المحرك الحامل التقني الأهم لـ "ذكاء المدينة"، وتمثل نماذج الذكاء الاصطناعي وسيلة حيوية لتحقيقه. وعند نشر هذا المحرك لخدمة حوكمة المدينة، فإنه يعمل على دمج نماذج الإدراك المادي للمدينة، ونماذج الإدراك الاجتماعي، ونماذج الاستنتاج الديناميكي، ونماذج المعرفة الحضرية، لتشكل مجتمعة "النموذج التأسيسي للمدينة"، مما يمنحه قدرات إدراكية واستنتاجية عامة عابرة للسيناريوهات المتعددة.

(٣) آلية المصادر المفتوحة لذكاء المدينة: تطورت مفاهيم المصادر المفتوحة من مجرد إتاحة الشيفرات البرمجية والأكواد المصدرية، لتشمل إتاحة موارد الابتكار. إذ يُعد فتح البيانات والنماذج والقوة الحسابية بمثابة إتاحة لموارد الابتكار اللازمة لتنمية المدن، وتعتبر هذه الآلية ابتكارًا حيويًا لتحقيق التنمية التعاونية المشتركة بين المدن.

٤. التطبيق الواسع لنموذج "الذكاء الاصطناعي + المدينة" في الصين

(١) ممارسات شاملة على مستوى المدينة: أثبتت التجارب الميدانية في المدن الصينية قدرة "ذكاء المدينة" على ممارسة الحوكمة في مجالات متعددة تشمل البيئة، والإدارة، والمجتمع. ويُعد "ذكاء المدينة" نتيجة جوهرية وانبثاقًا نظاميًا لمعادلة "الذكاء الاصطناعي + المدينة".

(٢) تغطية أعمق من التطبيق إلى السيناريو، ومن السيناريو إلى المشهد الشامل: بدأت المسيرة بتطبيقات تقنية فردية، ثم تجاوزت الحواجز بين الإدارات عبر "السيناريوهات"، لتتطور أخيرًا نحو "ذكاء المدينة". وتتجلى الإمكانات الهائلة لتحسين تآزر الموارد الحضرية الشاملة في نماذج واقعية، مثل مبادرة "الإدارة الموحدة عبر شبكة واحدة" في شنغهاي، ومبادرات هانغشو المتعددة مثل "اعتبار المدينة بأكملها موقفًا واحدًا"، ومنصة "تشين تشينغ أونلاين" (للعلاقات الحكومية-التجارية النظيفة)، ومبادرة "ساعة سياحة إضافية"، و"عقل الحرم الجامعي".

(٣) الرؤى المستخلصة من التجربة الصينية لـ "عقل المدينة": ينبع "عقل المدينة" من ثورة معرفية عميقة حول جوهر الاقتصاد في الموارد. ولا يقتصر مفهوم "المدينة ككل واحد" على كسر الحواجز بين الإدارات الحكومية لتوحيدها فحسب، بل يعني ضرورة دمج الحكومة والشركات والمجتمع وكافة العناصر الحضرية في كيان متكامل. وبذلك، يتحول مركز ثقل الحوكمة من "التركيز على التكنولوجيا" إلى "التركيز على الخدمات"، مع إيلاء الأولوية للتجربة الإنسانية. ويؤدي هذا المسار في النهاية إلى إعادة بناء آليات الثقة الاجتماعية، مشكلًا حلقة إيجابية تتكون من "ثقة الحكومة - ائتمان المواطن - تحضر المدينة"، مما يحقق الوحدة والتناغم بين

القيمة التقنية والقيمة الاجتماعية.

الفصل الثالث: خارطة طريق تطوير "ذكاء المدينة"

يقتضي بناء مدينة مقتصدة في الموارد إجراء تحول منهجي في نموذج المدينة. يبدأ هذا التحول أولًا بـ "إعادة تشكيل منظومة القيم"، القائمة على الفهم العميق للمدينة باعتبارها "كيانًا كليًا"، واعتبار البيانات المورد الحاسم فيها. ويهدف "ذكاء المدينة" هنا إلى ضمان جودة حياة عالية ودفع عجلة التنمية الحضرية المستدامة عبر تحسين استغلال الموارد. ثانيًا، يجب "حصر البيانات الأساسية بدقة"، والقياس الدقيق لتدفقات الموارد وكفاءة استخدامها. ثم يأتي دور "التحقق من القيمة عبر السيناريوهات"، لتحقيق قفزة نوعية في ذكاء المدينة. وأخيرًا، الوصول إلى بناء "حضارة حضرية قائمة على الثقة".

إن البنية الهيكلية لـ "ذكاء المدينة" لا تتطلب فقط دعم "الثلاثية المتكاملة" (البيانات، والنماذج، والقوة الحسابية)، بل تستلزم أيضًا ضمان التنمية المستدامة من خلال منظومة أمنية وغطاء قانوني. ويمكن التحقق من القيمة النهائية لهذا النموذج عبر "تساؤل عقل المدينة": "هل يمكن دعم تنمية حضرية عالية الجودة ومستدامة باستخدام ١٠٪ فقط من الموارد الحالية للمدينة؟"، محققين بذلك وحدة عضوية بين التقدم التقني والقيمة الاجتماعية.

١. بناء مدينة مقتصدة في الموارد استنادًا إلى "ذكاء المدينة"

لا يقتصر "ذكاء المدينة" على كونه مجرد ترقية تقنية، بل يمثل تحولًا استراتيجيًا في نموذج التنمية الحضرية، ويتطور عبر ثلاثة أشكال متدرجة: الشكل التأسيسي (التطبيقات الأساسية): ويركز على حل مشكلات تقنية محددة. الشكل المتقدم (السيناريوهات): ويعمل على حل مشكلات محددة في حوكمة المدينة من خلال دمج بيانات متعددة المصادر. الشكل العالي المستوى ("ذكاء المدينة"): ويحقق حوكمة تعاونية شاملة عابرة للمجالات، والإدارات، والمستويات الإدارية.

٢. حصر البيانات الأساسية بدقة هو المفتاح

تتطلب عملية "حصر البيانات الأساسية" العمل على ثلاثة مستويات: أولًا، حصر بيانات الموارد؛ مثل "حجم الحركة الفعلي على الطرق" في قطاع النقل، ومعدل التسرب في شبكات المياه، ومعدل دوران مواقف السيارات. ثانيًا، حصر بيانات الحالة التشغيلية الشاملة للمدينة؛ من خلال الرصد الآني لـ "المؤشرات الحيوية" للمدينة. ثالثًا، حصر بيانات الأعمال وجودة البيانات؛ وذلك بتحويل الأعمال اليومية الروتينية إلى موارد بيانات عالية الجودة.

٣. إرشادات بناء "ذكاء المدينة"

(١) المراحل الأربع لبناء "ذكاء المدينة": يمر التطور الناجح لـ "ذكاء المدينة" عبر أربع مراحل متتابعة هي: "تحول القيم ← تأسيس قاعدة البيانات ← التحقق عبر السيناريوهات ← تشكيل الحضارة".

(٢) البنية الهيكلية والتقنيات الأساسية: تضع الهيكلية الشاملة التي تبدأ من "مرافق الحوسبة - شبكة البيانات - المحرك الذكي" وصولًا إلى "السيناريوهات"، الأساس الجوهري لانتقال "ذكاء المدينة" من مجرد قدرة تقنية إلى قدرة فعلية على الحوكمة.

(٣) دليل الإجراءات الرئيسية: الإجراء ١: وضع خطة شاملة وإطار عمل مرحلي للتنفيذ. الإجراء ٢: اعتبار بناء البنية التحتية الذكية ركيزة أساسية للعمل. الإجراء ٣: دفع عملية استكمال البنية التحتية الذكية ومنظومة الحوكمة، مدفوعةً بـ "السيناريوهات" العملية. الإجراء ٤: بناء منظومة لضمان أمن "ذكاء المدينة" وسيادة القانون.

٤. الآفاق المستقبلية لـ "ذكاء المدينة"

سيقود "ذكاء المدينة" ثورة في نموذج التنمية

الحضرية تتمحور حول "زيادة كفاءة الموارد"، مما يدعم الجهود العالمية لمواجهة تحديات الحياد الكربوني، ويعزز تشكيل نموذج حضاري جديد. إن مدن المستقبل التي تتمتع بمستوى عالٍ من "ذكاء المدينة" لن يقاس نجاحها بالازدهار الاقتصادي فحسب، بل بقدرتها على تحقيق أقصى درجات رفاهية السكان، وجودة البيئة، ومرونة المدينة، في ظل الحفاظ على الحد الأدنى من استهلاك الموارد لكل وحدة. ويمثل هذا التحول انتقالًا جوهريًا من "الحضارة الحضرية الصناعية" التي تسعى وراء "التوسع في الحجم"، إلى "حضارة حضرية رقمية" تقوم على الاقتصاد في الموارد، وتقاس بمعايير الرفاهية، وتكون مشتركة ومتاحة للجميع.

الفصل الرابع: دراسات الحالة

يستعرض هذا الفصل، من خلال ست دراسات حالة للمدن وست دراسات حالة لسيناريوهات تطبيقية، عرضًا شاملًا للممارسات المتنوعة والنتائج المتحققة لنموذج "الذكاء الاصطناعي + المدينة"، بدءًا من التطبيقات الأساسية، مرورًا بالسيناريوهات، ووصولًا إلى "ذكاء المدينة". وتتنوع دراسات حالة المدن لتشمل الاستكشاف المنهجي للحوكمة الذكية الشاملة في المدن الكبرى، والممارسات المبتكرة في مجالات محددة مثل التعليم، والحوكمة الدقيقة، والنقل، والتخطيط. أما حالات السيناريوهات، فتغطي أوجهًا متعددة الأبعاد لتشغيل المدينة، بدءًا من البنية التحتية العامة، والنفايات المعيشية، والتمويل الأخضر، والموارد البيولوجية، وصولًا إلى تنظيم حركة المرور أثناء الفعاليات، والبلدات المتخصصة؛ لتقدم بذلك نماذج صينية قابلة للاقتداء بها للمدن حول العالم.

وتشمل دراسات الحالة الخاصة بالمدن ما يلي: مدينة هانغتشو: استكشاف التنمية الحضرية المستدامة استنادًا إلى مفهوم "عقل المدينة". مدينة شنغهاي: تحول حوكمة المدن الكبرى من "الرقمنة" إلى "الذكاء". مدينة شنتشن: التوزيع الذكي لموارد التعليم في المدينة. مدينة غوانغتشو: تمكين الحوكمة الحضرية الدقيقة عبر الذكاء الاصطناعي. مدينة تشنغدو: الحوكمة الذكية للمرور في المناطق المحيطة بالمستشفيات. مدينة ووهان: صياغة حلول ذكية للتخطيط الحضري.

في حين تتضمن دراسات الحالة الخاصة بالسيناريوهات التطبيقية: التكامل الفعال لموارد البنية التحتية العامة في المناطق الحضرية. الإدارة الذكية للنفايات المعيشية في المدن. الوصول الذكي والمباشر لموارد التمويل الأخضر الشامل. إعادة التدوير وتجديد موارد الكتلة الحيوية الحضرية. تمكين الفعاليات الحضرية وحوكمة المرور عبر تقنيات "الجيل الخامس + الذكاء الاصطناعي" (5G+AI). تحسين وتكامل موارد الابتكار في البلدات المتخصصة.

الفصل الخامس: الخلاصة والمبادرات

يلخص هذا الفصل بشكل منهجي المفاهيم والدروس المستفادة من واقع الممارسات العملية حول "دفع الذكاء الاصطناعي للتنمية الحضرية المستدامة". وبناءً على ذلك، يطرح التقرير مقترحات للعمل المشترك موجهة لبناة المدن، بالإضافة إلى مبادرة للتعاون العالمي في مجال "الذكاء الاصطناعي + المدينة".

١. الذكاء الاصطناعي محركًا للتنمية الحضرية المستدامة

إن مسار التنمية القائم على مقايضة الاستهلاك المرتفع بالراحة، وتحقيق النمو السريع عبر الانبعاثات العالية، أدى إلى ركود أو حتى تراجع في أهداف التنمية المستدامة(SDGs) العالمية في مجالات عدة. ولا تزال نسبة كبيرة من مشاريع "المدن الذكية" التقليدية عالقة عند مستوى "تكديس التقنيات"، ولم تفلح في معالجة مشكلة تجزئة القدرات الحضرية الناجمة عن تقسيم العمل بين الإدارات. في المقابل، تعيد الممارسة الصينية المتمثلة في نموذج "عقل المدينة" صياغة مفاهيم التنمية الحضرية من منظور شمولي وإنساني،

مقدمة مسارًا تجريبيًا لدفع التنمية المستدامة عبر "ذكاء المدينة" بأسلوب يتسم بالكفاءة والاقتصاد في الموارد. وقد نضجت الظروف العالمية الحالية للتطبيق؛ حيث تتكامل تدريجيًا منظومات البيانات الحضرية المفتوحة، وتعمل النماذج الأساسية مفتوحة المصدر والأنظمة البيئية البحثية المفتوحة للمدن على خفض حواجز الدخول. وانطلاقًا من رؤية "مجتمع المصير المشترك للبشرية"، سيحمل "ذكاء المدينة" لواء الأمل، دافعًا المدن العالمية نحو مستقبل مشترك يتسم باستهلاك منخفض للموارد، ورفاهية عالية، ومرونة قوية؛ تحقيقًا لشعار: "خلق حياة أفضل بموارد أقل".

٢. مقترحات للعمل المشترك بمشاركة جميع الأطراف المعنية بتنمية المدن

(١) الأفراد والمنظمات الاجتماعية القاعدية: العمل على توليد وتطوير "ذكاء المدينة" الذي يتمحور حول الإنسان.

(٢) قطاع الصناعة والأوساط الأكاديمية: التعاون بين الصناعة والجامعات للبحث والتطوير والترويج للمنتجات العامة الخاصة بـ "ذكاء المدينة".

(٣) مديرو المدن وبناتها: تبني الحوكمة الرشيدة القائمة على السيناريوهات والموجهة لحل المشكلات في تطبيقات "ذكاء المدينة".

(٤) الحكومات الوطنية والمحلية: الدفع المنهجي لبناء البنية التحتية وتوفير الضمانات المؤسسية والقانونية.

٣. مبادرة التعاون العالمي لـ "الذكاء الاصطناعي + المدينة"

(١) بناء مدن مقتصدة في الموارد، بهدف خلق حياة أفضل باستخدام موارد أقل.

(٢) الاستغلال الأمثل لتقنيات الذكاء الاصطناعي، لدعم بناء المدن المقتصدة في الموارد بشكل شامل.

(٣) إتقان بناء "ذكاء المدينة"، ودفع نموذج "الذكاء الاصطناعي + المدينة" بمنظور شمولي.

(٤) الالتزام بمحورية الإنسان، وتهيئة سيناريوهات للحوكمة الرشيدة.

(٥) تأسيس تحالف عالمي للمدن الذكية، لتبادل الخبرات في مجال حوكمة المدن.

(٦) بناء نظام بيئي مفتوح المصدر لـ "ذكاء المدينة"، لمشاركة التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع.

التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥

الذكاء الاصطناعي والمدن

التحولات الحضرية العالمية في عصر الذكاء الاصطناعي

الفصل الأول: التحولات الحضرية العالمية في عصر الذكاء الاصطناعي

تواجه التنمية المستدامة العالمية تحديات جسيمة. فقد تضمّنت "خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠" ٧١ هدفًا من أهداف التنمية المستدامة، منها ٩٣١ غاية قابلة للتقييم. ووفقًا لـ "تقرير أهداف التنمية المستدامة ٢٠٢٥" الصادر عن الأمم المتحدة، لم يُظهر سوى ٥٣٪ من هذه الغايات تقدمًا كافيًا أو متوسطًا، في حين سجّل ٨١٪ منها تراجعًا. وتُعدّ المدن، باعتبارها مراكز تجمع السكان والأنشطة الاقتصادية واستهلاك الموارد، تجسيدًا مكثفًا لإشكاليات التنمية المستدامة، كما تمثل في الوقت ذاته المجال الحاسم لإيجاد الحلول. فمن جهة، على الرغم من أن المدن لا تشغل سوى ٢-٣٪ من مساحة اليابسة على سطح الأرض، فإنها تستهلك ما بين ٦٠٪ و٨٠٪ من الطاقة العالمية، وتنتج نحو ٥٧٪ من انبعاثات الكربون. ومن جهة أخرى، تُعدّ المدن جبهة متقدمة للابتكار التكنولوجي والإصلاح المؤسسي، وتمتلك إمكانات فريدة لقيادة التحول العالمي.

إن محدودية الموارد المطلقة وانخفاض الكفاءة في إدارة الأنظمة الحضرية، يشكّلان قيدًا مزدوجًا على تطور المدن. فموارد الأراضي آخذة في التناقص، وأزمة المياه العالمية تتفاقم، في حين تقترب قدرة الطاقة والبيئة على التحمل من حدودها القصوى. والأكثر بروزًا أن أنماط الإدارة التقليدية واسعة النطاق في تشغيل المدن تؤدي إلى تدنّي الكفاءة بشكل منهجي، حيث تُهدر كميات كبيرة من الموارد خلال عمليات التداول والاستخدام.

وفي هذا السياق، يبرز الذكاء الاصطناعي تدريجيًا كقوة دافعة رئيسية للخروج من هذا المأزق. فكما كان دور الكهربة في القرن ٢٠، ستعيد الرقمنة والتحوّل الذكي (ويُشار إليه فيما يلي بالتحوّل المدفوع بالذكاء) تشكيل منطق تشغيل المدن في القرن الـ٢١. وفي مسيرة تحول المدينة من "عصر الكهرباء" إلى "عصر القدرة الحاسوبية"، ومن خلال جعل موارد البيانات قابلة للتحويل الرقمي والتجزئة والتطبيقات الذكية، سيُدفع بالمدن نحو التحول من نمط "توسيع الموارد" إلى نمط "ترشيد استهلاك الموارد". وقد بدأت تقنيات "الذكاء الاصطناعي" تُطبّق على نطاق واسع في سيناريوهات محددة، بينما يتبلور نموذج "الذكاء الاصطناعي + المدينة" في صورة أشمل تُعرف بـ "ذكاء المدينة" (ytiC ecnegilletnI). ويُعدّ دماغ المدينة بنية تحتية حديثة تعبّر عن تحديث قدرات الحوكمة ضمن منظومة إدارة المدن، في حين يُمثّل ذكاء المدينة هو الحامل التقني لهذا المفهوم. لقد أسهمت موارد البيانات في تعظيم قيمة الموارد الطبيعية، مما أتاح للمدن أن تطلق قيمة مضاعفة ضمن فضاء مادي محدود، وجعل رؤية "الاعتماد على ٠١٪ من الموارد الحضرية القائمة لدعم تنمية حضرية عالية الجودة ومستدامة" تنتقل من مستوى الفكرة إلى حيز الواقع. إن هذا التحول النموذجي لا يقتصر على تجديد التطبيقات التقنية فحسب، بل يُمثّل قفزة شاملة نحو حضارة حضرية أكثر إنسانية وابتكارًا وترشيدًا للموارد.

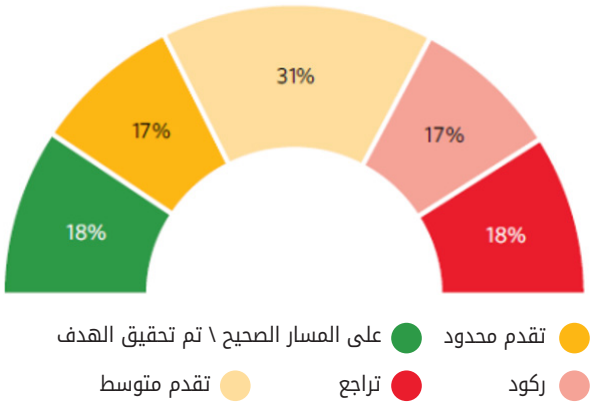
١,١ أهداف التنمية المستدامة العالمية تواجه تحديات جسيمة

١,١,١ تباطؤ التقدم وتفاقم التحديات

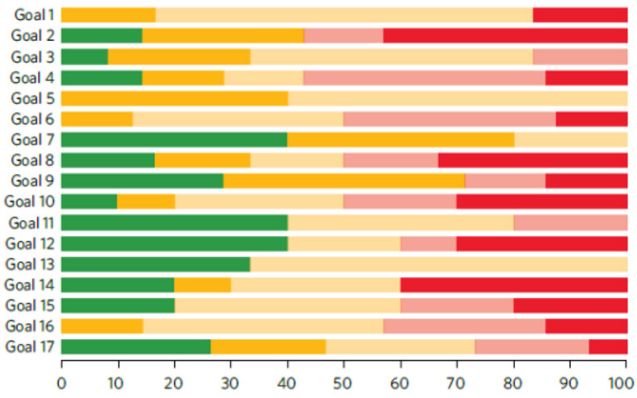
الشكل ١-١: أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر للأمم المتحدة

المصدر: "تقرير أهداف التنمية المستدامة ٢٠٢٥" للأمم المتحدة

التقدم نحو تحقيق الأهداف بناء على البيانات الإجمالية العالمية من عام ٢٠١٥ إلى عام ٢٠٢٥



تقييم التقدم المحرز في أهداف التنمية المستدامة الـ١٧ المحددة مسبقًا



الشكل ١-٢: تقييم التقدم المحرز في أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة

المصدر: "تقرير أهداف التنمية المستدامة ٢٠٢٥" للأمم المتحدة

في عام ٢٠١٥، اعتمدت الأمم المتحدة «خطّة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠»، التي طرحت ١٧ هدفًا من أهداف التنمية المستدامة (SDGs) [١]*، وذلك بهدف تحقيق التوازن بين رفاهية الإنسان والازدهار الاقتصادي وحماية البيئة (الشكل ١-١)* [٢]*. ولكن عند تقييم التقدّم المحرز في عام ٢٠٢٥، تبيّن أن المسار العام نحو تحقيق هذه الأهداف على الصعيد العالمي يشهد تأخرًا خطيرًا. فمن بين ١٣٩ غاية قابلة للتقييم (من أصل ١٦٩ غاية)، أظهرت ٣٥٪ فقط تقدّمًا كافيًا - حيث أن ١٨٪ منها*

تسير وفقًا للخطّة الموضوعة، و١٧٪ أظهرت تقدّمًا متوسطًا (الشكل ١-٢). ومن اللافت أن ٤٨٪ من الغايات أظهرت قصورًا في التقدم، حيث شهد ٣١٪ منها تحسنًا هامشيًا فقط، بينما لم تشهد ١٧٪ أيّ تقدّم على الإطلاق. والأكثر إثارة للقلق أن ١٨٪ من الغايات سجّلت تراجعًا مقارنة بخطّ الأساس لعام ٢٠١٥. على سبيل المثال، تشير تقارير إلى أن الهدف الحادي عشر من أهداف التنمية المستدامة «مدن ومجتمعات محلية مستدامة» يشهد تقدّمًا بطيئًا، ولم يسجل تحسنا ملحوظا منذ عام ٢٠١٥ [٣]، وهو يعكس تفاقم التحديات التي تواجه التنمية الحضرية على مستوى العالم.

رغم أنّ المدن لا تشغل سوى ٢-٣٪ من مساحة اليابسة العالمية، فإنها تحتضن أكثر من نصف سكان العالم، وتستهلك ما بين ٦٠-٨٠٪ من الطاقة العالمية، وتنتج نحو ٧٥٪ من انبعاثات الكربون [٤]، كما أنّ الخصائص المتمثلة في التركّز العالي للسكان والاقتصاد والموارد واحتياجات البنية التحتية تجعلها الساحة الأكثر تجسيدًا لتحديات التنمية المستدامة، بل وتجعلها أيضًا الرافعة الاستراتيجية لدفع الأهداف الـ ١٧ للتنمية المستدامة إلى حيّز التنفيذ -- ترتبط القضايا الحضرية ارتباطًا وثيقًا بمعظم أهداف التنمية المستدامة، وتحدّد جودة تنميتها بصورة مباشرة مدى تقدّم الأجندة العالمية: (١) في مجال الحد من الفقر والإسكان (SDG١، SDG١١)، تمثل الأحياء غير الرسمية / نقص المساكن في المدن عائقًا مباشرًا أمام جهود الحد من الفقر وتحقيق تنمية حضرية شاملة؛ (٢) في مجال الصحة وجودة الهواء (SDG٣)، يرتبط تلوث PM٢,٥ الناتج عن الانبعاثات الصناعية وحركة النقل في المدن ارتباطًا وثيقًا بالأعباء الصحية البيئية؛ (٣) في مجال الطاقة والمناخ (SDG٧، SDG١٣)، يحدد هيكل الطاقة الحضري وانبعاثات النقل مسار نسبة كبيرة من غازات الدفيئة؛ (٤) في مجال البنية التحتية والفرص الاقتصادية (SDG٨، SDG٩)، يؤدي تأخر تطوير البنية التحتية وإمدادات الموارد في المدن إلى تقييد الإنتاجية وتكافؤ الفرص؛ (٥) في مجال النظم البيئية البرية والاستخدام المستدام للأراضي (SDG١٥)، يسهم التوسع الحضري في التعدي على الأراضي الزراعية والموائل الطبيعية، مما يخفض كفاءة استخدام الموارد. ويشير تقرير الوكالة الدولية للطاقة "آفاق الطاقة العالمية ٢٠٢٤ (World Energy Outlook ٢٠٢٤)" في فصل "تقنيات الطاقة النظيفة الرئيسية (Key Clean Energy Technologies)" إلى أنّ نشر سبع فئات رئيسية من التقنيات، بما في ذلك مركبات الطاقة الجديدة وطاقة الرياح والطاقة الكهروضوئية واحتجاز الكربون، سيسهم بنحو ٧٥٪ من خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة خلال الفترة ٢٠٢٣-٢٠٣٥، كما يُعدّ القوة الدافعة الرئيسية لتحقيق انخفاض الطلب على الوقود الأحفوري خلال هذا العقد والحفاظ على مسار ١,٥ درجة مئوية، وبالنظر إلى أنّ المدن تضم أكثر من نصف سكان العالم، فإن تحسين كفاءة الطاقة فيها وهيكل النقل الحضري يؤدي دورًا مهمًا في خفض الانبعاثات بشكل عام [٥].

٢,١,١ محدودية الموارد المطلقة وانخفاض كفاءة الأنظمة الحضرية

ترتبط تقريبًا جميع أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة لعام ٢٠٣٠ بتحقيق ترشد استهلاك الموارد، وزيادة كفاءة استخدام الموارد ارتباطًا وثيقًا. ويُظهر تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة «فجوة الانبعاثات ٢٠٢٤ (Emissions Gap Report ٢٠٢٤) » أن السياسات الحالية، ومسار انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الذي تنطوي عليه المساهمات المحددة وطنيًّا غير كافي لدعم تحقيق هدف (الحد من ارتفاع درجة الحرارة) عند ١,٥ درجة مئوية، وسيزيد بشكل كبير من صعوبة تحقيق هدف درجتين مئويتين [٦]. وأشار برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN-Habitat) في «تقرير المدن العالمي ٢٠٢٤ (World Cities Report ٢٠٢٤)» إلى أنه المدن العالمية تعاني عمومًا من أوجه قصور واسعة النطاق في الإسكان، والنقل العام، والبنية التحتية، وموارد الإغاثة في حالات الكوارث، والقدرة على التمويل. وتُفاقم الصدمات المناخية هذه العيوب الهيكلية، التي تبرز بشكل خاص في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، والمدن

التي تضم نسبة عالية من المناطق السكنية غير الرسمية، المدن المفتقرة إلى الحوكمة والقدرة المالية [٧]. وأشارت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في «التقرير الشامل لتقرير التقييم السادس: تغير المناخ ٢٠٢٣ (AR٦ Synthesis Report: Climate Change ٢٠٢٣)» إلى أن الاعتماد على التحسينات التكنولوجية المحلية أو النمو الاقتصادي فقط لا يُمكن أن يُحقق انخفاضًا سريعًا كافيًا في الانبعاثات العالمية. بل يجب تعزيز الاستخدام الأكثر كفاءةً للموارد والتحول الشامل في مجالات نظامية متعددة مثل الطاقات، والمواصلات، والمباني، واستخدام الأراضي. وإلّا فسيكون من الصعب إبقاء الاحترار العالمي ضمن نطاق ١,٥ أو ٢ درجة مئوية [٨].

(١) محدودية الموارد المطلقة

في المراحل الأولى للحضارة الإنسانية، كان توافر الموارد الطبيعية الأساسية، كالماء والتربة، عاملًا حاسمًا في صعود المدن أو المستوطنات وسقوطها. فلنأخذ تل السلطان (Tell es-Sultan) مثالًا، وهو موقع أثري في أريحا، يعود إلى عصور ما قبل التاريخ، يُظهر أن الاستيطان حول الينابيع الدائمة ومشاريع الصرف ومقاومة الفيضانات في وقت مبكر، تُبرز التأثير الحاسم للموارد المائية على بقاء المستوطنات المبكرة وتوسعها [٩]. في بلاد ما بين النهرين، أدى الري واسع النطاق إلى زيادة الإنتاج الزراعي، ولكنه خلّف أيضا آ ثارا تراكمية طويلة الأمد تمثلت في تملح التربة وتدهورها. وتشير الدراسات التاريخية والأثرية، كالمناقشات الكلاسيكية حول تملح بلاد ما بين النهرين، والتي أجراها Thorkild Jacobsen و Robert McC. Adams، إلى أن تدهور الأراضي وعدم التوازن في إدارة الموارد المائية يُعدّ ان من العوامل المهمة التي تؤدي إلى إعادة التوزيع الاجتماعي، وهجرة السكان، حتى انهيار دول المدن [١٠].

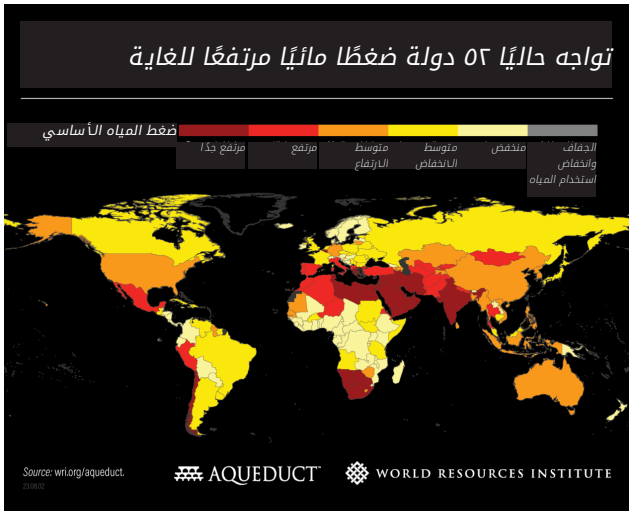
لطالما شكّلت ندرة الموارد عائقًا أساسيًّا أمام تطور المجتمع البشري. في سبعينيات القرن الماضي، طرح كتاب «حدود النمو» (The Limits to Growth, ١٩٧٢) منطق «القيود المفروضة على النمو في كوكب محدود الموارد». واليوم تقترب المدن العالمية من «الحد الأقصى» للموارد المتاحة [١١].

أولًا، هناك محدودية موارد الأرض. تشير الدراسات إلى أنه في الفترة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠٣٠، قد تزداد مساحة الأراضي المخصصة للبناء الحضري عالميًا بنحو ١,٢ مليون كيلومتر مربع، أي ما يعادل ضعفين إلى ثلاثة أضعاف مساحة المدن العالمية في عام ٢٠٠٠ [١٢]. ومع ذلك، إذا تخيلنا الثلاثين عامًا القادمة، في الصين على سبيل المثال، فمن المستحيل تمامًا تطوير المدن بالطريقة نفسها - أي بمضاعفة مساحة الأرض. في الوقت نفسه، يدفع هذا التوسع العمراني واسع النطاق المدنَ نحو تجاوز الحدود البيئية الحمراء -- إذ غالبًا ما يأتي التوسع الحضري على حساب التضحية بالغابات والأراضي الرطبة والأراضي الزراعية. ويُقدّر العلماء أنه وفقًا للاتجاهات الحالية، بحلول عام ٢٠٣٠، ستؤدي التغيرات في الغطاء النباتي الناجمة عن التوسع الحضري إلى انبعاث نحو ١,٣٨ مليار طن من الكربون، مما يُهدد التنوع البيولوجي تهديدًا خطيرًا [١٣]. وقد اقتربت العديد من المناطق الحضرية بالفعل من حدود قدرتها الاستيعابية للأراضي، ويواجه التطوير العمراني الجديد معضلة استغلال الأراضي الزراعية القيّمة أو المناطق الحساسة بيئيًا. وتتطلب هذه الندرة المطلقة لموارد الأراضي أن يتحول التطوير الحضري إلى تحسين الأراضي المستخدَمة بدلًا من توسيع الأراضي الجديدة بلا نهاية.

إن القيود المفروضة على المياه والطاقة تزداد أيضًا. يتزايد الطلب الحضري على المياه العذبة بوتيرة متسارعة، إلا أن إمداداتها محدودة ومتقيّدة بالظروف الطبيعية بشكل صارم، كما أن تغير المناخ يُفاقم أزمة المياه. وتشير تحليلات ذات صلة إلى أن حوالي ١٠٪ من إجمالي استهلاك المياه العالمي يُستخدم حاليًا لإمدادات المياه البلدية [١٤]. ووفقًا لـ «تقرير تنمية المياه في العالم» الصادر عن البنك الدولي واليونسكو (UNESCO, ٢٠٢٣)، فإنه من المتوقع أن يرتفع عدد سكان المدن الذين يعانون من نقص المياه من ٩٣٣ مليون نسمة عام ٢٠١٦ (ثلث سكان المدن في العالم) إلى ما بين ١,٧ مليار و٢,٤

مليار نسمة عام ٢٠٥٠ (ما بين ثلث ونصف سكان المدن في العالم تقريبًا) [١٥] [١٦]. وفي الوقت نفسه، أدى التوسع الحضري السريع إلى تفاقم الطلب على المياه، كما حدث في أزمة «Day Zero» في بنغالور بالهند وكيب تاون بجنوب إفريقيا. وتحذر نماذج المناخ من أن تغير المناخ سيؤدي بحلول عام ٢٠٥٠ إلى انخفاض كمية المياه العذبة المتاحة بأكثر من ١٠٪ لما لا يقل عن ٦٨٥ مليون نسمة من سكان المدن. شهدت بعض المدن التي تعتمد بشكل كبير على مصادر المياه الخارجية انخفاضًا حادًا في هطول الأمطار بنسبة ٣٠-٥٠٪ (مثل عمّان في الأردن، وملبورن في أستراليا، وكيب تاون في جنوب إفريقيا، والأخرى التي عانت من نقص حاد في المياه في السنوات الأخيرة) [١٧]. أدى الاحتباس الحراري إلى جانب ازدياد الطلب على المياه في المدن، إلى جعل موارد المياه الحضرية شديدة الهشاشة. وتتوقع اليونسكو أن يتضاعف عدد سكان المدن في العالم الذين يواجهون نقصًا في المياه بحلول عام ٢٠٥٠، من ٩٣٠ مليون نسمة في عام ٢٠١٦ إلى ما بين ١,٧ مليار و٢,٤ مليار نسمة [١٨]. ووفقًا لمعهد الموارد العالمية، تواجه ٢٥ دولة حاليًا ضغوطًا مرتفعًا للغاية على موارد المياه سنويًا (الشكل ١-٣).

من حيث الطاقة والقدرة الاستيعابية البيئية، تعتمد



الشكل ١-٣: ندرة المياه في مختلف البلدان (والمدن الرئيسية) حول العالم [١٩]

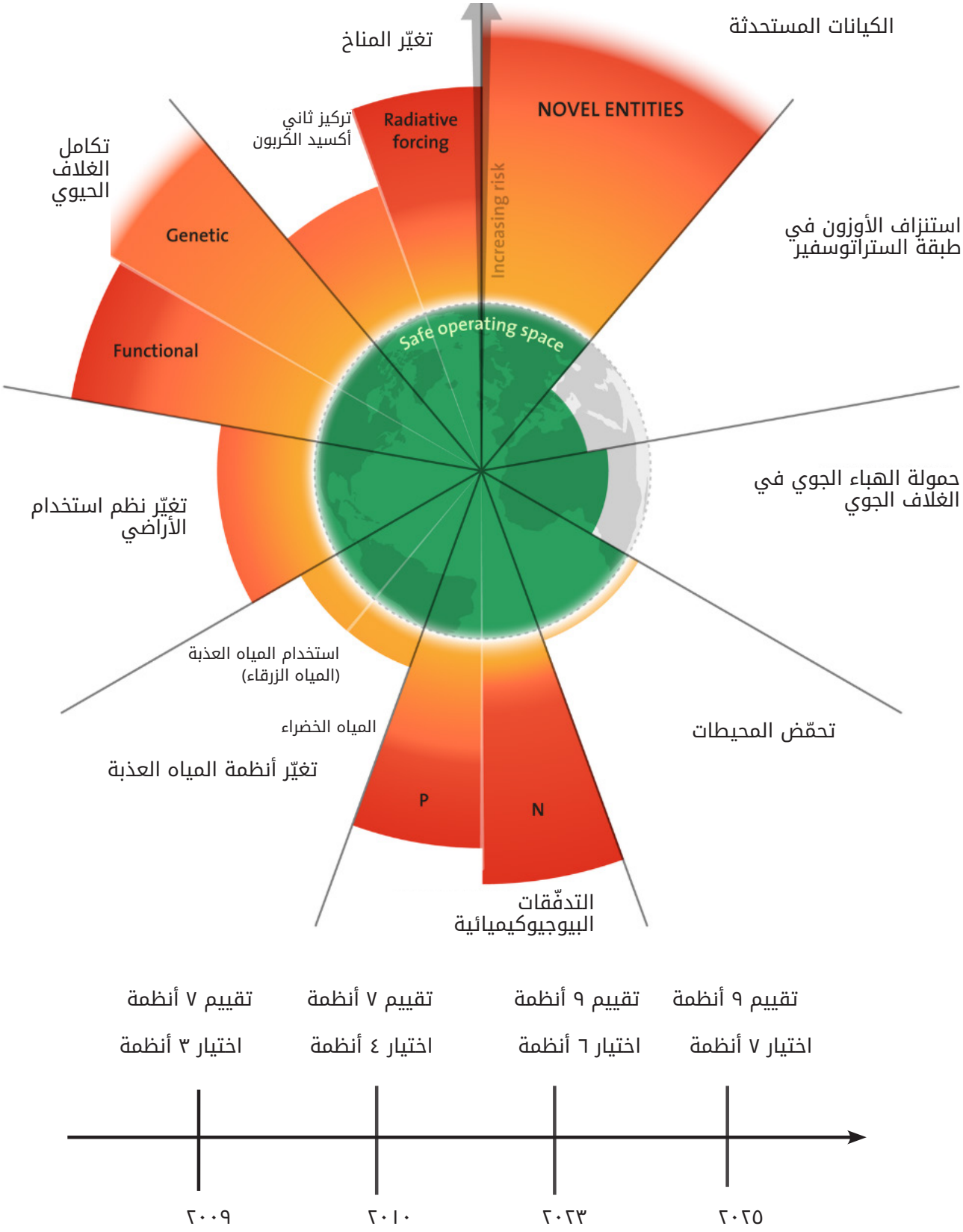
المصدر: معهد الموارد العالمية

المدن على موارد من العالم كالوقود والغذاء ومواد البناء لتسيير عملياتها. ويُشكل هذا الاستهلاك المُركّز ضغطًا على المناخ والنظم البيئية. وقد أدى تراكم غازات الاحتباس الحراري الحالي إلى رفع متوسط درجة الحرارة العالمية بنحو ١,١ درجة مئوية مقارنةً بمستويات ما قبل الثورة الصناعية، مع ازدياد تواتر تسجيل درجات حرارة مرتفعة قياسية في السنوات الأخيرة [٢٠]. ووفقًا لإطار "حدود الأرض" الذي اقترحه مركز ستوكهولم للمرونة، قد تجاوزت سبعة مؤشرات لنظام الأرض عتبات الأمان بحلول عام ٢٠٢٥ (الشكل ١-٤).

(٢) عدم الكفاءة النظامية في استخدام الموارد

لا يمكن تفسير التباطؤ في التقدم نحو تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ بمجرد محدودية الموارد. والأهم من ذلك أن عدم الكفاءة النظامية والهدر في استخدام الموارد على جميع المراحل يُفاقمان مخاطر وآثار هذه "المحدودية". ومن بين العوامل، يبرز عدمُ الكفاءة النظامية في استخدام الموارد الحضرية بشكل خاص، فقد أصبح مصدرًا رئيسيًّا للضغط على الموارد العالمية ومجالًا أساسيًّا للتحوّل.

أولًا، هناك مشكلة في الاستخدام غير الفعّال للأراضي. فقد شهدت كثير من المدن توسعًا عمرانيًا عشوائيًا خلال مراحل نموها، مما أدى إلى تشتت المناطق الحضرية الوظيفية، وعدم كفاءة استخدام الأراضي، وهدر مواردها، وانخفاض استغلال البنية التحتية. بين عامي ٢٠٠٠ و٢٠١٤، بلغ معدل التوسع العمراني العالمي ١,٢٨ ضعف معدل النمو السكاني، كما يزداد نصيب الفرد من أراضي البناء الحضرية في باستمرار [٢٣]. ويشير تقرير «كفاءة الطاقة ٢٠٢٣(Energy Efficiency)» الصادر عن وكالة الطاقة الدولية إلى أنه في حين انخفض الطلب على الطاقة لكل وحدة مساحة أو لكل كيلومتر لكل راكب منذ عام ٢٠٠٠ في المباني السكنية والمركبات الخفيفة، إلا أن تحسينات الكفاءة في المركبات الثقيلة والقطاعات الصناعية كانت بطيئة للغاية [٢٤]. كما يشير تقرير «إعادة النظر في التوسع العمراني



الشكل ١-٤: يبيّن إطار "الحدود الكوكبية" أنه بحلول عام ٢٠٢٥ قد تجاوزت حدودًا ٧ أنظمة [٢١]

المصدر: مركز ستوكهولم للمرونة [٢٢]

(Rethinking Urban Sprawl)» الصادر عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية إلى أن التوسع العمراني في معظم الدول المتقدمة يُظهر اتجاهًا نحو تشتت استخدام الأراضي وعدم ترابط الوظائف، مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة الخدمات العامة والبنية التحتية [٢٥].

وفيما يتعلق بالموارد المائية، ينبع الاستخدام غير الفعال المنهجي في جوهره من هدر مزدوج ناتج عن «عدم وضوح جانب الطلب» و«تدني كفاءة جانب العرض». ففي المقام الأول، هناك قصور في الفهم الدقيق للاحتياجات المائية الفعلية على جانب الطلب. إذ يبلغ متوسط الاستهلاك اليومي لأسرة بريطانية نحو ٣٤٠ لترًا، بينما لا يتجاوز ٤٠ لترًا للأسرة في إثيوبيا بإفريقيا (الشكل ١-٥). وحتى يومنا هذا، لا يسعنا التحديد القاطع لحجم الاستهلاك اليومي المعقول للأسرة. وإذا افترضنا أن الرقم العادل يقع بين هذين النقيضين، فإن ذلك لا يدل فقط على وجود نقص واضح في الإمدادات في بعض المناطق، بل يكشف أيضًا عن هدر هائل غير مبرر في المناطق ذات الاستهلاك المرتفع، مما يعكس في الوقت ذاته إشكاليات عدم المساواة وغياب الاستدامة المتمثلة في التفاوت في نصيب الفرد من الموارد المائية.

علاوة على ذلك، يشكل التسرب والفقدان في جانب العرض (الإمداد) هدرًا فادحًا لا يقل خطورة. فعلى الصعيد العالمي، يُفقد سنويًا نحو ١٢٦ مليار متر مكعب من المياه نتيجة التسرب في شبكات الأنابيب، وهو رقم مهول يكفي لسد احتياجات ما يقرب من ٩٠ مليون نسمة لعام كامل. وفي بعض المناطق، تُهدر نسبة تصل إلى ٣٠٪ من إجمالي المياه الموردة قبل أن تصل إلى المستخدمين النهائيين، مما يبرز الحاجة الملحّة لتطوير البنية التحتية [٢٦]. واستنادًا إلى بيانات معدلات تسرب شبكات إمداد المياه في مختلف الدول والمقدمة من شركة الاستشارات الإدارية العالمية «رولاند بيرغر»(Roland Berger)، يتبين أن الحد من هذا الفقد يُعد إجراءً حاسمًا (الشكل ١-٦). ولنأخذ أيرلندا - التي تولي اهتمامًا بالغًا بمسألة تسرب مياه الشرب - كمثال؛ ففي عام ٢٠١٨، بلغت نسبة التسرب في الشبكة الوطنية ٤٦٪، وبفضل الجهود الحثيثة، انخفضت النسبة إلى ٤٠٪ في عام ٢٠٢٠، وتهدف البلاد للوصول بها إلى ٢٥٪ بحلول عام ٢٠٣٠. ورغم أن الانخفاض من ٤٦٪ إلى ٢٥٪ يمثل تقليصًا يقارب النصف، إلا أن هدر ربع الموارد المائية يظل رقمًا فلكيًا بالنسبة لأية مدينة [٢٧].

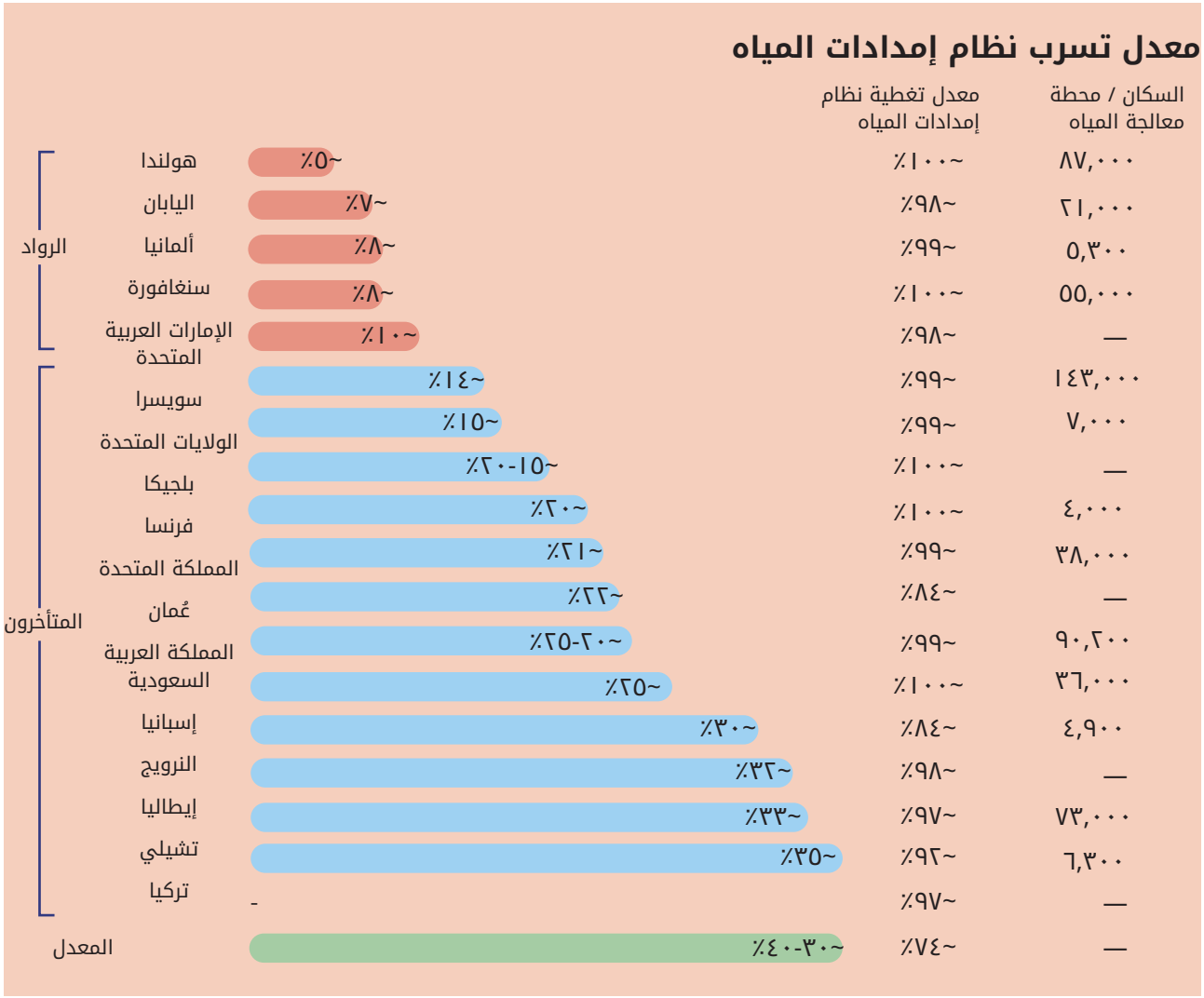
كما يعاني قطاع الطاقة من تدنٍ ملحوظ في كفاءة الاستخدام. فوفقًا لتقرير «توقعات الطاقة العالمية لعام ٢٠٢٣» (World Energy Outlook ٢٠٢٣) الصادر عن وكالة الطاقة الدولية، تظل كفاءة تحويل الطاقة الأولية (Primary Energy) عالميًا عالقة بين ٣٠٪ و٤٠٪ لفترات طويلة، حيث تُهدر كميات هائلة من الطاقة أثناء عمليات التوليد، والنقل، والاستخدام النهائي. وإذا استثنينا حالات توقف المحطات عن العمل، فمن المتوقع بحلول عام ٢٠٣٠ أن ينخفض

سؤال لندن في مشروع عقل المدينة: ما كمية المياه التي يحتاجها كل منزل فعلياً؟

إثيوبيا: ٤٠ لترًا　　المملكة المتحدة: ٣٤٠ لترًا

الشكل ١-٥: مقارنة متوسط استهلاك المياه اليومي للأسر بين المملكة المتحدة وإثيوبيا

المصدر: التقطها المؤلف في لندن عام ٢٠١٨



الشكل ١-٦: معدل تسرب نظام إمدادات المياه: تقليل التسرب هو الإجراء الحاسم [٢٨]

المصدر: شركة رولاند بيرغر للاستشارات الإدارية الدولية

المتوسط السنوي لـ «عامل القدرة» (أي نسبة التوليد الفعلي إلى التوليد النظري بالطاقة القصوى) لمحطات الطاقة العاملة بالفحم من أكثر من ٥٠٪ حاليًا إلى نحو ٣٠٪ [٢٩]. إن هذا الاستخدام غير الفعال للبنية التحتية للطاقة يؤدي إلى استنزاف الموارد المحدودة بمعدلات تتجاوز بكثير ما ينبغي أن يكون عليه الوضع. وعلى جانب الاستهلاك النّهائي، لا تزال هناك مساحة كبيرة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني الحضرية والقطاع الصناعي. فغالبًا ما تفتقر تصميمات المباني التقليدية إلى مراعاة معايير توفير الطاقة بشكل كافٍ، مما يؤدي إلى استهلاك ضخم للطاقة في التدفئة والتكييف خلال فصلي الشتاء والصيف؛ كما تسهم المعدات الصناعية والتجارية المتقادمة في تفاقم هدر الطاقة.

ويُعد قطاع النقل والمواصلات مجالًا بارزًا آ خر للاستخدام غير الفعال للموارد. فبحسب «بطاقة الأداء العالمي للازدحام المروري لعام ٢٠٢٣» (INRIX Global Traffic Scorecard) الصادرة عن شركة تحليلات وبيانات النقل (INRIX)، يفقد سكان المدن الأمريكية في المتوسط حوالي ٤٢ ساعة سنويًا بسبب الازدحام المروري (بزيادة قدرها ٤ ساعات مقارنة بعام ٢٠٢٢)، وهو ما يعادل هدرًا في الموارد الزمنية يُقدر بـ ٧٠ مليار دولار (يُوضح الجدول ١-١ بيانات تأخير الرحلات والخسائر الاقتصادية لأكبر

١٠ مدن أمريكية). وعلى المستوى العالمي، يفقد سكان المدن في المتوسط ما بين ٥٠ إلى ١٥٠ ساعة سنويًا بسبب الزحام، مما يعادل مئات المليارات من الدولارات كخسائر في الإنتاجية [٣٠]. وتكمن الإشكالية الأعمق في «القصور الهيكلي» لأسلوب التنقل بالسيارات الخاصة؛ حيث تسود ظاهرة «راكب واحد لكل سيارة»، والتي تشغل العشرات من الأمتار المربعة من مساحة الطرق، فضلًا عن بقاء الطرق ومواقف السيارات معطلة (شبه فارغة) معظم الوقت، ولا تصل إلى طاقتها الاستيعابية القصوى إلا خلال فترات الذروة القصيرة. وفي الوقت ذاته، يُجبر نقص إمدادات النقل العام المزيد من الأفراد على استخدام سياراتهم الخاصة، مما يخلق «حلقة مفرغة من عدم الكفاءة». وتشير بيانات الشعبة الإحصائية للأمم المتحدة لعام ٢٠٢٣، المستندة إلى عينة تضم ١٥٠٧ مدن في ١٢٦ دولة، إلى أن حوالي ٥١,٦٪ فقط من سكان المدن حول العالم يمتلكون وصولًا مريحًا لوسائل النقل العام (أي يمكنهم الوصول لمحطة حافلات سيرًا على الأقدام لمسافة ٥٠٠ متر، أو لمحطة قطار بمسافة ١٠٠٠ متر) [٣١]. ويؤدي انخفاض معدلات إمكانية الوصول إلى النقل العام بشكل مباشر إلى زيادة الاعتماد على السيارات الخاصة، مما يفاقم من تدهور كفاءة الطرق ويزيد من استهلاك الطاقة.

٣,١,١ الدور الحاسم للمدن في التنمية المستدامة العالمية

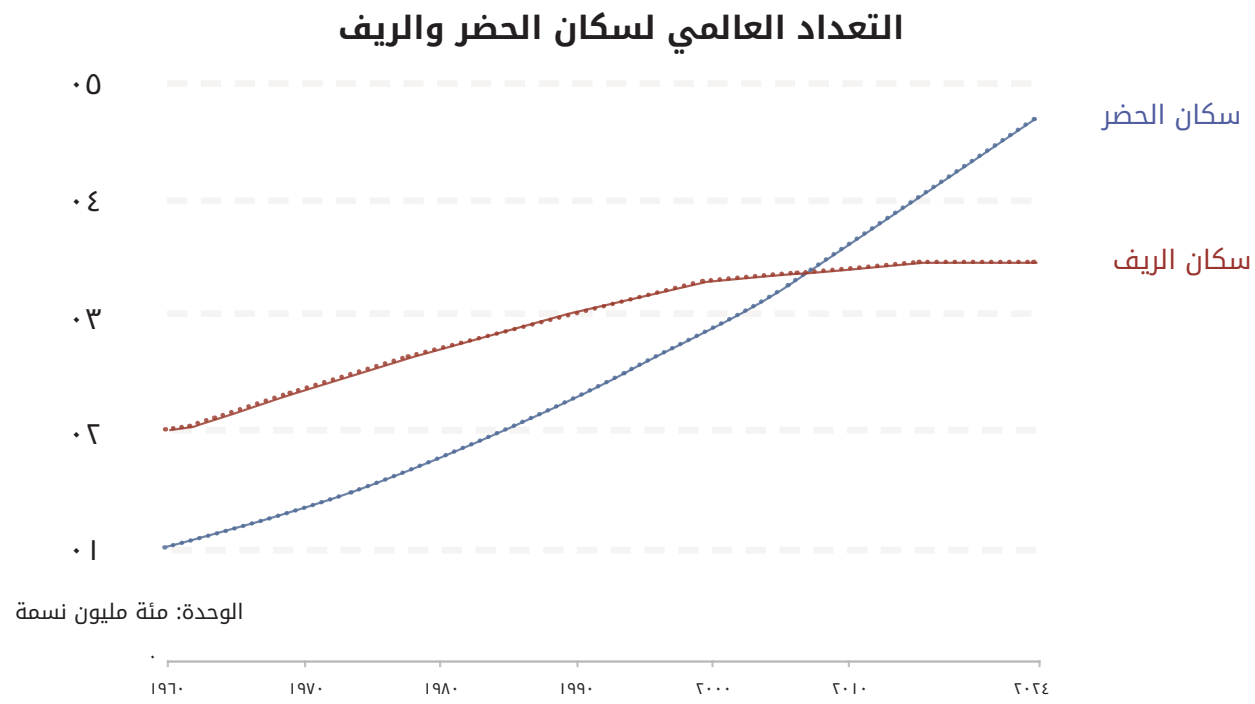
تُعد المُدن من أعظم اختراعات البشرية [٣٢]. فهي تحتضن، من خلال بنيتها المكانية شديدة التنظيم، التراكم المستمر للسكان والاقتصاد والثقافة والتكنولوجيا، دافعةً بذلك عجلة الحضارة نحو التقدم المستمر. وتلعب المدن دورًا مزدوجًا في مسيرة التنمية المستدامة العالمية: فمن ناحية، تُمثل بؤر التمركز الرئيسية لاستهلاك الموارد والاستخدام غير الفعال لها، مما يفرض ضغوطًا هائلة على المشهد البيئي والموارد العالمية. ومن ناحية أخرى، تقف المدن في طليعة قيادة التحول التنموي، حيث تدمج بين المزايا التقنية والبشرية والمؤسسية، مما يمنحها إمكانات فريدة ومتميزة لقيادة التحول نحو نمط تنموي مقتصد في الموارد. وفي المستقبل، ستلعب المدن التي تبادر بتوظيف التقنيات الناشئة - مثل الذكاء الاصطناعي - لتسريع هذا التحول، دورًا بالغ الأهمية في تشكيل الملامح المستقبلية للتنمية المستدامة العالمية.

الجدول ١-١ المدن العشر الأولى في الولايات المتحدة من حيث تأخيرات حركة المرور والخسائر الاقتصادية لعام ٢٠٢٣

التصنيف	المدينة	تأخير حركة المرور للفرد (بالساعات)	الخسائر الاقتصادية للتأخير للفرد (بالدولار الأمريكي)	إجمالي خسائر التأخير (بمليارات الدولارات)
١	مدينة نيويورك	١٠١	١,٧٦٢	٩,١
٢	شيكاغو	٩٦	١,٦٧٢	٦,١
٣	لوس أنجلوس	٨٩	١,٥٤٥	٨,٣
٤	بوسطن	٨٨	١,٥٤٣	٢,٩
٥	ميامي	٧٠	١,٢١٩	٣,١
٦	فيلادلفيا	٦٩	١,٢٠٩	٢,٩
٧	واشنطن العاصمة	٦٣	١,٠٩٥	٢,٧
٨	هيوستن	٦٢	١,٠٨٢	٣,٢
٩	أتلانتا	٦١	١,٠٦٦	٢,٦
١٠	سياتل	٥٨	١,٠١٠	١,٦

(١) المُدن بصفتها «بؤرًا حرجة» لاستهلاك الموارد وتدني الكفاءة

منذ عام ١٩٦٠، ارتفع عدد سكان المدن في العالم من نحو مليار نسمة إلى قرابة ٤,٥ مليار نسمة، في اتجاه يتسم بالتوسع المتسارع والمستمر. وفي المقابل، دخل التعداد السكاني في المناطق الريفية مرحلة من الاستقرار النسبي (مرحلة الثبات)، ليبدأ في التراجع ببطء خلال العقد الماضي. وفي عام ٢٠٠٨، تجاوز عدد سكان الحضر نظيره في الريف لأول مرة، مما شكل محطة فارقة في مسيرة التوسع الحضري. وما بعد عام ٢٠١٠، واصل عدد سكان المدن ارتفاعه السريع، ليتسع بذلك الفارق الديموغرافي بين الحضر والريف باطراد. واليوم، يعيش أكثر من



الشكل ١-٧: اتجاهات التحضّر العالمية [٣٣]

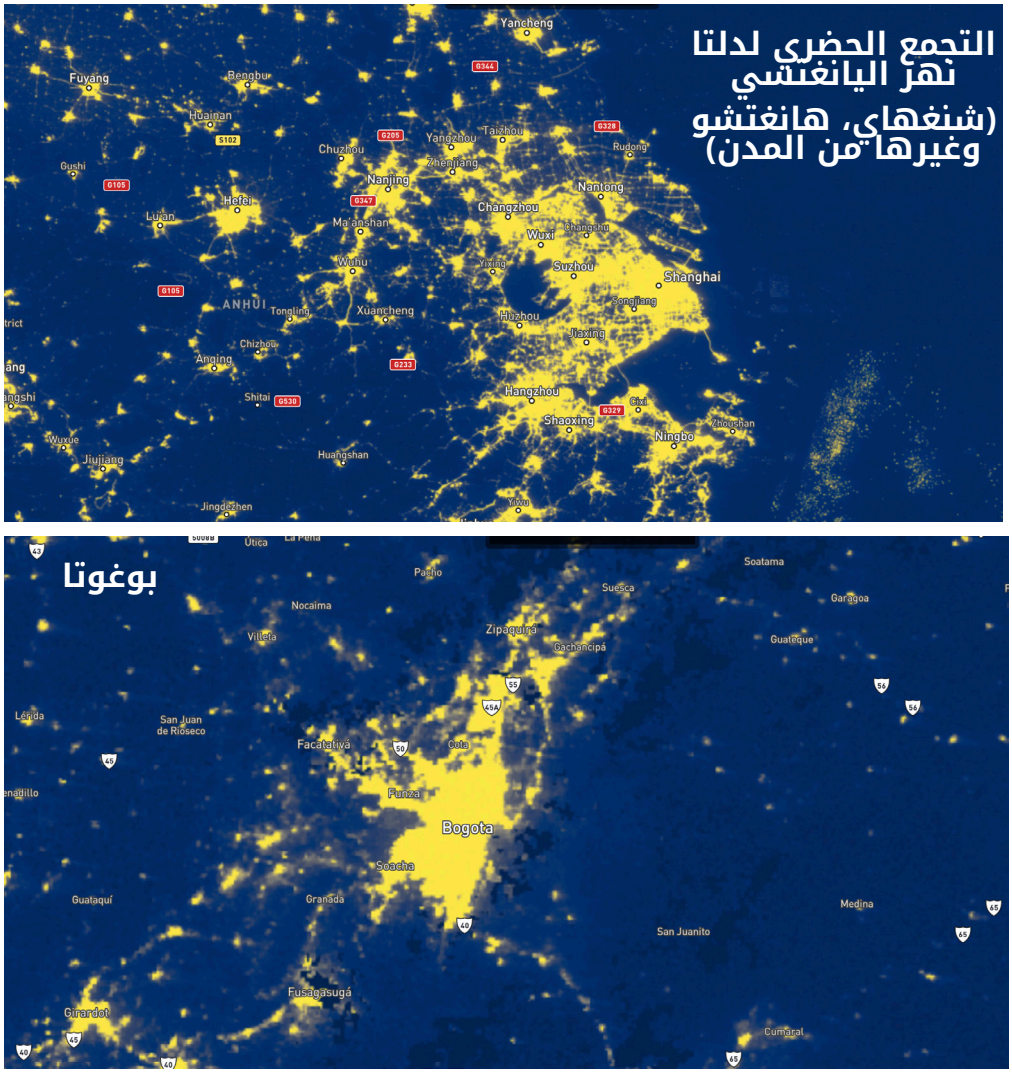
المصدر: موقع "عالمنا في بيانات" (Our World in Data)

الشكل ١-٨: البنية التحتية ومصادر الطاقة في عصر القوة الحيوانية، وعصر الطاقة الكهربائية، وعصر القدرة الحاسوبية

المصدر: من إعداد المؤلف

نصف سكان العالم في المناطق الحضرية، ومن المتوقع أن تقفز هذه النسبة لتسجل نحو الثلثين بحلول عام ٢٠٥٠. وبوجه عام، فقد دخل العالم حقبة الهيمنة الديموغرافية لسكان الحضر، حيث يُعيد التوسع الحضري تشكيل خريطة التوزيع السكاني بشكل جذري، جاعلًا من المُدن الميدان الحاسم لمواجهة تحديات التنمية العالمية.

وتُبرز مشكلتا النقل وتلوث الهواء أيضًا التأثير العميق للمدن على البيئة. إذ تتركز الغالبية العظمى من المركبات والأنشطة المرورية في العالم داخل النطاقات الحضرية، وتجعل العوادم المنبعثة من المركبات التي تعمل بالوقود من هذه المُدن بؤرًا ساخنة لتلوث الهواء. وتُشير بيانات مراقبة جودة الهواء - التي تغطي أكثر من ٦٠٠٠ مدينة في ١١٧ دولة - إلى أنه في عام ٢٠٢٢، عاش ٩٩٪ من سكان المدن حول العالم في مناطق تتجاوز فيها مستويات التلوث المعايير الآمنة للبيئة؛ حيث تخطت تراكيز الجسيمات الدقيقة (PM٢,٥) في هذه المناطق المعايير الجديدة التي حددتها منظمة الصحة العالمية لعام ٢٠٢١ (والتي تشترط ألا يتجاوز المتوسط السنوي للتركيز ٥ ميكروغرامات/متر مكعب) [٣٤]. ولا يقتصر ضرر تلوث الهواء الحضري على تهديد صحة السكان فحسب، بل يمتد تأثيره



الشكل ١-٩: خريطة توزيع الإنارة الليلية في كلٍّ من التجمع الحضري لدلتا نهر اليانغتسي في الصين وفي مدينة بوغوتا في كولومبيا

المصدر: رسمه المؤلف بالاستناد إلى بيانات متوسط الإشعاع للإنارة الليلية المركبة شهريًا (لشهر أغسطس ٢٠٢٥) باستخدام النطاق النهاري/الليلي (DNB) لمستشعر VIIRS على متن القمر الصناعي Suomi NPP [٣٨]

عبر مسارات الدورة الجوية ليطال جودة البيئة على المستويين الإقليمي والعالمي.

ومما يلفت الانتباه بشكل أكبر، أن النمط التنموي الحالي للمدن قد ضاعف من حدة عدم الكفاءة في استغلال الموارد. إذ تتجلى مشكلات مثل هدر الطاقة، والازدحام المروري، والفاقد في قطاع البناء بشكل أكثر وطأة في البيئات الحضرية المكتظة. ويُبرز هذا الواقع الضرورة المُلحة لإحداث تغيير جذري في نموذج التنمية الحضرية، كما يضع في الوقت ذاته الأساس الذي يهيئ مُدن المستقبل للاضطلاع بدور ريادي في مسيرة التحول المستدام [٣٥].

(٢) المُدن كطليعة لقيادة التحول التنموي

تُعد المدن منبت أعظم اختراعات البشرية. وبنظرة فاحصة على تاريخ الحضارة الإنسانية، نجد أن كل ثورة في قوى الإنتاج قد اتخذت من المدن مسرحًا لها. ففي «عصر القوة الحصانية»، الذي تمثله روما القديمة، جسدت أنظمة الطرق والري والمباني العامة في تلك المدينة التفوق البارز للمدن المبكرة في مجالات النقل، والطاقة، والقدرات التنظيمية. وانطلقت الشرارة الأولى للثورة الصناعية من مدينة مانشستر البريطانية [٣٦]، حيث أذنت المحركات البخارية ومصانع النسيج ببداية تلك الثورة، مما مهد الطريق لميلاد المجتمع الصناعي الحديث. وتجلت موجة «الكهربة» في أبهى صورها بمدينة نيويورك [٣٧]، حيث أضاءت أنوار المدينة سماء الليل معلنةً انطلاق «عصر الكهرباء»، الذي أحدث تغييرًا جذريًا في أنماط الإنتاج وأساليب الحياة. وتُعد الأضواء الليلية المؤشر العالمي، الأكثر وضوحًا وتوحيدًا، لرصد كثافة الأنشطة البشرية، والهياكل المكانية، والحيوية الاقتصادية للمدن؛ فعلى سبيل المثال، تُظهر خرائط التوزيع الضوئي الليلي للتجمعات الحضرية في دلتا نهر يانغتسي ومدينة بوغوتا مدى الحيوية والنشاط اللذين ينبضان في هذه المناطق (الشكل ١-٩). ومع دخول العالم «عصر القوة الحسابية»، يعكف الذكاء الاصطناعي والبنية التحتية الرقمية على إعادة صياغة آليات عمل المدن بسرعة غير مسبوقة (الشكل ١-٨). وسواء تعلق الأمر بقفزات الطاقات الحصانية، أو الكهربائية، أو الحسابية، فقد ظلت المدن دومًا في طليعة الخطوط الأمامية للتقدم التكنولوجي والتحول المجتمعي.

وتُعد المدن الميدان الحاسم لتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية (الشكل ١-١٠). فهي تستحوذ على أكثر من ٨٠٪ من الناتج الاقتصادي العالمي، وتضم نحو ٦٠٪ من سكان العالم، مما يجعلها الوحدة المكانية الأكثر كثافة من حيث مراكز الابتكار وقدرات الحوكمة للبشرية [٣٩]. وبفضل ما تتمتع به المدن من مرونة وقدرة على التحرك السريع، فإنها غالبًا ما تتفوق بسبقها على المستوى الوطني في تنفيذ سياسات الاستدامة، بل إن العديد منها يبادر بتحمل التزامات لخفض الانبعاثات تفوق التعهدات الوطنية لبلدانها. وخير مثال على ذلك «مجموعة القيادة المناخية لمدن C٤٠» التي تجمع تحت مظلتها أكثر من مائة مدينة رئيسية حول العالم، تعهدت جميعها بالوصول إلى صافي انبعاثات صفري (Net Zero) بحلول منتصف

الشكل ١-١٠: المدينة هي الميدان الحاسم لتحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية

المصدر: من إعداد المؤلف

القرن الحالي، مع تبادلها لأفضل الممارسات في هذا الشأن [٤٠]. وحتى عام ٢٠٢٤، انضمت أكثر من ٥٠٠ مدينة إلى حملة «السباق نحو الصفر» (Race to Zero) التي تقودها الأمم المتحدة، بهدف دفع أهداف المناخ العالمية عبر اتخاذ إجراءات محلية وميدانية.

فضلًا عن ذلك، تُمثل المدن حقل تجارب حيًا للابتكار المؤسسي والتحول السلوكي. فمفاهيم رائدة مثل «مدينة الـ ١٥ دقيقة»، و«النقل التشاركي»، و«النقل الأخضر»، قد انبثقت جميعها من الاستكشافات المعرفية على مستوى المدن، قبل أن تأخذ طريقها للانتشار عالميًا. فقد تمكنت، على سبيل المثال، مدينتا كوبنهاغن وأمستردام - من خلال الحد من استخدام السيارات الخاصة وتوسيع نطاق الاعتماد على الدراجات الهوائية في التنقل اليومي - من تحقيق انخفاض ملحوظ في استهلاك قطاع النقل للطاقة والانبعاثات الكربونية، مقدمتين بذلك نموذجًا قابلًا للاستنساخ والتطبيق في مجال النقل المستدام [٤١]. وعلى الصعيدين الإنساني والاجتماعي، لا تقل أنماط الحياة والوعي المجتمعي أهمية عن الجوانب المادية. فالكثافة السكانية، والتدفق السريع للمعلومات، وحيوية المجتمع المدني، تجعل من المدن أوساطًا مثالية لمشاركة الجمهور بفعالية في مبادرات الاستدامة. ومن حملة «ساعة الأرض» إلى «يوم بدون سيارات»، انطلقت العديد من المبادرات البيئية العالمية كنتيجة لتحركات عفوية من مواطني المدن، لتنتشر لاحقًا إلى مختلف أنحاء العالم عبر الشبكات الحضرية. وبات الارتقاء بمستوى المشاركة المدنية والوعي المجتمعي يمثل القاعدة الاجتماعية الصلبة التي تدفع عجلة تحول الأسواق والابتكار في السياسات.

وفي هذا الصدد، صرّح الأمين العام للأمم المتحدة، أنطونيو غوتيريش، قائلًا: «المدن هي الميدان الذي ستُكسب فيه المعركة من أجل المناخ أو تُخسر» [٤٢]. ولا يقتصر هذا التقييم العميق على العمل المناخي فحسب، بل ينسحب على أجندة التنمية المستدامة بمعناها الأوسع. فالمدن وإن كانت تُمثل بؤر التركز للمخاطر والأزمات العالمية، إلا أنها تظل في الوقت ذاته منبع الأمل ومختبرات التغيير. وما إذا كان العالم قادرًا في المستقبل على الخروج من مأزق التنمية المستدامة أم لا، فإن ذلك مرهون بشكل حاسم بقدرة المدن على أخذ زمام المبادرة لقيادة مسار التحول القائم على الابتكار التكنولوجي وترشيد استهلاك الموارد.

٢,١ المدينة: من التوسع في استهلاك الموارد إلى الاقتصاد فيها

١,٢,١ التحول في الرؤية التنموية

باستعراض تاريخ التطور الحضري، نجد أن الحضارة الإنسانية شهدت ثلاث قفزات كبرى، كانت كلٌ منها مدفوعة بثورة في البنية التحتية الحيوية. فقبل أكثر من ٢٠٠٠ عام، أرسَت روما شبكات الطرق كبنية تحتية، لتدخل البشرية بذلك «عصر القوة الحصانية»، ولأول مرة في التاريخ، بات من الممكن قياس حجم المدينة ومستوى تطورها استنادًا إلى أعداد الخيول فيها. وقبل ما يزيد عن ١٣٠ عامًا، أدخل توماس إديسون شبكات الكهرباء إلى مدينة نيويورك، لتلج المدن «عصر الكهرباء». ولم تقتصر تداعيات «الكهربة» على تغيير المشهد الحضري فحسب، بل أطلقت شرارة الابتكار في صناعة الأجهزة الكهربائية - بدءًا من المصابيح، وصولًا إلى مكيفات الهواء، وأجهزة التلفاز، والثلاجات - ليصبح المستوى الاقتصادي للمدينة منذ ذلك الحين مرتبطًا ارتباطًا وثيقًا بحجم الاستهلاك الكهربائي [٤٣]. واليوم، ومع نضج تقنيات الإنترنت، والحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، تقف المدن على أعتاب قفزتها الثالثة، منتقلةً من «عصر الكهرباء» إلى «عصر القوة الحسابية». وكما تطلبت التنمية الحضرية شبكات الطرق في «عصر القوة الحصانية» وشبكات الطاقة في «عصر الكهرباء»، فإن اعتماد المدن اليوم على القوة الحسابية يحتم بناء وحيازة بنية تحتية مبتكرة وجديدة كليًا.

انطلاقًا من العاصمة الرومانية قديمًا في «عصر القوة الحصانية»، وصولًا إلى مدينة نيويورك في

«عصر الكهرباء»، اعتمدت المدن لفترات طويلة على نهج قائم على زيادة استهلاك الموارد لتلبية احتياجات النمو السكاني والاقتصادي، مقابل تحقيق التطور الحضري. وقد أدى الاستخدام واسع النطاق للكهرباء، على وجه الخصوص، إلى ارتفاع هائل في استهلاك الطاقة، سواء في الإنتاج الصناعي أو الاستهلاك المنزلي، مما فرض ضغوطًا غير مسبوقة على الموارد الطبيعية العالمية [٤٤]. وخلال العقود القليلة الماضية، اتسمت أنماط التنمية في العديد من المدن بالتمدد الأفقي العشوائي (كسطح العجينة المتمدد)، حيث سعت المدن لدعم نموها من خلال الضخ المستمر للإمدادات والعناصر الأولية، كالأراضي، والطاقة، والمياه. ورغم أن التدخل التنموي القائم على «التوسع المتراكم» قد ساهم في الصعود السريع للمدن في الماضي، إلا أنه بات نموذجًا غير قابل للاستدامة في وقتنا الراهن، في ظل تزايد القيود المفروضة على الموارد وتفاقم الضغوط البيئية. ومع دخولنا «عصر القوة الحسابية»، أدركنا لأول مرة أن البيانات تُمثل، في جوهرها، موردًا يُعادل «الموارد الطبيعية». فقد أتاحت التقنيات الناشئة - وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة - للمدن فرصة الارتقاء بآليات عمل أنظمة الطاقة، والمياه، وشبكات النقل؛ وذلك من خلال توظيف الاستخدام عالي الكفاءة لـ «الموارد البيانية» كأداة لرفع كفاءة استغلال الموارد الحضرية الأخرى. ويُشكل هذا إيذانًا بتحول استراتيجي في إدارة المدن، حيث ننتقل من الاعتماد المُطلق على التوسع في استنزاف الموارد الطبيعية، إلى السعي نحو الاستخدام الأمثل وعالي الكفاءة لها. وهو ما يدفع مسيرة التطور الحضري للتحول من نهج «التوسع عبر إضافة موارد جديدة» إلى أسلوب «التحسين الأمثل للموارد القائمة واستيعابها»؛ أي تحقيق أهداف التنمية دون الحاجة إلى زيادة حجم الموارد المُدخلة، أو بزيادتها في أضيق الحدود. في خضم «عصر القوة الحسابية»، سيلعب بزوغ البنية التحتية الجديدة دور المحرك الأساسي لإحداث تحول جذري في فلسفة التنمية الحضرية؛ بحيث لا تعود المدن رهينةً للتوسع اللامحدود في استهلاك الموارد الطبيعية، بل ترتكز على تسخير الموارد البيانية لتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية المتاحة بالفعل. وهذا ما يضمن تحقيق انتقال ناجح ومستدام في مسار التنمية الحضرية، تودّع فيه المدن ثقافة «التوسع في الموارد» وترسخ لمبدأ «الاقتصاد في الموارد».

٢,٢,١ دور موارد البيانات في تحسين كفاءة استخدام الموارد الحضرية

يكمن جوهر «المدن ذات الكفاءة في استخدام الموارد» (Resource Efficient Cities) في تحقيق أقصى قدر من كفاءة استغلال الموارد من خلال التحسين الشامل والمنهجي، وليس مجرد الاكتفاء بتقليل الاستهلاك بشكل سلبي. وينبع هذا التحول النموذجي من الإدراك العميق لطبيعة «الأيض الحضري». وكما كشفت ممارسات إدارة المياه في أيرلندا: حتى في الاقتصادات المتقدمة، تُفقد نسبة تصل إلى ٢٥٪ من إمدادات المياه بـ «شكل غامض» عبر تسربات شبكة الأنابيب، وهو هدر يتجاوز بكثير ثمار جهود السكان في ترشيد الاستهلاك. إن التنمية المستدامة الحقيقية لا تقتصر على تقييد الطلب، بل تتمثل في القضاء على مكامن عدم الكفاءة داخل الأنظمة الحضرية؛ ويُعد توظيف موارد البيانات لتحسين كفاءة الموارد المسار الحاسم لتحقيق هذا الهدف.

(١) التحويل إلى بتات (Bitization): الأساس القيمي للموارد الناشئة

في «عصر القدرة الحاسوبية»، شهدت البيانات تحولًا جذريًا من مجرد معلومات تقليدية إلى موارد استراتيجية من خلال عملية «التحويل إلى بتات». ووفقًا لـ «قانون اتصال البتات بالإنترنت» [٤٤]، أرسى هذا التحول الشروط الأساسية الثلاثة لخلق القيمة من موارد البيانات: أولًا، كل بت (Bit) موجود على شبكة الإنترنت؛ ثانيًا، يمكن لكل بت أن يتدفق بحرية عبر الإنترنت؛ ثالثًا، كل كائن يمثله البت قابل للحوسبة على الإنترنت. يُعد هذا القانون بمثابة «قانون الفعالية» لموارد البيانات؛ فبمجرد أن تنفصل البتات عن الإنترنت وتظل حبيسة الأقراص الصلبة

المحلية، فإنها تعجز عن توليد أي قيمة اقتصادية. وعندما تُحرم من التدفق الحر، تتجزأ قيمتها الكامنة وتتبدد. وحينما يتعذر حسابها ومعالجتها، تعجز عن التحول إلى قوة إنتاجية فعلية. إن عملية «التحويل إلى بتات» لا تمثل مجرد تطور تقني، بل هي ثورة في مفهوم الموارد، حيث أرست أساسًا لا غنى عنه لجعل البيانات المورد الاستراتيجي الأساسي الذي يقود عجلة التنمية الحضرية المستدامة.

وتُعد المدن البيئة الأغنى بتجمعات موارد البيانات. ففي المدن المعاصرة، تُولد أجهزة الاستشعار - كالكاميرات - سيلًا هائلًا من البيانات يوميًا، وكان من المفترض أن تُوظف في تحسين حركة المرور، وتعزيز الأمن، وتطوير الخدمات العامة. إلا أنه خلال مرحلة «التحويل إلى بتات»، لا يزال الجزء الأكبر من هذه البيانات في حالة «خمول» (غير متصلة بالإنترنت). ويعكس هذا الوضع حقيقة أنه رغم وجود البيانات في شكل بتات، إلا أنها لم تتحول بعد إلى موارد قابلة للحوسبة والتدفق؛ مما يجعل جهود تحسين الموارد الحضرية مقيدة بحدود القدرات المعرفية للعقل البشري، ويحول دون بلوغ التحسين الشامل الأمثل.

(٢) الترميز (Tokenization): القفزة النوعية في قيمة الموارد

إن تأثير الحجم الناتج عن تضافر البيانات والنماذج والقدرة الحاسوبية هو المفتاح لتحقيق النقلة النوعية في الذكاء الاصطناعي. ورغم أن صعود تقنيات التعلم العميق في عام ٢٠١٢ دشن حقبة الذكاء الاصطناعي، إلا أن حجم البيانات وتعقيد النماذج وحجم القدرة الحاسوبية لم تندمج لتشكل قوة موحدة حتى عام ٢٠١٧، مع ابتكار بنية «ترانسفورمر» (Transformer) وتقنية «الترميز» (Tokenization). ففي نماذج الذكاء الاصطناعي، أصبح «التوكن» (Token) هو وحدة قياس البيانات، بينما «الترميز» هو عملية تحويل البيانات إلى توكنات. ومن خلال هذا الترميز، تحقق البيانات قفزة نوعية لتصبح مهيكلة، وقابلة للحوسبة، وقابلة للتجميع، وهو ما يسمح لنماذج الذكاء الاصطناعي باستخدامها مباشرة، ويؤسس فعليًا لتطبيق الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع. لا يُعد الترميز مجرد عملية معالجة تقنية، بل هو «نموذج تنظيمي للموارد»؛ إذ يتيح للبيانات الدخول إلى مسارات الحوسبة بشكل موحد وعالي الكفاءة، مما يطلق العنان لقيمة تتضاعف أُسيًا. وفي السياق الحضري، يعني الترميز تحويل البيانات الحضرية المشتتة وغير المتجانسة إلى وحدات موارد قابلة للتداول والحوسبة والمشاركة. ويؤدي الانفتاح ومشاركة الموارد دورًا جذريًا في الابتكار المنهجي؛ فمن خلال الترميز، يمكن للبيانات الحضرية - في ظل بيئة آمنة ومُتحكم بها - أن تتدفق بكفاءة وتُعالج بشكل تعاوني عبر مختلف الإدارات والأنظمة، مما يكسر «صوامع البيانات» (Data Silos)، ويدفع عجلة الحوكمة الحضرية للانتقال من التحسين الموضعي إلى الذكاء الشامل [٤٥].

(٣) موارد البيانات تقود مسار تحسين كفاءة الموارد الحضرية

يكمن جوهر قيادة موارد البيانات لعملية تحسين كفاءة الموارد الحضرية في القضاء على «النقاط العمياء» المعرفية من خلال القياس الكمي، وتحقيق إعادة هيكلة النظام عبر آليات الانفتاح والمشاركة.

في البداية، تعمل موارد البيانات على إزالة «النقاط العمياء» في الحوكمة الحضرية عبر القياس الكمي. فقد ظل فهم المدن التقليدية لاستخدام الموارد ضبابيًا لفترات طويلة، مفتقرًا إلى المعايير العلمية لتحديد الاحتياجات المنطقية. فعلى سبيل المثال، ما هي كمية المياه التي تحتاجها الأسرة فعليًا؟ لم يكن هناك أساس علمي لتحديد هذا الطلب المعقول. ولكن من خلال التحويل الشامل لبيانات الموارد الحضرية المختلفة إلى «بتات» و«توكنات»، يمكن للمدينة بناء نظام مراقبة متكامل الحلقات يمتد من المصدر إلى المستهلك النهائي. وفي هذا السياق، كشف «العقل الحضري لمدينة هانغتشو»، اعتمادًا على البيانات الفورية، أن مدينة تمتلك ٣ ملايين مركبة، لا يعود السبب الفعلي للازدحام

المروري فيها خلال ساعات الذروة سوى لحوالي ٣٠٠ ألف مركبة فقط تكون على الطريق [٤٦]. إن هذا الإدراك الجذري الذي حوّل التركيز من «إجمالي عدد المركبات المسجلة» إلى «عدد المركبات الموجودة فعليًا على الطريق»، قد غيّر تمامًا الفهم السائد للقوانين الأساسية لتشغيل المدن، ووفر هدفًا دقيقًا لتحسين الموارد.

أما مستوى التحسين الأعمق، فينبثق من الانفتاح والمشاركة المفتوحة المصدر وإعادة هيكلة الأنظمة التي تحركها موارد البيانات. فكما يُشار: «إن إتاحة أوزان النماذج اليوم هو في جوهره إتاحة لموارد البيانات والموارد الحاسوبية [٤٥]». تدفع هذه الآلية إدارات المدينة المختلفة - مع ضمان الشروط الأمنية - نحو تداول «البيانات المرمزة»، وتشارك القدرة الحاسوبية والنماذج استنادًا إلى معايير موحدة، مما يجنبها هدر الاستثمارات المتكررة للموارد، ويحقق بالتالي قفزة هائلة في الكفاءة الكلية لنظام الموارد الحضرية.

٣,٢,١ تحول مسار التنمية الحضرية والحضارة الحضرية الجديدة

إن التحسين الأمثل لكفاءة الموارد الحضرية - المدفوع بموارد البيانات - يدفع مسيرة الحضارة الحضرية للإنسانية للانتقال من «عصر الكهرباء» (القائم على الطاقة الكهربائية) إلى «العصر الذكي» (الذي يتخذ من القوة الحسابية محورا له). وعندما يتجسد «قانون البتات المتصلة» بشكل منهجي عبر البنية التحتية الرقمية للمدينة، فإن حركة الموارد داخلها - كل شبر من الأرض، وكل كيلواط من الكهرباء، وكل قطرة ماء - ستخضع للاستشعار، والقياس، والتحسين الأمثل لاستخدامها من خلال البيانات. ويتجلى هذا التحول بشكل ملموس في تحقيق اختراق ثلاثي الأبعاد لـ: نموذج الحوكمة، ونموذج الخدمات، ونموذج التنمية [٤٣].

أولًا، اختراق في نموذج الحوكمة الحضرية: من القرارات القائمة على الخبرة إلى التوجيه بالبيانات. تشهد الحوكمة الحضرية تحولًا جذريًا يتمثل في التوجه نحو «استمداد القدرات البشرية والخدمية من البيانات»، لتنتقل الإدارة من مرحلة الاستجابة السلبية (رد الفعل) إلى التنبؤ الاستباقي، ومن الإدارة العشوائية وغير الدقيقة إلى التنفيذ الدقيق والموجه للسياسات.

ثانيًا، اختراق في نموذج الخدمات الحضرية: من الإمداد العشوائي إلى المواءمة الدقيقة. بدأت البيانات تقدم قيمة مباشرة وملموسة للمجتمع، متصدية لمشكلات التنمية الحضرية التي يعجز العقل البشري وحده عن حلها في يومنا هذا. وعندما تصبح الخدمات العامة الحضرية ضمانًا أساسيًا تمامًا كالكهرباء، وتحقق المقاربة الأمثل المتمثلة في إنتاج أقصى المنافع الاجتماعية بأقل استهلاك ممكن للموارد، فإن العلاقة بين «الاقتصاد في الموارد» و«تحسين معيشة المواطنين» لن تظل «لعبة صفرية»، بل ستغدو نموذجًا جديدًا للتطور التآزري المتزامن.

ثالثًا، اختراق في نموذج التنمية الحضرية: من استهلاك الموارد إلى القيادة بالقوة الحسابية. يمكن تشبيه موارد البيانات الحضرية المفتوحة بصفتها «النفط ومواد أشباه الموصلات لعصرنا الجديد»؛ فهي العنصر الجوهري الدافع للارتقاء الصناعي والتطور الابتكاري في المدن. ويُظهر الاقتصاد الرقمي سمة بارزة: فبينما يميل مستوى التنمية الاقتصادية للمدينة إلى التوازن تدريجيًا مع استهلاكها لـ «الطاقة الكهربائية»، فإنه يزداد ارتباطًا وتلاحمًا باستهلاكها لـ «القوة الحسابية». وهذا يُؤذن بأن «اقتصاد الحوسبة» الجديد يحل تدريجيًا محل اقتصاد النفط القديم، ليفتح مسارًا جديدًا كليًا للتنمية الحضرية المستدامة.

لذا، ينبغي للمدن أن تُخطط لموارد البيانات بالقدر ذاته من الأهمية الذي تُخطط به لموارد الأراضي، وأن تولي معالجة البيانات اهتمامًا يوازي اهتمامها بمعالجة النفايات، وأن تُهندس إمدادات القوة الحسابية كما تُهندس إمدادات الكهرباء. وحين تتجسد هذه التحولات على أرض الواقع، ستنجز المدينة قفزتها الحضارية من «عصر الكهرباء» إلى

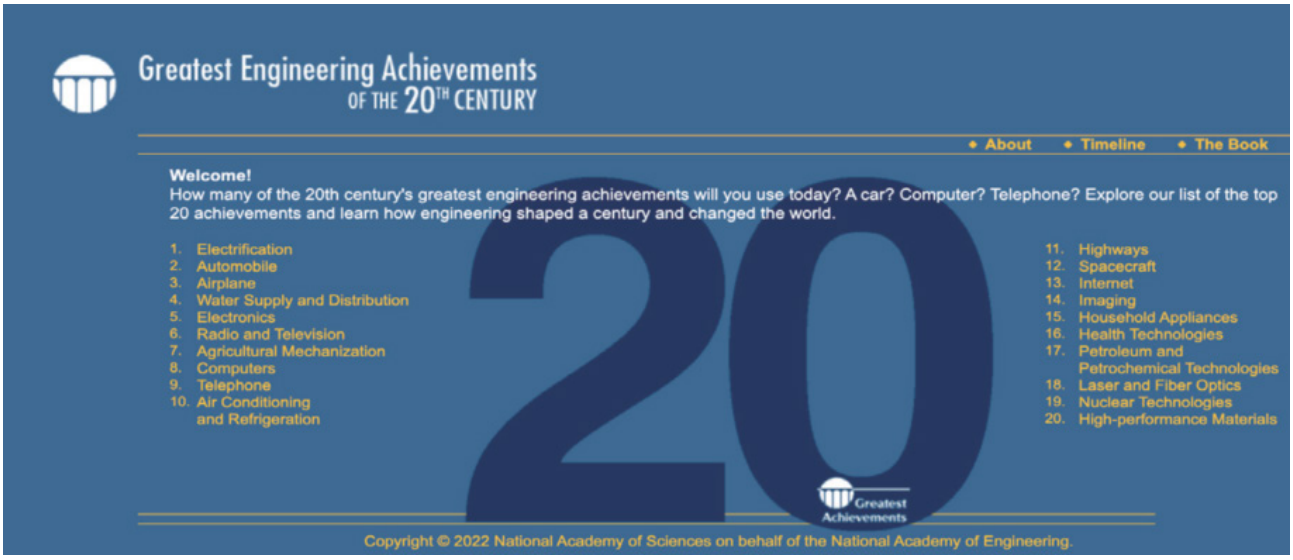
«عصر القوة الحسابية»، ولن يكون النمو الاقتصادي مرهونًا بعد الآ ن بالاستنزاف الكثيف للموارد [٤٣]. وقد حظي هذا المبدأ بإجماع عالمي؛ إذ تدعو مبادرة «المدن عالية الكفاءة في استخدام الموارد» (Resource Efficient Cities) [٤٧] التي أطلقها برنامج الأمم المتحدة للبيئة - بشكل منهجي إلى فَك الارتباط بين النمو الاقتصادي واستهلاك الموارد، وتقليص استهلاك الموارد والانبعاثات الملوثة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP) إلى الحد الأدنى.

بطبيعة الحال، لا يُعد التحول الحضري نحو توفير الموارد مجرد مسألة تقنية فحسب، بل يرتبط ارتباطًا وثيقًا بتغيير السلوكيات الاجتماعية وأنماط الحياة. فالكثافة السكانية والتدفق السريع للمعلومات يجعلان من المدن حقل تجارب رياديًا لأنماط الحياة المستدامة. وغالبًا ما تتخذ ممارسات مثل التنقل الأخضر، والاقتصاد التشاركي، والمجتمعات منخفضة الكربون، والأسر الموفرة للطاقة، من المدن نقطة انطلاق لها، لتتبلور كإجماع اجتماعي من خلال التوعية العامة والمشاركة المجتمعية. ولا يقتصر دور تنامي المشاركة المدنية على دفع الأسواق نحو «التحول الأخضر» فحسب، بل يوفر أيضًا تغذية راجعة فعالة لتنفيذ السياسات، مما يحقق تحسينًا مزدوجًا على الصعيدين الموارد والثقافي-الاجتماعي. ومع ذلك، لا يمكن لأي من هذه التحولات أن تتم بمعزل عن دعم البنية التحتية الحضرية. ففي «عصر القوة الحسابية»، عندما تصبح البيانات هي المورد التنموي الجديد للمدينة، وترفع بشكل هائل من كفاءة الاستخدام للموارد الحضرية القائمة - بما يعادل التأثير الناجم عن زيادة الموارد الطبيعية المادية - فإن الحضارة الحضرية للإنسانية ستخطو حقًا نحو مستقبل تنموي مستدام يتسم بالاقتصاد في الموارد، والملاءمة للبيئة، والازدهار الاقتصادي. ومن هذا المنطلق، فإن البنية التحتية الرقمية الجديدة ستضع الأساس المتين للتنمية الحضرية المستدامة التي تجلبها موارد البيانات، تمامًا كما فعلت شبكات الطرق في العصر الروماني، وشبكات الكهرباء في «عصر الكهرباء» [٤٨].

٣,١ عقل المدينة والتنمية الحضرية المستدامة

١,٣,١ من الكهربة إلى الرقمنة

يعود التغير الهيكلي العميق والشامل الذي شهده العالم في وقت قصير خلال أوائل القرن العشرين إلى تقنية أساسية صنفتها الأكاديمية الوطنية



الشكل ١-١١: أعظم ٢٠ إنجازًا هندسيًا في القرن العشرين وفقًا لتصنيف الأكاديمية الوطنية الأمريكية للهندسة

المصدر: الأكاديمية الوطنية الأمريكية للهندسة

الأمريكية للهندسة كـ «أعظم إنجاز هندسي في القرن العشرين»، ألا وهي «الكهربة». لم تكن الكهربة مجرد مشروع هندسي حاسم، بل كانت «التقنية التأسيسية» للحضارة الحديثة بأسرها. فتكاد تكون جميع الأنظمة التقنية والأنماط الصناعية الحديثة - بما في ذلك الاتصالات، وأجهزة الكمبيوتر، والنقل، والتصنيع، والرعاية الطبية - قد بُنيت على اكتمال إنجاز الكهربة (الشكل ١-١١). ولهذا السبب، لعبت الكهربة دورًا كبيرًا في تشكيل اتجاه ووتيرة تطور الدول في القرن العشرين، وأعادت هيكلة أساليب الإنتاج، وآليات التنظيم، وهياكل الحوكمة فيها.

ومن هذا المنظور، فإن مسارات «الرقمنة» و«التحول الذكي» اليوم تشبه تمامًا ما كانت عليه الكهربة قبل مائة عام. فإذا كانت مدن القرن العشرين قد أُعيد تشكيلها بفعل الكهربة، فمن المرجح جدًا أن تُعاد صياغة مدن القرن الحادي والعشرين بفعل الرقمنة والذكاء الاصطناعي. ويقف مفهوم «الذكاء الاصطناعي + المدينة» اليوم عند إحداثيات تاريخية لثورة تكنولوجية كبرى لم يشهد لها العالم مثيلًا منذ قرن من الزمان، وهي ثورة هيكلية تضاهي في حجمها ثورة الكهربة. فهي لا تُمثل مجرد تطور تقني على المستوى القطاعي فحسب، بل ستعيد صياغة المنطق التشغيلي للأنظمة الحضرية من جذورها، لتُشكل بذلك ثورة تأسيسية جديدة.

٢,٣,١ التساؤل الجوهري حول «عقل المدينة»

لا تزال المشكلات الحضرية - كالازدحام المروري ونقص الموارد المائية - تُمثل تحديات عالمية لم يُعثر لها على حلول مثالية حتى الآن. ورغم الآمال العريضة التي عُلّقت في مرحلة ما على بناء «المدن الذكية»، إلا أنها سرعان ما سقطت في مأزق الانحياز المفرط نحو الحلول التقنية البحتة، والافتقار إلى النظرة الشمولية، وضعف الاستدامة. وفي ظل هذا السياق، انبثق مفهوم «عقل المدينة» من رحم التجربة العملية في مدينة هانغشو الصينية، ليمثل استكشافًا لنموذج تنموي حضري جديد كليًا، يجسد التحول من «التوسع في استهلاك الموارد» إلى «الاقتصاد فيها»، متخذًا من موارد البيانات محركًا لتحقيق الاستخدام الأمثل لموارد المدينة.

في عام ٢٠١٦، وقُبيل انعقاد قمة مجموعة العشرين (G٢٠)، عقدت مدينة هانغشو العزم على المعالجة المنهجية لـ «أمراض الحضر» مبتدئةً بمشكلة الازدحام المروري. وفي ذلك الحين، طرح الأكاديمي في الأكاديمية الصينية للهندسة، الدكتور «وانغ جيان» (Wang Jian)، لأول مرة رؤية «عقل المدينة» على القيادة في هانغشو، مقدمًا التساؤل الجوهري لـ «عقل المدينة» والمتمثل في: «هل يمكننا دعم تنمية حضرية مستدامة وعالية الجودة بالاعتماد على ١٠٪ فقط من موارد المدينة الحالية؟». وقد استندت هذه الرؤية إلى أن التحول الحضري الحقيقي يجب أن يُبنى على نظرة شمولية تعتبر المدينة «كيانًا حيًا متكاملًا»، وأن المدينة بحاجة إلى التطور لامتلاك «عقل» جدير بهذا الكيان الحي. وتتمثل الوظيفة الأهم لهذا «العقل» في التنسيق، والذي يُعد مسألة جوهرية في الحوكمة

	إجمالي عدد المقاطع المرورية (أجزاء الطريق)	التقاطعات / الإشارات المرورية	الطول الإجمالي لشبكة الطرق	حجم المركبات العابرة في أوقات الذروة	حجم المركبات المسجلة (الفعلية)
المدينة (أ)	٥٤٦٢	٣٨١٩(٢٨٦٤)	٣٠٥٧	٣٠	٣ ملايين مركبة
المدينة (ب)	٣٠٤١	٢٠٦٧(١٠٠٤)	١٢٨٩	١٢	١,١٨ مليون مركبة

الشكل ١-١٢: حجم المركبات العابرة خلال أوقات الذروة في مدينتين صينيتين تمثيليتين لعام ٢٠٢٠ يمثل ١٠٪ فقط من إجمالي المركبات المسجلة

المصدر: من إعداد المؤلف

الفعالة؛ فعمل المدينة ككيان عضوي متكامل هو أقصى درجات توفير الموارد. وعليه، فإن «عقل المدينة» لا يقتصر على حل المشكلات الجزئية المحصورة داخل إدارات بعينها، بل هو «بنية تحتية رقمية» تهدف إلى التنسيق بين أنظمة الإدارات المختلفة - رغم تباين تخصصاتها - لتعمل معًا بكفاءة تامة. وبعد تعيينه في منصب «المهندس المعماري العام لعقل مدينة هانغتشو»، وبدعم من حكومة المدينة، بدأت أكثر من عشر شركات من مختلف المناطق في جهود استكشاف وتطبيق «عقل المدينة» كمبادرة تطوعية منها، وهو ما مَثّل في حد ذاته ابتكارًا في الآ ليات المؤسسية. وعكفت لجان مشتركة ضمت أطرافًا من الحكومة والشركات والمجتمع المدني على اتخاذ بناء سيناريوهات «عقل المدينة» كنقطة انطلاق؛ للقيام بحوسبة لحظية شاملة لبيانات المدينة بأكملها، وتخصيص الموارد العامة بمرونة وديناميكية، وتحويل البيانات في النهاية إلى أهم مورد للحوكمة والتنمية الحضرية [٤٩].

لقد جاء ظهور «عقل المدينة» إلى حد كبير كنتيجة للمراجعة النقدية العميقة لإشكاليات بناء «المدن الذكية»، بهدف كسر الحلقة المفرغة لداء «المعالجة المجزأة والتعامل مع الأعراض دون الأسباب» (والذي يُعبر عنه بالمثل الصيني: مَن يؤلمه رأسه يعالج رأسه، ومَن تؤلمه قدمه يعالج قدمه) المتأصل في المدن الذكية التقليدية. لقد برز مفهوم «المدينة الذكية» (Smart City) في أوائل القرن الحادي والعشرين مدفوعًا بالتطور الحاصل في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات [٥٠] (ICT). واتسمت المرحلة المبكرة «المدينة الذكية ١,٠» بالتوجه التقني البحت، حيث قادت الشركات التقنية الكبرى عمليات نشر المستشعرات والشبكات ضمن البنية التحتية لجمع البيانات وإرساء الإدارة المعلوماتية الأساسية، غير أنها غالبًا ما أغفلت احتياجات المواطنين والتنسيق بين مختلف الكيانات الفاعلة في المدينة [٥١]. وفي مطلع القرن الحالي، خططت بعض الدول لإنشاء «مدن رقمية» تُحسّن من خلالها إشارات المرور وتوزيع الطاقة عبر أنظمة تحكم مركزية (مثل مدينة «سونغدو» في كوريا الجنوبية، ومدينة «مصدر» في أبوظبي). ومع حلول عام ٢٠١٠ تقريبًا، دخلنا مرحلة «المدينة الذكية ٢,٠» التي شددت بشكل أكبر على مشاركة المواطنين وفتح البيانات، حيث أطلقت العديد من المدن التقليدية مشاريع تحديث ذكية. ومع ذلك، كشفت التطبيقات العملية لتلك المدن الذكية التقليدية عن أوجه قصور في مجالات عدة [٥٢]:

(١) التوجه التقني والانفصال عن الاحتياجات الإنسانية.

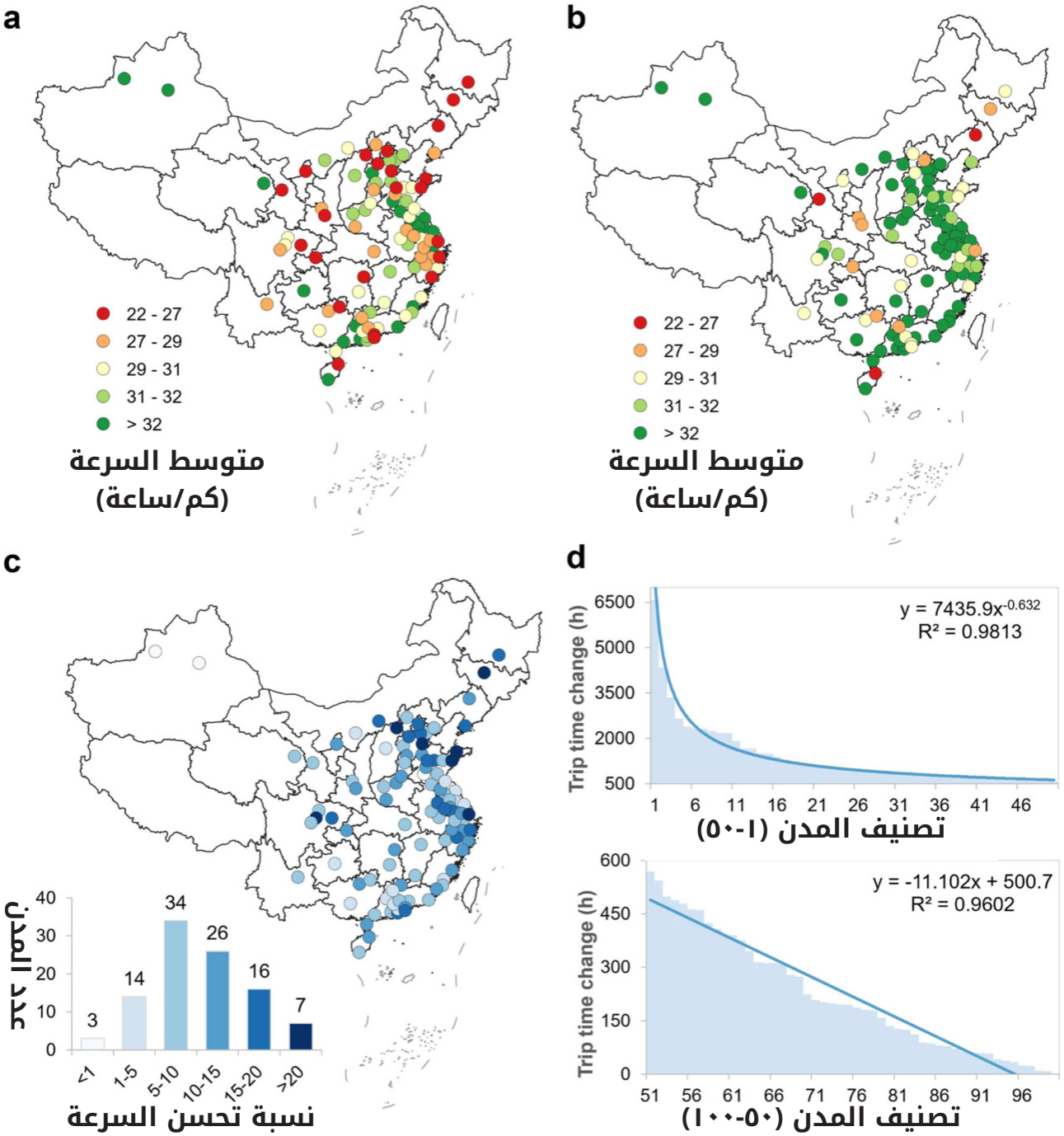
غالبًا ما تقود شركات التكنولوجيا هذه المشاريع، مع التركيز المفرط على شبكات الاستشعار وعمليات جمع البيانات ذاتها، والسعي المجرد نحو تحويل الأنشطة الحضرية إلى أرقام وخوارزميات، بدلًا من جعل الاحتياجات والتجارب الحقيقية للمواطنين هي المحور الأساسي. أدى ذلك إلى افتقار التطبيقات للجانب العملي، مما عرقل مساعي الارتقاء بجودة الحياة.

(٢) القصور في الشمولية والاحتواء الاجتماعي.

تخدم معظم التطبيقات الذكية فئات محددة أو مجالات مفردة، مما يؤدي إلى تهميش الفئات المستضعفة في المدينة لعدم تمتعها بتلك التسهيلات نتيجة «الفجوة الرقمية». كما تتركز أغلب المشاريع في المدن المتقدمة والمناطق الحضرية حديثة الإنشاء، بينما يقل تنفيذها في المناطق الأقل تطورًا والأحياء القديمة، مما يحول دون تحقيق الاحتواء الاجتماعي المنشود.

(٣) التكلفة الباهظة وضعف الاستدامة.

ارتكز بناء المدن الذكية في مراحلها المبكرة على التوجه التقني بشكل أساسي، معتمدًا على شبكات واسعة من المستشعرات، والبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات، وأنظمة الإدارة المركزية، مع التركيز على رفع الكفاءة بشكل جزئي وموضعي. غير أن هذا النموذج يعاني من مشكلات عدة، مثل التكاليف الباهظة، وتكرار الاستثمارات بشكل كبير، وتدني كفاءة استخدام الموارد، مما يجعل مساهمته



الشكل ١-١٣: التحسين الذكي للتحكم في إشارات المرور الحضرية يخفف الازدحام بشكل كبير ويقلل من الانبعاثات الكربونية لقطاع النقل

المصدر: من إعداد المؤلف

في التنمية المستدامة محدودة للغاية [٥٤][٥٣].

وتكمن جذور هذه المشكلات، أولًا، في افتقار المدن الذكية التقليدية للفهم الدقيق لطبيعة ووظيفة «المدينة» بوصفها ميدانًا لحياة الناس وتطورهم، حيث انطلق أغلبها من منظور «التفكير الهندسي» الذي يتعامل مع المدينة كجهاز فيزيائي أو مجرد حقل لتطبيق التقنيات الرقمية والذكية. ثانيًا، هناك قصور في إدراك المدينة ككيان متكامل، أو كمنظومة شاملة، حيث غاب التفكير في التنمية

الحضرية المستدامة من زاوية الاقتصاد في الموارد ورفع كفاءتها. في الماضي، كان الاعتقاد السائد هو أن مناقشة حلول الازدحام الحضري لا يمكن أن تتم إلا بالاستناد إلى «حجم المركبات المسجلة». ولكن في الواقع، ما نحتاج حقًا لمعرفته هو «حجم المركبات العابرة». يُشير «حجم المركبات المسجلة» إلى إجمالي عدد المركبات المسجلة رسميًا في المدينة، وهو مفهوم يمثل مخزونًا «ستاتيكيًا» (ثابتًا)؛ بينما يُشير «حجم المركبات العابرة» إلى عدد المركبات التي تسير فعلًيا في شبكة الطرق في نقطة زمنية محددة، وهو مفهوم يمثل تدفقًا «ديناميكيًا». ومن حيث الجوهر، يستند المفهوم الأول إلى إجمالي ثابت (كم عدد السيارات الموجودة إجمالًا؟)، بينما يركز الثاني على الحالة اللحظية الديناميكية (كم عدد السيارات التي تسير الآ ن؟). ومن حيث مصدر البيانات، تُستمد بيانات الأول من سجلات إدارات المرور، بينما تُستمد بيانات الثاني من التدفق اللحظي لمنظومة الاستشعار الحضري (الكاميرات، الحساسات الأرضية المغناطيسية، نظام تحديد المواقع، إلخ). ويركز الأول على حجم أصول المركبات التي تملكها المدينة، في حين يركز الثاني على الحالة اللحظية وكفاءة تشغيل المركبات. لقد نجح «عقل مدينة هانغتشو» لأول مرة في الإحصاء الدقيق لعدد المركبات العابرة في المدينة. ففي وقت بلغ فيه عدد المركبات المسجلة في هانغتشو حوالي ٣ ملايين مركبة، اكتشف «عقل المدينة» - بعد حصر أعداد المركبات العابرة - حقيقة مذهلة: حتى في أوقات الذروة، لم يتجاوز عدد المركبات العابرة في شوارع المدينة ٣٠٠ ألف مركبة، أي بنسبة ١٠٪ فقط. إن تخصيص الموارد الحضرية اللازمة للتعامل مع ٣٠٠ ألف مركبة يختلف جذريًا عن تلك المطلوبة للتعامل مع ٣ ملايين مركبة [٤٩]. ومذاك الحين، لوحظ تكرار ظاهرة تدني نسبة «المركبات العابرة» إلى «المركبات المسجلة» لتبلغ ١٠٪ فقط في مسار بناء «عقل المدينة» في عدة مدن أخرى (الشكل ١-١٢). إن التباين الصارخ في هذه الحقائق يضع طرق التخصيص العشوائي التقليدية للموارد - وما نتج عنها من هدر وتدني في كفاءة النظام - موضع تساؤل نقدي، ويستمر في إبراز القيمة الفكرية العميقة التي أثارها «التساؤل الجوهري لعقل المدينة».

وانطلاقًا من هانغتشو في عام ٢٠١٦، امتد التطبيق العملي لـ «عقل المدينة» (City Brain) بسرعة فاقت التوقعات ليشمل مختلف المدن الصينية، كبيرها وصغيرها. وقد أعاد هذا المفهوم صياغة المنطق الكامن وراء تنمية المدن وتشغيلها، مقدمًا حلًا لمعضلة الاستهلاك المفرط للموارد، ودافعًا عجلة التنمية المستدامة بشكل منهجي عبر التخصيص الأمثل لمجمل الموارد الحضرية [٥٦][٥٦]. ويتجلى ذلك في أربعة مفاهيم جوهرية:

(١) التركيز على الإنسان (أ نسنة المدن).

تتمحور سيناريوهات «عقل المدينة» بشكل وثيق حول احتياجات السكان، متخذة من تعزيز رفاهية المواطنين وتسهيل حياتهم هدفًا أساسيًا. فعلى سبيل المثال، نجح «عقل مدينة هانغتشو» في رفع كفاءة الاستجابة الطبية الطارئة من خلال منح أولوية المرور لمركبات الإسعاف، كما قدم تسهيلات كبرى لتنقل المواطنين عبر إطلاق أول نظام للمواقف «الخالية من الحواجز»على مستوى المدينة في البلاد، والذي يدعم ميزة «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا» [٥٧].

(٢) النظرة الشمولية.

ورث «عقل المدينة» مفهوم النظرة المنهجية الشاملة وعمل على تعميقه، مشددًا على ضرورة الانتقال من «لتحسين الجزئي» إلى «التحسين المنهجي الكلي»، مما منح المدينة لأول مرة القدرة على تحسين وتخصيص مواردها بوصفها كيانًا عضويًا متكاملًا.

(٣) الكفاءة العالية للموارد.

إن «التساؤل الجوهري لعقل المدينة» هو في صميمه تساؤل عن الموارد. ويُعد بناء نظام إدراكي دقيق لتدفق الموارد الشرط الأساسي الأول لبناء مجتمع عالي الكفاءة في استخدام الموارد [٥٨]. يقوم

«عقل المدينة» بتوظيف الحد الأدنى من الموارد للارتقاء بكفاءة التشغيل، معتمدًا على الحوسبة كأداة لتوفير الموارد، مثل: الحد من الهدر غير المبرر في شبكات إمداد المياه لتوفير الموارد المائية [٥٩]؛ أو التخفيف من الازدحام المروري لدرجة تتيح الاستغناء عن نظام «تقييد حركة المركبات» (Vehicle Restriction Rules)، كما حدث في مدينة نانتشانغ من خلال سيناريو «مدينة بلا قيود مرورية»، والذي حسّن تجربة تنقل المواطنين بشكل كبير دون الحاجة إلى إضافة موارد طرق جديدة [٦٠].

(٤) التنمية المستدامة.

يعزز «عقل المدينة» كفاءة استغلال الموارد عبر «إعادة استخدام البيانات» والضبط الذكي. وتكمن النقطة الوظيفية الحاسمة في قدرة المدينة على الارتقاء بكفاءة وظائفها التشغيلية دون الحاجة إلى ضخ مدخلات إضافية في الموارد المادية. إن عدم الاستدامة في الموارد يفضي حتمًا إلى عدم استدامة المدن؛ ولتحقيق أهداف «الكربون المزدوج»، وإنجاز التنمية الحضرية المستدامة عبر كفاءة الموارد، قد يُمثل «عقل المدينة» أحد المسارات الحتمية التي لا غنى عنها.

٣,٣,١ «الذكاء الحضري» كدافع مباشر لتغيير نموذج التنمية الحضرية

من الرقمنة إلى «التحول الذكي»، يعكف الذكاء الاصطناعي على تغيير معالم عالمنا. فالرقمنة تُمثل حجر الأساس الذي تتراكم عبره «عناصر البيانات»، بينما يُعد التحول الذكي مرحلة متقدمة تُطلق من خلالها قيمة تلك البيانات عبر الحوسبة وتقنيات الذكاء الاصطناعي. ولا يمثل الذكاء الاصطناعي مجرد ثورة في الأدوات فحسب، بل هو «أداة للثورة العلمية» ذاتها [٦١]. وبوجود الآلية الحاسمة المتمثلة في «الذكاء الاصطناعي +»، تشهد كل المسلّمات والمنطق التنموي تغيرات جذرية. وتُعد المدينة خير نموذج تمثيلي لذلك؛ فهي تتطور مستفيدة من تقنيات الذكاء الاصطناعي، وفقًا لقوانين نموها الذاتية، لتبلور ما يُعرف بـ «ذكاء المدينة»(City Intelligence). فالمدينة ككيان متكامل تمتلك آليات تشغيل خاصة بها، ولا ينبغي مجرد فرض الرؤى البشرية الذاتية عليها قسرًا [٦٢]. وبعبارة أخرى، ليس « ذكاء المدينة « مجرد تطبيق تقني للذكاء البشري داخل المدينة، بل هو نظام عضوي يمتلك مَلَكة الوعي والحكمة الخاصة به، ومن هنا يتغير الأساس المنطقي للتنمية الحضرية من جذوره.

ويُعد «عقل المدينة» - في سياق منظومة الحوكمة الحضرية - بنية تحتية حديثة تجسد قدرات الحوكمة، في حين يُمثل «الذكاء الحضري» الحاضنة التقنية له. ويدمج الذكاء الحضري بعمق بين البيانات، والنماذج، والقوة الحسابية، ليتمتع بقدرات الإدراك الشامل لجميع أرجاء المدينة، والتحليل اللحظي، واتخاذ القرارات الكلية. وهو ما من شأنه إعادة صياغة قاعدة الموارد، ومنطق الحوكمة، والأهداف التنموية للمدينة، وإحداث تغيير جذري ومنهجي في نموذج التنمية الحضرية، وصولًا إلى تحقيق هدف «المدن عالية الكفاءة في استخدام الموارد». ويتجلى جوهر هذا التغيير في ثلاث قفزات كبرى: قفزة القوة الدافعة: الانتقال من الاعتماد على الأراضي والطاقة إلى الاعتماد على البيانات والقوة الحسابية، مما يجعل آليات تشغيل المدينة قابلة للقياس والتحسين الدقيق. قفزة منهجية الحوكمة: الانتقال من «التطبيقات التقنية» المنعزلة قطاعيًا، إلى «الذكاء التآزري» للمدينة ككيان شامل، مما يحقق تخصيصًا منهجيًا للموارد. قفزة منظومة القيم والأهداف: الانتقال من السعي وراء التوسع في الحجم إلى السعي نحو تحسين الموارد ورفاهية الإنسان، مُنطلقين - في ظل القيود الصارمة لحدود الموارد الحضرية - نحو حضارة رقمية قوُامها الثقة والكفاءة، لتُشكل بذلك تركيبة حضرية جديدة كليًا.

وبالانتقال من «التوسع المعتمد على الموارد» في الماضي إلى «ثورة الكفاءة»، تكمن آلية عمل الذكاء الحضري في «إحلال مكاسب الكفاءة الناتجة عن البيانات محل استهلاك موارد طبيعية جديدة»[٦٣]، لتحقيق ارتقاء نوعي وكفاءة منهجية شاملة. وقد نجحت مبادرة «الإدارة الموحدة عبر شبكة واحدة»

في شنغهاي، و«عقل المدينة» في هانغتشو، في تحقيق طفرة في كفاءة تخصيص الخدمات العامة من خلال دمج البيانات والتعاون المشترك بين الإدارات. كما تُوظف مبادرات مثل: فتح بيانات المرور في باريس [٦٤]، ومنصة البيانات المفتوحة في مدينة نيويورك، ومشروع «الضوء الأخضر» (Project Green Light) في سياتل[٦٥]، التقاطع بين البيانات والذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات تشغيل المدينة. ويقوم مشروع سياتل بتحليل بيانات المرور للوصول إلى إمكانات هائلة تتمثل في تقليل عدد مرات التوقف (للمركبات) بنحو ٣٠٪ وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٠٪، محولًا بذلك الرؤى المستمدة من البيانات بشكل مباشر إلى وفورات فعلية في استهلاك الوقود وتكلفة الوقت المجتمعي [٦٥]. وتُظهر دراسة نُشرت في دورية «نيتشر كوميونيكيشنز» (Nature Communications))الشكل ١-١٣)، أن التطبيق العملي لأنظمة التحكم الذكي في إشارات المرور المدفوعة بالبيانات في أكثر ١٠٠ مدينة صينية ازدحامًا، أدى إلى تقليص زمن الرحلات خلال أوقات الذروة بنسبة ١١٪، وهو ما يُترجم إلى منافع مجتمعية تتمثل في خفض انبعاثات الكربون بما يصل إلى ٣١,٧٣ مليون طن سنويًا [٦٦].

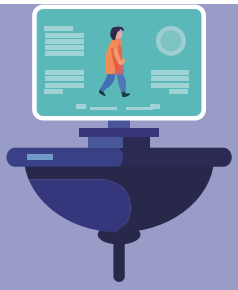
كما تؤكد استراتيجيات المنظمات الدولية هذا التوجه المتنامي. فعلى سبيل المثال، تحول المحور الاستراتيجي لـ «مجموعة رصد الأرض» (GEO) من مجرد «رصد الأرض» (Earth Observation) إلى مفهوم «ذكاء الأرض» (Earth Intelligence) [٦٧]، مكرسةً جهودها لتحويل البيانات البيئية العالمية عالية الدقة إلى «معلومات ذكية قابلة للتنفيذ التكتيكي»، لدعم عمليات التكيف المناخي الحضري واتخاذ القرارات الاستثمارية المستدامة. وفي هذا الإطار، تولي «الخدمة العالمية للمرونة تجاه درجات الحرارة المرتفعة» (GHRS) التابعة للمجموعة اهتمامًا خاصًا بتقديم حلول ذكية قابلة للتنفيذ لمدن الدخل المتوسط والمنخفض التي تفتقر إلى بيانات محلية موثوقة [٦٨]. وتستخدم «مجموعة القيادة المناخية لمدن C٤٠» البيانات اللحظية لتوجيه ممارسات المدن في خفض الانبعاثات ومواجهة الكوارث [٦٩].

وتتماهى هذه القفزات الاستراتيجية بشكل مثالي مع فلسفة «الذكاء الحضري» المنبثقة عن «عقل المدينة».

إن الرؤية العميقة التي يطرحها «التساؤل الجوهري لعقل المدينة» ترمز إلى انتقال الحوكمة الحضرية من الارتهان للخبرات الضبابية والتقديرات الإجمالية التقريبية، نحو إعادة بناء نموذج استراتيجي يرتكز على البيانات الدقيقة. وتتطابق أهدافه النهائية مع المساعي الجوهرية للحضارة الإنسانية. إذ أن «التركيز على الإنسان والتمكين الرقمي هما شيفرة مرور عقل المدينة نحو مدن السعادة» [٧٠]. وهذا يعني حتمية تسخير التكنولوجيا لرفع مستوى رفاهية الإنسان والعدالة الاجتماعية. وتمتد هذه الفلسفة لتُعانق رؤية «الرخاء المشترك» المتمثلة في بناء هيكل اجتماعي عقلاني ومستدام يتمحور حول التطوير المستمر لقدرات الأفراد بناءً تنمويًا مدى الحياة. وفي هذا السياق، فإن التطلع الذي يطرحه «عقل المدينة» بأنه «قد تتمكن المدينة من تلبية احتياجاتها باستخدام ١٠٪ فقط من مواردها الأصلية»، ما هو إلا التعبير التقني والرقمي عن هذا الهدف النبيل. فهو يرسم لوحة تفاؤلية لمستقبل مستدام تتحقق فيه، عبر «الذكاء الحضري»، تخفيضات هائلة في الاستهلاك المادي، بالتوازي مع ارتقاء مستمر في رفاهية البشر وازدهار الحضارة الإنسانية.

عقل المدينة: "ذكاء المدينة" و"الذكاء الاصطناعي + المدينة"

الفصل الثاني: عقل المدينة: "ذكاء المدينة" و"الذكاء الاصطناعي + المدينة"



٠٢

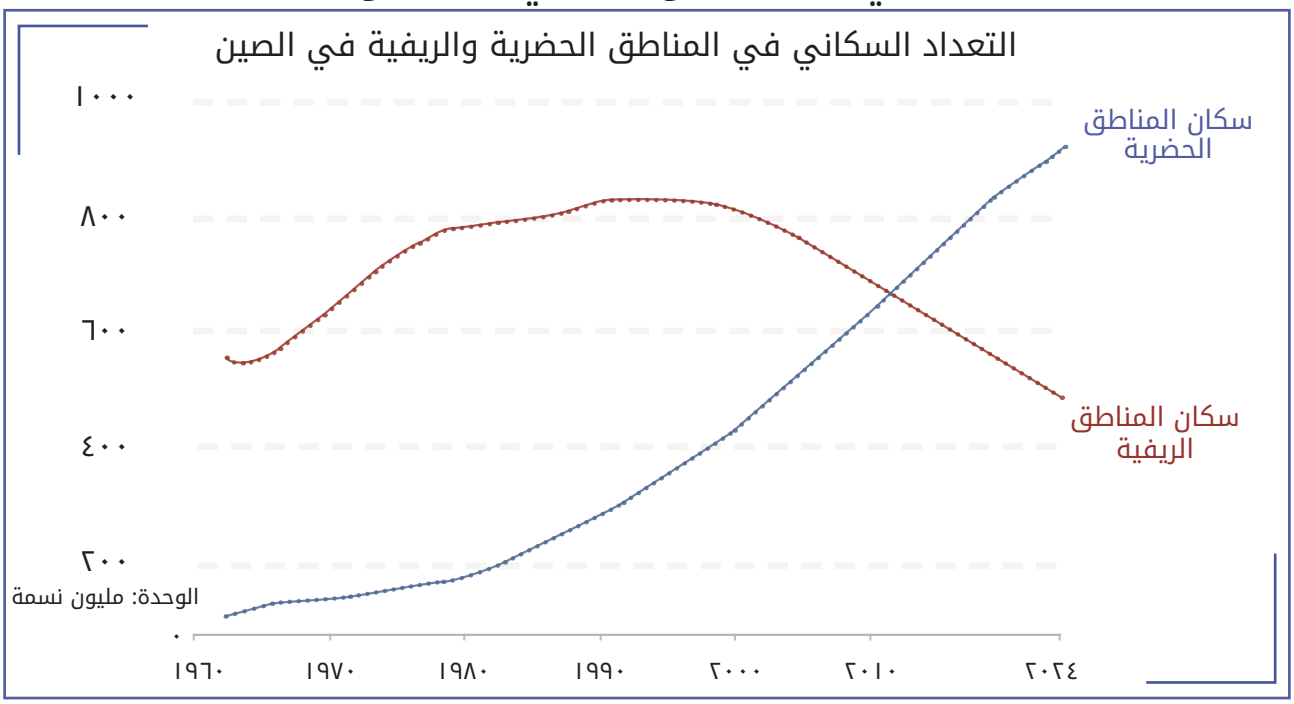
في الوقت الذي حقق فيه التوسع الحضري في الصين معجزات نمو مذهلة، فإنه واجه في آنٍ واحد تحديات جسيمة تمثلت في استنزاف الموارد والقصور المنهجي في الأداء. وتحت التوجيه الاستراتيجي القائل بأن "بناء مجتمع موفر للموارد يمثل ثورة اجتماعية"، تطور مفهوم "الذكاء الاصطناعي + المدينة" في الصين نحو "ذكاء المدينة" مدفوعًا برؤية حضرية شاملة. وباتت حلول ذكاء المدينة، القائمة على استكشاف مفاهيم ومنظومات "عقل المدينة"، الركيزة الأساسية لدفع عجلة التنمية الحضرية المستدامة.

يعتمد تحقيق "ذكاء المدينة" على بنية تقنية تَآزُرِيَّة، قوامها اندماج "الثالوث": البيانات، والنماذج، والقوة الحسابية. فالبيانات هي المورد الجوهري، والنماذج هي المحرك الذكي، والقوة الحسابية هي الضمان الأساسي للبنية التحتية. ويقوم "محرك ذكاء المدينة"، الموجه نحو مهام الحوكمة الحضرية، بدمج نماذج الإدراك الفيزيائي، ونماذج الإدراك الاجتماعي، ونماذج الاستنتاج الديناميكي، ونماذج المعرفة الحضرية في إطار موحد يسمى "النموذج التأسيسي للمدينة"، مما يمنحه قدرات إدراك واستدلال عامة عابرة للسيناريوهات. وبحلول عام ٥٢٠٢، أصبحت مدينة "هانغتشو" أهم المحركين والممارسين لفكر المصادر المفتوحة للنماذج التأسيسية للذكاء الاصطناعي؛ ففي سياق تشكيل ذكاء المدينة، تعني إتاحة البيانات والنماذج والقوة الحسابية انفتاحًا على موارد الابتكار في التنمية الحضرية، وهو ما يمثل آلية ابتكار جوهرية للتنمية التعاونية بين المدن.

لقد توسعت ممارسات "الذكاء الاصطناعي + المدينة" - وعلى رأسها "عقل المدينة" - تدريجيًا من قطاع النقل لتشمل مجالات البيئة الإيكولوجية، وإدارة الطاقة، والرعاية الصحية، والتعليم، وغيرها، مشكلةً ممارسات شاملة على مستوى المدينة. وتجسد ذلك في سيناريوهات رائدة مثل "موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها"، ومنصة "تشين تشينغ أونلاين" (للعلاقات الشفافة بين الحكومة والشركات)، ومبادرة "ساعة إضافية من السياحة"، و"عقل الحرم الجامعي". وتعكس هذه النماذج تغطيةً أعمق تتطور من التطبيقات الفردية إلى السيناريوهات المتكاملة، ومن السيناريوهات إلى المشهد الشامل. وقد أفضت هذه العملية إلى تحول عميق في نماذج الحوكمة: إدراكيًا، بالانتقال من الخبرات الضمنية الغامضة إلى اتخاذ القرار العلمي المبني على البيانات؛ منهجيًا، بكسر الحواجز بين الدوائر الحكومية وتجسيد الرؤية الشاملة لـ "المدينة ككائن عضوي حي"؛ وقيميًا، بالعودة من التوجه القائم على التحكم التقني إلى جوهر الخدمة "المتمحور حول الإنسان". وتكمن القيمة النهائية لهذا التحول في إعادة بناء الثقة، والمضي قدمًا نحو حضارة حضرية جديدة عبر التحول الذكي.

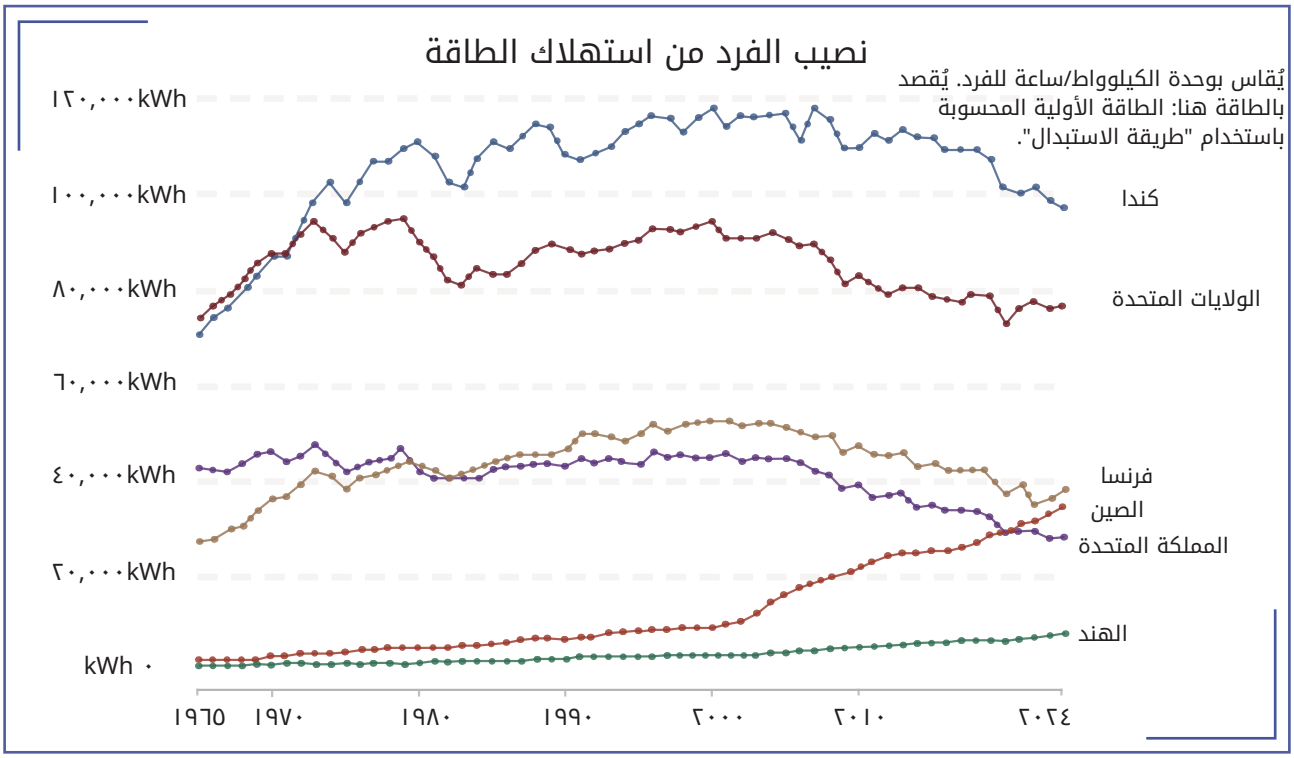
١,٢ تحديات التنمية الحضرية المستدامة في الصين

١,١,٢ اختناقات الموارد في ظل التوسع الحضري المتسارع



الشكل ٢-١: التغير في التعداد السكاني للمناطق الحضرية والريفية في الصين

المصدر: موقع "عالمنا في بيانات" (Our World in Data)



الشكل ٢-٢: رسم بياني لمقارنة نصيب الفرد من استخدام الطاقة بين الصين وكندا والولايات المتحدة ودول أخرى

المصدر: موقع "عالمنا في بيانات" (Our World in Data)

شهدت العقود القليلة الماضية تسارعًا هائلًا في وتيرة التوسع الحضري في الصين، حيث تضخم حجم المدن وتزايد عدد سكانها بوتيرة سريعة (الشكل ٢-١). وتشير توقعات التوسع الحضري الصادرة عن إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم المتحدة إلى أنه من المُقدر أن يزداد عدد سكان المناطق الحضرية في الصين بنحو ٢٥٥ مليون نسمة خلال الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٥٠ (لتحتل بذلك المرتبة الثانية عالميًا بعد الهند) [٧١]. وفي سياق متصل، أظهرت الإحصاءات السنوية الصادرة عن الهيئة الوطنية للإحصاء في الصين أن عدد السكان المقيمين الدائمين في المناطق الحضرية قد بلغ ٩٤٤ مليون نسمة بنهاية عام ٢٠٢٤، مما يعني أن الحجم المطلق للطلب المستقبلي على الموارد سيواصل نموه الكبير [٧٢].

وتُظهر إحصاءات موقع "عالمنا في بيانات" (Our World in Data)أنّه على الرغم من أن نصيب الفرد من استهلاك الطاقة في الصين لا يزال أقل من نظيره في الدول المتقدمة الكبرى، إلا أن الفجوة تتقلص بوتيرة متسارعة (الشكل ٢-٢) [٧٣]. وإذا واصلت المدن الصينية الكبرى تقاربها مع مستويات الدول المتقدمة من حيث أنماط الحياة (مثل معدلات امتلاك السيارات الخاصة، واستهلاك الطاقة في تكييف الهواء، وانتشار الأجهزة المنزلية، وغيرها)، فإن ذلك سيفرض ضغوطًا هائلة على البنية التحتية المتعلقة بالأراضي والطاقة والنقل.

وفي الصين، يبرز القصور المنهجي في أداء البنية التحتية في عدة مجالات حيوية بشكل يفوق المتوسط العالمي: فمستوى "المياه غير المدرة للدخل" (Non-Revenue Water، ويُشار إليها اختصارًا بـNRW) في أنظمة إمدادات المياه الحضرية يُعد مؤشرًا مهمًا لقياس كفاءة الإدارة. ويشير تقرير للبنك الدولي إلى أن مستويات الـ (NRW) في بعض المدن الصينية تقع ضمن المتوسط السائد في الدول النامية؛ حيث تُهدر ملايين الأمتار المكعبة من المياه يومياً دون أن تدر أي دخل، إما بسبب تسربات في شبكات الأنابيب أو نتيجة لقصور في عمليات الفوترة، مما يؤدي إلى هدر كبير في الموارد المائية وضعف في كفاءة الإدارة. وفي المقابل، نجد أن مستويات الـ (NRW) في المدن الأوروبية الكبرى وفي اليابان أدنى بكثير مما هي عليه في مدن الدول النامية، مما يعكس تمتعها بمستويات أعلى من الكفاءة في إدارة شبكات المياه، والتحكم في التسربات، وتحديث البنية التحتية [٧٤].

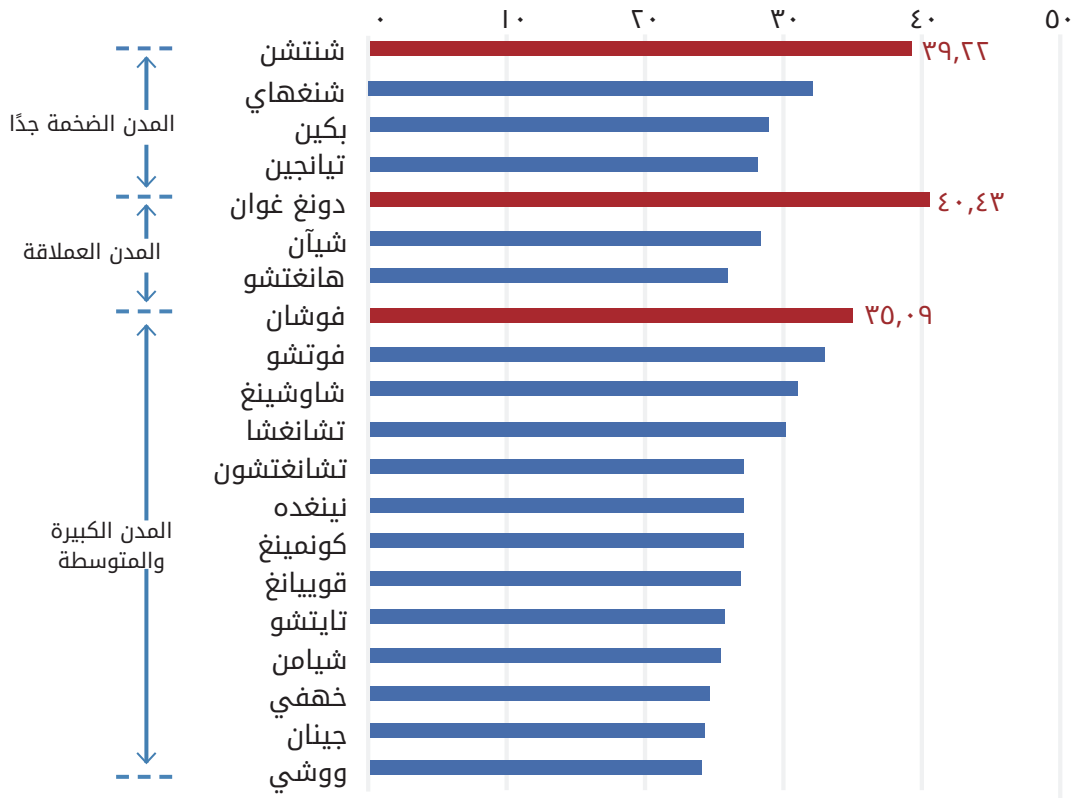
وعلى صعيد النقل والمواصلات، ومع بداية القرن الجديد، بدأت السيارات الخاصة تدخل إلى المنازل الصينية على نطاق واسع، مما أدى إلى إثقال كاهل الطرق الحضرية بما يفوق طاقتها الاستيعابية، لتصبح معالجة الازدحام المروري إثر ذلك قضية محورية على المستوى الوطني. وعلى الرغم من استمرار الحكومات المحلية في تكثيف جهود بناء البنية التحتية، إلا أن التوسع العمراني الأفقي العشوائي (الزحف العمراني) قد أفرز معضلات جديدة؛ فالتوسع السريع للمدن أدى إلى التعدي على الأراضي الزراعية، وتضييق الخناق على المساحات الإيكولوجية، وترقيق الحواجز الخضراء المحيطة بالمدن، مما فاقم من حدة التناقضات بين الموارد والبيئة. وقد اضطرت العديد من المدن الكبرى إلى تطبيق حزمة من الإجراءات، مثل تقييد حركة المركبات بناءً على الأرقام النهائية للوحات المعدنية، ونظام القرعة للحصول على تراخيص شراء السيارات، وذلك بهدف تخفيف الضغط على الطرق خلال أوقات الذروة والحد من الانبعاثات الملوثة. وبحلول نهاية سبتمبر من عام ٢٠٢٥، بلغ إجمالي عدد المركبات المسجلة في البلاد ٤٦٥ مليون مركبة. وعلى الرغم من توالي سياسات تقييد الحركة في مختلف المناطق، إلا أن إجمالي عدد السيارات مستمر في الارتفاع، ولا تزال حالات الازدحام المروري تتكرر باستمرار [٧٥]. وفي هذا السياق، أوضح "تقرير كفاءة التقاطعات المرورية الحضرية في الصين" الصادر عام ٢٠٢٤ (الشكل ٢-٣)، أن التقاطع المزدحم الواحد في المدن التي تتسم بـ "ارتفاع معدلات التأخير وارتفاع القيمة الاقتصادية للوقت" (مثل بكين وشنغهاي)، يكبد الاقتصاد خسائر ناجمة عن التأخير في ساعات الذروة (لكل ألف سيارة) تصل إلى ١٢٧٧ يوانًا/ساعة، بخسائر تراكمية قد تتجاوز ١,٢٧ مليون يوان سنويًا [٧٦].

لقد فاقم التوسع الحضري في الصين من الطلب على الموارد؛ حيث أدى الارتقاء بمعدلات الاستهلاك الفردي وأنماط الحياة إلى زيادة «كثافة الموارد بالنسبة لوحدة السكان». أما على صعيد العرض والحوكمة، فإن مظاهر القصور المنهجي في الكفاءة - مثل التسرب في شبكات إمدادات المياه، والازدحام المروري، والفاقد في نقل وتوزيع الكهرباء - حالت دون التخصيص والاستغلال الأمثل للموارد المحدودة. وفي ظل النموذج القديم للتنمية «غير المكثفة»(التوسعية)، عمدت العديد من المدن إلى استهلاك الموارد بكثافة عالية مقابل تحقيق النمو، مما أسفر عن ضغوط هائلة على البيئة الإيكولوجية. وتشير العديد من التقارير المحلية والدولية إلى أنه: ما لم يتغير هذا النمط التنموي المتسم بانخفاض كفاءة الموارد، فإن الضغوط التي يفرزها التوسع الحضري ستتحول إلى "عنق زجاجة" منهجي طويل الأمد.

٢,١,٢ التحول الحضري في ظل قيود الموارد

يمر نموذج التنمية الحضرية في الصين بتحول عميق في «النموذج الفكري»؛ جوهره الانتقال من التوسع القائم على الحجم والمُعتمد على استهلاك الموارد، إلى السعي نحو «النمو الضمني» القائم على الاقتصاد في الموارد. وقد كشف مقال بعنوان «بناء مجتمع موفر للموارد هو ثورة اجتماعية» ضمن سلسلة «كلمات جديدة من تشيجيانغ» (Zhijiang Xinyu)[٧٧] (الشكل ٢-٤) بعمق عن التناقض الأزلي بين احتياجات التنمية البشرية والإمدادات المحدودة لموارد الأرض، مؤكدًا أن «بناء مجتمع موفر للموارد هو ثورة اجتماعية تمس التناغم بين الإنسان والطبيعة». يمثل هذا طرحًا استشرافيًا لمسار التحديث الصيني، ويرشدنا لاستكشاف طريق للتحديث يقوم على التنمية المستدامة.

أعلى ٢٠ مدينة رئيسية في البلاد من حيث تأخير التوقف عند التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية خلال ذروة الصباح والمساء



الشكل ٢-٣: متوسط زمن تأخير التوقف عند التقاطعات المحكومة بإشارات ضوئية في المدن الرئيسية على مستوى البلاد خلال فترات الذروة الصباحية والمسائية لعام ٢٠٢٤

المصدر: "تقرير كفاءة التقاطعات المرورية الحضرية في الصين"

بناء مجتمع مقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية

(٢٣ فبراير ٢٠٠٥)

"إن بناء مجتمع مقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية تمس صميم التناغم والتعايش بين الإنسان والطبيعة. ثمة تناقض أزلي بين سعي البشرية نحو التنمية وبين الإمدادات المحدودة لموارد كوكب الأرض. ولعل مقولة القدماء: "للسماء أوقات تُنبت فيها الأشياء، وللأرض حدود فيما تخرجه من ثروات، أما رغبات الإنسان فلا حدود لها"، تعكس هذا التناقض بمعنى ما. في الفترات التي اتسمت فيها المجتمعات البشرية بتأخر القوى الإنتاجية وشح الحياة المادية، استطاعت هذه المجتمعات الاستمرار لآلاف السنين لعدم إحداثها دمارًا كبيرًا في النظام الإيكولوجي. ولكن منذ بزوغ الحضارة الصناعية وحتى الآن - أي خلال ما يزيد قليلًا عن ثلاثمائة عام - خلقت القوى الإنتاجية الهائلة للمجتمع البشري نمط التحديث الغربي الذي تنعم به قلة من الدول المتقدمة، إلا أن ذلك بات يهدد بقاء الجنس البشري واستمرار الحياة البيولوجية على الأرض. إن الحضارة الصناعية الغربية قائمة على أساس ثراء القلة وفقر الكثرة؛ ولو سعى الغالبية العظمى من البشر للعيش بأسلوب تلك القلة الثرية، لانهارت الحضارة الإنسانية. إن التحديث على النمط الغربي الذي يسعى إليه العالم اليوم أمر غير قابل للتحقق، بل هو فخ للبشرية. لذا، يتحتم علينا، باسترشادنا بـ "مفهوم التنمية العلمية"، استكشاف مسار تحديث يقوم على التنمية المستدامة. وبالنسبة لمقاطعة تشجيانغ، التي تُعد مقاطعة صغيرة في مواردها وكبيرة في اقتصادها، يبدو بناء مجتمع مقتصد في الموارد أمرًا أكثر إلحاحًا، وهذا هو الجوهر الحقيقي لبنائنا لمقاطعة إيكولوجية."

الشكل ٢-٤: مقتطف من مقال "بناء مجتمع مقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية"

المصدر: شي جين بينغ: "كلمات جديدة من تشيجيانغ"(Zhijiang Xinyu)، دار نشر تشيجيانغ الشعبية، طبعة ٢٠٠٧.

وفي مواجهة قيود الموارد الصارمة، جاءت الاستجابة عبر إطار السياسات على المستوى الوطني (الشكل ٢-٥). وكانت المحطة المفصلية هي «الخطة الخمسية الحادية عشرة» (٢٠٠٦-٢٠١٠)، التي نصت لأول مرة في مبادئها العامة على بناء «مجتمع موفر للموارد وصديق للبيئة»، وحددت مؤشرات ملزمة مثل خفض استهلاك الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي بنسبة ٢٠٪. ومنذ ذلك الحين، أصبح الاقتصاد في الموارد قيدًا أساسيًا للتنمية الحضرية عبر التشريعات والسياسات [٧٨]. وفي «الخطة الخمسية الرابعة عشرة» واستراتيجية التوسع الحضري الجديد، طُرحت بوضوح أهداف بناء المجتمع «ثنائي التوجه» مقتصد في الموارد وصديق للبيئة، بهدف تحقيق تنمية خضراء ومستدامة عبر الاعتماد على مدخلات منخفضة، وكفاءة إنتاجية عالية، واستهلاك منخفض، وانبعاثات قليلة.

على مستوى المدن، تنتقل «التنمية الضمنية» من حيز التخطيط إلى أرض الواقع. فقد طرحت «الخطة التنفيذية للتوسع الحضري الجديد خلال الخطة الخمسية الرابعة عشرة» الصادرة عن اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح هدفًا للتحكم في حجم أراضي البناء الجديدة في حدود٢٩,٥ مليون مو(تساوي تقريبا ١٩٦٦٦,٦٦٧٦ كيلومتر مربع) بحلول عام ٢٠٢٥، مما يدفع المدن للتحول من التوسع العشوائي (أسلوب «فرد العجين») إلى تحسين المخزون القائم [٧٩]. وفي مدن مثل بكين وشنغهاي، أدت مشاريع تجديد المجمعات السكنية القديمة لتوفير الطاقة، وتجميع مياه الأمطار، واستخدام المياه الرمادية إلى رفع كفاءة تدوير الموارد بشكل ملحوظ. كما أدرجت العديد من المناطق مؤشرات «كفة التطوير العقاري» و«استهلاك الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي» ضمن تقييمات التنمية عالية

الشكل ٢-5: مسار التطور السياسي لتحول المدن الصينية نحو نمط الاقتصاد في الموارد

المصدر: من إعداد المؤلف

الجودة، لضمان عدم تجاوز النمو للقدرة الاستيعابية للبيئة.

٣,١,٢ تطور «عقل المدينة»

في ظل مواجهة التوسع الحضري لاختناقات في الموارد، والحاجة الملحّة لتحول نماذج التنمية نحو الاقتصاد والكفاءة، يتجه «عقل المدينة» في الصين نحو ترسيخ «ذكاء المدينة» مدفوعًا برؤية حضرية شاملة. وباتت حلول ذكاء المدينة - التي يجري استكشافها بناءً على مفاهيم ومنظومات «عقل المدينة» - الركيزة الأساسية لدفع عجلة التنمية الحضرية المستدامة.

عندما أطلقت مدينة هانغتشو استكشافها لـ «عقل المدينة» في عام ٢٠١٦، طرحت مفاهيم رائدة مثل: «موارد البيانات هي المورد الحاسم لمستقبل التنمية الحضرية» [٥١]، و«عقل المدينة هو بمثابة 'مشروع أبولو' (رحلة الهبوط على القمر) للتقنيات الذكية». وقد أثبتت الممارسات التطبيقية لسيناريوهات «عقل المدينة» أن الاعتماد على موارد البيانات لدفع عجلة الاقتصاد في الموارد ورفع كفاءة الحوكمة هو مسار عملي وفعال. ومن إدارة الازدحام المروري إلى الحوكمة الشاملة للمدينة، جسّد تطبيق سلسلة من السيناريوهات - مثل نظام «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا» في مواقف السيارات - مسار التطور التدريجي لـ «عقل المدينة». وفي عام ٢٠١٧، أخذت هانغتشو زمام المبادرة على المستوى الوطني بتأسيس «مكتب إدارة موارد البيانات»، ليكون أول جهة حكومية تحمل اسم «موارد البيانات»، حيث أُنيطت به مسؤولية إدارة بيانات المدينة وبناء «عقل المدينة»، إلى جانب التنسيق الشامل لإنشاء البنية التحتية الرقمية. وفي العام ذاته (٢٠١٧)، أصدر مجلس الدولة الصيني «خطة تنمية الجيل الجديد من الذكاء الاصطناعي»، التي أدرجت الذكاء الاصطناعي كتقنية استراتيجية

وطنية، محددة الأهداف الصناعية والتطبيقية بحلول عام ٢٠٣٠؛ حيث تضافرت الابتكارات العملية مع التوجيهات السياسية لدفع الذكاء الاصطناعي من أروقة التجارب العلمية نحو التطبيق الواسع في مجالات الحوكمة الحضرية والخدمات العامة. وفي عام ٢٠١٨، أطلقت هانغتشو «النسخة الشاملة» من عقل المدينة، مبتكرةً استخدام «النظام المركزي» لاختراق الحواجز في البنية المعمارية التقليدية لتقنية المعلومات، محققة بذلك التنسيق المشترك بين مختلف الإدارات الحكومية، لتنتقل من مرحلة «التجارب التقنية الرائدة» إلى «الخدمات المنهجية الشاملة»، مما أرسى الأساس لذكاء المدينة المتكامل.

سرعان ما حظيت التجارب الاستكشافية لمدينة هانغتشو باهتمام واسع وتوجيه استراتيجي عالٍ. ففي عام ٢٠١٨، تفقد الرئيس الصيني شي جين بينغ «عقل مدينة بودونغ بشنغهاي» في المركز المتكامل لإدارة العمليات الحضرية في منطقة بودونغ الجديدة، حيث أشار إلى أن: «مدن الدرجة الأولى تتطلب حوكمة من الدرجة الأولى، ويجب بذل الجهود لتعزيز الإدارة العلمية والدقيقة والذكية». وفي عام ٢٠٢٠، وخلال جولته التفقدية في مركز القيادة والتشغيل لعقل مدينة هانغتشو، أكد الرئيس شي مجددًا أن توظيف التقنيات الرائدة - مثل البيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، وسلسلة الكتل، والذكاء الاصطناعي - في دفع عجلة الابتكار في أساليب ونماذج ومفاهيم الإدارة الحضرية، والانتقال من مرحلة التحول الرقمي إلى الإدارة الذكية وصولًا إلى بناء مدن أكثر فطنة وحكمة؛ هو المسار الحتمي لدفع عجلة تحديث منظومة الحوكمة الحضرية وقدراتها، وهو مسار يحمل آفاقًا رحبة وواعدة [٨٠].

إن التحول الذكي هو النتيجة الحتمية للتحول الرقمي. لقد أعادت الرقمنة تشكيل أساليب الحوكمة الحضرية، ووفرت دعمًا قويًا لتحسين تخصيص الموارد، ورفع كفاءة الخدمات، وتعزيز المشاركة المدنية؛

ندوة دفع التحول الرقمي الحضري في شنغهاي

(٢٥ مارس ٢٠٢١)

إن الدفع الشامل للتحول الرقمي للمدينة يمثل استراتيجية كبرى حددتها 'الخطة الخمسية الرابعة عشرة' لبلدية شنغهاي. ولإنجاز هذا العمل على أكمل وجه، يتحتم علينا احترام قوانين التطور، وإدراكها، والالتزام بها. يجب علينا قراءة التوجهات المستقبلية بدقة، والتحليل الشامل لمسار التطور المستقبلي للمدن الرقمية، وربط ذلك بالواقع الفعلي لشنغهاي، للاستفادة من المزايا الفريدة التي تتمتع بها، مع الاستشراف المبكر والتنفيذ العلمي. كما ينبغي الوقوف بدقة على المعطيات الأساسية، والمعرفة العميقة لواقع التطور والشروط التأسيسية للرقمنة في مختلف المجالات، وتحديد أوجه القصور والتحديات التي تواجه التحول الرقمي بدقة، للتركيز على تذليل العقبات وتجاوز الاختناقات، مع تكثيف الجهود لتعزيز نقاط القوة وإبراز الميزات التنافسية. ومن الضروري تعزيز الترقيات المتكررة (التحسين المستمر) والمضي قدمًا بشكل شامل، مع التعامل مع المدينة ككائن واحد متكامل، لدفع عجلة التحول الرقمي بوعي أكبر، ومنهجية أشمل، ورؤية أعم ...

المصدر:

تصريحات السيد لي تشيانغ، سكرتير لجنة الحزب ببلدية شنغهاي، خلال ندوة دفع التحول الرقمي الحضري.

الشكل ٢-٦: مقتطف من الخطاب في ندوة دفع التحول الرقمي الحضري

المصدر: تقرير صحيفة "شينمين إيفنينغ نيوز"(Xinmin Evening News) الصادرة في ٢٥ مارس ٢٠٢١

إذ يترك التحول الرقمي تأثيرًا عميقًا على حوكمة المدن [٨١]. وفي عام ٢٠٢١، أدرجت بلدية شنغهاي التعزيز الشامل للتحول الرقمي كاستراتيجية كبرى ضمن «الخطة الخمسية الرابعة عشرة». وأشار سكرتير لجنة الحزب ببلدية شنغهاي آ نذاك، لي تشيانغ، في ندوة خُصصت لدفع هذا التحول، إلى ضرورة «التعامل مع المدينة ككائن واحد متكامل»، والمضي قدمًا في التحول بشكل منهجي وشامل، من خلال الوقوف الدقيق على البيانات الأساسية للمدينة، وتعزيز التنسيق لتذليل العقبات وتجاوز الاختناقات (الشكل ٢-٦).

وبعد عام ٢٠٢٠، طُبقت نماذج التنمية والتقنيات والأساليب الخاصة بـ «عقل المدينة» في عدد أكبر من المدن، على اختلاف أحجامها وتباين مستويات تطورها الاقتصادي. وبالتوازي مع ذلك، حظيت هذه التوجهات باستجابة واسعة من قِبل العديد من الشركات على مستوى البلاد، بما في ذلك الشركات الرائدة والشركات الناشئة. وبفضل الجهود المشتركة بين المدن والشركات، أظهر «عقل المدينة» نتائج ملموسة في القطاعات الحيوية التي تتعامل مباشرة مع قيود الموارد والبيئة: في قطاع النقل: استجابة للازدحام وهدر الكفاءة الناجمين عن الزيادة الهائلة في أعداد المركبات، قامت هانغتشو بدمج البيانات متعددة المصادر (المستمدة من الكاميرات وأجهزة الاستشعار وغيرها) وتطبيق خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحسين التحكم في الإشارات الضوئية وجدولة التدفق المروري، مما أدى إلى رفع كفاءة التدفق المروري في المناطق التجريبية بنحو ١٥٪، والتخفيف من حدة الازدحام في أوقات الذروة [٨٢]. في قطاع البيئة الإيكولوجية: دمجت مناطق عدة بين البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي لبناء منظومات رصد ذكية، تتيح الإدراك اللحظي والإنذار المبكر لمؤشرات جودة الهواء (مثل الجسيمات الدقيقة العالقة PM٢,٥)، مما يساعد في صياغة تدابير الاستجابة المناسبة، ويرفع من دقة وكفاءة الإدارة البيئية بشكل ملحوظ [٨٣]. في قطاع الطاقة: تستعين منصات إدارة الطاقة الذكية بالذكاء الاصطناعي للتنبؤ بأحمال الشبكة الكهربائية وضبط أحمال الذروة والقاع (Peak-valley regulation)، مما يحقق التوظيف الأمثل لكفاءة استخدام الطاقة [٨٤].

٢,٢ استكشافات رائدة في «ذكاء المدينة»: إلغاء قيود حركة المركبات

١,٢,٢ الازدحام المروري تحدٍ مشترك تواجهه المدن

يُعد الازدحام المروري «معضلة شائعة» تصاحب التنمية الحضرية الحديثة، وهو ما تلمسته الصين بوضوح في خضم مسيرتها المتسارعة نحو التوسع الحضري. فخلال العقود القليلة الماضية، وبقدر ما نعم سكان المدن الصينية برفاهية وسهولة التنقل بالمركبات، كابدوا في الوقت ذاته ويلات الازدحام. وتشير البيانات إلى أنه منذ منتصف تسعينيات القرن العشرين، شهدت ملكية السيارات الخاصة في الصين نموًا انفجاريًا؛ فبعد أن كان إجمالي عدد المركبات على مستوى البلاد يبلغ ما يربو قليلًا على ٢٥ مليون مركبة في عام ١٩٩٥، قفز هذا الرقم ليصل إلى ٤٣٥ مليون مركبة بحلول عام ٢٠٢٣، مع تسجيل مستويات أعلى بكثير للاعتماد على المركبات في المدن الكبرى [٨٥]. ونتيجة لهذا الارتفاع الحاد في أعداد السيارات، وصلت التدفقات المرورية في معظم المدن إلى حد التشبع خلال أوقات الذروة، مما أدى إلى انخفاض متوسط سرعة السير. وفي أواخر التسعينيات، شهدت المدن الضخمة مثل بكين وشنغهاي ظاهرة تحول الشوارع إلى ما يشبه «مواقف السيارات» المفتوحة خلال فترات الذروة. ومع دخول القرن الحادي والعشرين، استشرى الازدحام المروري ليمتد إلى مختلف المدن والبلدات في جميع أنحاء البلاد، ليصبح إحدى أبرز المنغصات اليومية في حياة المواطنين. والواقع أن الازدحام المروري يمثل تحديًا يكاد يكون حتميًا عندما تصل التنمية الحضرية إلى مرحلة معينة، وهو تحدٍ تجرعته كافة الحواضر الكبرى حول العالم.

وفي مواجهة ما يفرزه الازدحام المروري من انخفاض في كفاءة التنقل وتكلفة بيئية باهظة،

اتخذت العديد من المدن الصينية حزمة من التدابير العلاجية. وشملت الإجراءات الإدارية الشائعة تقييد حركة المركبات وتقييد شرائها؛ مثل تطبيق نظام التقييد بناءً على الأرقام النهائية للوحات المعدنية في أيام العمل، ونظام القرعة لشراء السيارات في بكين؛ ومزادات اللوحات المعدنية في شنغهاي؛ والتحكم في إجمالي أعداد المركبات وتقييد دخول السيارات المُسجلة خارج المدينة في مدينتي غوانغشو وشنتشن. وقد ساهمت هذه الإجراءات إلى حد ما في تخفيف الضغط على الطرق خلال فترات الذروة. ومع ذلك، فإن سياسات تقييد الحركة لا تمثل حلًا طويل الأمد؛ فبمجرد تخفيف هذه السياسات، سرعان ما تعود الاختناقات المرورية للظهور، فضلًا عن تأثيرها السلبي على حرية تنقل الجمهور وراحة حياتهم اليومية. لذلك، سعت مختلف المدن — بالتزامن مع محاولاتها لتقييد الحركة — إلى الاستثمار بقوة في بناء شبكات النقل العام والبنية التحتية الحضرية. إلا أن هذه الإجراءات مجتمعة لم تفلح حتى الآن في إيجاد توازن مستدام بين ضمان راحة المواطنين من جهة، وحجم الموارد الاجتماعية المستثمرة من جهة أخرى.

٢,٢,٢ حلول ذكاء المدينة لإلغاء قيود الحركة المرورية

تكشف استعارة مجازية عن الجوهر الحقيقي لمشكلة الحوكمة المرورية «أبعد مسافة في العالم هي تلك التي تفصل بين الإشارة الضوئية وكاميرا المراقبة المرورية.» [٨٦]وتمثل هذه المقولة استكشافًا إبداعيًا لإيجاد توازن مستدام بين راحة المواطنين وحجم الموارد المستثمرة. فالإشارة الضوئية ترمز إلى التنفيذ الفعلي للإجراءات، بينما تمثل كاميرا المراقبة الموارد البيانية. ولطالما عانى هذان العنصران من حالة انفصال تام لفترة طويلة؛ فبينما تلتقط الكاميرات البيانات باستمرار، تستمر الإشارات الضوئية في تنفيذ قواعد مبرمجة مسبقًا بشكل ميكانيكي، حيث حالت «صوامع البيانات» (انعزال البيانات) بين الإدارات المختلفة دون اتخاذ إجراءات فعالة. وقد شكلت هذه الرؤية العميقة نقطة الانطلاق لـ «عقل المدينة» في حل المشكلات، حيث بات يطرح تساؤلًا جوهريًا على كل مسؤول: «ما هي 'الإشارة الضوئية' في إدارتك؟ وأين تقع 'الكاميرا' الخاصة بك؟». ففي اللحظة التي تتدفق فيها البيانات بسلاسة لتربط بين صنع القرار والتنفيذ الفعلي، تتحول المدينة من مجرد آلة ميكانيكية مجزأة إلى كائن عضوي حي متناغم. وقد أُثبتت صحة هذه الفرضية بنجاح من خلال تجربة مدينة «نانتشانغ» (Nanchang) في بناء «عقل المدينة» لتخفيف الازدحام المروري.

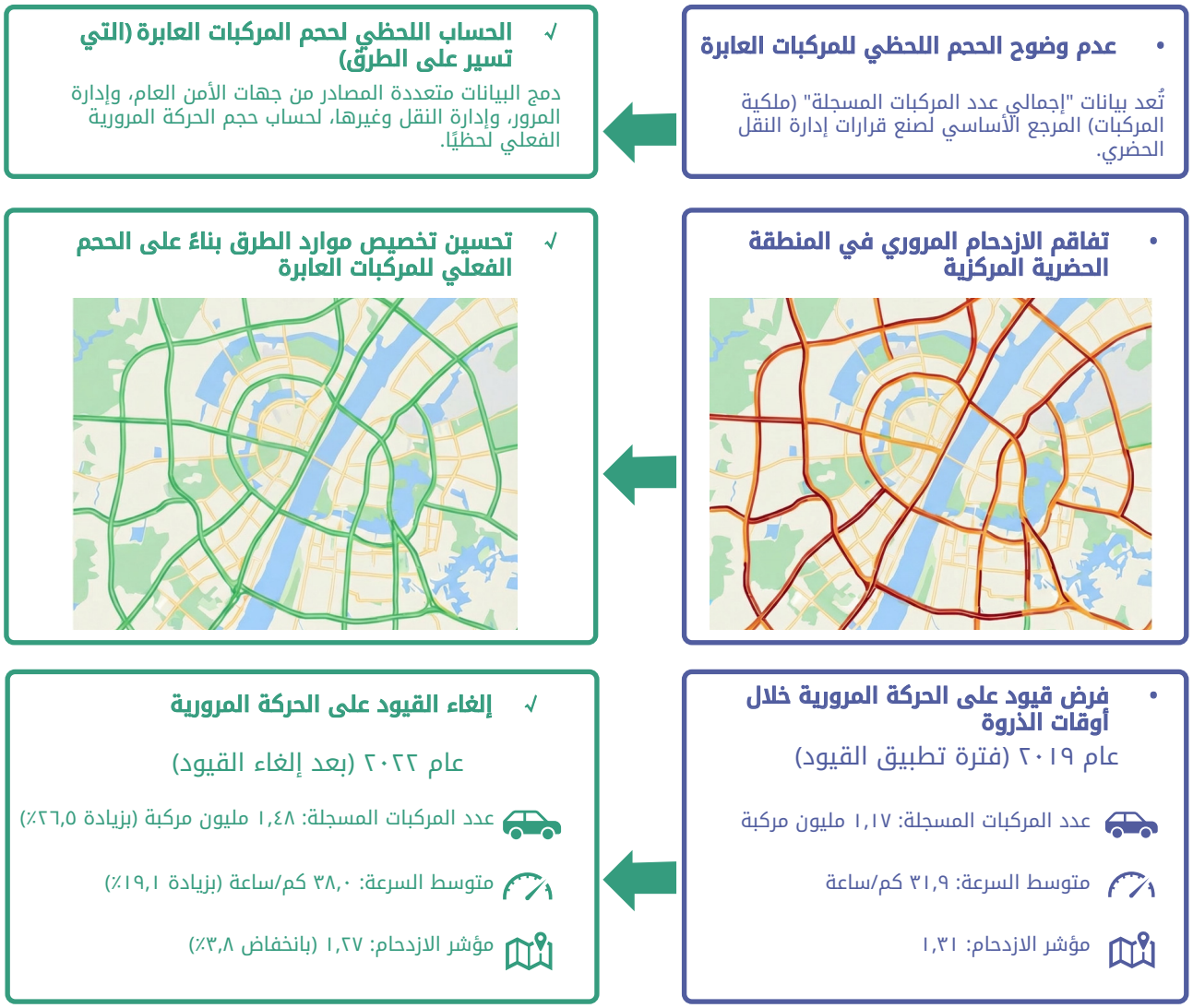
قبل عام ٢٠٢٠، كانت مدينة نانتشانغ غارقة في مفارقة حوكمية معقدة تتلخص في: «ازدحام مع وجود القيود، وازدحام أشد في غيابها.» فهذه المدينة الصينية متوسطة الحجم (والتي تُصنف كمدينة كبرى وفقاً للمعايير الدولية)، حيث يتجاوز عدد سكانها الدائمين ٥ ملايين نسمة وتضم ١,٤ مليون مركبة، اعتمدت منذ عام ٢٠٠٩ على سياسة تقييد حركة المركبات بناءً على الأرقام النهائية للوحات المعدنية للحد من الازدحام. وعلى الرغم من أن ١١ عاماً من التقييد وفرت بعض الانفراج المؤقت، إلا أنها كبلت حرية تنقل المواطنين وقوضت الحيوية التجارية على المدى الطويل.

وفي عام ٢٠٢٠، انطلق مشروع بناء «عقل المدينة» في نانتشانغ، معتمدًا على دمج البيانات متعددة المصادر، والإدراك اللحظي، والجدولة القائمة على الخوارزميات، ليحقق رصدًا دقيقًا (على مستوى الدقيقة) للحركة المرورية على مستوى المدينة بأكملها، وربطًا متزامنًا للإشارات الضوئية. وفي ٢٩ ديسمبر ٢٠٢٠، ألغت نانتشانغ رسميًا سياسة تقييد حركة المركبات التي استمرت ١١ عامًا، لتصبح بذلك أول مدينة صينية تنتقل من نظام «تقييد الحركة» إلى «حرية الحركة». والمفارقة أن انسيابية الحركة المرورية قد تحسنت بشكل ملحوظ بعد إلغاء القيود؛ فقد ارتفع متوسط سرعة المركبات من ٣١,٩ كم/ساعة خلال فترة التقييد في عام ٢٠١٩، إلى ٣٨,٠ كم/ساعة خلال فترة عدم التقييد في عام ٢٠٢٢. كما انخفض مؤشر الازدحام المروري من ١,٣١ إلى ١,٢٧، وذلك على الرغم من زيادة عدد المركبات المسجلة بنسبة ٢٦,٥٪ خلال الفترة ذاتها [٨٧]. وتؤكد هذه

النتائج جليًا أن الحوكمة الذكية قادرة على رفع كفاءة النظام بشكل كبير دون الحاجة إلى إضافة موارد طرق جديدة أو زيادة الأعباء المالية.

وتبرهن تجربة نانتشانغ على أن «الذكاء المنهجي» يفوق «التوسع في الموارد» في قدرته على تعزيز الكفاءة الحضرية. فقد نجحت هذه التجربة في تحطيم الفكر التقليدي القائل بأن «معالجة الازدحام تتطلب بالضرورة إما تقييد الحركة أو التوسع في البناء»، مستبدلةً التوسع في الموارد بالبيانات، واللوائح التقييدية بالخوارزميات، لتحقق تحولًا جذريًا من «الازدحام والتقييد» إلى «الانسيابية الذكية». ويقدم هذا النموذج —الذي يسخر الحوكمة الذكية لدعم التنمية المستدامة— مثالًا يحتذى به وقابلًا للتكرار في المدن متوسطة الحجم، سواء في الصين أو حول العالم. وكما عبر أحد المواطنين في تعليق إخباري قائلًا: « أخيرًا يمكننا الذهاب للتنزه في نانتشانغ خلال عطلة نهاية الأسبوع.» لا يقتصر هذا الإنجاز على تحسين تجربة التنقل فحسب، بل يمثل تحولًا عميقًا في فلسفة الحوكمة الحضرية، بالانتقال من عقلية «التحكم والتقييد» إلى نهج «التمكين».

وتكمن الأهمية الكبرى لنموذج «إلغاء قيود الحركة المرورية» في نانتشانغ في كونه أحدث قفزة نوعية منهجية في إدارة النقل الحضري، وذلك في ظل



الشكل ٢-٧: سيناريو "إلغاء قيود الحركة المرورية" عبر عقل مدينة نانتشانغ

المصدر: من إعداد المؤلف.

محدودية الموارد المالية والبنية التحتية. ففي الهرم الحضري الصيني، لا تُعد نانتشانغ مدينة ضخمة استثنائية كبكين وشنغهاي وشنتشن، وتظل ميزانيتها ومواردها الحسابية محدودة. إلا أنها بمعايير التصنيف الدولي، تُصنف كمدينة كبرى يزيد عدد سكانها عن ٥ ملايين نسمة وتضم أكثر من ١,٤ مليون مركبة. وفي ظل هذه الموارد المحدودة، اعتمدت نانتشانغ على منظومة «عقل المدينة» لدمج البيانات، وتسخير القوة الحسابية، وتحسين النماذج الذكية، مبتكرةً نموذجًا حوكميًا غير مسبوق شعاره: «استخدام البيانات كبديل للتوسع، والذكاء كبديل للتقييد». لقد كسر هذا النموذج معضلة الثنائية التقليدية القائلة «لا انسيابية بلا قيود»، راسمًا مسارًا جديدًا للمدن متوسطة الحجم لتحقيق إدارة مرورية عالية الكفاءة (الشكل ٢-٧) [٨٨].

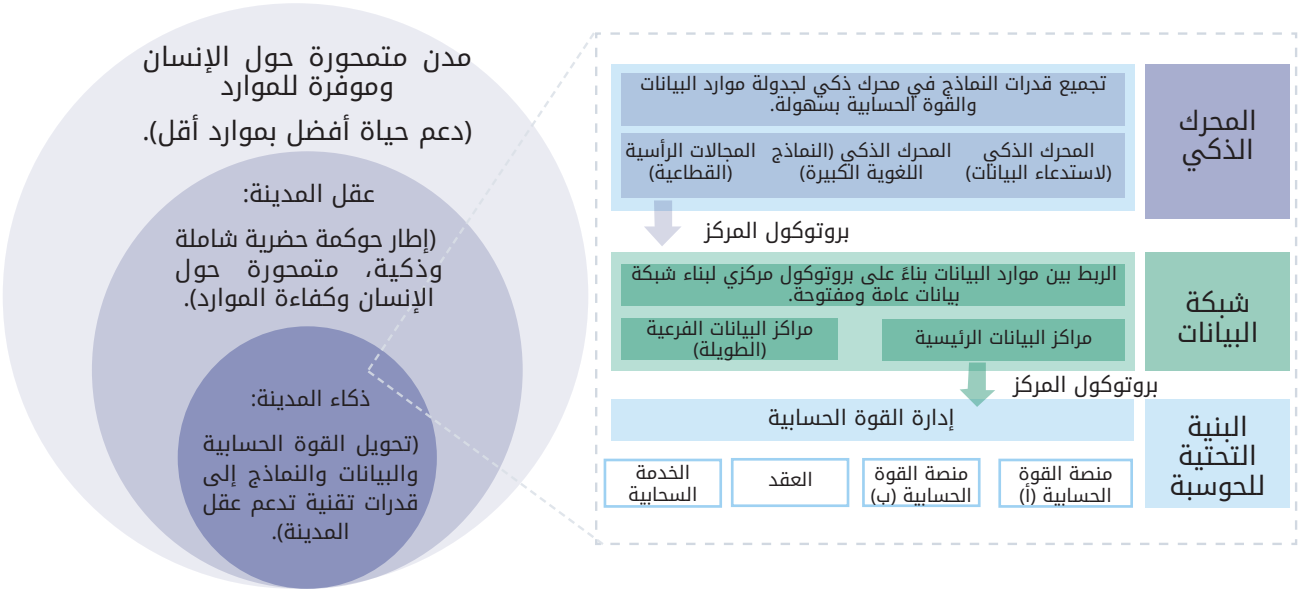
٣,٢ البنية التقنية لذكاء المدينة

١,٣,٢ ثالوث «القوة الحسابية والبيانات والنماذج»

تؤكد التجارب الناجحة، مثل تجربة «عقل مدينة نانتشانغ»، أن تفعيل دور ذكاء المدينة وتحقيق نتائج ملموسة في سيناريوهات مثل حوكمة الازدحام المروري، لا يتطلب فقط توجهًا فكريًا قائمًا على محورية الإنسان، والاقتصاد في الموارد، والرؤية الشاملة، والتنمية المستدامة، بل يحتاج أيضًا إلى قدرات هائلة توفرها تقنيات ذكاء المدينة. ويعتمد تحقيق ذكاء المدينة على بنية تقنية ذات ترابط وثيق، جوهرها اندماج «الثالوث»: القوة الحسابية، والبيانات، والنماذج؛ حيث تمثل البيانات المورد الجوهري، والنماذج هي المحرك الذكي، والقوة الحسابية هي الضمان الأساسي للبنية التحتية (الشكل ٢-٨).

(١) البيانات: دمج البيانات متعددة المصادر لإطلاق قيمتها الكامنة

تراكمت لدى المدن المعاصرة عبر فترات طويلة بيانات ضخمة متعددة المصادر —تشمل النقل، واستهلاك الطاقة، والرصد البيئي، والشؤون الحكومية— بدءًا من كاميرات الطرق وإشارات المرور، وصولًا إلى نظام تحديد المواقع (GPS) للنقل العام، وإنترنت الأشياء الحضري، والاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية. وقد دخل الكثير من هذه البيانات مرحلة يسهل فيها الوصول إليها أو الحصول عليها بتكلفة منخفضة. على سبيل المثال، توفر منصة باريس للبيانات المفتوحة (opendata.paris.fr) [٨٩] بيانات مفتوحة



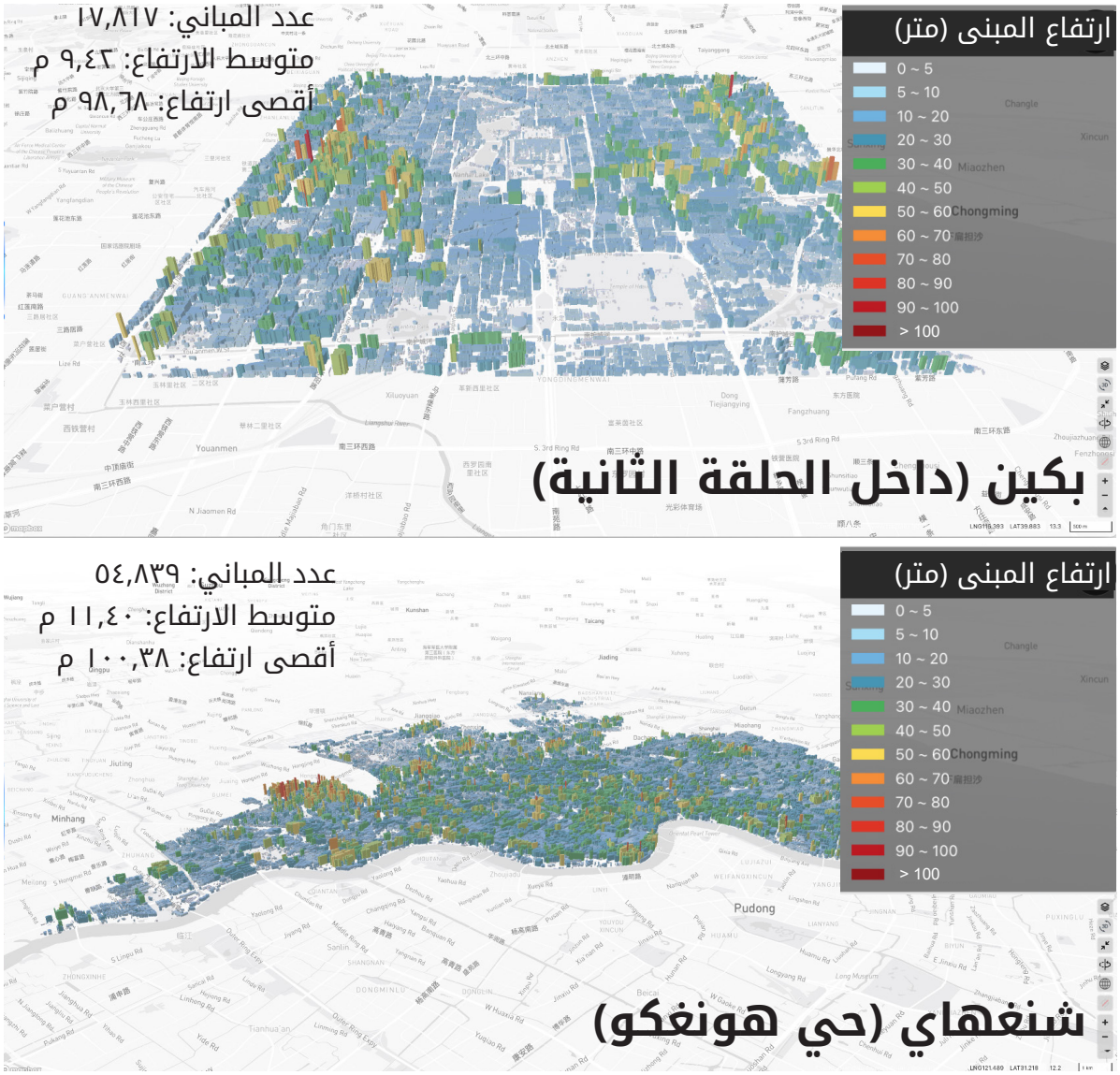
الشكل ٢-٨: مخطط توضيحي لبناء ذكاء المدينة، وعقل المدينة، والمدن الموفرة للموارد

المصدر: من إعداد المؤلف

من مختلف قطاعات البلدية، تغطي النقل والبيئة والبنية التحتية، لتقديم الدعم البياني للجمهور والباحثين. كما يدمج «مستودع بيانات لندن» (London Datastore) [٩٠] موارد البيانات العابرة للإدارات، لتغطي مجالات مثل السكان والبيئة والنقل والصحة والإسكان، مما يوفر ركيزة للحوكمة الحضرية القائمة على البيانات عبر واجهة موحدة.

تؤكد المنظمات الدولية (مثل الأمم المتحدة والبنك الدولي) أن البيانات ليست مجرد أصول متفرقة، بل هي مدخلات حيوية للحوكمة الحضرية وصنع القرار المستدام [٩١][٩٢]. ولا تحتاج المدن إلى بناء أسس البيانات من الصفر، بل تحتاج إلى إطلاق قيمة البيانات الحالية من خلال مراكز البيانات، ومعايير التشغيل البيني، وآليات حماية الخصوصية [٩٣].

وفي الوقت نفسه، يعيد الدمج بين الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية والذكاء الاصطناعي تشكيل طرق الإدراك الحضري [٩٤]. ففي أكتوبر ٢٠٢١، اعتمدت الأمم المتحدة «أجندة الفضاء» ٢٠٣٠ (Agenda The Space٢٠٣٠)، التي نصت بوضوح على أن الجمع بين بيانات مراقبة الأرض والذكاء الاصطناعي هو المحرك لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وبفضل المراقبة عبر الأقمار الصناعية



الشكل ٢-٩: رصد التشكيلات العمرانية والتوزيع المكاني في بكين وشنغهاي عبر دمج بيانات الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي

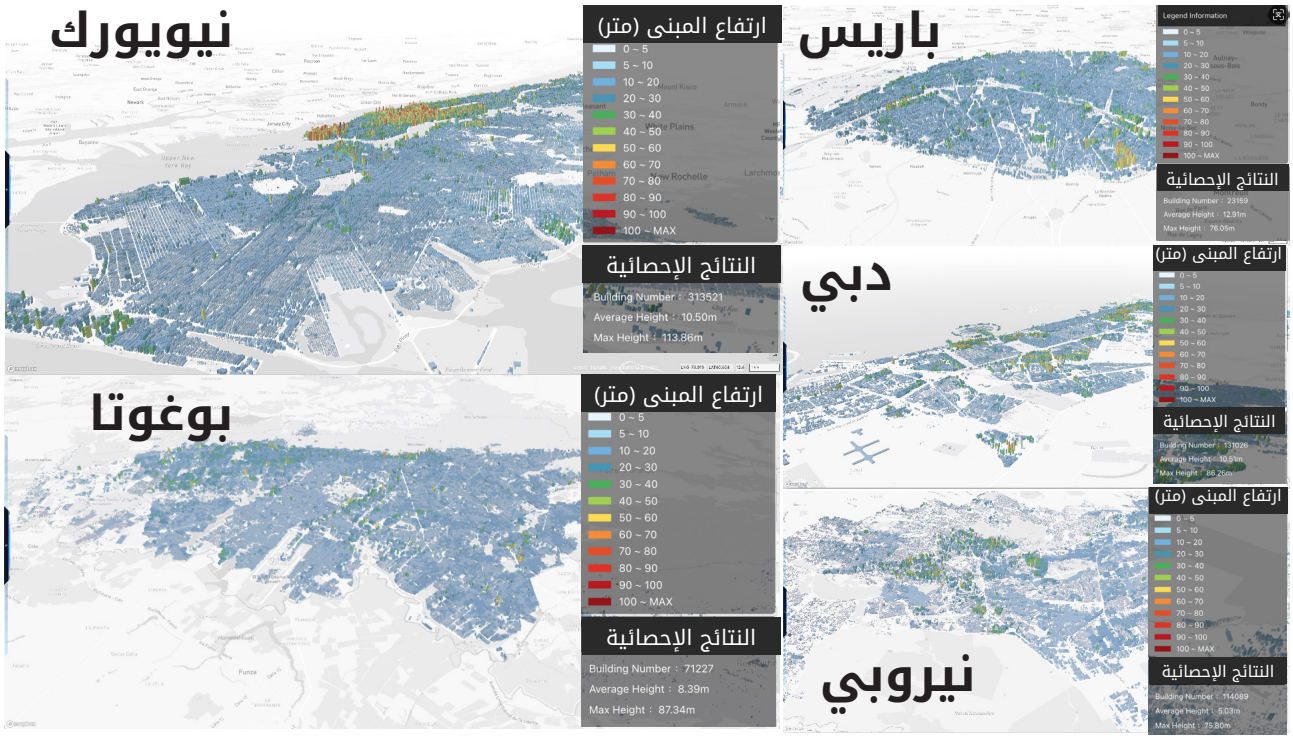
المصدر: من إعداد المؤلف

عالية الدقة والتردد، يمكن حتى للمدن ذات الموارد المحدودة تحقيق رصد شامل وتحسين ديناميكي بتكلفة منخفضة. حاليًا، يوجد ما يصل إلى ٨٠٠ قمر صناعي لمراقبة الأرض في المدار؛ حيث يكمل القمر (Landsat ٩) تغطية عالمية كل ١٦ يومًا [٩٥]، وبالتكامل مع دورة زيارة القمر (Sentinel-٢) التي تستغرق ٥ أيام [٩٦]، يُتوقع أن يصل عدد أقمار مراقبة الأرض إلى ٣٢٠٠ قمر بحلول عام ٢٠٣٢. لقد أصبح من الممكن مراقبة تغيرات سطح المدينة بشكل لحظي تقريبًا، مما يضع أساسًا بيانيًا متينًا لبناء حلول ذكاء مدينة شاملة ومتاحة للجميع.

يقدم الجمع بين بيانات الأقمار الصناعية ونماذج الذكاء الاصطناعي حلولًا منخفضة التكلفة للرصد الحضري؛ ففي مجال إدراك أشكال المباني والنمذجة ثلاثية الأبعاد، تتيح هذه التقنيات تحديد التشكيلات العمرانية وتوزيعها المكاني. على سبيل المثال (الشكل ٢-٩): بكين (داخل الحلقة الثانية): تم رصد ١٧,٨١٧ مبنى، بمتوسط ارتفاع ٩,٤٢ متر، وأقصى ارتفاع ٩٨,٦٨ متر. شنغهاي (حي هونغكو): تم رصد ٥٤,٨٣٩ مبنى، بمتوسط ارتفاع ١١,٤٠ متر، وأقصى ارتفاع ١٠٠,٣٨ متر.

من خلال دمج بيانات متعددة المصادر، مثل الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية، والرصد الأرضي / القريب من سطح الأرض، ونماذج الذكاء الاصطناعي، يمكن التعرّف بصورة شاملة وعلى مستوى المدينة ككل إلى أنماط المباني الحضرية وتوزيعها المكاني. فقد بلغ عدد المباني في نيويورك ٣١٣,٥٢١ مبنى، وبلغ متوسط ارتفاع المباني وأقصى ارتفاع لها ١٠,٥٠ أمتار و١١٣,٨٦ مترًا على التوالي. أما في باريس، فبلغ عدد المباني ٢٣,١٥٩ مبنى، وبلغ متوسط الارتفاع وأقصاه ١٢,٩١ مترًا و٧٦,٠٥ مترًا. وفي دبي، بلغ عدد المباني ١٣١,٠٢٦ مبنى، وبلغ متوسط الارتفاع وأقصاه ١٠,٥١ أمتار و٨٦,٢٦ مترًا. وفي بوغوتا، بلغ عدد المباني ٧١,٢٢٧ مبنى، وبلغ متوسط الارتفاع وأقصاه ٨,٣٩ أمتار و٨٧,٣٤ مترًا. أما نيروبي، فبلغ عدد مبانيها ١١٤,٠٨٩ مبنى، وبلغ متوسط الارتفاع وأقصاه ٥,٠٣ أمتار و٧٥,٨٠ مترًا (الشكل ٢-١٠).

تمنح تقنيات الذكاء الاصطناعي المدن فرصة



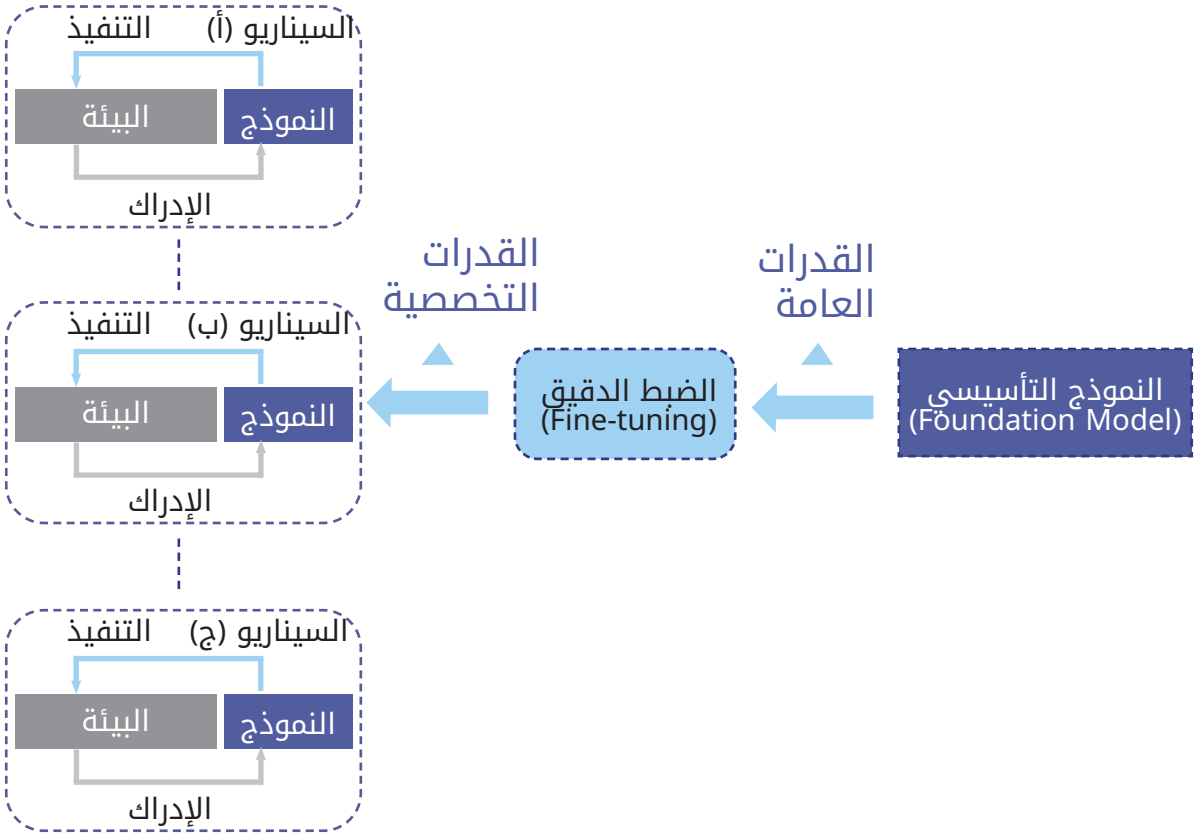
الشكل ٢-١٠: رصد التشكيلات العمرانية والتوزيع المكاني لعدة مدن عالمية عبر دمج بيانات الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي

المصدر: من إعداد المؤلف

الحصول على موارد بيانية لم تكن متاحة سابقًا وبتكلفة أقل. ولا تقتصر أهمية بيانات الرصد هذه على استخدامها في صنع القرار ضمن سيناريوهات الحوكمة الحضرية فحسب، بل يمكن دمجها في مجموعات بيانات عالية الجودة لتشكل الأساس البياني لتوليد نماذج ذكاء المدينة.

(٢) النماذج: بناء المحرك الذكي من خلال النماذج التأسيسية للمدينة

يكمن جوهر التقدم في الذكاء الاصطناعي في تعزيز قدرات النماذج والتوجه نحو المصادر المفتوحة في بيئة العمل. توفر الأعداد الهائلة من «النماذج التأسيسية» (Foundation Models) «مكونات ذكاء عامة» قابلة للنقل، والضبط الدقيق، وإعادة الاستخدام، مما يخدم التطبيقات القائمة على السيناريوهات في ذكاء المدينة (الشكل ٢-١١). إن مفهوم «الذكاء الاصطناعي + المدينة» لا يعني مجرد إقحام أدوات الذكاء الاصطناعي الحالية في عمليات الإدارة الحضرية بشكل بسيط، بل هو تحول عميق في النموذج الفكري. جوهر هذا التحول يكمن في النظر إلى المدينة ككيان عضوي معقد ينبض بالحياة، والسعي - من خلال بناء «نموذج تأسيسي للمدينة» موحد -لخلق محرك ذكي لهذا «الكائن الرقمي الحي» قادر على الإدراك والتعلم والاستدلال والتطور المستمر. ويتمثل المضمون العلمي لذلك في الاعتماد على النموذج التأسيسي للمدينة لإعادة هيكلة البنية التحتية الرقمية، ومنح المدينة قدرات إدراكية وقرارية وتطورية شاملة، مما يؤدي إلى رفع كفاءة تخصيص الموارد، والخدمات العامة، والتنمية المستدامة بشكل جذري. وهذا يؤذن بانتقال التنمية الحضرية من مرحلة «التمكين الرقمي» كأداة، إلى حقبة جديدة يكون فيها «كيان المدينة هو الذكاء ذاته».



الشكل ٢-١١: هيكلية "القدرات العامة + الضبط الدقيق المرتكز على السيناريو" في الذكاء الاصطناعي كدعامة لذكاء المدينة

المصدر: من إعداد المؤلف

لقد أدت أطر العمل والمكتبات مفتوحة المصدر إلى خفض حواجز الدخول بشكل كبير، مما مكن المؤسسات البحثية والحكومات المحلية والشركات الصغيرة والمتوسطة من إجراء تخصيصات محددة على النماذج الحالية. بمعنى آ خر، تحول توفير النماذج من مورد نادر إلى «قوة تقنية عامة يمكن الوصول إليها»، وإن كانت فعاليتها النهائية لا تزال تعتمد على بيانات عالية الجودة خاصة بالمجال، وقوة حسابية مناسبة لإتمام التدريب أو الضبط الدقيق. ويشير تقرير مؤسسة «لينكس» (Linux Foundation) بعنوان «الآ ثار الاقتصادية والوظيفية للذكاء الاصطناعي مفتوح المصدر (The Economic and Workforce Impacts of Open Source AI)»، إلى أن تكلفة نشر النماذج مفتوحة المصدر أقل بنسبة تزيد عن ٥٠٪ مقارنة بالنماذج مغلقة المصدر، وأن ٨٩٪ من المنظمات تعتمد شكلًا من أشكال الذكاء الاصطناعي مفتوح المصدر، حيث قامت ٦٣٪ منها بالفعل بنشر نماذج مفتوحة [٩٧]. وهذا يتيح للمدن الصغيرة والشركات متناهية الصغر المشاركة في سلاسل القيمة العالمية.

(٣) القوة الحسابية: معتدلة، وفعالة، وشاملة

لا تقتصر القوة الحسابية على كونها مجرد تجميع بسيط لقدرات المعالجة، بل هي منظومة تقنية شاملة تتضمن قدرات الحوسبة، والتخزين، ونقل البيانات عبر الشبكة، وإدارة كفاءة الطاقة. تولد المدن الحديثة يومياً كميات هائلة من البيانات (التدفقات المرورية، الرصد البيئي، فيديوهات الأمن العام، استهلاك الطاقة، إلخ)، وتعتمد المعالجة والتحليل اللحظي لهذه البيانات كليًا على دعم القوة الحسابية. ومن منظور اتخاذ القرار الحضري، يفرض ذكاء المدينة متطلبات متباينة للقوة الحسابية: تتطلب الاستجابة للطوارئ وجدولة المرور قوة حسابية ذات «زمن انتقال منخفض» (Low Latency). يتطلب تخطيط البنية التحتية وتحسين الخدمات العامة قوة حسابية «عالية الكفاءة». تتطلب عمليات محاكاة التنمية الحضرية والتنبؤ بآ ثار السياسات دمجًا عميقًا بين القوة الحسابية «عالية الأداء» والذكاء الاصطناعي. وعلى البعد الزمني، هناك حاجة لدعم المعالجة اللحظية (استجابة في أجزاء من الثانية) والتحليل طويل الأمد (التنقيب في بيانات تمتد لسنوات) في آ ن واحد. أما على البعد المكاني، فتتزايد المتطلبات الحسابية للحسابات متعددة المقاييس، من المستوى الجزئي (المباني والشوارع) إلى المستوى الكلي (التجمعات الحضرية).

وبالطبع، لا يتطلب التطوير عالي الجودة لذكاء

الجدول ٢-١: مقارنة بين المصدر المفتوح في عصر البرمجيات ونظيره في عصر الذكاء الاصطناعي

البُعد	المصدر المفتوح في عصر البرمجيات (Open Source)	المصدر المفتوح في عصر الذكاء الاصطناعي / انفتاح الموارد (Open Resource)
التعريف الجوهري	إتاحة الكود المصدري للبرمجيات.	إتاحة عناصر الإنتاج الأساسية: البيانات، أوزان النماذج، والقدرات الحسابية.
العناصر الأساسية	الكود، البروتوكولات، التعاون المجتمعي.	موارد البيانات، موارد الحوسبة، النماذج المدربة مسبقًا.
الهدف الرئيسي	تعزيز الابتكار البرمجي، وتجنب تكرار التطوير.	خفض عتبة الدخول لمجال الذكاء، وتجنب تكرار استثمار المجتمع بأسره لكميات هائلة من القوة الحسابية لتدريب نماذج تأسيسية من الصفر.
تحقيق القيمة	رفع الكفاءة من خلال إعادة استخدام الكود.	توفير موارد الكهرباء وغيرها من خلال إعادة استخدام الموارد والتعاون، وبناء منظومة بيئية ذكية.

المدينة زيادة في حجم القوة الحسابية فحسب، بل يتطلب بشكل أكبر ابتكارًا في هيكلية الحوسبة، وتحسينًا في كفاءة الأداء، واستكمالًا لحوكمة القوة الحسابية. إن تنافسية مدن المستقبل ستعتمد إلى حد كبير على قدرتها على بناء نظام حوسبة متقدم يتلاءم مع خصائص المدينة، وينسجم مع القيم الإنسانية، ويتوافق مع أهداف التنمية المستدامة. الهدف ليس بناء مدن تسعى لـ «تعظيم القوة الحسابية»، بل بناء كائن حضري حي أكثر قابلية للعيش ومرونة وحيوية، باستخدام قوة حسابية معتدلة وفعالة وشاملة النفع، في إطار مدينة «مقتصدة في القوة الحسابية». حاليًا، يشهد الطلب على القوة الحسابية للنماذج الكبيرة والخدمات اللحظية عالية التردد نموًا أُسّيًا [٩٨]، مما خلق من الناحية التقنية «عتبة قدرات»، وشكّل من حيث التوزيع «فجوة قوة حسابية». وقد اعتبرت منظمات مرموقة مثل الأمم المتحدة ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) أن عدم المساواة في الوصول للقوة الحسابية يمثل مشكلة مؤسسية تؤثر على التطور الذكي والمستدام للمدن عالميًا [٩٦]، ودعت إلى تخفيف هذا الاختلال عبر الحوسبة الموزعة، والوصول للطاقة الخضراء، والمشاركة الإقليمية للقوة الحسابية، والتعاون الدولي.

٢,٣,٢ محرك ذكاء المدينة

(City Intelligence Engine)

يمثل «محرك ذكاء المدينة» التجسيد الحقيقي والتطبيق الفعلي لنماذج الذكاء الاصطناعي ضمن منظومة ذكاء المدينة، وهو الجزء الأكثر محورية فيها. يتم نشر هذا المحرك لخدمة أغراض الحوكمة الحضرية، حيث يقوم بدمج نماذج الإدراك الفيزيائي للمدينة، ونماذج الإدراك الاجتماعي، ونماذج الاستنتاج الديناميكي، ونماذج المعرفة الحضرية، ليصهرها جميعًا في بوتقة «النموذج التأسيسي للمدينة»، مانحًا إياه قدرات إدراك واستدلال عامة عابرة للسيناريوهات. وعبر واجهات قياسية وآليات «الضبط الدقيق»، يمكن تكييف المحرك بسرعة لملائمة مهام في مجالات مختلفة كالنقل، والطاقة، وحماية البيئة، محققًا بذلك حلقة مغلقة تبدأ من الإدراك وتنتهي باتخاذ القرار.

وإذا أخذنا حوكمة النقل الحضري كمثال، نجد أن محرك ذكاء المدينة يدمج بفعالية بيانات متعددة المصادر وغير متجانسة، لتمكينه من الرصد اللحظي والتنبؤ بحالة المرور، مما يدعم اتخاذ قرارات شمولية. فهو، على سبيل المثال، يدمج بيانات متعددة الأبعاد لتحقيق تعديل ذاتي ديناميكي لمعاملات «الموجة الخضراء»- تنسيق الإشارات الضوئية، مما يدعم توليد موجات خضراء مخصصة «حسب الطلب». وفي الوقت ذاته، يوفر المحرك دعمًا لإدارة الطلب بدقة؛ حيث يرصد توزيع الطلب المروري، ويحدد بؤر الازدحام ومسبباتها، ويعدل ديناميكيًا حقوق استخدام الطريق، والرسوم، وخدمات النقل العام، لتوجيه المواطنين نحو خيارات تنقل عقلانية. وقد وفر محرك الذكاء المروري القدرات الجوهرية التي مكنت مدينة «نانتشانغ» من التحول السياسي المتمثل في إلغاء قيود حركة المركبات.

٣,٣,٢ آلية المصدر المفتوح لذكاء المدينة

لا تقتصر مبادرة «الذكاء الاصطناعي + المدينة» على تحقيق اختراقات تقنية فحسب، بل تتطلب اختراقًا على مستوى الآليات أيضًا، وهذه الآلية هي «المصدر المفتوح». مع إتاحة شفرات النماذج التأسيسية مثل (DeepSeek)، و(Tongyi Qianwen)، (Science Foundation Model ٠٢١)[٩٩] ، أصبحت مدينة هانغتشو أهم دافع فكري وممارس عملي للمصادر المفتوحة فيما يتعلق بالنماذج التأسيسية للذكاء الاصطناعي [٦٧]. وتحتاج التنمية الحضرية هي الأخرى إلى دعم من آلية جديدة كهذه. لقد تطور مفهوم المصدر المفتوح من مجرد إتاحة الكود والشيفرة المصدرية، ليرتقي إلى «الإنتاح المفتوح لموارد الابتكار» (الجدول ٢-١). وفي سياق تشكيل ذكاء المدينة، فإن إتاحة البيانات والنماذج والقوة الحسابية تعني فتح الباب أمام موارد الابتكار في التنمية الحضرية، وتلك آلية ابتكار جوهرية للتنمية

التعاونية بين المدن. ولا يمكن إنكار أن البحث والتطوير والتطبيق في مجال الذكاء الاصطناعي يستهلك موارد هائلة؛ لذا، فإن آلية المصدر المفتوح لذكاء المدينة تصب في صالح التشارك في «السلع العامة الذكية» وإعادة استخدامها، وهو ما يعد من صميم مقاصد بناء مجتمع مقتصد في الموارد.

٤,٢ ممارسات واسعة النطاق لـ «الذكاء الاصطناعي + المدينة» في الصين

١,٤,٢ ممارسات شاملة على مستوى المدينة

يُعد ذكاء المدينة نتيجة «داخلية المنشأ» وانبثاقًا على مستوى النظام لمبادرة «الذكاء الاصطناعي + المدينة». ومن خلال الممارسات في المدن الصينية، أظهر ذكاء المدينة قدرات حوكمية تغطي مجالات البيئة، والإدارة، والمجتمع، وغيرها.

في مجال البيئة الإيكولوجية: تجاوز ذكاء المدينة مرحلة الرصد والإنذار المبكر، ليتطور نحو دعم اتخاذ القرارات الحوكمية المنهجية. على سبيل المثال، قام «المساعد البيئي الذكي» في غوانغتشو، المبني على النماذج الكبيرة، بدمج البيانات متعددة المصادر وإجراء استدلال معرفي لمساعدة إنفاذ القانون ومحاكاة السياسات. وفي شنغهاي وتشنغدو، حققت أنظمة التنبؤ الذكي بتلوث الغلاف الجوي تحولًا في نمط الحوكمة من الاستجابة السلبية إلى التدخل الاستباقي. هذا النوع من التطبيقات لا يرفع كفاءة التحكم فحسب، بل يمنح النظام البيئي الحضري —عبر التغذية الراجعة المستمرة للبيانات وتحسين النماذج— ذكاءً أوليًا يتمثل في القدرة على «التنبؤ المسبق» و«التكيف». كما أن منصة البيانات الضخمة للانبعاثات الكربونية في شنتشن، التي تدمج بيانات استهلاك الطاقة والانبعاثات عبر القطاعات، وتقوم بالتقييم الديناميكي لمسارات خفض الانبعاثات وقيمة الأصول عبر الخوارزميات، تشير إلى تحول المنطق الإداري من الإحصاء الثابت إلى المحاكاة والتحسين الديناميكي، مما يمكن المدينة من تكوين رؤية أدق لعمليات «الأيض» (Metabolism) الخاصة بها، ويوفر أسس قرارية ذكية للتحول المنهجي منخفض الكربون.

على مستوى خدمات المعيشة: يدفع ذكاء المدينة الخدمات العامة نحو التخصيص، والدقة، والاستباقية. وتنتقل أنظمة الرعاية الصحية الذكية، والتعليم، والسياحة الثقافية من مرحلة كسر «الجزر المعلوماتية» وتوفير الراحة عبر الإنترنت، إلى مرحلة التوصية الذكية بالخدمات والجدولة الديناميكية للموارد بناءً على سلوك واحتياجات المستخدمين. على سبيل المثال، يقوم «عقل الحرم الجامعي» بدمج البيانات التعليمية الشاملة لبناء نظام دعم نمو مخصص للطلاب؛ بينما تظهر منصات السياحة الثقافية الذكية أن أنظمة الخدمات العامة بدأت تتعلم «فهم» و«التكيف» مع احتياجات المواطنين، مُظهرةً استجابة ذكية تشبه استجابة الكائنات الحية.

في مجال الحوكمة الحضرية: يرتفع مستوى الذكاء في منصات مثل «إدارة الشبكة الموحدة» باستمرار، حيث أصبحت قادرة على الاكتشاف اللحظي لمشكلات التشغيل الحضري، وإرسال مهام العمل ذكيًا، والمعالجة التنسيقية. وتنتقل منظومة الحوكمة من مرحلة «التآزر بين الإنسان والآلة» إلى مرحلة «العميل الذكي» الذي يمتلك قدرات إدراك شامل والمعالجة ذات الحلقة المغلقة. ففي منطقة «تشانغنينغ» بشنغهاي وغيرها، حلت الخوارزميات الذكية بفعالية نقاط الألم الحضرية مثل التعرف على النفايات المكشوفة، والتوقف العشوائي للدراجات التشاركية. وفي بكين وهانغتشو، يتم إجراء تفتيش ذكي للمرافق العامة البلدية، كاستخدام الكاميرات لاكتشاف أعطال أعمدة الإنارة أو فقدان أغطية غرف التفتيش (البالوعات)، وإرسال أوامر الصيانة تلقائيًا، مما يجعل عمليات التشغيل والصيانة الحضرية أكثر استباقية وسرعة.

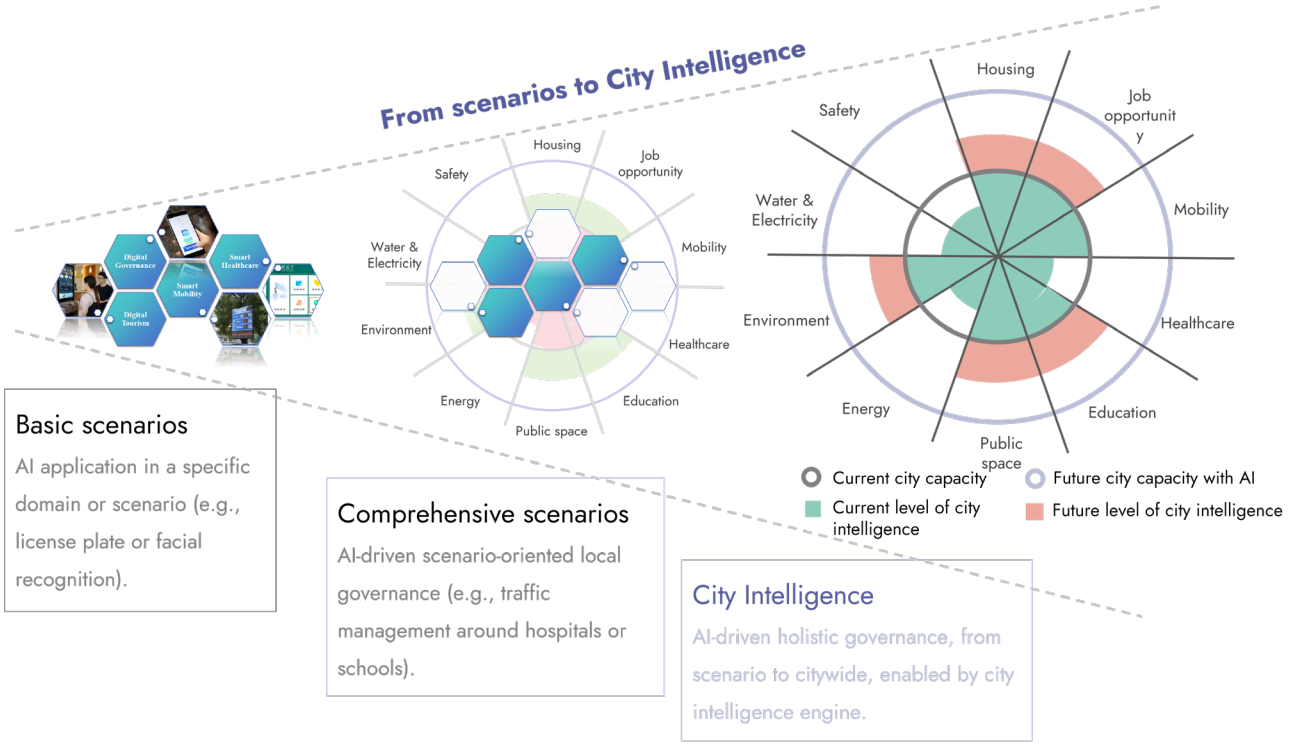
٢,٤,٢ تغطية أعمق: من التطبيق إلى السيناريو، ومن السيناريو إلى المشهد الكلي

من خلال الممارسات العملية، تبلور لدى المدن الصينية إجماع تدريجي حول مسار التحول والتنمية، يرتكز على: التمركز حول الإنسان، والنظر إلى المدينة ككائن عضوي حي، والاعتماد على بنية تحتية ذكية وشاملة للمدينة كركيزة أساسية. وتدعم هذه المرتكزات انتقال المدينة من مرحلة «التطبيقات» إلى «السيناريوهات»، وصولًا إلى «المشهد الكلي»، لتحقيق التخصيص الأمثل للموارد والتنمية المستدامة عبر الْحَوْكَمَة التآزرِيَّة الشاملة (الشكل ٢-١٢).

(١) الاستكشاف القائم على السيناريوهات: من التطبيق إلى السيناريو

تُصنف النماذج الكبيرة إلى «نماذج تأسيسية» ونماذج متخصصة خضعت لـ «ضبط دقيق» موجه. ويعني تطبيق النماذج: تطوير تطبيقات وتقديم خدمات بناءً على النماذج الحالية، سواء كانت نماذج عامة أو نماذج عمودية متخصصة.

ينطبق مفهوم «الذكاء الاصطناعي +» في حوكمة المدن الصينية على مستويين: «التطبيق» و«السيناريو». كلاهما يتعايش داخل المدينة، لكنهما يختلفان في دلالاتهما؛ حيث يميل الأول للجانب التقني والثاني للجانب الإداري (الْحَوْكَمِيّ). يتجلى «التطبيق» في الاستخدام التقني أحادي المسار، مثل الإشارات الضوئية الذكية، وكاميرات رصد المخالفات، وروبوتات الإنقاذ من الكوارث. في المقابل، يتجلى «السيناريو» في حوكمة مشاهد الخدمات المعيشية المتكاملة، مثل نظام «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا». يتطلب «السيناريو» تحديد «المشكلات المعقدة» في مجال معين، وتجاوز الحدود الوظيفية بين الإدارات المختلفة، ليحقق من خلال هذا «السيناريو» التشغيل البيني للبيانات والتآزر التشغيلي، مما يولد كفاءة حَوْكَمِيَّة شاملة



الشكل ٢-١٢: من السيناريو إلى المشهد الكلي: الممارسة المرحلية لذكاء المدينة في الصين

المصدر: من إعداد المؤلف

قادرة على حل مشكلات الأنظمة المعقدة. وما لم يتم التعمق في استكشاف هذه السيناريوهات وتطويرها، فإن أفضل النماذج التأسيسية ستعجز عن إظهار قدراتها الحقيقية.

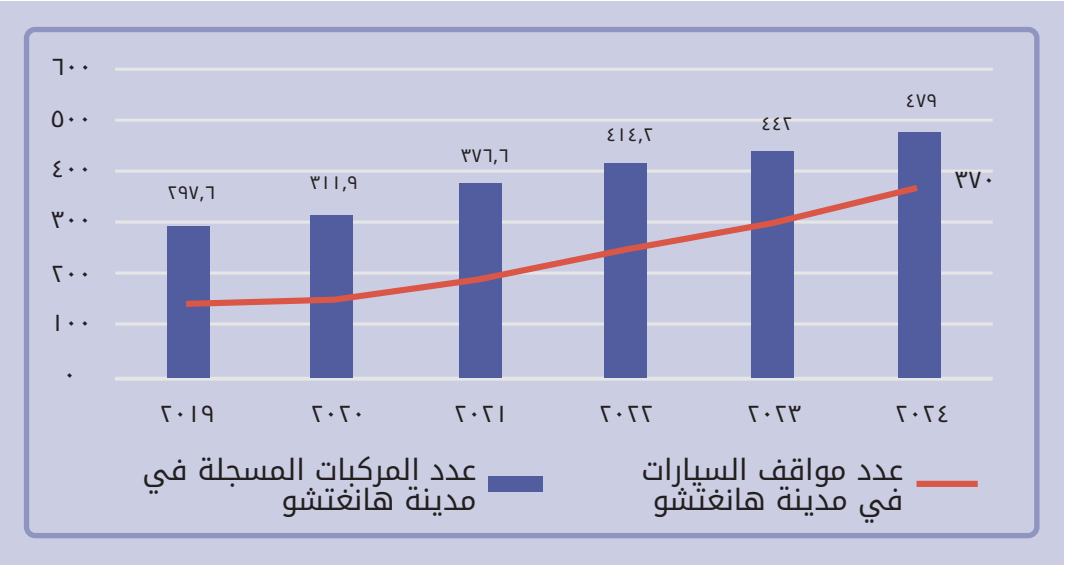
(٢) من السيناريو إلى المشهد الكلي: ذكاء المدينة يجعل المدينة كيانًا متكاملًا

في مواجهة تعقيدات المدن وحالة عدم اليقين المستقبلية، لا يتطلب حل المشكلات الحضرية الكبرى الاعتماد على ذكاء المدينة فحسب، بل يتطلب —ولتجسيد مبدأ محورية الإنسان عمليًا— الاعتماد على قدرات الحوكمة لمنظومة المدينة. يهدف ذلك إلى تحقيق الحساب والتخصيص الأمثل للموارد المحدودة لتلبية الاحتياجات المتعددة للأطراف الفاعلة المختلفة على مستوى المدينة، لتصبح المدينة بذلك كيانًا واحدًا متكاملًا. في الوقت الحاضر، لا تزال قدرات الحوكمة الشاملة للمدن الصينية في طور التطور، غير أن الاستكشافات الممتدة «من السيناريو إلى المشهد الكلي» قد دفعت عجلة تطور «ذكاء المدينة» بقوة. تقدم مبادرتا «الإدارة عبر شبكة موحدة» و«إنجاز المعاملات عبر شبكة موحدة» في شنغهاي نموذجًا للحوكمة الشاملة للمدينة. كما أن ممارسات «عقل المدينة» —التي انطلقت في هانغتشو عام ٢٠١٦ وانتشرت بسرعة في كبرى المدن الصينية— تعتمد في الغالب على مبادئ "الاقتصاد في الموارد"، و"الحوكمة الشاملة"، و"التنمية المستدامة" لتأسيس بنية تقنية ذكية، ودفع عجلة نمو ذكاء المدينة عبر الممارسات القائمة على السيناريوهات. ويمكن رصد هذا التحول بوضوح من خلال سيناريوهات تمثيلية مثل: «موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها»، و«منصة (تشين تشينغ) للعلاقات الحكومية-التجارية»، ومبادرة «ساعة سياحية إضافية»، و«عقل الحرم الجامعي».

«موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها». تُعد صعوبة ركن السيارات مشكلة حضرية عامة؛ ففي المنطقة الحضرية الرئيسية بمدينة هانغتشو - على سبيل المثال - يوجد حاليًا حوالي ٤,٨ مليون مركبة، يقابلها ٣,٦٩ مليون موقف سيارات فقط (الشكل ٢-١٣). يعتمد سيناريو «موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها» على التعامل مع جميع المواقف في المدينة كمدخلات قابلة لإعادة التوزيع والجدولة، ليحقق بذلك كفاءة حَوْكَمِيَّة تتجلى في: «إدارة موحدة، شاشة مراقبة شاملة، حجز بنقرة واحدة، والمغادرة قبل الدفع». يجسد هذا النموذج الإدراك اللحظي الشامل لموارد المدينة، والتخصيص العالي الكفاءة لخدمات المواقف، وهو ما يمثل تطبيقًا ملموسًا لـ «الحوكمة الكلية (البانورامية)» على مستوى المدينة [٢٦].

أنشأت منصة نظام مواقف السيارات ضمن «عقل مدينة هانغتشو» عشر وحدات ذكية، أبرزها «الإدراك الذكي»، و«الاتصال الذكي»، و«التوقف الذكي». وتستطيع هذه المنصة دمج كافة موارد المواقف في المدينة، محققةً اتصالًا لحظيًا ببيانات الملايين من المواقف، والتجميع والتحليل الفوري لبيانات الركن، والمراقبة اللحظية للمواقف على مستوى المدينة مع قياس كفاءة الخدمة كميًا. وقد تم ربط المنصة بـ ٦,٣٠٠ مبنى/ساحة انتظار وتوفير بيانات ١,٨٢ مليون موقف. وتغطي ميزة «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا» تقريبًا جميع المواقف العامة المدفوعة في المدينة، حيث بلغ عدد المستخدمين المسجلين ٤,٨ مليون مستخدم، وبلغ عدد المستخدمين النشطين (الذين يستخدمون الخدمة ١٠ مرات أو أكثر شهريًا) ٤٦٠ ألف مستخدم، بإجمالي عدد مرات خدمة يتجاوز ٣٨٠ مليون مرة. وتقترب نسبة الاستخدام الفعلي من ٥٠٪، حيث يعتمد حوالي ٦٠٠ ألف شخص يومياً على هذه الميزة للدفع. أدى ذلك إلى تقليص زمن الخروج من الموقف من ٣٠ ثانية إلى أقل من ثانيتين، مما وفر تراكميًا أكثر من ٣ ملايين ساعة من وقت الانتظار؛ كما ارتفع معدل الدوران اليومي للمواقف من ١,٦ إلى ١,٨٥ مرة (بزيادة ١٦٪)، وهو ما يعادل إضافة ٢٥٠ ألف موقف جديد. لقد أدى هذا النظام إلى تحسين كفاءة الركن في المدينة، وزيادة إمكانية الوصول إليه، وتعزيز شموليته، مما أدى في النهاية إلى تحسين تجربة التنقل ككل (الشكل ٢-١٤).

المنصة الذكية «تشين تشينغ»(QinQing Online):



الشكل ٢-١٣: عدد المركبات المسجلة مقارنة بعدد مواقف السيارات في مدينة هانغتشو

المصدر: مكتب الإدارة الحضرية لمدينة هانغتشو

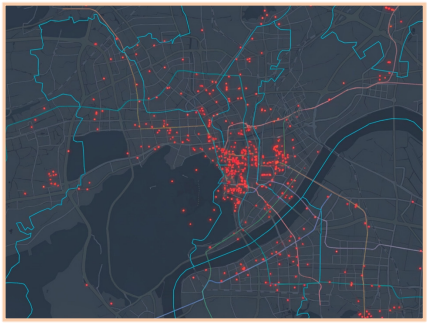
- **عدم وضوح العدد الفعلي لموارد مواقف السيارات**

بناءً على الإحصاءات التاريخية، كان يُعتقد أن المدينة تضم حوالي ٧٤٠,٠٠٠ موقف فقط.

✓ **الوقوف الدقيق على البيانات الفعلية**

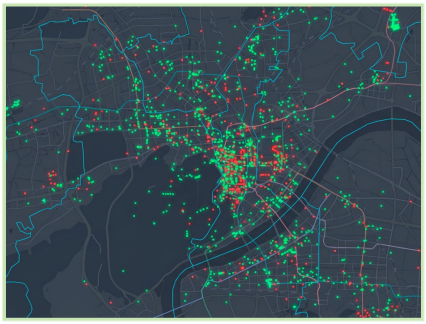
بعد دمج بيانات المواقف على مستوى المدينة، تبين أن العدد الفعلي الإجمالي يبلغ ١,٨٢ مليون موقف.

- **نقص في موارد المواقف**



صعوبة العثور على مواقف في المناطق الحيوية كالمستشفيات والمدارس، مما يسبب ازدحامًا في الطرق المحيطة.

✓ **نقص في موارد المواقف**



بجوار كل موقف سيارات مكتظ، يمكن العثور على موقف سيارات بمعدل شغور يتجاوز ١٠٪ ضمن دائرة نصف قطرها ٣٠٠ متر.

- **بناء مواقف سيارات جديدة**

✓ **التخصيص والتحسين الشمولي**

معدل دوران الموقف ارتفع من ١,٦ إلى ١,٨٥ (+١٦٪)

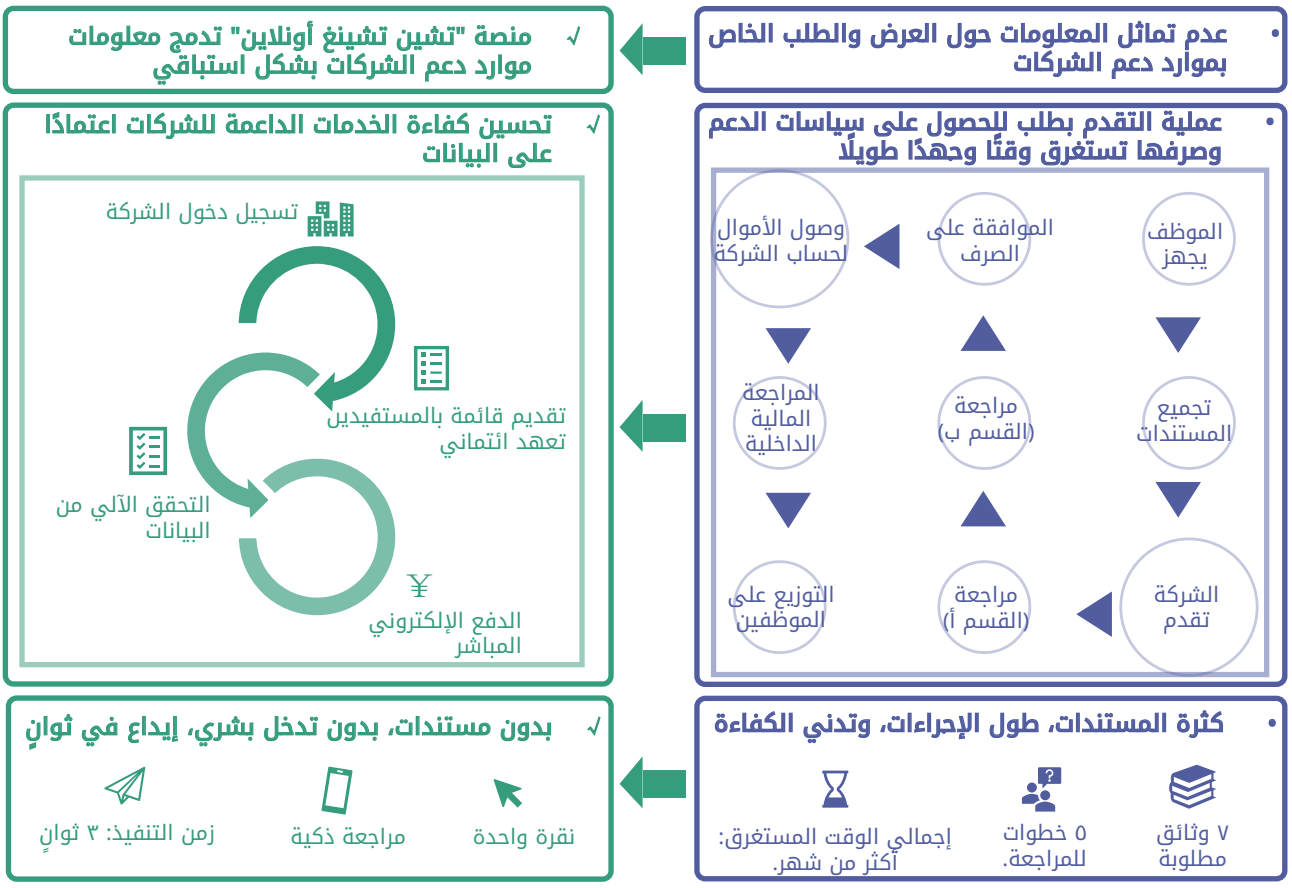
تلبية طلب يعادل ٢٥٠ ألف موقف إضافي دون الحاجة لإنشاء مواقف جديدة.

الشكل ٢-١٤: مقارنة تأثير سيناريو "موقف سيارات واحد للمدينة بأكملها" عبر عقل مدينة هانغتشو

المصدر: من إعداد المؤلف

يُمثل سيناريو منصة «تشين تشينغ أونلاين» (QinQing Online) إعادة هيكلة لتدفق العمليات الحكومية استنادًا إلى مبدأ «التمركز حول الإنسان»، وتجسيدًا للقدرات الخدمية الشاملة للحكومة الحضرية. ويُستمد اسم «تشين تشينغ» من مبدأ «العلاقة الحكومية-التجارية الجديدة القائمة على القرب والنزاهة»، أي التفاعل الوثيق والشفاف بين الحكومة والشركات. على الرغم من أن السياسات الحضرية الداعمة للشركات تهدف في الأساس إلى تحفيز التنمية الصناعية، إلا أن مشكلات الحوكمة التقليدية —مثل عدم تماثل المعلومات بين الحكومة والشركات، وتدرج آليات نقل السياسات، وتعقيد إجراءات التنفيذ، وبطء صرف الدعم المالي— قد قوضت الفعالية الفعلية لهذه السياسات. ففي ظل التداعيات الاقتصادية لجائحة كورونا عام ٢٠٢٠، أصدرت الحكومات المحلية حزمة من السياسات الداعمة لمساعدة الشركات على استئناف العمل والإنتاج. ومع ذلك، عجزت العديد من الشركات عن التقدم بطلبات الحصول على هذا الدعم في الوقت المناسب بسبب «عدم إلمامها بالسياسات»، مما شكل عائقًا في «الميل الأخير» لتنفيذ تلك السياسات. ولمعالجة ذلك، ابتكر سيناريو «تشين تشينغ أونلاين» ضمن «عقل مدينة هانغتشو» نموذجًا للتنفيذ المباشر يرتكز على ثلاث ركائز: (١) تقديم الطلبات «بدون وثائق ورقية»؛ (٢) المراجعة والموافقة «بدون تدخل بشري»؛ (٣) الصرف المالي وإيداع الأموال «في غضون ثوانٍ» (الشكل ٢-١٥) [٢٦].

تعتمد منصة «تشين تشينغ» على المقاطعة المرجعية للبيانات الحكومية الضخمة للتعرف الذكي على الشركات المستوفية للشروط، مما يتيح للموارد الداعمة التوجه التلقائي نحو المستفيدين. ويعكس هذا التحول الجذري —من «بحث المستفيد عن السياسة» إلى «بحث السياسة عن المستفيد»—

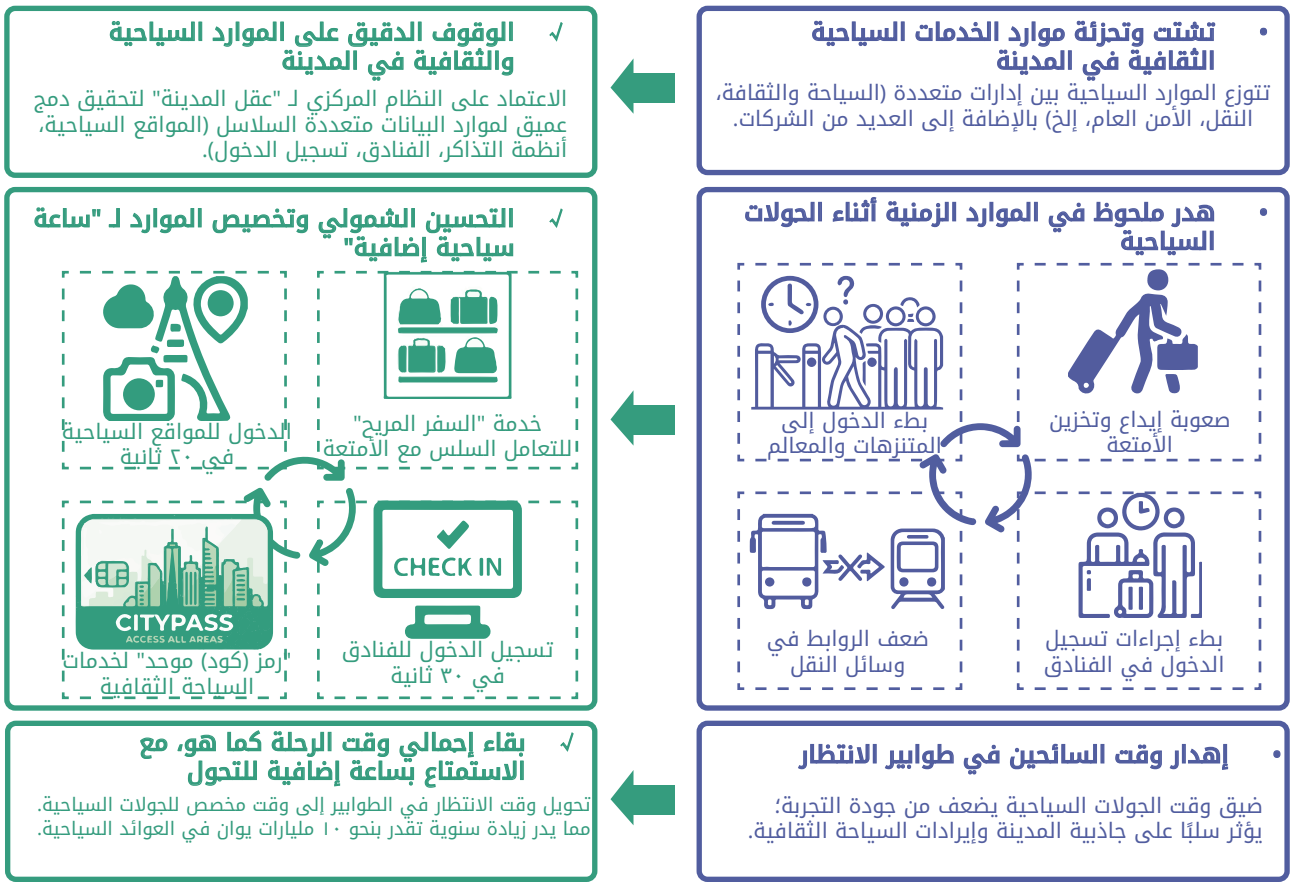


الشكل ٢-١٥: سيناريو منصة "تشين تشينغ أونلاين" ضمن عقل مدينة هانغتشو

المصدر: من إعداد المؤلف

إعادة هيكلة عميقة للعمليات تتمحور حول الإنسان، وتُبرز القدرات الذكية في تحقيق أهداف السيناريو. وتعمل المنصة الذكية على دمج أنظمة متعددة لربط سلسلة العمليات بالكامل، بدءًا من إصدار السياسات وتفسيرها، وصولًا إلى تقديم الطلبات والتفاعل المتبادل، مما يعيد تشكيل التآزر المؤسسي لخلق قدرة حوكمية شاملة. ولعل أبرز مثال على ذلك هو تطبيق سياسات التحويلات المالية الخاصة، والمعروفة اختصارًا بـ «السياسات المباشرة المزدوجة» التوجيه المباشر للمدن والمحافظات، والدعم المباشر للشركات والمواطنين). فمن خلال منصة «تشين تشينغ»، تم إنجاز ٣٦٠ ألف عملية تدقيق آلي (مراجعة نظامية)، وإجراء ١٤٩ ألف عملية دفع إلكتروني خلال ٧ أيام فقط، محققةً صرفًا فوريًا لـ ١,٠٩ مليار يوان، وهو ما عاد بالنفع على شريحة واسعة من الشركات متناهية الصغر والصغيرة والأفراد العاملين لحسابهم الخاص. وحتى الآن، تجاوز إجمالي الأموال التي صُرفت عبر المنصة ١٠٠ مليار يوان.

مبادرة «ساعة سياحية إضافية» (One More Hour for Tourism). يُعد سيناريو «ساعة سياحية إضافية» تطبيقًا يجمع بين قطاع السياحة الثقافية ومجال الحوكمة، ويهدف إلى توفير وقت السائحين أثناء تجولهم في المدينة. يرتكز جوهر السياحة على «تجربة السائح»، ويمثل الوقت موردًا نادرًا. ولطالما عانت حوكمة قطاع السياحة الثقافية من مشكلات تاريخية مثل غياب المنهجية العلمية في اتخاذ القرار، واستهلاك الكثير من الوقت في شراء التذاكر وتسجيل الدخول في الفنادق. وتشير تقديرات مدينة هانغتشو إلى أن توفير «ساعة سياحية إضافية» في المتوسط للسائح، سيولد زيادة سنوية في إيرادات السياحة تقدر بنحو ١٠ مليارات يوان. واستنادًا إلى «عقل المدينة»،



الشكل ٢-١٦: سيناريو "ساعة سياحية إضافية" عبر عقل مدينة هانغتشو

المصدر: من إعداد المؤلف.

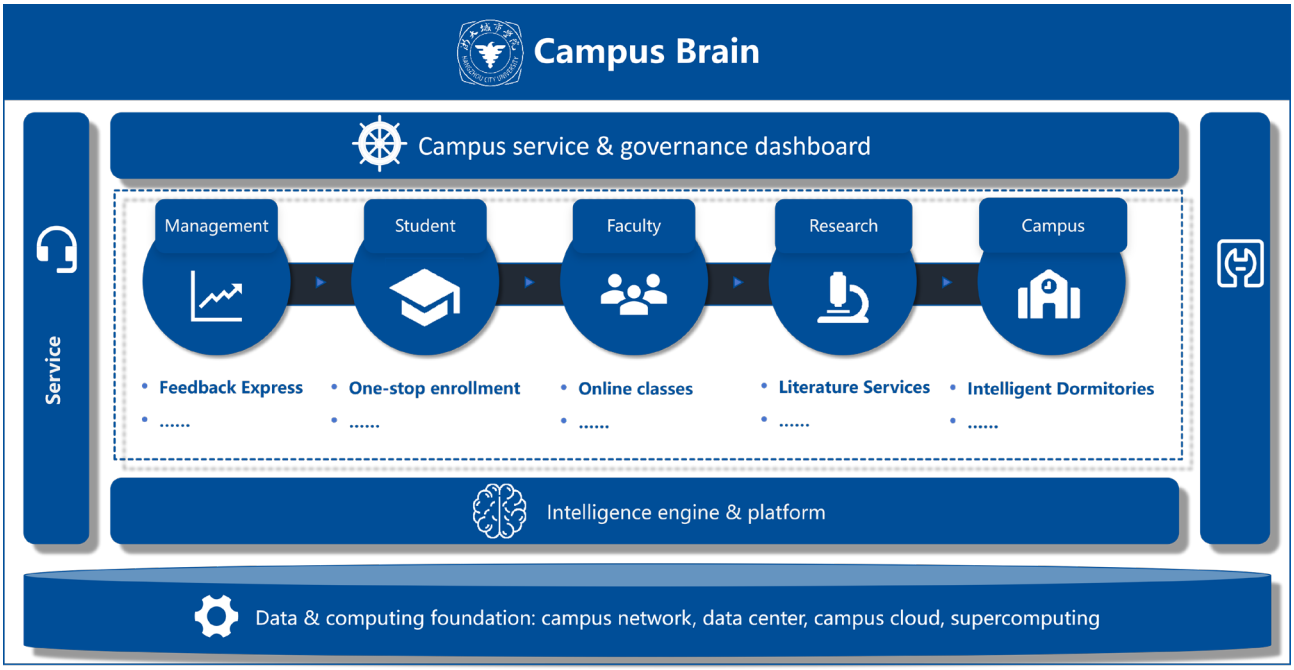
صاغت هانغتشو سيناريوًا شاملًا للخدمات السياحية على مستوى المدينة تحت مسمى «ساعة سياحية إضافية»، بهدف الارتقاء بقدرات حوكمة الخدمات، وتفكيك التناقضات الجوهرية المتمثلة في: على جانب الطلب: التناقض بين حاجة السائحين المتزايدة لخدمات مخصصة وبين الاستجابة البطيئة لأنماط الخدمة التقليدية. على جانب العرض: التناقض بين التوفير المجزأ لموارد الخدمات العامة والتجارية، وبين التلبية الدقيقة للاحتياجات الديناميكية للسائحين. على جانب الحوكمة: الحاجة الملحّة لتضافر جهود إدارات متعددة (كالسياحة الثقافية، والأمن العام، وغيرها) لتشكيل «كيان حضري متكامل»؛ وهذا التآزر الشامل هو الدافع وراء التطور المستمر لـ «عقل المدينة» لتوظيف قدراته التكاملية (الشكل ٢-١٦).

نجح هذا السيناريو في تقليص أوقات الانتظار بشكل ملحوظ في محطات التقاطع الخدمية، كالدخول إلى المعالم السياحية، وتسجيل الوصول في الفنادق، واستخدام وسائل النقل، وخدمات الأمتعة. وقد أدى ذلك إلى تحويل وقت وقوف السائحين في الطوابير بفعالية إلى وقت مكرس للتجول، والاستهلاك، وعيش التجربة، محققًا بذلك التخصيص الأمثل للموارد. وتعزى هذه النتائج الإيجابية إلى الارتقاء الذكي بالخدمات المدفوع بـ «التآزر العابر للقطاعات». فبالاعتماد على النظام المركزي لعقل المدينة، تم بنجاح تحقيق دمج عميق لبيانات متعددة السلاسل —تشمل بوابات الدخول الإلكترونية، وأنظمة التذاكر، وأنظمة إدارة الفنادق (PMS)، وسجلات الدخول— وتوظيفها في التحسين والتحديث المستمر لسيناريوهات الخدمة. وفي مسار بناء هذا السيناريو، تبنت الحكومة دورًا قياديًا مع إدخال آليات السوق ورأس المال الاجتماعي، لتتضافر جهود القطاعين العام والخاص في تقديم الخدمات. وقد أتاح ذلك للسائحين التمتع بساعة إضافية من الجولات السياحية دون الحاجة لإطالة مدة إقامتهم في هانغتشو، حيث بلغ العدد التراكمي للمستفيدين من هذه الخدمة نحو ١٠,٤١٦٦ مليون سائح.

عقل الحرم الجامعي (Campus Brain). في عام ٢٠٢١، استلهمت «جامعة مدينة هانغتشو التابعة لجامعة تشجيانغ» (HZCU) مفهوم «عقل المدينة» لاستكشاف وبناء «عقل الحرم الجامعي»، حيث أرست هيكلًا نظاميًا يقوم على مبدأ: «عقل واحد يدير الحرم الجامعي، وتمكين متزامن لطرفي الخدمة والحوكمة». وقد عملت الكلية على تخصيص مفهوم «التمركز حول الإنسان» ليصبح «التمركز حول الطالب»، مما يوفر تمكينًا متزامنًا يلبي الاحتياجات الشاملة للطلاب وأعضاء هيئة التدريس والجامعة ككل. كما ألهمت الرؤية الشاملة للمدينة ورؤية إدارة الموارد —التي يتبناها عقل المدينة— المنهجية التطبيقية لـ «عقل الحرم الجامعي»، وتجلت في أربعة محاور: أولا، إدراك حجم الموارد بمنظور شمولي. ثانيا، تنفيذ القرارات ضمن حلقة مغلقة متكاملة. ثالثا، تشكيل البنية التحتية التعليمية ككيان واحد متكامل ومنسق. رابعا، بناء هيكل حوكمة حديث وعالي الجودة من خلال قدرات عقل الحرم الجامعي. وبناءً على ذلك، شكل عقل الحرم الجامعي خمسة فضاءات للسيناريوهات: الحوكمة الرقمية الذكية، وتأهيل الطلاب، وتطوير المعلمين، والبحث العلمي والابتكار، والحرم الجامعي الذكي. وتغطي هذه الفضاءات سلسلة من السيناريوهات الفرعية مثل «إجراءات القبول الجامعي الموحدة»، و«الفصل الدراسي الرقمي الذكي الثاني»، و«التعويض الفوري عند شراء الكتب». ويهدف ذلك إلى تحقيق حوكمة شاملة للحرم الجامعي الذكي، واستكشاف سبل التخصيص العالي الكفاءة للموارد التعليمية، وتحقيق التنمية المستدامة عالية الجودة (الشكل ٢-١٧).

أجرى «عقل الحرم الجامعي» تعديلات محلية بناءً على البنية المعمارية للذكاء العام الخاصة بـ «عقل المدينة»، مما أكسبه قدرة تعميمية تجمع بين «القدرات العامة + المواءمة المتخصصة». ويتألف هذا العقل من ستة عناصر أساسية:

(١) القاعدة الرقمية: تمثل البنية التحتية للبيانات، وتغطي موارد الشبكات وأجهزة الاستشعار الإدراكية، وتدعم جمع البيانات اللحظية وإدارتها وحوكمتها. (٢) النظام المركزي: منصة الإدارة



الشكل ٢-١٧: الهيكل النظامي لعقل الحرم الجامعي: "عقل واحد يدير الحرم، وتمكين متزامن لطرفي (الخدمة والحوكمة)"

المصدر: جامعة مدينة هانغتشو التابعة لجامعة تشجيانغ

واتخاذ القرار الذكي، التي تحقق حوكمة البيانات، والتشغيل البيني عبر الإدارات المختلفة، ودعم القرارات الذكية. (٣) المحرك الذكي: يرتكز على القوة الحسابية ومكتبات النماذج، لدعم تدريب وتحسين خوارزميات التطبيقات متعددة السيناريوهات، ودفع عجلة التحول الذكي في قطاع التعليم وغيره. (٤) ذكاء السيناريوهات: يتمحور حول الجوانب التعليمية وغيرها، لابتكار سيناريوهات حوكمة نموذجية مثل «إجراءات التوظيف الموحدة»، مما يدفع نحو تحقيق اختراقات نقطية (محددة) بالتوازي مع التكامل النظامي. (٥) لوحة القيادة: منصة بيانات مرئية موجهة للإداريين على مستويي الجامعة والكليات، تتيح المراقبة اللحظية لبيانات الحوكمة وتدعم اتخاذ القرار، مما يرفع من مستويات الشفافية والقدرة التنفيذية. (٦) المنصة العامة: تضم قدرات داعمة مثل «المصادقة الموحدة للهوية»، لضمان الترابط والتشغيل البيني السلس بين أنظمة العمل المختلفة[١٠٠].

٣,٤,٢ الدروس المستفادة من التطبيق العملي لـ «عقل المدينة» في الصين

إن التطبيق واسع النطاق لـ «ذكاء المدينة» - المبني على مفهوم «عقل المدينة» - في الصين، لا يمثل مجرد تنفيذ لحلول تقنية، بل يستخلص دلالات عميقة تتجاوز التكنولوجيا ذاتها، لتمتد إلى مستويات الإدراك، والمنهجية، والقيم. وتتجذر هذه الدروس المستفادة في السياق الفريد للصين، حيث يتزامن التوسع الحضري السريع مع محدودية الموارد، مما شكّل «منطقًا داخليًا» يدفع نحو إحداث تغيير جذري ومنهجي في نموذج التنمية الحضرية.

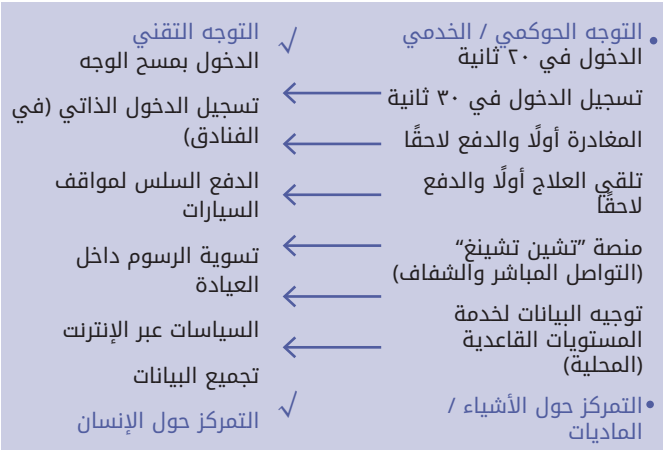
في عام ٢٠٢٥، طرح «مؤتمر العمل الحضري المركزي» بشكل منهجي المبادئ التوجيهية الأساسية للتنمية الحضرية في العصر الجديد، والتي يتمحور جوهرها حول فكر التنمية «المتمركز حول الإنسان»، واحترام قوانين التطور الحضري، وتحقيق «التنسيقات الخمسة». [١٠١]*وهذا يمثل أيضًا جوهر التحول في عصر «الذكاء الاصطناعي + المدينة»، حيث يُجيب على السؤال الجوهري في «عصر القوة الحسابية»: «أي نوع من المدن يجب أن نبني؟ وكيف نبنيها؟».*

إن «عقل المدينة» - الذي انبثق من رحم الممارسة العملية - يمثل الأداة الحاسمة لتحويل هذه الرؤى الاستراتيجية العليا إلى واقع ملموس، مقدمًا تطلعات ودروسًا قيّمة لمستقبل التنمية الحضرية.

(١) الحوكمة المتمحورة حول الإنسان: من التوجه التقني إلى التوجه الخدمي

يحدد مبدأ «التمركز حول الإنسان» - في منطقه الأساسي - آ لية التفكير التي يجب أن يتبناها ذكاء المدينة. وقد أظهرت التطبيقات العملية لسيناريوهات عقل المدينة في الصين تحولًا جليًا من «التوجه التقني» (الذي يخدم الإدارة) إلى «التوجه الخدمي» القائم على السيناريوهات (والذي يفهم احتياجات الإنسان بعمق)، أي الانتقال «من الإدارة إلى الخدمة». على سبيل المثال، تركز ترقية الأنظمة الرقمية لمواقف السيارات نحو ميزة «الدفع السلس (بدون إحساس)» على رفع كفاءة إدارة تحصيل الرسوم، بينما يركز سيناريو «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا» على منح السائقين الراحة وتوفير أوقاتهم. يكسر هذا التحول الجمود التقليدي لـ «النزعة التقنية» التي تعزز السيطرة الإدارية، ليتجه نحو إعادة بناء منظومة القيم بحيث تتمركز حول الإنسان؛ رافعًا شعار: «كل ما اعتدنا عليه لدرجة التجاهل، يستحق أن يتغير»(الشكل ٢-١٨).

(٢) الرؤية الحضرية الشاملة: من الإدارات الحكومية المشتتة إلى المدينة ككيان متكامل



الشكل ٢-١٨: التموضع المحدد والتعبير الفعلي للسيناريوهات المبنية على مبدأ "التمركز حول الإنسان" في عقل مدينة هانغتشو

المصدر: من إعداد المؤلف

تتطلب الرؤية الشاملة لـ «عقل المدينة» بطبيعة الحال توظيف «ذكاء المدينة» لاكتشاف «الاختلالات الهيكلية» من خلال الغوص العميق في البيانات. فعلى سبيل المثال، يساعد القياس الكمي الدقيق لـ «حجم المركبات العابرة الفعلي» (والذي يمثل حوالي ١٠٪ فقط من إجمالي المركبات المسجلة) في توفير أساس علمي لتحسين التخطيط المكاني، وتحديد النطاق الحضري، وتعديل الهيكل الصناعي؛ كما يساهم التنظيم اللحظي لأنظمة الطاقة والبيئة في تحقيق التوازن الديناميكي بين الإنتاج، والحياة المعيشية، والبيئة الإيكولوجية. إن مبدأ «يجب التعامل مع المدينة ككائن واحد متكامل» لا يقتصر على كسر الحواجز بين الإدارات لجعل الحكومة كيانًا تآزريًا موحدًا فحسب، بل يمتد ليشمل ضرورة تضافر كافة عناصر المدينة (الحكومة، والشركات، والمجتمع) لتشكيل منظومة متكاملة. ويهدف ذلك إلى الاستحواذ الفعال على ذكاء المدينة، ومن ثم صياغة قرارات وإجراءات تضمن الاستخدام الأمثل للموارد. على سبيل المثال، قام سيناريو «تسجيل الدخول في ٣٠ ثانية» في هانغتشو - وعبر النظام المركزي لعقل المدينة - بتحقيق تآزر عميق بين ستة أنظمة مختلفة: نظام تسجيل الدخول الفندقي، ونظام إدارة الفنادق (PMS)، ونظام التحكم في الوصول (الأبواب)، ونظام معاملات الدفع، ونظام الحجوزات الإلكترونية (OTA)، ونظام المبيعات المباشرة للفندق. وبأخذ إحدى المجموعات الفندقية كمثال، تم تقليص متوسط وقت تسجيل الدخول من ٥ دقائق إلى ٣٠ ثانية فقط، وتم ربط كافة فنادق المجموعة في هانغتشو (البالغ عددها ٢٥٨ فندقًا) بالنظام السياحي لعقل المدينة، لتخدم أكثر من ١٥,٠٠٠ زائر يوميًا، مع خفض تكاليف العمالة بأكثر من ٣٠٪، والقضاء تمامًا على ظاهرة الطوابير في أوقات الذروة. إن ذكاء المدينة المبني على أساس «الرؤية الشاملة» هو وحده القادر على التمكين الفعال لمختلف السيناريوهات.

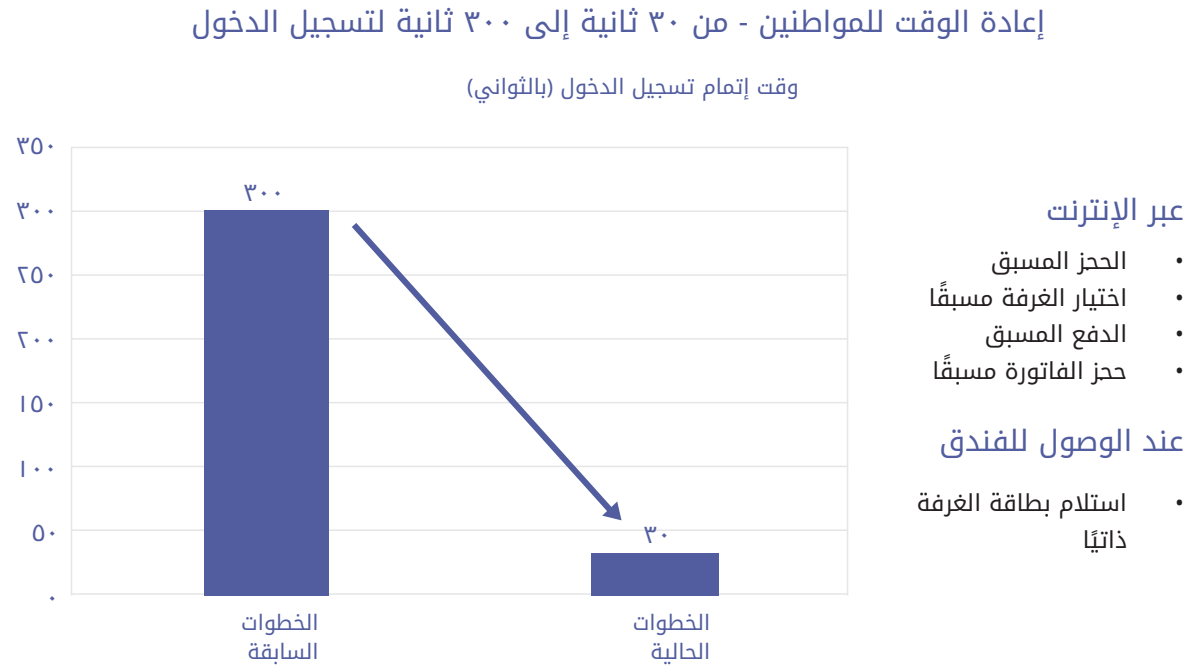
(٣) إدراك مفهوم الاقتصاد في الموارد: من الوقوف الدقيق على الأساسيات إلى

الاستخدام عالي الكفاءة

انطلقت الممارسات الصينية لـ «عقل المدينة» من ثورة معرفية حول الجوهر الحقيقي لـ «الاقتصاد في الموارد». فمقولة «المجتمع المقتصد في الموارد هو ثورة اجتماعية «تتجاوز الفهم السطحي لـ «التوفير السلبي»، لترسم مسارًا منهجيًا نحو الاستخدام عالي الكفاءة للموارد، وتدفع نحو تحول هيكلي يُسخر «موارد البيانات» لرفع كفاءة استخدام «الموارد الطبيعية». وقد تبلورت هذه الرؤية الابتكارية خلال الممارسات العملية في تساؤل جوهري يُعرف بـ «سؤال عقل المدينة»: هل يمكن لـ ١٠٪ من الموارد الحضرية الحالية أن تدعم تنمية حضرية عالية الجودة ومستدامة؟ وقد قدمت ممارسات مدن مثل هانغتشو وغيرها الإجابة: من بين إجمالي السيارات المسجلة، لا تتجاوز نسبة السيارات التي تسير فعليًا على الطرق في اللحظة ذاتها ١٠٪، بينما تظل الـ ٩٠٪ الأخرى متوقفة؛ وكان تسجيل الدخول التقليدي في الفنادق يستغرق ٣٠٠ ثانية، وبعد التحسين عبر التآ زر البياني، انخفض الوقت إلى ٣٠ ثانية، أي ما يعادل ١٠٪ فقط من التكلفة الزمنية السابقة (الشكل ٢-١٩). وفي عام ٢٠٢٠، استندت مدينة نانتشانغ إلى بيانات الإدراك الديناميكي اللحظي (على مستوى الدقيقة) للتدفق المروري الشامل، لتلغي قيود حركة المركبات بناءً على قاعدة «معرفة الأساسيات بوضوح، وفهم الوضع بدقة». أينما وجد العمل، وجدت البيانات؛ وجودة البيانات تعكس جودة العمل. تدفع البيانات المدينة للوقوف الدقيق على مقدراتها، وتبتكر مؤشرات قياس حضرية متمحورة حول الإنسان (مثل «حجم المركبات العابرة» و«مؤشر الازدحام»)؛ والتي لا توفر فقط أساسًا قراريًا لإدارة المرور لمعالجة الازدحام، بل تساعد المواطنين أيضًا في إدراك حالة شبكة الطرق اللحظية لتخطيط مسارات تنقلهم بذكاء. إن هذا التوحيد بين «مقياس الحوكمة» و«حرارة التجربة» (الشعور الملموس للمواطن) يجسد بوضوح الفعالية الفائقة للحوكمة الدقيقة التي تجلبها موارد البيانات.

(٤) إعادة بناء الثقة: التحول الذكي يخطو نحو الحضارة الحضرية

تكمن القيمة الحضارية لتطبيقات «عقل المدينة» في قدرتها على إعادة بناء آ ليات الثقة والائتمان



الشكل ٢-١٩: سيناريو "تسجيل الدخول في ٣٠ ثانية" في عقل مدينة هانغتشو يهدف إلى توفير الموارد الزمنية للسائحين

المصدر: من إعداد المؤلف

المجتمعي من خلال التمكين بالبيانات (Data Empowerment)، ورعاية شكل جديد من الحضارة الحضرية في العصر الرقمي. فمن خلال التحول من نظام «الدفع قبل المغادرة» إلى «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا»، يمكننا استخلاص حقيقة عميقة مفادها: ثقة الحكومة تتجسد في مصداقية المواطنين، ومصداقية المواطنين هي الجوهر الحقيقي لحضارة المدينة.

في هانغتشو، أدى سيناريو «المغادرة أولًا والدفع لاحقًا» إلى رفع كفاءة دوران مواقف السيارات بنسبة ٤٠٪، والمفارقة أن أكثر من ٩٩,٥٪ من أصحاب السيارات المشتركين في الخدمة يبادرون بالدفع أو يسددون في الوقت المحدد، لتسجل معدلات التهرب من الدفع نسبًا متدنية للغاية. وهذا يثبت صحة المنطق السلوكي القائل بأن «الثقة تُوَلِّد الالتزام والموثوقية».[١٠٢] وعندما امتد أثر هذه الثقة إلى المجال الاجتماعي، ساهم سيناريو «تلقي العلاج أولًا والدفع لاحقًا» في تقليص زمن الاستجابة لإنقاذ حالات الطوارئ بنسبة ٣٥٪. وفي سيناريوهات أخرى مثل منصة «تشين تشينغ» و«الخدمات المعيشية المباشرة»، أسهمت آ لية «نظام التعهد المسبق + التحقق اللاحق» في وصول السياسات الداعمة للشركات والأفراد في «غضون ثوانٍ»، مما خلق دورة عمل إيجابية تتلخص في: «تقديم طلبات بلا وثائق ورقية، واعتماد بلا تدخل بشري، وصرف بلا فترات انتظار، ومصداقية بلا مساس».[١٠٣]

وتُبنى هذه الثقة الجديدة على ثلاثة أبعاد قابلة للقياس والتحقق: تحقيق شفافية كاملة في كافة مسارات وإجراءات العمل على مستوى البيانات، جعل عملية اتخاذ القرار قابلة للمراجعة والتدقيق على مستوى الخوارزميات، بناء نتائج موثوقة وقابلة للتوقع على مستوى الخدمات.

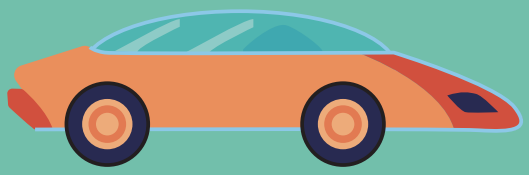
فعندما يتم تحسين وتعديل توقيت الإشارات الضوئية بواسطة خوارزميات شمولية، وتُصرف إعانات السياسات تلقائيًا عبر المواءمة الذكية، تصبح «النوايا الحسنة» للنظام حقيقة موضوعية وقابلة للتحقق. وتتحول هذه الثقة - القائمة على «قين النظام» إلى رأس مال اجتماعي ملموس: فالشركات تتجرأ على ضخ الاستثمارات لثقتها في التنفيذ التلقائي لسياسات الدعم، والمواطنون يميلون لتبني وسائل تنقل خضراء وصديقة للبيئة لثقتهم في دقة وموثوقية بيانات مواقف السيارات. إن كل وفاء متبادل بهذه الثقة يُسهم في خفض «تكاليف الاحتكاك» في سير العمل المجتمعي، ليولد ما يُعرف بـ «عائد الثقة» وهذا هو المؤشر الجوهري لتقدم الحضارة الحضرية، والسمة المميزة لعصر الذكاء الاصطناعي.

وفي النهاية، تتحول العلاقة بين الإنسان والمدينة من نمط «الإدارة والخضوع» التقليدي، لترتقي إلى نمط «التعاضد والتطور». وتصبح البنية التحتية لذكاء المدينة المحرك الدافع لإصلاح الحوكمة (من خلال ابتكار النظم والآ ليات) ورعاية الثقافة الإنسانية، وتغدو حلقة الوصل المتينة التي تربط بين الحكومة والمجتمع والمواطنين، مما يدفع الحوكمة للانتقال من الإدارة أحادية الاتجاه إلى الإدارة التشاركية التعددية. ومن خلال التغذية الراجعة للبيانات، يصبح المواطنون بمنزلة «النهايات العصبية» لذكاء المدينة التي تمدها بالإحساس والإدراك، بينما تصبح المدينة عبر تقديم خدماتها الدقيقة والمخصصة «شريكًا موثوقًا» في الحياة اليومية للمواطنين. هذا «العقد الاجتماعي الجديد» - القائم على التزاوج الرائع بين العقلانية التقنية والرعاية الإنسانية - يتيح للمدينة استعادة دفء وحيوية الكائن العضوي الحي مع الحفاظ على كفاءة الحجم الشاملة، لتخطو بخطى واثقة نحو شكل حضاري جديد يتسم بالموثوقية والاستدامة.

خارطة طريق تطوير "ذكاء المدينة"

الفصل الثالث: خارطة طريق تطوير "ذكاء المدينة"

٠٣



يكمن مفتاح تعزيز التنمية المستدامة عبر بناء مدن مقتصدة في الموارد، في تحقيق تحول ذكي شامل للمدينة. وقد أثبتت التجارب العملية لـ "عقل المدينة" أن التطور الناجح لـ "ذكاء المدينة" يتبع مسارًا رباعي المراحل: "تحول القيم ← تأسيس قاعدة البيانات ← التحقق عبر السيناريوهات ← تشكيل الحضارة."

أولًا، يجب إعادة صياغة القيم، وذلك عبر ترسيخ فهم عميق بأن المدينة "كيان كلي واحد"، وأن البيانات هي المورد الحاسم فيها. ويتمثل هدف "ذكاء المدينة" في ضمان جودة حياة عالية ودفع عجلة التنمية الحضرية المستدامة من خلال تحسين استغلال الموارد.

ثانيًا، ينبغي حصر البيانات الأساسية بدقة، والقياس الدقيق لتدفقات الموارد وكفاءة استخدامها. وتتطلب عملية "حصر البيانات الأساسية" العمل على ثلاثة مستويات: حصر بيانات الموارد: مثل "حجم الحركة الفعلي على الطرق" في قطاع النقل، ومعدل التسرب في شبكات المياه، ومعدل دوران مواقف السيارات. حصر بيانات الحالة التشغيلية الشاملة للمدينة: من خلال الرصد الآ ني لـ "المؤشرات الحيوية" للمدينة. حصر بيانات الأعمال وجودة البيانات: وذلك بتحويل الأعمال اليومية الروتينية إلى موارد بيانات عالية الجودة. وفيما يتعلق بالإجراءات الرئيسية، يستلزم الأمر وضع خطة شاملة وإطار عمل مرحلي للتنفيذ، واعتبار بناء البنية التحتية الذكية ركيزة أساسية للعمل، ودفع عملية استكمال البنية التحتية الذكية ومنظومة الحوكمة مدفوعةً بالسيناريوهات العملية، إلى جانب بناء منظومة لضمان أمن "ذكاء المدينة" وسيادة القانون.

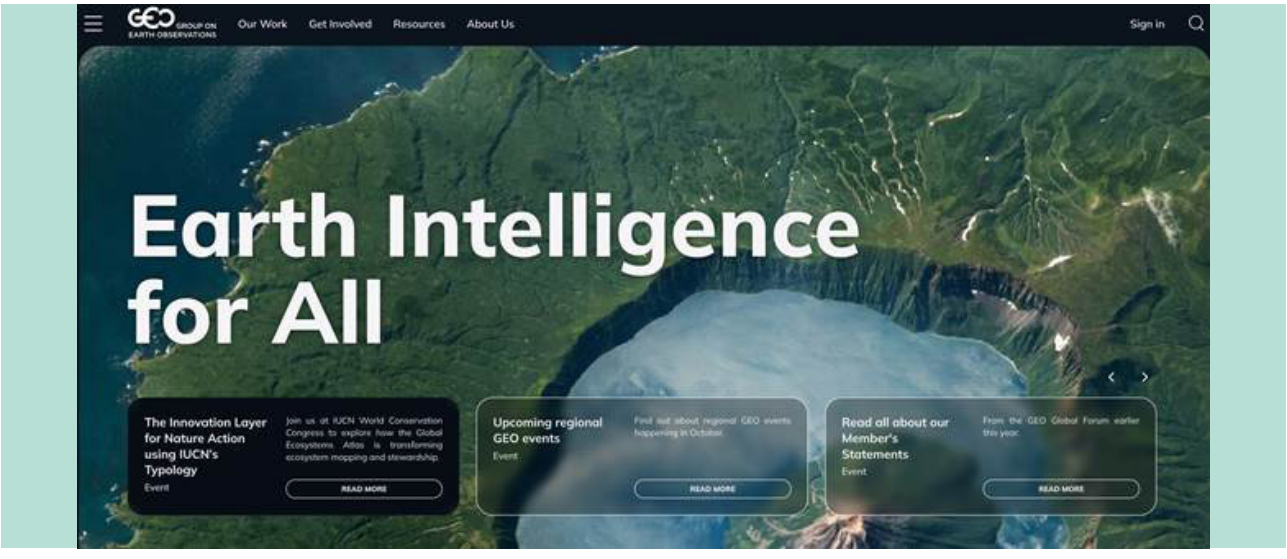
يمثل "التحفيز بالسيناريوهات" خطوة محورية للتحقق من قيمة "ذكاء المدينة". فمن خلال اختيار سيناريوهات عابرة للإدارات وذات فوائد ملموسة للمواطنين - مثل "مدينة بلا قيود مرورية" و"العلاج أولًا والدفع لاحقًا" - يمكن إعادة هيكلة العمليات التشغيلية عبر تدفق البيانات، مما يحقق انتقالاً تدريجيًا من مجرد سيناريوهات تطبيقية إلى ذكاء شامل للمدينة.

وفي الختام، عندما يتحول الذكاء إلى قدرة ذاتية متأصلة في كيان المدينة، ستشكل المدينة نمطًا حضاريًا قائمًا على الثقة، محققةً تحولًا شاملًا في كافة الأبعاد: من "الحوكمة الجزئية" إلى "التحسين المنهجي الشامل"، ومن "السعي وراء الحجم" إلى " السعي وراء الكفاءة"، ومن "القيود الإدارية" إلى "تفعيل الثقة". وتتطلب هذه العملية بناءً تدريجيًا لذكاء المدينة القائم على "ثلاثية" البيانات والنماذج والقوة الحسابية، مع تعزيزها بمنظومة أمنية وضمانات قانونية. ويمكن التحقق من القيمة النهائية لذكاء المدينة عبر "تساؤل عقل المدينة": هل يمكن دعم التنمية عالية الجودة والمستدامة للمدينة باستخدام ١٠٪ فقط من مواردها الحالية؟ إن الإجابة عن هذا التساؤل تضمن تحقيق الاتحاد العضوي بين التقدم التكنولوجي والقيمة الاجتماعية.

١,٣ بناء مدن مقتصدة في الموارد استنادًا إلى "ذكاء المدينة"

تسعى معادلة «الذكاء الاصطناعي + المدينة» إلى توظيف قدرات «ذكاء المدينة» لدعم التنمية الحضرية المستدامة وعالية الجودة، بأسلوب يتسم بالكفاءة والاقتصاد في الموارد. وتشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن المدن التي تتسم بكفاءة استخدام الموارد لا تكتفي برفع معدلات الإنتاجية والابتكار فحسب، بل تسهم أيضًا في خفض التكاليف وتقليص الأثر البيئي [١٠٤]. ولتحقيق هذا الهدف، يتعين على المدن امتلاك قدرات شمولية في مجال ترابط البيانات والحوكمة. وكما عرّف روش» (Roche) وآخرون، فإن «ذكاء المدينة» هو القدرة على فهم وإدارة الأبعاد المادية والرقمية لـ «الحيز الحضري المعقد والمترابط» [١٠٥]. وهذا يعني أن مجرد نشر مختلف أنواع أجهزة الاستشعار والتقنيات لا يضمن الاقتصاد في الموارد؛ إذ لا يمكن للتقنيات الذكية أن تؤتي ثمارها الحقيقية إلا عندما تمتلك المدينة منظوراً تكامليًا وشاملًا لتخصيص الموارد.

تُعرَّف «المدن الذكية» في مفهومها التقليدي بأنها حيز يدمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع البنية التحتية، والمباني، والأشياء اليومية، وصولًا إلى المواطنين أنفسهم، بهدف معالجة المشكلات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية [١١٢]. بيد أنه في غياب استراتيجية ذكاء شمولية، غالبًا ما يقتصر تأثير هذه التقنيات على نطاق جزئي، مما يحول دون تحقيق رفع جذري في كفاءة استخدام الموارد. لذا، لا ينبغي لعملية التحول الذكي للمدن أن تركز فقط على الاستثمار في الجانب التقني، بل يجب أن تولي اهتمامًا أكبر لكيفية تعزيز التكنولوجيا للتحسين الكلي والمنهجي للمدينة. وينسجم هذا الطرح تمامًا مع مفهوم «ذكاء الأرض» (Earth Intelligence) الذي طرحه «فريق مراقبة الأرض» (GEO) (الشكل ٣-١). إذ يشير الفريق إلى أن «ذكاء الأرض» هو عملية تحويل بيانات الأرصاد الخام إلى رؤى عملية قابلة للتنفيذ [١٧٢]، معلقًا: «لقد انتقلنا من التركيز المجرد على مجال مراقبة الأرض إلى الالتزام بـ (ذكاء الأرض) - أي نشره لجميع الناس في كل أنحاء العالم. وإن الانتقال من مجرد البيانات والمراقبة إلى الذكاء هو انتقال مدروس بعناية، لأننا ندرك أن البيانات وحدها لا يمكنها دفع عجلة العمل [١٠٦]». وبالمثل، يجب أن يركز تطور «ذكاء المدينة» على الانتقال من «البيانات» إلى «الرؤى»؛ فالكميات الهائلة من البيانات الحضرية لا يمكنها قيادة ثورة حقيقية في كفاءة الموارد إلا إذا حُولت - عبر التحليلات المتقدمة والذكاء الاصطناعي - إلى معلومات تدعم اتخاذ قرارات تنفيذية، بدلًا من



الشكل ٣-١: منظمة رصد الأرض (GEO) تطرح مفهوم "ذكاء الأرض"

المصدر: منظمة رصد الأرض.

التوقف عند مستوى تكديس المعلومات. وفقط من خلال دمج التقنيات الذكية في المنطق التشغيلي الكلي للمدينة، يمكن كسر الحواجز بين الإدارات والأنظمة، وتحقيق التخصيص الأمثل للموارد عبر مختلف المجالات.

تُعد استراتيجية توظيف "ذكاء المدينة" لتعزيز الاقتصاد في الموارد شرطًا تقنيًا مسبقًا وجوهريًا لتحقيق التنمية المستدامة. وكما أُشير سابقًا، يجب النظر إلى كفاءة الموارد ضمن إطار التنمية البشرية [١١١]. وتدعو "الخطة الحضرية الجديدة" للأمم المتحدة إلى الالتزام بمبدأ "عدم ترك أي شخص خلف الركب" وبناء "مدن شاملة وآمنة ومرنة ومستدامة"؛ لذا، ينبغي أن يتمحور بناء "ذكاء المدينة" حول الارتقاء برفاهية المواطنين، مع دمج الشمول الاجتماعي والمنافع البيئية في التخطيط الشامل. ومن شأن هذا التحول المعرفي أن يجعل مبدأ "محورية الإنسان" في المدن قادرًا على تلبية الاحتياجات المتزايدة من جهة، وتحمل المسؤولية تجاه الموارد المحدودة من جهة أخرى، مما يدشن فعليًا مرحلة جديدة من التنمية الحضرية المستدامة.

ويتطور «ذكاء المدينة» عبر ثلاثة مستويات متمايزة: (١) التطبيقات الأساسية كالشكل التأسيسي: وتُعنى بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مهام أو قطاعات حضرية محددة، مثل التعرف على الإشارات المرورية، وتحليل بيانات المراقبة المرئية، وغيرها من الوظائف الأحادية. ويركز هذا النمط أساساً على معالجة مشكلات تقنية بعينها، إلا أنه يظل مقيدًا بـ «جزر البيانات المنعزلة» والحواجز الإدارية بين القطاعات، مما يحول دون تحقيق تآزر منهجي، ليقتصر دوره على تقديم حلول تقنية موضعية. (٢) السيناريوهات كالشكل المتقدم: وتتخذ من سيناريوهات التطبيق المحددة وحدةً لها؛ حيث تعمل على دمج البيانات متعددة المصادر مع المعرفة المتخصصة لبناء حلول منهجية تستهدف سيناريوهات معينة في حوكمة المدينة. (٣) «ذكاء المدينة» كالشكل عالي المستوى: ويتحقق من خلال بناء شبكة بيانات على مستوى المدينة و«محرك ذكاء المدينة»، للوصول إلى حوكمة تعاونية شاملة تعبر حدود المجالات، والإدارات، والمستويات الإدارية. وتمثل هذه المستويات الثلاثة زوايا نظر مختلفة؛ لذا فهي ليست بالضرورة مراحل تعاقبية تتبع تسلسلًا زمنيًا حتميًا، بل قد تتواجد جنباً إلى جنب. فبطبيعة الحال، تتضمن «السيناريوهات» تطبيقات للتقنيات الذكية، بينما تتداخل العلاقة وتتكامل بين «ذكاء المدينة» وتطبيقاته الممتدة من «السيناريو» إلى «المشهد الشامل» لتعزز وتدفع بعضها البعض.

٢,٣ حصر المعطيات الأساسية هو المفتاح

لا يُعد «حصر المعطيات الأساسية» مجرد عمل إحصائي بسيط، بل هو حجر الزاوية والشرط الأول لتحقيق «ذكاء المدينة». ويقصد به: استخدام عقلية وأدوات البيانات لقياس الحالة التشغيلية الحقيقية والمخزون المورد للمدينة - باعتبارها كيانًا عضويًا متكاملًا - في أبعاد محددة وبدقة لحظية. وبذلك، تتحول الإدارة من النمط التقليدي القائم على التقديرات «التقريبية» والخبرات السابقة، إلى إدارة «معرفية» دقيقة وقابلة للقياس. ويركز هذا المسار على حصر المعطيات في ثلاثة مستويات رئيسية.

أولًا، حصر معطيات الموارد وتدفقاتها وكفاءة استخدامها. ويشمل ذلك تحديد الأصول الأساسية، كمعرفة إجمالي موارد الطرق في المدينة؛ وفيما يخص حركة المرور، لا يقتصر الأمر على إحصاء عدد السيارات المملوكة فحسب، بل يمتد ليشمل رصد «حجم الحركة الفعلي»، أي عدد المركبات التي تسير فعليًا على الطرق في اللحظة ذاتها. إن حصر «هذه المعطيات» المرورية هو ما يوفر الأسس العلمية لاتخاذ قرارات كبرى، مثل إلغاء قيود حركة السير. وينطبق الأمر ذاته على موارد المياه والكهرباء؛ إذ يعني حصر معطياتها معرفة كمية المياه المفقودة في الشبكات من المحطة وحتى صنبور المستخدم. فبدون معرفة «معدل الهدر»، لا يمكن تحقيق اقتصاد حقيقي في الموارد. ويشمل ذلك أيضًا «التدفقات المكانية»، مثل حصر معدل الدوران

الفعلي لمواقف السيارات والاستخدام اللحظي للمساحات العامة، كما ظهر في مبادرة هانغتشو «المدينة موقف واحد»، حيث جرى إحصاء إجمالي المواقف وحساب «مؤشر الرسو» بدقة.

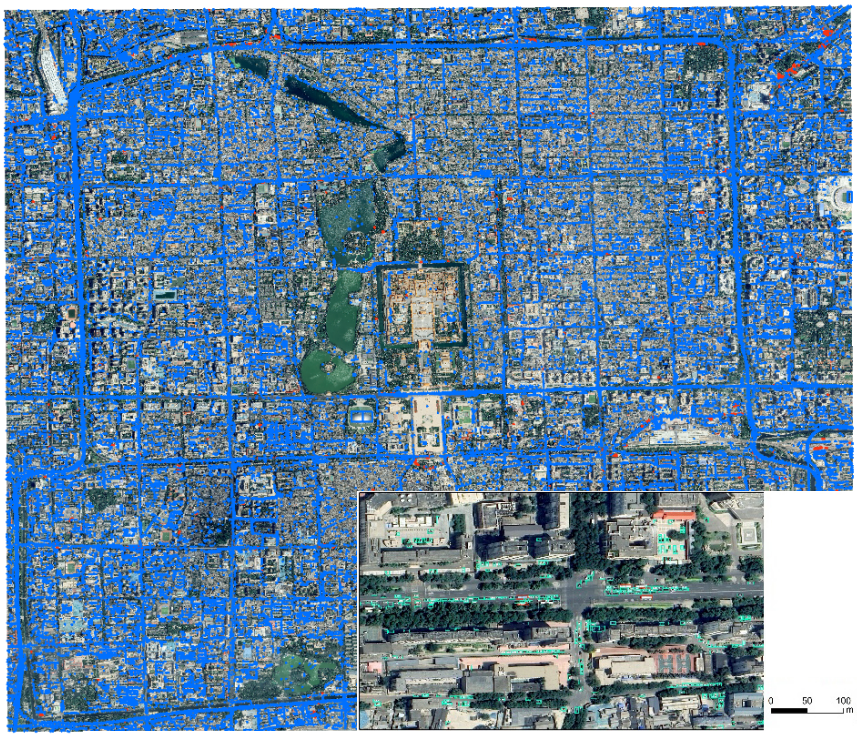
ثانيًا، حصر معطيات «الحالة التشغيلية الشاملة للمدينة». يهدف هذا المستوى للإجابة عن تساؤل: «هل مدينتنا الآ ن في حالة صحية أم تعاني خللًا ما؟» ففيما يخص «مؤشر حيوية المدينة»، أتاح رصد عدد المركبات الفعلي على الطرق خلال جائحة كورونا استشعار مدى تعافي النشاط الاقتصادي لحظيًا؛ فوجود ٥٠ ألف سيارة مقابل ٥٠٠ ألف سيارة يعكس مباشرة تردد «نبض» المدينة. أما في قطاع الخدمات العامة، فيُقاس مدى مواءمة العرض والطلب اللحظي في المستشفيات والمدارس ونوافذ الخدمة الإدارية. وبالنسبة لـ «مؤشرات مرونة الأنظمة»، تُقاس قدرة الأنظمة الحيوية على التحمل وسرعة التعافي عند مواجهة أحداث طارئة كالأمطار الغزيرة أو الأوبئة. إن هذا يتيح لمديري المدن مراقبة «المؤشرات الحيوية» للمدينة تمامًا كما يراقب الطبيب تخطيط قلب المريض، مما يحول الحوكمة من «استجابة انفعالية» إلى «تدخل استباقي».

ثالثًا، حصر معطيات «أعمال الحوكمة وجودة البيانات. يعد هذا المستوى ركيزة وضمانًا للمستويين السابقين، ويهدف للإجابة عن تساؤل: «ما هي جودة البيانات التي تنتجها أعمالنا اليومية؟». فبما أن كل عمل يولد بيانات، فإن كل إجراء في العمليات الحكومية أو التجارية أو المجتمعية يُعد مصدرًا للبيانات. ومن هنا، فإن «غياب البيانات» يعني ضمنًا «غياب العمل الفعال». وتُعد جودة البيانات انعكاسًا لجودة العمل ذاته؛ فالبيانات غير الدقيقة أو المتأخرة تكشف عن فوضى في إجراءات العمل وضعف في مستوى الإدارة. إن حصر هذه المعطيات يفرض على المؤسسات - خاصة الحكومية - إعادة هندسة إجراءاتها وتحديث قدراتها في الحوكمة. والهدف الجوهري هنا هو تفكيك «جزر البيانات المنعزلة»، وتحويل البيانات القطاعية لكل دائرة إلى «وقود» عالي الجودة يدعم التحليل واتخاذ القرار على مستوى المدينة ككل. وعلى هذا الأساس، يتآ زر القطاع العام والخاص والمجتمع لإظهار «البيانات الرئيسية» و«البيانات التفصيلية» في مشهد شامل يخدم الحوكمة المتكاملة.

يتطلب حصر المعطيات الأساسية فتح مسارات البيانات وتحقيق التكامل والمشاركة فيما بينها. وتتسارع حالياً خطى المدن العالمية نحو تعزيز انفتاح البيانات، مما يضع حجر الأساس للإدارة الذكية للموارد. ويشير تقرير الأمم المتحدة «آ فاق المدن الذكية في العالم ٢٠٢٤» إلى أن تطوير المدن الذكية عالميًا يتجه نحو التمحور حول الإنسان، وهو ما يستلزم توافر كميات ضخمة من البيانات الكمية والكيفية [١٠٧]. ولأجل ذلك، أنشأت مدن متزايدة منصات للبيانات المفتوحة، تتيح مشاركة تدفقات حركة المرور، واستهلاك الطاقة والمياه، والغطاء النباتي؛ مما يساعد مديري المدن على الإلمام بالمؤشرات الأساسية لاستهلاك الموارد. وتعمل هذه البيانات المفتوحة بمثابة «قاعدة بيانات ضخمة» لبناء منظومة القرار الذكي في المدينة، وتوفير الدعم اللازم لتطبيقات الذكاء الاصطناعي اللاحقة.

وفي الوقت نفسه، وفر تطور الذكاء الاصطناعي قدرات تأسيسية هائلة لـ «ذكاء المدينة». فكما تؤكد أحدث الدراسات، تمنح الطفرات التقنية في نماذج الذكاء الاصطناعي و«الوكلاء الأذكياء المستقلين» فرصةً تحولية لإعادة التفكير في التخطيط الحضري؛ إذ يمكن لهذه التقنيات توليد سيناريوهات مستقبلية بديلة، وفهم النصوص والبيانات الصورية المعقدة، والعمل كمساعد ذكي في التخطيط الحضري [١٠٨][١٠٩]. ومقارنةً بطرق التخطيط التقليدية القائمة على القواعد الثابتة، تتيح هذه النماذج التأسيسية للذكاء الاصطناعي للمدن - ولأول مرة - إمكانية تحقيق تخصيص شامل للموارد، بدءًا من التصميم رفيع المستوى وصولًا إلى التحسين اللحظي. ويمكن للمدن الاستعانة بهذه النماذج لإجراء تدريب مسبق على كميات هائلة من البيانات متعددة المصادر، لتشكيل «رسوم بيانية معرفية» ونماذج تأسيسية على مستوى المدينة،

المنطقة الواقعة داخل الطريق الدائري الثاني في بكين



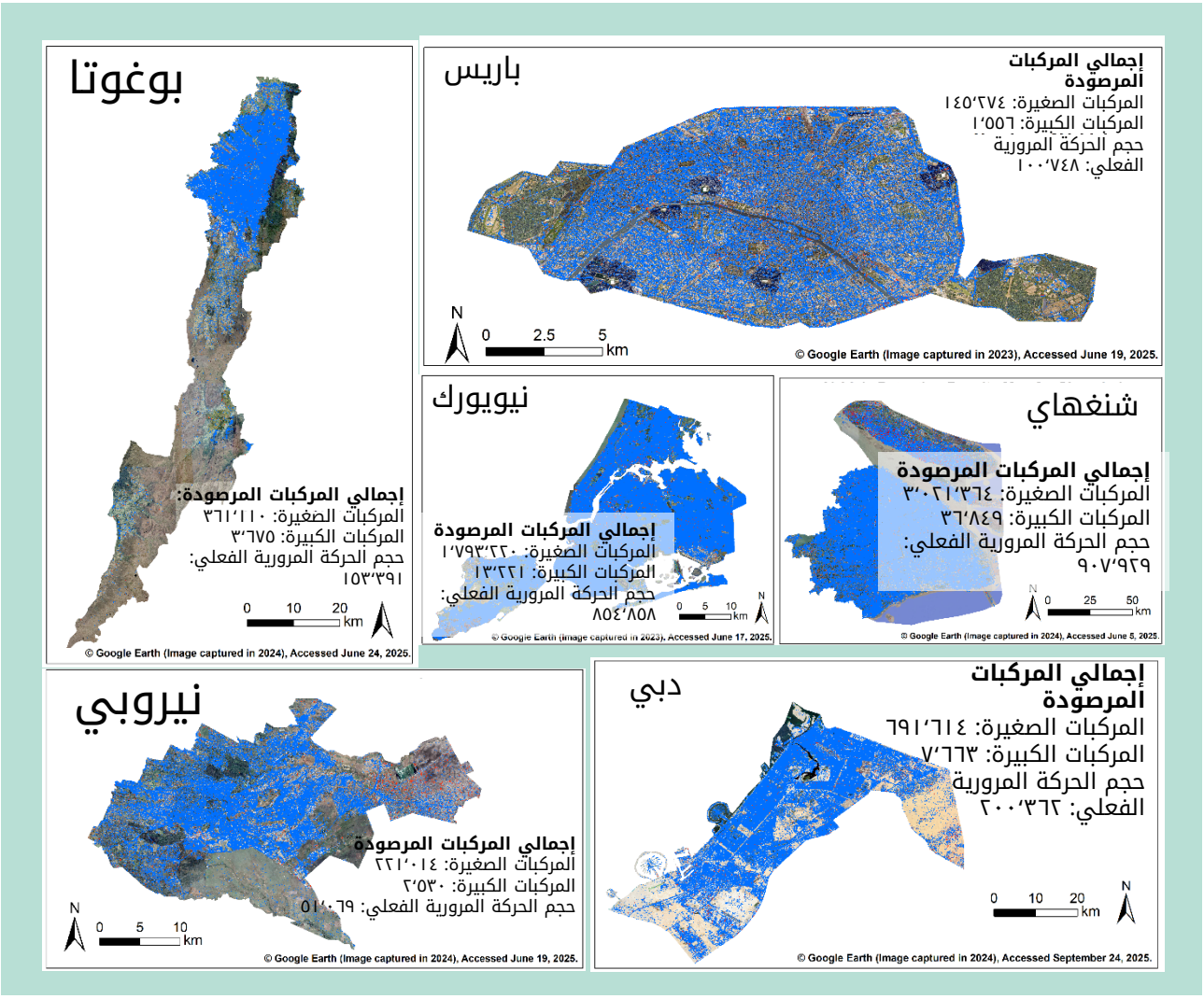
شكل ٣-٢: دمج بيانات الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية مع نماذج الذكاء الاصطناعي يوفر حلولاً منخفضة التكلفة لرصد المدن: رصد حجم الحركة المرورية الفعلي نموذجًا

المصدر: رسمه المؤلف بناءً على بيانات الاستشعار عن بُعد من القمر الصناعي World-View٣.

مما يوفر قدرات ذكاء عامة لدعم اتخاذ القرار الحضري.

وبناءً على ذلك، تتطلع المدن إلى تحقيق ثورة في كفاءة وتخصيص الموارد بشكل متكامل. وقد أظهرت الأبحاث أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في المجالات الحيوية - مثل تحسين خطوط النقل العام، ورفع كفاءة طاقة المباني، وإدارة الازدحام المروري والانبعاثات - يمكن أن يخلق مدنًا أكثر مرونة ومنخفضة الكربون وعالية الكفاءة في استهلاك الموارد [١١٠]. وبمقدور «ذكاء المدينة» المدفوع بالذكاء الاصطناعي تحقيق تحسين تعاوني للمشكلات الشاملة كالمرور والطاقة والتلوث، وذلك بمدخلات أقل من الموارد.

ويوضح الشكل ٣-٢ التوزيع المكاني للمركبات وعدد المركبات الفعليّة على الطرق بناءً على بيانات الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية. ففي المنطقة الواقعة داخل الطريق الدائري الثاني في بكين على سبيل المثال، تظهر البيانات وجود ١٠٦,١٢٩ سيارة صغيرة و٦٧٩ مركبة كبيرة، بإجمالي ١٠٦,٨٠٨ مركبات، منها ٤٠,٧٨٤ مركبة فقط في حالة حركة. ورغم شعور السائقين بازدحام خانق في ساعات الذروة، إلا أن عدد المركبات الفعلي في تلك المنطقة يقل عن ٥٠,٠٠٠ مركبة، مما يعني أن مساحات شاسعة من الطرق لا تُستغل بشكل كافٍ في حقيقة الأمر. إن هذه الظاهرة - التي يظهر فيها الازدحام المروري جنبًا إلى جنب مع هدر موارد الطرق - تفرض على مديري المدن إعادة النظر في المشكلة؛ فجوهر الازدحام ليس في العدد المطلق للمركبات المملوكة، بل في قصور كفاءة التآ زر المنهجي. ومن هنا، تبرز أهمية تعزيز القدرات الحوكمية وتحسين كفاءة تنسيق الأنظمة، كبديل أكثر جدوى من مجرد فرض قيود على حرية تنقل المواطنين عبر إجراءات مثل «تقييد السير» أو «تحديد أرقام اللوحات».



شكل ٣-٣: حصر المعطيات الأساسية بناءً على بيانات الاستشعار عن بُعد ونماذج الإدراك الفيزيائي: رصد حجم الحركة المرورية الفعلي في مدن عالمية مختارة نموذجًا

المصدر: رسمه المؤلف بناءً على بيانات الاستشعار عن بُعد التي يوفرها "جوجل إيرث".

يستعرض الشكل ٣-٣ إجمالي عدد المركبات وحجم «المركبات الفعلية على الطرق» في عدة مدن كبرى، استنادًا إلى بيانات الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية التي يوفرها «جوجل إيرث» (Google Earth). وتفصيلها كالتالي: بوغوتا (٢٤ يونيو ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ١٥٣,٣٩١ مركبة، أي ما يمثل ٤٢,٠٤٪ من الإجمالي. باريس (١٩ يونيو ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ١٠٠,٧٤٨ مركبة، بنسبة ٦٨,٦١٪ من الإجمالي. نيويورك (١٧ يونيو ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ٨٥٤,٨٥٨ مركبة، بنسبة ٤٧,٣٢٪ من الإجمالي. شنغهاي (٥ يونيو ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ٩٠٧,٩٢٩ مركبة، بنسبة ٢٩,٧٩٪ من الإجمالي. نيروبي (٢٤ سبتمبر ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ٥١,٠٦٩ مركبة، بنسبة ٢٢,٨٥٪ من الإجمالي. دبي (٢٤ سبتمبر ٢٠٢٥): بلغ حجم الحركة الفعلي ٢٠٠,٣٦٢ مركبة، بنسبة ٢٨,٦٥٪ من الإجمالي. وباستثناء باريس التي تجاوز فيها حجم الحركة الفعلي نصف إجمالي المركبات الموجودة على الطرق، نجد أن النسبة في بقية المدن تقل عن النصف، بل وتقل عن الثلث في بعضها. وإذا ما قورنت هذه الأرقام بإجمالي «المركبات المملوكة» فعليًا في المدينة، فإن هذه النسبة ستكون أدنى من ذلك بكثير. ولذا، يُعد «حصر المعطيات الأساسية» قدرة تأسيسية لـ «ذكاء المدينة»؛ إذ إن بناء القرارات الحوكمية استنادًا إلى إجمالي «المركبات المملوكة» يختلف جذريًا عن بنائها على

«حجم الحركة الفعلي اللحظي»، حيث يؤدي كل نهج إلى تباين هائل في حجم تخصيص الموارد، وهو ما يحدد في النهاية مسار تنمية المدينة: إما بأسلوب يستنزف الموارد بشكل مفرط، أو بأسلوب يتسم بالكفاءة والاقتصاد.

وفي المستقبل، سيؤدي انخفاض التكاليف التقنية إلى دفع عجلة الاقتصاد في الموارد بخطى متسارعة. فالانتشار المتزايد للتقنيات مفتوحة المصدر يقلل من اعتماد المدن على الأجهزة المادية باهظة الثمن. على سبيل المثال، أدى الانخفاض الكبير في تكاليف تصنيع وإطلاق الأقمار الصناعية إلى خلق «وفورات الحجم»؛ حيث تراجعت تكلفة الأقمار الصناعية التجارية الصغيرة لتصل إلى عتبة المائة ألف دولار [١١١]. وباتت تقنيات مثل الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية قادرة على توفير بيانات بانورامية شاملة للمدن على نطاق واسع وبتكلفة زهيدة. وفي الوقت الذي تسهم فيه شبكات الاستشعار الموزعة منخفضة التكلفة (مثل مستشعرات جودة الهواء) في تحسين نطاق تغطية البيانات بشكل ملحوظ [١١٢]، تقوم أعداد متزايدة من أقمار مراقبة الأرض بنشر صور متعددة الأطياف للعموم، مما يوفر بيانات رصد مجانية لمراقبة استخدامات الأراضي الحضرية، والغطاء النباتي، والجزر الحرارية، وغيرها. ويعني هذا أن أي مدينة في العالم باتت قادرة على تقاسم تكاليف الحصول على البيانات الفضائية، مما يحقق إتاحة شاملة لموارد المراقبة الأرضية عالية الجودة. وحتى المدن الأقل نموًا، لم تعد بحاجة إلى مستشعرات أرضية مكلفة للحصول على المعلومات البيئية ومعلومات البنية التحتية الأساسية؛ إذ يمكنها دمج هذه البيانات الفضائية مع البيانات الصادرة عن شبكات الاستشعار والمحطات الذكية المتاحة محلياً لـ «حصر معطياتها الأساسية»، وبناء ركيزة بيانات شاملة لاستخدامات الموارد الحضرية، لتشكل أساسًا متينًا للإدارة المستقبلية للموارد. وبالاعتماد على «ذكاء المدينة»، تحظى اليوم المزيد من المدن بفرصة لتحقيق «قفزة تنموية»، والتحول نحو نموذج المدن المقتصدة في الموارد، لتتبوأ بذلك موقع الريادة والمبادرة في مسار تنميتها المستقبلية.

٣,٣ إرشادات بناء «ذكاء المدينة»

يوفر «ذكاء المدينة» القدرات الجوهرية اللازمة لتشكيل المدن الذكية، وقد قدمت تجربة «عقل المدينة» والدروس المستفادة منها نموذجًا حيًا لذلك. إن ارتقاء أي مدينة عادية لامتلاك مقومات «ذكاء المدينة»، ومن ثم توظيفها لتحقيق تنمية عالية الجودة تتمحور حول الإنسان وتقتصد في الموارد، ليس مجرد صفقة لشراء التكنولوجيا تتم بين عشية وضحاها، بل هو ثورة عميقة في الحوكمة ومشروع هندسي منهجي شامل.

١,٣,٣ المراحل الأربع لبناء «ذكاء المدينة»

المرحلة الأولى: إعادة صياغة القيم والرؤية المشتركة

تُعد إعادة صياغة القيم وتوحيد الرؤى حجر الأساس لأي تغيير، ويجب إتمام هذا التحول المعرفي والقيمي قبل ضخ أي استثمارات تكنولوجية. أولًا، ترسيخ المفهوم الجوهري بأن «المدينة كيان كلي واحد»، لتجنب التفكك وتجزئة الحوكمة. فالمشكلات الحضرية - كالازدحام المروري - ليست مسؤولية إدارة المرور وحدها، بل هي محصلة منهجية لتفاعل التخطيط، والبناء، والإدارة، وسلوكيات المواطنين. وعلى المسؤولين إدراك أن الحدود التنظيمية للإدارات وُضعت للتخصص المهني، لكن تشغيل المدينة يجب أن يتم بمنظور شمولي. ثانيًا، استيعاب أن «البيانات مورد حاسم»؛ فيجب تثمين قيمة البيانات تماماً كما نثمن الأراضي ورأس المال. فالبيانات ليست نتاجًا ثانويًا لأنظمة تكنولوجيا المعلومات، بل هي المخرج الأساسي للعمل ذاته. ثالثًا، تحديد الهدف النهائي لـ «ذكاء المدينة» بوضوح، وهو ضمان جودة حياة عالية ودفع التنمية الحضرية المستدامة عبر تحسين استغلال الموارد.

المرحلة الثانية: حصر المعطيات الأساسية وتأسيس قاعدة البيانات

إن حصر المعطيات الأساسية لموارد المدينة

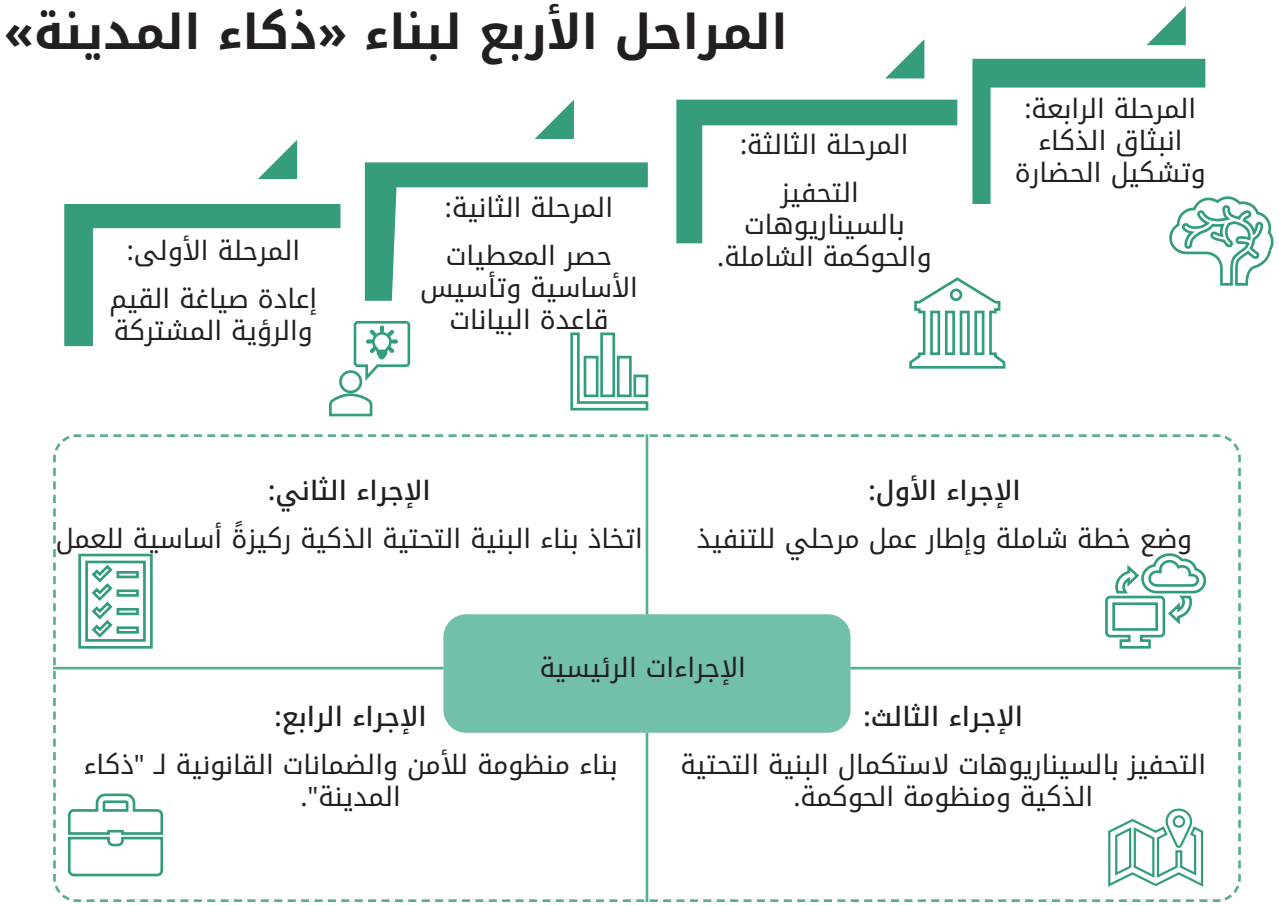
يعني بناء «الحواس الرقمية» للمدينة. وتُعد هذه المرحلة أكثر مراحل التطبيق حسمًا وتتطلب جلدًا وصبرًا، وهدفها تحويل المدينة من «الضبابية» إلى «الوضوح». ومن الناحية التنفيذية، يتمثل ذلك في بناء بنية تحتية جيدة لذكاء المدينة، عبر خطوات رئيسية تشمل: (١) اختيار مجالات مفتاحية لـ «حصر معطياتها»: البدء بقطاع النقل - على غرار مدينة هانغتشو - عبر «إحصاء المركبات» و«إحصاء مواقف السيارات» أولًا، والاستشعار اللحظي لـ «حجم الحركة الفعلي على الطرق»؛ وجرد الموارد الرئيسية، ورصد تدفقات وفواقد المياه والكهرباء والطاقة. (٢) بناء منصة بيانات على مستوى المدينة: تجميع «المعطيات الأساسية» التي تم حصرها من مختلف الإدارات والمجالات في منصة موحدة. ولا يعني هذا مجرد نقل ميكانيكي للبيانات، بل جعل البيانات اللحظية معيارية، ومندمجة، وقابلة للحوسبة. (٣) تجهيز البنية التحتية للحوسبة: الاستفادة القصوى من البنية التحتية القائمة أولًا، ثم بناء مراكز الحوسبة السحابية ومراكز البيانات بشكل مدروس وعند الضرورة، لتصبح خدمة أساسية عامة مثل شبكة الكهرباء، توفر الطاقة اللازمة لمعالجة الكميات الهائلة من البيانات.

المرحلة الثالثة: التحفيز بالسيناريوهات والحوكمة الشاملة

تساعد السيناريوهاتُ «ذكاءَ المدينة» على صقل قدراته عبر الممارسة العملية، وحل المشكلات المستعصية على الحوكمة التقليدية. وبناءً على ما تم حصره من معطيات، يتم اختيار السيناريوهات التي تمثل «نقاط الألم» الأكثر إلحاحًا للمواطنين والتي تتطلب تعاونًا عابرًا للإدارات لإحداث اختراق نوعي، مما يتيح لـ «الذكاء» في السيناريوهات المصغرة إثبات قيمة الحوكمة الذكية الشاملة. يتم اختيار سيناريوهات مرجعية، مثل «علاج الازدحام»، و«العلاج أولًا والدفع لاحقًا»، و«المغادرة أولًا والدفع لاحقًا». والقاسم المشترك بين هذه السيناريوهات هو أنها تتطلب تداخل عدة إدارات، وتتسم بتعقيد الإجراءات، لكنها تحقق شعورًا قويًا بالرضا لدى المواطنين. ثم يأتي دور تدفق البيانات لقيادة إعادة هندسة تدفق الأعمال؛ ومثال ذلك سيناريو «تسجيل الدخول الفندقي في ٣٠ ثانية» في هانغتشو الذي حقق إعادة هندسة للعمليات بتعاون حكومي-تجاري، مما رفع كفاءة الخدمة وتجربة المستخدم بشكل ملحوظ. وكذلك مدينة نانتشانغ التي ألغت قيود المرور بعد حصر المعطيات المرورية للمدينة بالكامل، لتقدم نموذجاً للحوكمة الذكية الشاملة؛ فلم يعد الأمر مجرد تحسين لتقاطع مروري، بل حوكمة منهجية قائمة على استيعاب الديناميكيات الكلية لمرور المدينة.

المرحلة الرابعة: انبثاق الذكاء وتشكيل الحضارة

في هذه المرحلة، يتم الانتقال نحو الشكل المتقدم لـ «ذكاء المدينة». فعندما تصبح قاعدة البيانات صلبة بما يكفي، ويغدو التعاون بين الإدارات ممارسة طبيعية، يبدأ ذكاء المدينة بمفهومه الشامل في «الانبثاق»، متجهًا في النهاية نحو هدف التنمية المقتصدة في الموارد. (١) من «الحوكمة» إلى «التحسين»: لا يكتفي النظام بحل المشكلات الآ نية، بل يبدأ في التنبؤ والتحسين الشامل. على سبيل المثال، يمكن للنظام محاكاة التأثيرات المركبة لأي سياسة جديدة على المرور والبيئة والاقتصاد بشكل استباقي، مما يدعم اتخاذ قرارات علمية. (٢) من «التحسين» إلى «التمكين»: يتحول ذكاء المدينة إلى منصة مفتوحة لا تخدم الحكومة فحسب، بل تمكن الشركات والمواطنين أيضًا. فيمكن لرواد الأعمال تطوير تطبيقات جديدة باستخدام بيانات النقل المفتوحة؛ ويمكن للمواطنين الحصول على نصائح مخصصة للتنقل والصحة والمعيشة. (٣) آ لية الثقة وتشكيل الحضارة الرقمية: من خلال ذكاء المدينة، تنشأ ثقة متبادلة بين الحكومة والمواطنين والشركات؛ فثقة الحكومة تولد رصيدًا ائتمانيًا للمواطن، ورصيد المواطن هو جوهر حضارة المدينة. وتطبيقات مثل «العلاج أولًا والدفع لاحقًا» تبني في الواقع مجتمعًا قائمًا على الثقة المستندة إلى البيانات. وعندما تصبح الثقة هي «مادة التشحيم» لعمل المجتمع، تنخفض تكاليف المعاملات بشكل كبير، ويرتقي مستوى التحضر، لتمضي المدينة قدمًا في مسار تنمية مستدامة



الشكل ٣-٤: مراحل بناء "ذكاء المدينة" والإجراءات الرئيسية

المصدر: رسمه المؤلف

عالية الجودة و«مقتصدة في الموارد».

وبغض النظر عن الموارد المتاحة أو المرحلة التنموية، فإن تطور أي مدينة نحو «ذكاء المدينة» يتبع في جوهره مساراً يتسلسل كالتالي: «رؤية مشتركة← تأسيس قاعدة البيانات ←التحقق عبر السيناريوهات ← تشكيل الحضارة». ويتطلب ذلك من بناة المدن امتلاك رؤية مشتركة لدمج التكنولوجيا بعمق في هيكل الحوكمة، فالهدف النهائي ليس بناء «مدينة للآلات» تتسم بالبرود، بل العودة إلى جوهر المدينة: بصفتها «مجتمع حياة» يمكّن البشر من التجمع والعيش معًا بشكل أكثر كفاءة وسعادة واستدامة (الشكل ٣-٤).

٢,٣,٣ الهيكلية والتقنيات الرئيسية لـ «ذكاء المدينة»

تتشكل هيكلية «ذكاء المدينة» من بناء عضوي منهجي يجمع بين البيانات، والنماذج، والقوة الحسابية. وتمتلك هذه الهيكلية القدرة على تحويل موارد البيانات والقدرات التقنية - التي كانت مشتتة سابقًا بين مختلف الإدارات والأنظمة - إلى قدرات خدمة عامة مستقرة موجهة لسيناريوهات الحوكمة المعقدة، مثل النقل والطاقة والبيئة والطوارئ. وبهذا، ترتقي بكفاءة تخصيص الموارد وفعالية الحوكمة ومستوى الرفاه الاجتماعي على نطاق المدينة بشكل منهجي. وتُرسي هذه الهيكلية الشاملة - الممتدة من «مرافق القوة الحسابية ← شبكة البيانات ← المحرك الذكي ← وصولًا إلى السيناريوهات» - الأساس الجوهري لانتقال «ذكاء المدينة» من مجرد قدرة تقنية إلى قدرة حوكمية (الشكل ٣-٥).

تُعد مرافق القوة الحسابية القوة الإنتاجية التحتية وحدود القدرات لتشغيل «ذكاء المدينة». فمن ناحية،

المشهد الشامل لتقنيات "الذكاء الاصطناعي + المدينة"		
المجالات	التقنيات الأساسية	القدرات المحورية
مرافق القوة الحسابية	جدولة القوة الحسابية على مستوى المدينة خدمات الحوسبة السحابية الهيكلية غير المتجانسة للقوة الحسابية كوكبات الحوسبة، ومنصات القوة الحسابية، ومراكز الحوسبة الفائقة	حوسبة مستمرة متصلة بالإنترنت على مستوى المدينة قدرات المحاكاة والاستنتاج واسعة النطاق قدرات معالجة تدفقات البيانات متعددة المصادر
الرصد الحضري	الرصد الفضائي (الاستشعار عن بُعد عبر الأقمار الصناعية) الرصد الأرضي / القريب من الأرض (الفيديو والإدراك متعدد الوسائط) الاستشعار الاجتماعي (بيانات إشارات الهاتف المحمول، المرور، المدفوعات، إلخ)	الانتقال من «رصد مدينة مفردة» إلى «رصد قابل للنقل عبر المدن» الانتقال من «المراقبة الثابتة» إلى «رسم الخرائط التطورية الديناميكية» الانتقال من «الاستشعار النقطي» إلى «استشعار المجال المستمر»
محور البيانات	الدمج الدلالي ونمذجة المعرفة دمج البيانات الزمانية-المكانية للمدينة دمج البيانات غير المتجانسة ومتعددة المصادر محاذاة البيانات متعددة الوسائط، وتضمينها، وتمثيلها الموحد	اتساق إدراكي عابر للإدارات وفق مبدأ «منظومة دلالية واحدة» منظومة مؤشرات حضرية موحدة وفق مبدأ «مجموعة بيانات واحدة» خريطة أساسية لتشغيل المدينة وفق مبدأ «خريطة واحدة»
المحرك الذكي	أنظمة اتخاذ القرار متعددة الوكلاء (Multi-agent) نماذج الاستنتاج الديناميكي للمدينة نماذج الإدراك الثابت للمدينة النماذج الأساسية للمدينة (النماذج اللغوية الضخمة، النماذج متعددة الوسائط)	الموازنة بين أهداف متعددة (الكفاءة - العدالة - الأمان - خفض الكربون) المقارنة بين البدائل المتعددة وتحسينها استنتاج السيناريوهات والمحاكاة الاستباقية للمخاطر
خدمات السيناريوهات	فئة الخدمات العامة (الرعاية الصحية، التعليم، السياحة الثقافية، إلخ) فئة التشغيل الحضري (المرور، الطاقة، إلخ) فئة التخطيط الحضري (المرونة، خفض الكربون، إلخ)	تقديم خدمات دقيقة ومخصصة تتمحور حول الإنسان قدرات حوكمة شاملة عالية الكفاءة في استهلاك الموارد تشكيل حلقة مغلقة من: «الإدراك - المعرفة - القرار - التنفيذ - التغذية الراجعة»
الضمانات الأمنية	أمن الحوكمة (المراجعة الأخلاقية للذكاء الاصطناعي، تتبع مسؤولية القرارات، إلخ) أمن الأنظمة (الحوسبة الموثوقة، أمن المنصات السحابية، إلخ) أمن النماذج (اكتشاف تحيز النماذج وتصحيحه، الحماية من الهجمات التخاصمية، إلخ) أمن البيانات (إزالة حساسية البيانات/إخفاء الهوية، مساحات البيانات الموثوقة، إلخ)	-إيلاء أهمية متساوية لـ «التكنولوجيا من أجل الخير» و«الحوكمة من أجل الخير» الوقاية من «خروج الذكاء عن السيطرة» منع «الصناديق السوداء» للخوارزميات والنماذج منع تسريب البيانات وإساءة استخدامها

الشكل ٣-٥: المشهد الشامل لتقنيات "الذكاء الاصطناعي + المدينة"

المصدر: من إعداد المؤلف

يعتمد تدريب النماذج الأساسية للمدينة، والتحليل المترابط عبر الإدارات، والاستنتاج طويل المدى، على قدرات معالجة جماعية مركزية ومستقرة وواسعة النطاق. ومن ناحية أخرى، تتطلب سيناريوهات مثل تحسين إشارات المرور، وجدولة الطوارئ، وتنظيم أحمال الطاقة، قدرات استدلال آني ذات زمن استجابة منخفض للغاية يصل إلى مستوى الثانية أو حتى الملي ثانية (Millisecond)، مما يفرض تحديات جديدة على أنظمة الحوسبة الحضرية. لذا، ينبغي لمنظومة الحوسبة الحضرية تبني هيكلية تعاونية طبقية، مدعومة بنظام موحد لجدولة الموارد وإدارة كفاءة الطاقة. وعلى صعيد الحوكمة، يجب بالتزامن إنشاء «مجمع حوسبة عام»، ووضع قواعد شفافة للتوزيع، وآليات للمساعدة المتبادلة في القدرات الحسابية بين المناطق، مع إعطاء الأولوية لسيناريوهات الطوارئ العامة وسبل العيش والتشغيل الأساسي، للحيلولة دون أن يؤدي تفاوت القوة الحسابية إلى توسيع الفجوة الرقمية بين المدن.

وتمثل شبكة البيانات حجر الزاوية الرقمي الذي يمكّن المدينة من «حصر المعطيات الأساسية» وتحقيق تحسين شامل للحوكمة. ورغم تراكم بيانات ضخمة «غير متجانسة ومتعددة المصادر» في المدن الحديثة - تشمل الاستشعار عن بعد عبر الأقمار الصناعية، والاستشعار الأرضي والقريب من الأرض، والاستشعار المتنقل والاجتماعي، والبيانات الحكومية والإحصائية - إلا أن قيمتها الحوكمية تتوقف على مدى إمكانية تحويلها إلى منظومة أصول بيانات موحدة تتسم بأنها «قابلة للحساب، وقابلة للتشغيل البيني، وقابلة للحوكمة». ولتحقيق ذلك، يجب بناء منصة بيانات على مستوى المدينة، تُشكل بنية تحتية تتضمن إدارة موحدة للبيانات الوصفية، وفهرسة زمانية - مكانية، ومعالجة متكاملة للدفقات والدفعات. وتُبنى فوق هذه البنية «طبقة التشغيل البيني الدلالي» التي تشمل أنطولوجيا المدينة، والرسوم البيانية المعرفية، والتضمين الدلالي الزماني - المكاني لدمج العناصر الجوهرية كالنقل والطاقة والبيئة والأراضي والسكان ضمن إطار دلالي موحد، مما يخفض بشكل ملموس من «تكاليف الاحتكاك» عند دمج البيانات والتحليل المشترك عبر الإدارات.

ويُعتبر المحرك الذكي القائم على نماذج الذكاء الاصطناعي هو المفتاح الجوهري لانتقال المدينة من مرحلة «القابلية للاستشعار» إلى مرحلة «القابلية للإدراك والاستنتاج واتخاذ القرار». وسيتألف محرك ذكاء المدينة في النهاية من منظومة تعاونية تضم طيفًا متنوعًا من النماذج، وتشمل تحديدًا: أولًا، نماذج الإدراك الفيزيائي متعدد الوسائط: لتوحيد التمثيل والتضمين الزماني-المكاني لبيانات الاستشعار عن بعد والفيديو وغيرها. ثانيًا، نماذج إدراك السلوك الاجتماعي: لرسم صورة دقيقة لتدفقات السكان وخياراتهم السلوكية واستجاباتهم للطلب. ثالثًا، نماذج الاستنتاج الديناميكي: لتحقيق التنبؤ قصير المدى، والمحاكاة المترابطة عبر الأنظمة، والتقييم المضاد للواقع. رابعًا، نماذج المعرفة الحضرية: لاستخلاص المعرفة الخبيرة بكفاءة من اللوائح والمعايير والخطط الحالية للمدينة.

ويتطلب التشغيل الموثوق طويل الأمد لـ «ذكاء المدينة» وجود «ضمانة مزدوجة» قوامها المنظومة الأمنية والمنظومة القانونية. على صعيد المنظومة الأمنية: يجب بناء هيكلية أمنية تغطي «السلسلة الكاملة» التي تشمل (البيانات - النماذج - القوة الحسابية - التطبيقات - الأفراد)، مع تعزيز منهجي لأمن البيانات وحماية الخصوصية، وأمن الخوارزميات والنماذج، وسلامة البنية التحتية والموارد الحسابية الحيوية، فضلًا عن الأمن السيبراني ومرونة النظام أثناء التشغيل التعاوني بين الإدارات. على صعيد المنظومة القانونية: يجب بالتوازي استكمال القواعد القانونية والأطر المؤسسية المتوائمة مع «ذكاء المدينة»، لتوضيح حدود الملكية للبيانات والنماذج، وتحديد مسؤوليات الاستخدام وآليات المساءلة، وترسيخ مبدأ أولوية المصلحة العامة. كما يتعين إدراج متطلبات شفافية الخوارزميات وقابليتها للتفسير والتدقيق ضمن الإجراءات القانونية، والعمل - من خلال التفويض التشريعي والمعايير الفنية والرقابة المستمرة - على منع «الصناديق السوداء التقنية» من تقويض شرعية

القرارات العامة وعدالتها وإمكانية تتبع المسؤولية فيها. فالتقدم المتزامن في مساري الأمن وسيادة القانون هو السبيل الوحيد لضمان حصول «ذكاء المدينة» على دعم بيئة مؤسسية مستقرة وجديرة بالثقة ومستدامة، بالتوازي مع رفع الكفاءة.

٣,٣,٣ دليل الإجراءات الرئيسية

الإجراء ١: وضع خطة شاملة وإطار عمل مرحلي للتنفيذ

ينبغي أولًا صياغة خطة منهجية واستشرافية تهدف إلى تحقيق الحوكمة الحضرية الشاملة عبر «ذكاء المدينة». ويجب أن تحدد هذه الخطة الرؤية والأهداف ومسارات التنفيذ لتطوير ذكاء المدينة، بما يوفر توجيهًا استراتيجيًا لتنفيذ «الخطة الحضرية الجديدة» للأمم المتحدة وهدف التنمية المستدامة الحادي عشر: SDG11 (مدن ومجتمعات محلية مستدامة). يجب أن تتخذ الخطة من «الحوكمة الشاملة» مفهومًا جوهريًا لها، لكسر قوالب التفكير التقليدية القائمة على عزل القطاعات، والنظر إلى المدينة ككيان عضوي واحد تجري هندسته وتصميمه بشكل متكامل. وتفصيلًا، يمكن بناء منظومة تخطيط وفق صيغة «١ + ٣ +X»: «١ » يرمز إلى «خطة شاملة واحدة للحوكمة الحضرية المتكاملة»، تحدد التوجه العام والمؤشرات الجوهرية للتحول الذكي. «٣ » تشير إلى ثلاثة أهداف مرحلية مترابطة ومتدرجة: «السيناريوهات الأساسية»، ثم «السيناريوهات الشاملة»، وصولًا إلى «ذكاء المدينة» (الجدول ٣-١)؛ مع تحديد المهام الرئيسية لكل مرحلة لضمان مواءمة تطور ذكاء المدينة مع مسار التنمية المستدامة. «X» تمثل فئات متعددة من حلول الحوكمة القائمة على السيناريوهات، تغطي مجالات محددة كالنقل والطاقة والبيئة والخدمات العامة، بما يضمن صياغة خطة تتسم بالشمولية والقابلية للتنفيذ في آ ن واحد.

الإجراء ٢: اتخاذ بناء البنية التحتية الذكية ركيزةً أساسية للعمل

تمثل البنية التحتية الذكية الأساس الذي تقوم عليه منظومة البيانات والنماذج والقوة الحسابية للحوكمة الشاملة، ويجب دفع عملية بنائها بشكل منهجي وتطويرها بشكل تعاوني. وبالنظر إلى تجربة مدينة شنغهاي في بناء منصتي «الخدمة الحكومية الموحدة عبر الإنترنت» و«الإدارة الحضرية الموحدة»، نجد أن التركيز في المرحلة الأولية انصب على وضع معايير موحدة لتبادل البيانات وآ ليات لتنسيق الأعمال، تلاها الربط التدريجي لأنظمة الأعمال في مختلف الدوائر، وصولًا إلى تشكيل شبكة تعاونية تغطي كافة مجالات حوكمة المدينة. وفي هذا السياق، ينبغي دفع بناء البنية التحتية الأساسية بالتوازي في ثلاث مسارات. أولها هو شبكة البيانات: عبر إنشاء فهرس لموارد البيانات على مستوى المدينة وآ لية للمشاركة، لكسر حواجز البيانات بين القطاعات. ثانيها هو المحرك الذكي: عبر بناء النماذج الأساسية للمدينة ومكتبات النماذج المتخصصة، لتشكيل قدرات «النموذج كخدمة (MaaS) «. ثالثها هو مرافق القوة الحسابية: عبر بناء شبكة حوسبة موزعة لتلبية احتياجات الحوسبة في مختلف السيناريوهات. ومن الأهمية بمكان التأكيد على ضرورة تجنب بناء البنية التحتية الذكية «لمجرد البناء»؛ بل يجب أن يكون موجَّهًا باحتياجات سيناريوهات التطبيق الفعلية. فمن خلال تبني دورة إيجابية قوامها: «تحفيز الطلب ـ بناء القدرات ـ تعميق التطبيقات»، نضمن مواءمة بناء البنية التحتية مع متطلبات الحوكمة الحضرية، مما يحقق التحول من «الاندفاع التقني» إلى «الاندفاع بالطلب»، ويوفر ركيزة صلبة للحوكمة الحضرية الشاملة.

الإجراء ٣: التحفيز بالسيناريوهات لاستكمال البنية التحتية الذكية ومنظومة الحوكمة

يمثل «السيناريو» نقطة الانطلاق العملية لتطور ذكاء المدينة؛ لذا يجب اتخاذ رفع كفاءة سيناريوهات الحوكمة المحددة ركيزةً أساسية لدفع استكمال البنية التحتية الذكية وإعادة صياغة منظومة الحوكمة. فمن خلال اختيار سيناريوهات نموذجية - مثل الازدحام المروري، ورعاية المسنين في المجتمعات، وطوارئ مكافحة الفيضانات - يمكن

الجدول ٣-١: مسار تطور ذكاء المدينة

المرحلة	السمات الرئيسية	المؤشرات الجوهرية
السيناريوهات الأساسية	اتخاذ سيناريوهات محددة كنقطة انطلاق، وبناء تقنيات ذكية على مستوى السيناريو مدفوعة بمتطلبات المهام.	لتشكل الأولي لشبكة البيانات والمحرك الذكي لسيناريوهات محددة، حيث يتخذ المحرك بشكل أساسي شكل «نماذج القطاعات المتخصصة» لدعم الضبط الدقيق لكل سيناريو.
السيناريوهات الشاملة	تمثل فترة انتقالية حاسمة لتطور ذكاء المدينة، تهدف إلى دمج قدرات الحوكمة المشتتة والقائمة على السيناريوهات في حلول نظامية شاملة على مستوى المدينة.	تشكّل شبكة بيانات ومحرك ذكي مشترك بين سيناريوهات متعددة؛ حيث يعتمد المحرك الذكي هيكلية مندمجة قوامها «النموذج التأسيسي للمدينة + نماذج السيناريوهات المتعددة».
ذكاء المدينة	وصول ذكاء المدينة إلى مرحلة النضج، حيث تمتلك المدينة قدرة التطور الديناميكي ككائن عضوي، وتستطيع تحقيق تخصيص شامل ومنهجي للموارد بكفاءة عالية.	اكتمال بناء شبكة بيانات المدينة والمحرك الذكي، وتشكيل قدرة تكاملية قائمة على منظومة «النموذج التأسيسي للمدينة + نماذج المجالات المتعددة».

التحقق من الأثر الفعلي للتقنيات الذكية وتحديد مكامن القصور، ومن ثم دفع بناء المرافق والابتكار المؤسسي بشكل هادف. وتعد تجربة مدينة نانتشانغ في «إلغاء قيود السير» نموذجًا بارزًا؛ إذ استبدلت المدينة سياسات التقييد التقليدية بوسائل ذكية، وأدركت خلال التشغيل أن تحسين الإشارات المرورية وحده لا يكفي للتعامل مع ظروف الطرق المعقدة؛ مما دفعها إلى إشراك المواطنين عبر خاصية «التصوير الفوري» في تطبيق «iNanchang»، ودمج بيانات قطاعات المرور والأمن العام والأرصاد الجوية لبناء منظومة استشعار للحالة المرورية على مستوى المدينة. ولم يسهم ذلك في رفع كفاءة الحوكمة فحسب، بل دفع أيضًا نحو التنسيق بين الإدارات وإعادة هندسة الإجراءات. وبالمثل، تطورت «موجة المرور الخضراء» في هانغتشو من التوقيت الثابت إلى الضبط الديناميكي اللحظي، مما فرض تحسينًا مستمرًا لشبكات الاستشعار المروري وقدرات الخوارزميات. ويجب أن تقترن السيناريوهات الأساسية بآلية تقييم علمية تُشكل حلقة مغلقة من «التطبيق - التقييم - التحسين»، لضمان أن يظل البناء متمحورًا حول الاحتياجات الحقيقية تحت شعار: «البناء عبر الاستخدام، والتطوير عبر الأثر».

وبعد تحقيق نتائج ملموسة في السيناريوهات الفردية، يتعين على المدينة المضي قدماً نحو «الارتقاء المنهجي» من مستوى «السيناريو» إلى مستوى «المشهد الشامل» ويكمن المفتاح هنا في دمج السيناريوهات وبناء آليات لمشاركة البيانات وتنسيق الأعمال عابرة للمجالات. تقنيًا، ينبغي الاعتماد على «المحرك الذكي» لتحقيق الترابط بين بيانات السيناريوهات المتعددة وقدرات اتخاذ القرار؛ فعلى سبيل المثال، يمكن التنسيق بين

قطاعي النقل والطاقة لتحسين شبكات الشحن، أو الربط بين خطط طوارئ الارتفاع الشديد في درجات الحرارة والتخطيط الحضري لتحسين التوزيع المكاني. حوكميًا، يجب إعادة هيكلة إجراءات التعاون العابر للإدارات، ودفع الحوكمة التعاونية القائمة على حل المشكلات. ومثال ذلك نظام «الإدارة الموحدة عبر شبكة واحدة» في شنغهاي، الذي توسع من إدارة الشبكات المحلية إلى منظومة تعاونية ثلاثية المستويات (مركز إدارة تشغيل المدينة - مركز القيادة على مستوى المنطقة - محطات العمل على مستوى الشوارع والبلدات) تغطي أكثر من ٣٠ دائرة حكومية، مما يجسد التحول من إدارة السيناريوهات المنفردة إلى حوكمة المشهد الحضري الشامل. وخلال هذه العملية، يجب التمسك بمبدأ «المعايير أولًا» لتوحيد قواعد البيانات والإجراءات، مع ترسيخ النهج المتمحورة حول الإنسان عبر تصميم إجراءات خدمية متكاملة عابرة للسيناريوهات تلبي احتياجات المواطنين والشركات، مثل خدمة «بدء نشاط تجاري في خطوة واحدة». ومن خلال هذا التطور التعاوني من السيناريو إلى المشهد الشامل، ستتمكن المدينة تدريجياً من بناء قدرة حوكمية منهجية ومتكاملة، وتحقيق تحول جذري من «الإدارة المجزأة» إلى «الحوكمة العضوية الشاملة».

الإجراء ٤: بناء منظومة للأمن والضمانات القانونية لـ «ذكاء المدينة»

مع تصاعد مستوى الذكاء في المدن، تزداد المخاطر الأمنية تعقيدًا وتنوعًا؛ مما يحتم بناء منظومة أمنية شاملة ومتعددة المستويات. ويجب دفع هذه المنظومة بتآزر عبر بُعدين أساسيين: «التكنولوجيا من أجل الخير» و«الحوكمة من أجل الخير»، لتحقيق هدف التنمية المتمثل في بناء بيئة «تتمحور حول الإنسان، وتتسم بالأمان والموثوقية».

فعلى صعيد «التكنولوجيا من أجل الخير»، ينبغي التركيز على تعزيز الأمن في ثلاثة مجالات رئيسية: البيانات، والخوارزميات، والأنظمة. ففيما يخص البيانات، يجب حماية المعلومات الحساسة عبر تصنيف البيانات وتحديد درجات سريتها وإدارة دورة حياتها بالكامل، مع استكشاف «مساحات بيانات موثوقة» وآليات لمشاركة البيانات تحت مظلة رقابية. وفيما يخص الخوارزميات، تجب الوقاية من التحيز والتمييز عبر رفع مستوى شفافية الخوارزميات وقابليتها للتفسير، وإجراء عمليات تدقيق للخوارزميات الحيوية. أما على مستوى الأنظمة، فيُعزز الأمن الشامل من خلال الحماية متعددة المستويات للشبكات والبنى التحتية، مع إدراج بيئات الاختبار المعزولة والاختبارات المرجعية. وعلى صعيد «الحوكمة من أجل الخير»، يتعين إرساء آليات محكمة للمراجعة الأخلاقية، والمشاركة المجتمعية، والرقابة والمساءلة؛ لضمان توافق التطبيقات الذكية مع القيم الاجتماعية والمبادئ الدولية لحقوق الإنسان. وفي الوقت ذاته، يجب دفع التعاون الأمني العابر للقطاعات والمجالات، للارتقاء بقدرات التحديد المبكر للمخاطر، والإنذار المبكر، والتعامل السريع معها. وقد أشار التقرير الصادر عن الأمم المتحدة في سبتمبر ٢٠٢٤ بعنوان «حوكمة الذكاء الاصطناعي من أجل الإنسانية (Governing AI for Humanity)» [١١٣] إلى ضرورة استناد حوكمة الذكاء الاصطناعي إلى ميثاق الأمم المتحدة والقانون الدولي لحقوق الإنسان وغيرها من الالتزامات الدولية المتفق عليها (مثل أهداف التنمية المستدامة). كما أكد التقرير أن آليات المشاركة المجتمعية تضمن حق المواطنين في المعرفة والمشاركة في القرارات الذكية، مما يعزز الثقة المجتمعية ويجسد مبدأ «المشاركة الشاملة».

وتُمثل الضمانات القانونية حجر الزاوية المؤسسي للتحول الذكي والحوكمة الشاملة للمدينة؛ فهي لا توفر بيئة مستقرة للابتكار التقني فحسب، بل تقدم أيضاً السند المعياري لكسر «جزر البيانات المنعزلة» وتوضيح الصلاحيات والمسؤوليات، مما يضمن الالتزام بالتوجه القيمي المتمثل في «محورية الإنسان والأمان والموثوقية». ويُعد الأثر الملموس لتطبيق «لائحة هانغتشو لتعزيز تمكين (عقل المدينة) للحوكمة الحضرية» دليلاً قاطعاً على الدور المحوري للضمانات القانونية في الحوكمة الحضرية الشاملة (الشكل ٣-٦). ففي ظل التوجيه والتقنين الذي وفرته هذه اللائحة، حقق

لائحة هانغتشو لتعزيز تمكين عقل المدينة للحوكمة الحضرية

(أُقرت في الاجتماع الثلاثين للجنة الدائمة لمجلس نواب الشعب لبلدية هانغتشو في دورته الثالثة عشرة بتاريخ ٢٧ أكتوبر ٢٠٢٠، وصُودق عليها في الاجتماع الخامس والعشرين للجنة الدائمة لمجلس نواب الشعب لمقاطعة تشجيانغ في دورته الثالثة عشرة بتاريخ ٢٧ نوفمبر ٢٠٢٠)

المادة الأولى: صِيغت هذه اللائحة استنادًا إلى القوانين واللوائح ذات الصلة، ومراعاةً للواقع الفعلي للبلدية، بهدف تعزيز وتنظيم عمل "عقل المدينة" في تمكين الحوكمة الحضرية، وحماية الحقوق والمصالح المشروعة للمواطنين والشخصيات الاعتبارية والمنظمات الأخرى، ودفع عجلة الابتكار في وسائل وأنماط ومفاهيم الحوكمة، فضلًا عن دفع عملية التحديث لمنظومة وقدرات الحوكمة الحضرية، وبناء مدينة ذكية من طراز جديد.

المادة الثانية: تسري أحكام هذه اللائحة على أعمال تمكين "عقل المدينة" للحوكمة الحضرية والأنشطة ذات الصلة داخل النطاق الإداري لهذه البلدية.

المادة الثالثة: يُقصد بـ "عقل المدينة" في هذه اللائحة؛ المنظومة الرقمية والبنية التحتية الحضرية الحديثة التي تتألف من عناصر تشمل: المحور المركزي، والأنظمة والمنصات، وقمرات القيادة الرقمية، وسيناريوهات التطبيق. وتستند هذه المنظومة وتُدعم بـ: البيانات، والقوة الحسابية، والخوارزميات، وتوظف تقنيات حديثة مثل البيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، وسلاسل الكتل، بهدف الدفع نحو تحقيق التحديث الشامل والمكاني والعملياتي لمنظومة وقدرات الحوكمة الحضرية.

المادة الرابعة: يجب أن يسترشد عمل "عقل المدينة" في تمكين الحوكمة الحضرية بمبادئ: التخطيط المنسق، والبناء المتكامل (المكثف)، وتسهيل الخدمات للمواطنين والشركات، والدفع بالابتكار، والحوكمة الذكية الشاملة، والأمن وإمكانية التحكم.

المادة الخامسة: يتعين على الحكومة الشعبية للبلدية تعزيز القيادة والتنسيق لعمل "عقل المدينة" في تمكين الحوكمة الحضرية، وإدراجه ضمن خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية الوطنية، ودراسة وصياغة السياسات ذات الصلة.

وتتولى الحكومات الشعبية على مستوى الأحياء والمقاطعات (المدن) مسؤولية دفع وتنسيق عمل "عقل المدينة" في تمكين الحوكمة الحضرية داخل نطاقها الإداري.

.....

الشكل ٣-٦: اللائحة المحلية "لائحة هانغتشو لتعزيز تمكين عقل المدينة للحوكمة الحضرية"

المصدر: الموقع الإلكتروني لمجلس نواب الشعب لبلدية هانغتشو www.hzrd.gov.cn

«عقل المدينة» في هانغتشو ثلاثة تحولات كبرى. أولها هو التحول من «المشاركة الطوعية لبيانات الإدارات» إلى «التعاون القانوني الإلزامي»، حيث كُسرت الحواجز بين القطاعات بقوة القانون، ليتحول

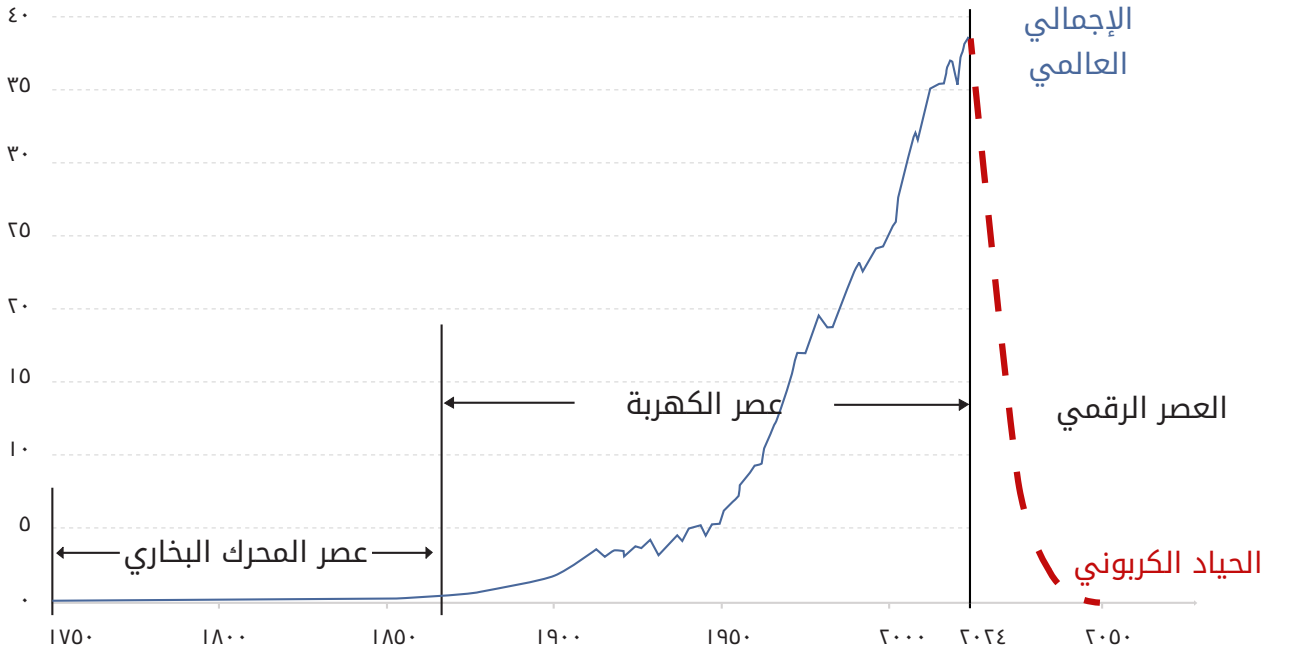
تضافر البيانات من خيار «متروك للرغبة» إلى إجراء «إلزامي التنفيذ». ثانيها هو التحول من «الابتكار المدفوع بالتكنولوجيا» إلى «الابتكار المدعوم بالضمانات المؤسسية»، مما وفر بيئة تنظيمية مستقرة لعملية التطوير والتحديث المستمر لـ «عقل المدينة». ثالثها هو التحول من «الإدارة الحكومية أحادية الاتجاه» إلى «الحوكمة التشاركية متعددة الأطراف»، وذلك من خلال التحديد الواضح لحقوق ومسؤوليات جميع الأطراف، وتأسيس إطار قانوني يضمن المشاركة الفاعلة للحكومة والشركات والمواطنين في حوكمة المدينة معًا.

٤,٣ الآفاق المستقبلية لـ «ذكاء المدينة»

في إطار الأمم المتحدة، بات الذكاء الاصطناعي والتغير المناخي العالمي يمثلان قضيتين جوهريتين على الأجندة الدولية، ويرتبط «ذكاء المدينة» ارتباطًا وثيقًا بكلا الملفين. يوضح الرسم البياني أعلاه بمنحناه الأزرق الداكن النمو الأسي للانبعاثات الكربونية العالمية منذ خمسينيات القرن الماضي (وهي طفرة لم تنجم عن الثورة الصناعية المبكرة حيث كان استهلاك الموارد محدودًا حينها، بل ترافقت مع تسارع عمليات «الكهربة»). وتشير الذروة في الرسم إلى هدف الصين لبلوغ ذروة الانبعاثات بحلول عام ٢٠٣٠، بينما يحدد الخط الأحمر عتبة الانبعاثات لتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام ٢٠٥٠ أو ٢٠٦٠ (الشكل ٣-٧). وتُظهر البيانات التاريخية أن معظم الاختراقات التكنولوجية في القرن الماضي فاقمت من استهلاك الموارد والانبعاثات الكربونية؛ إلا أن العقود الثلاثة أو الأربعة القادمة تفرض علينا تحديًا صارمًا يتمثل في تحقيق «صفر انبعاثات» عبر منحنى انحدار أكثر حدة. وهذا يؤكد على إلحاحية التحول؛ فالسبيل الوحيد لكسر النماذج التقنية التقليدية ودفع عملية خفض الانبعاثات بكفاءة - بدلًا من استمرار الأنماط القديمة عالية الانبعاثات - يكمن في التحول الرقمي والتغيير المنهجي الذي يقوده «ذكاء المدينة». وهنا يبرز «تساؤل عقل المدينة» الجوهري: «هل يمكن دعم تنمية حضرية

الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون (الوحدة: مليار طن)

تشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري والانبعاثات الصناعية؛ ولا تشمل الانبعاثات الناتجة عن التغير في استخدام الأراضي



الشكل ٣-٧: العصر الرقمي يمهد الطريق لتحقيق الحياد الكربوني عبر ذكاء المدينة بفضل الاقتصاد في الموارد ورفع الكفاءة

المصدر: رسمه المؤلف استنادًا إلى بيانات موقع "عالمنا في بيانات" (Our World in Data)

عالية الجودة ومستدامة باستخدام ١٠٪ فقط من الموارد الحالية للمدينة؟»؛ حيث يمثل هذا السؤال الطموح والقدرة الكامنة لـ «ذكاء المدينة».

وبالنظر إلى المستقبل، سيتجاوز تطور «ذكاء المدينة» مجرد التحسين التقني البحت، ليدشن ثورة في «نموذج التنمية الحضرية» مدفوعةً جوهريًا بزيادة كفاءة الموارد. ويكمن الهدف الأساسي في توظيف «ذكاء المدينة» لقيادة تنمية مستدامة وشاملة، ومنح المدينة قدرات تشبه الكائنات الحية تتمثل في «الإدراك الشامل، والتآزر الكلي، والتطور الذاتي»، مما يفكك المعضلة التقليدية المتمثلة في «الارتباط الخطي» بين التحضر واستهلاك الموارد. إن تمكين المدينة من امتلاك «عقلها الخاص» واستخدامه لإجراء «إعادة تشكيل رقمي» لعملياتها، سيمكننا من الوصول إلى أقصى درجات التوفير والتخصيص الفعال للموارد على المستوى الكلي. فمن خلال «الركيزة الرقمية» التي تغطي المدينة، ستخضع الموارد التقليدية - كالكهرباء والمياه والنقل والأراضي - لنَمْذَجَة دقيقة ومراقبة لحظية وضبط ديناميكي. إذ لن تعود إشارات المرور مجرد مؤقتات زمنية معزولة، بل ستتحول إلى «عصبونات» تضبط التوازن الديناميكي لتدفقات المرور الكلية؛ ولن يكون استهلاك الطاقة في المباني عبئًا سلبيًا، بل سيصبح مشاركًا نشطاً في التنظيم المرن لشبكة الكهرباء. إن هذه الثورة المنهجية في كفاءة الموارد هي المسار الوحيد لتحرير المدن من قيود «النمو القائم على هدر الموارد»، والانطلاق نحو تنمية عالية الجودة ومستدامة.

وعلى أساس المبادئ العامة والتقنيات المشتركة، يمكن لكل مدينة تشكيل نمطها الخاص من «ذكاء المدينة» وفقًا لاحتياجاتها المميزة. والأهم من ذلك، أن دمج منطق «توفير الطاقة ورفع الكفاءة» مع الأخلاقيات العالمية لـ «الشمول والمشاركة»، سيعزز التنمية التعاونية بين المدن، مما يبشر بتشكل «منظومة بيئية عالمية مفتوحة المصدر لذكاء المدن». وانتقالًا من منظور المدينة كوحدة مستقلة إلى «مدن العالم ككل واحد»، تقع على عاتق المدن الرائدة مسؤولية تقديم خوارزمياتها الذكية المثبتة، وهياكل منصاتها، وخبراتها الحَوْكَمِيَّة، وصولًا إلى البيانات والنماذج والقوة الحسابية، باعتبارها «سلعًا عامة رقمية حضرية» ومشاركتها مع العالم، ولا سيما مع مدن الدول النامية. ستؤدي هذه الخطوة إلى تمكين المدن المتأخرة تنموياً بشكل مباشر، مما يتيح لها اكتساب القدرات الحاسمة لرفع كفاءة مواردها بتكلفة منخفضة وفعالية عالية، وتجنب تكرار مسار «الاستهلاك العالي والتلوث العالي»، لنتكاتف جميعاً في مواجهة أزمة المناخ. وهذا لا يعد مجرد نقل للتكنولوجيا، بل هو خيار أخلاقي يجمع الحكمة الجماعية لتجنب تكرار البناء وهدر الموارد على المستوى العالمي، وحل معضلات التنمية المستدامة. وقد بدأ هذا التغيير بالفعل؛ فمع الانخفاض الكبير في تكاليف تصنيع وتشغيل الأقمار الصناعية، تم ردم الفجوة التقنية بشكل أكبر. ومن المتوقع أن تعتمد منظومات ذكاء المدينة مستقبلًا على منصات أقمار صناعية مشتركة؛ حيث لن تضطر المدن لبناء شبكات رصد أرضية باهظة الثمن بشكل فردي، بل ستحصل على معلومات لحظية عن البيئة والمناخ والبنية التحتية عبر شبكات أقمار صناعية تشاركية، مكتسبةً بذلك «الذكاء القائم على البيانات» بتكلفة حدية منخفضة للغاية. وسيشكل هذا قوة دافعة هائلة لتعميم ومشاركة «ذكاء المدينة».

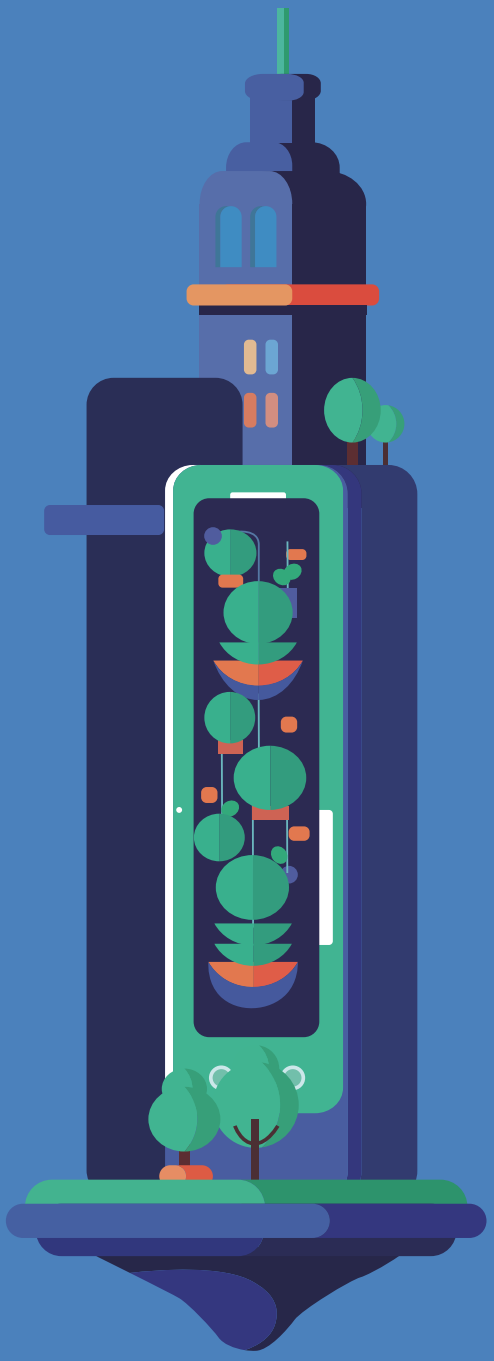
في الختام، إن نجاح مدينة المستقبل التي تتمتع بمستوى عالٍ من «ذكاء المدينة» لن يُقاس بالازدهار الاقتصادي فحسب، بل بتحقيق أقصى قدر من رفاهية السكان وجودة البيئة ومرونة المدينة في ظل الحد الأدنى من استهلاك الموارد لكل وحدة. ستتحول المدينة من مجرد «كيان موضوعي» ضخم يستهلك الموارد، إلى «كيان ذاتي» حيوي قادر على تحسين نفسه والتجدد باستمرار. وهذا يمثل نقطة التحول الرسمية من «الحضارة الحضرية الصناعية» التي تسعى وراء التوسع في الحجم، إلى «حضارة حضرية رقمية» يُعرفها الذكاء، وتُقاس بالرفاه، ويتشاركها جميع البشر.

٠٤

دراسات الحالة

الفصل الرابع: دراسات الحالة

٠٤



يسلط هذا الفصل الضوء على أشكال ومراحل "الذكاء الاصطناعي + المدينة" من خلال ٦ دراسات حالة للمدن و٦ دراسات حالة للسيناريوهات، مع التركيز على المشكلات التي يتعين حلها، والرؤى والأهداف، وإستراتيجيات التنفيذ، بالإضافة إلى استخلاص الدروس المستفادة من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs)، لتقديم إستراتيجيات وحلول صينية للمدن الأخرى في العالم لتعزيز بناء المدن الذكية.

١,٤ دراسات حالة المدن

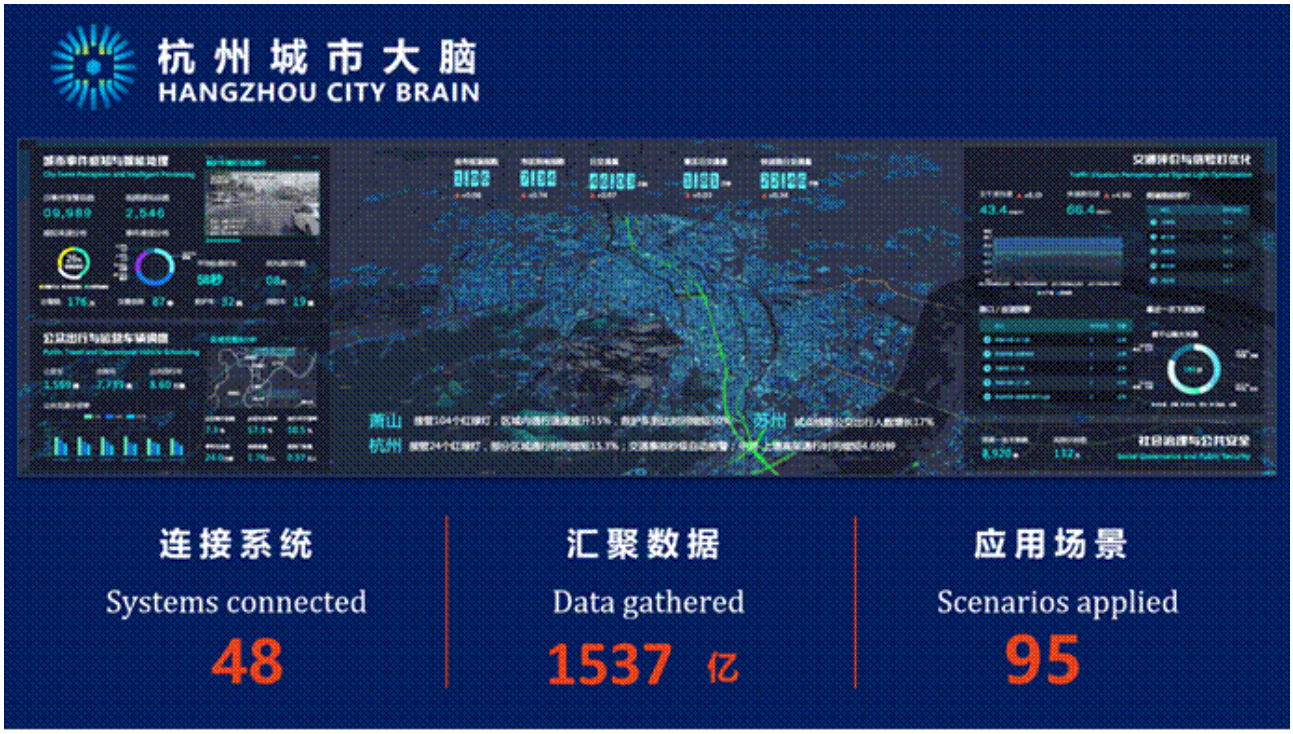
١,١,٤ هانغتشو: دراسة التنمية الحضرية المستدامة استنادًا إلى "عقل المدينة"

(١) المشكلات والخلفية

شرعت مدينة هانغتشو في استكشاف غير مسبوق لإيجاد حلول لمعالجة مشاكل المدن بشكل منهجي بدءا من حل مشكلة الازدحام المروري في عام ٢٠١٦، حيث بلغ إجمالي عدد المركبات المسجّلة في المدينة ٢,٥٩٨ مليون مركبة، وكانت تحتلّ المدينة المركز الأول من حيث عدد المركبات لكل ألف نسمة بين عواصم المقاطعات في الصين، مما جعل هانغتشو واحدة من أكثر المدن ازدحامًا في البلاد. غير أن وسائل إدارة المرور التقليدية لم تكن قادرة على معالجة الازدحام جذريًا. وفي الوقت نفسه، كانت البيانات الحكومية متفرقة، وكانت إدارة المدينة تتسم بطابع تفاعليّ متأخر، فكان من الصعب اكتشاف المخاطر المحتملة في الوقت المناسب، وكان المواطنون يتطلعون إلى حياة حضرية أكثر ذكاء وكفاءة. وفي مواجهة الضغوط الناتجة عن السكان والموارد والبيئة، كانت هانغتشو بحاجة ملحّة إلى مسار جديد للحوكمة قائم على الابتكار المتكامل بين مختلف الجهات، من أجل تحسين كفاءة تشغيل المدينة، وتعزيز خدمات المعيشة، وتحقيق تنمية مستدامة ومنسّقة بين الاقتصاد والبيئة.

(٢) الرؤية المستهدفة

تهدف مدينة هانغتشو إلى بناء "عقل مدينة هانغتشو"، استنادا إلى البيانات الحضرية لإجراء تحليل فوري للمدينة بأكملها، وتخصيص الموارد العامة، وتحسين الحوكمة، وتعزيز التنمية المستدامة. وتتمثل رؤيتها في "مدينة مفكرة، حياة أفضل؛ الاستخدام الأمثل للموارد، الحوكمة الأكثر كفاءة". وتُعرّف "لوائح تعزيز الحوكمة الحضرية لتمكين عقل مدينة هانغتشو" لعام



الشكل ٤-١: مثال على بانوراما المدينة الذي تظهره منصة القيادة الرقمية لعقل المدينة لهانغتشو ١,٠

المصدر: هيئة إدارة موارد البيانات لمدينة هانغتشو

٢٠٢٠ عقل المدينة بأنه "نظام رقمي وبنية تحتية حضرية حديثة تُعزز التحديث الشامل والمتكامل لنظام الحوكمة الحضرية وقدراتها". ومن خلال منصة بيانات عامة ذكية متكاملة، تُحقق المدينة تبادل البيانات، وتُعزز التعاون بين الإدارات، وتُمكّن من تطوير السيناريوهات، وتُتيح التوزيع العلمي والفعال للموارد الحضرية [١١٤].

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

أولاً، بناء البنية التحتية لـ"عقل المدينة"، مع نظام مركزي لتنسيق موارد المدينة بأكملها. التنسيق مع أنظمة البيانات لأكثر من ٥٠ إدارة، وكسر الحواجز، وتحقيق مشاركة البيانات والجدولة الموحدة (الشكل ٤-١). بالاعتماد على نموذج "المنصة + البيانات الضخمة + الذكاء الاصطناعي"، يتحول نمط الإدارة الحضرية إلى الحوكمة التعاونية المعتمدة على البيانات، مما يحسّن استخدام الموارد العامة وكفاءة الحوكمة. تم تلخيص تجربة هانغتشو بعقل المدينة في نص تشريعي قابل لإعادة الاستخدام، وتحقيق "قوة تعزيز" عقل المدينة لحوكمة المدينة من خلال التشريع [١١٥].

ثانيًا، تحسين نموذج التشغيل "الحوكمة الحضرية من جانبي الخدمة الإدارة" بهدف ضمان الكفاءة والاستدامة، يتم تشكيل نموذج الحوكمة من خلال حل مشاكل صغيرة، مع التركيز على بناء قدرات الحكومة على صنع القرارات الذكية وتقديم الخدمات المباشرة. السيناريوهات بمثابة حالات رقمية ملموسة تعكس دور عقل المدينة في حوكمة المدينة. من خلال تنسيق البيانات وتوفير الموارد عبر الإنترنت وإعادة تصميم الإجراءات، يتم بناء نماذج بتطبيقات متعددة لحل المشاكل أو سد المتطلبات، مما يراكم ويعزز قدرات المدينة على الحوكمة باستمرار، ودفع الابتكار في نموذج إدارة المدينة، وبناء نظام خدمة مباشرة بشكل شامل. تم استحداث مفهوم "السيناريو" لأول مرة، واستكشاف مسار عام للحوكمة الرقمية. وتم إنشاء سيناريوهات تطبيقية مثل "خدمة الحكومة الصديقة عبر الإنترنت"، و"السياحة السعيدة"، و"ادفع بعد المغادرة"، و"حوكمة الأحياء"، لتطوير حلول أنظمة الحوكمة الرقمية للمدن الكبرى [١١٦].

ثالثًا، بناء قدرات التحديث لحوكمة المدن الكبرى بالذكاء الحضري. تم تطوير أكثر من ١٠ كيانات ذكية مثل "تشينتشينغ شياو كيو(Qingqin XiaoQ)"، و"هانغ شياو يي(Hang Xiaoyi)"، و"هانغ مينغ شينغ(Hang Minxing)"، والاستمرار في تحسين أساس نظام الحوكمة على شبكة واحدة: عمل الإجراءات على شبكة الإنترنت من أجل بناء مدينة ذات بيئة الأعمال مثلى؛ إدارة المدينة عبر شبكة الإنترنت من أجل بناء المدينة الأكثر أمانًا؛ الحوكمة التشاركية عبر شبكة الإنترنت من أجل تحسين مستوى الخدمات العامة، مما يدفع نحو هيكل نظام أكثر علمية وسيناريوهات تطبيقية أكثر فعالية، وتحقيق التحديث في حوكمة المدن الكبرى.

(٤) النتائج والدروس

بعد ما يقرب من عقد من الممارسة، حقق عقل المدينة لهانغتشو نتائج ملحوظة، بما فيها تقليل الازدحام المروري، حيث ظل مؤشر الازدحام دون تغير تقريبا مع زيادة ملكية المركبات بنسبة ٦٥٪، وتم تحسين التخضير في الطرق الهامة، فحصلت المدينة على جائزة المدينة الذكية العالمية لعام ٢٠٢٤ من حيث التنقل. في مجال السلامة العامة، أصبحت هانغتشو واحدة من أسرع المدن استجابة للحوادث في الصين، حيث خفضت آلية المعالجة السريعة للحوادث وقت الاستجابة من حوالي ٢٠ دقيقة إلى أقل من ٥ دقائق، وتم استبعاد المخاطر مسبقا. تم بناء قاعدة رقمية لسلامة المدينة، وتم إطلاق ٤٥ تطبيقا، وتشكيل مؤشرات معنية للمراقبة. في الخدمات الحكومية، تم ربط البيانات بين القطاعات، وأصبحت خدمات "الزيارة الواحدة لإتمام الإجراءات" و"منصة الخدمات الحكومية الشاملة" رائدة، مما أدى إلى تحسين بيئة الأعمال ورضا المواطنين. في مجال الاقتصاد الرقمي، تم تحفيز وتطوير شركات الذكاء الاصطناعي وخدمات الحوسبة السحابية المحلية، وجذب المواهب الرقمية، ووصلت القيمة المضافة لقطاع الاقتصاد الرقمي المحوري في عام

٢٠٢٤ إلى ٢٨,٨٪ من الناتج المحلي الإجمالي. الأهم من ذلك هو التحول في فكر الحوكمة، من الحوكمة الأحادية إلى نموذج جديد وهو الحوكمة التعاونية.

تتوافق ممارسة عقل المدينة لهانغتشو بعمق مع العديد من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs): بما في ذلك الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنى التحتية، والهدف ١٦ السلام والعدل والمؤسسات القوية، والهدف ١٣ العمل المناخي. في منتدى مدن المستقبل الثالث لدول البريكس الذي عقد في موسكو سبتمبر ٢٠٢٥، حصل عقل المدينة لهانغتشو على جائزة "المدن والمجتمعات المحلية المستدامة". يقدم هذا الابتكار العملي أربعة دروس: الأول هو التمسك بوضع الإنسان في المقام الأول لحل المشكلات الواقعية، وتقييم النتائج حسب شعور الشعب بالإنجاز والرضا. الثاني هو التركيز على بناء حلول نظامية رقمية وذكية لتحسين نظام الحوكمة وقدراتها. في مدينة كبرى يبلغ عدد سكانها الدائمين الحاليين ١٢,٣٨ مليون نسمة ويبلغ متوسط عدد السكان الذين تخدمهم يوميًا أكثر من ١٦ مليون نسمة، يتم تحقيق التنسيق الشامل للبيانات الأساسية الضخمة على جميع المستويات وفي جميع القطاعات، والتواصل بين الأنظمة والبيانات، من خلال تنسيق البيانات والأعمال والقطاعين الحكومي والخاص، للوصول إلى الخدمات المباشرة للمعيشة والخدمات المباشرة للمؤسسات والحوكمة المباشرة على مستوى القاعدة. الثالث هو التدابير المتمثلة في "الاعتماد على البيانات، والتنسيق، والترشيد، وسيادة القانون": يشير "الاعتماد على البيانات" إلى تحسين الموارد العامة للمدينة بموارد البيانات، مثل معالجة الازدحام المروري عن طريق حساب عدد المركبات أوّ لا؛ و"التنسيق" إلى جعل المدينة كيانًا عضويًا متكاملًا من خلال تنسيق البيانات والأعمال والتنظيم؛ و"الترشيد" إلى تقليل هدر الموارد وزيادة كفاءة استخدامها، وتوفير الطاقة بدقة للتنمية المستدامة؛ و"سيادة القانون" إلى تشكيل لوائح وسياسات حول البيانات والنظم الذكية، لضمان الأمن والتنمية في آ ن واحد.

٢,١,٤ شانغهاي: التحول في حوكمة المدن الكبرى من الرقمنة إلى الذكاء الاصطناعي

(١) المشكلات والخلفية

شنغهاي، باعتبارها مدينة دولية ومركزًا اقتصاديًا يزيد عدد سكانها عن ٢٤ مليون نسمة [١١٧]، تتحمل المهمة الإستراتيجية لبناء «العاصمة الرقمية الدولية». في مواجهة التحدي المتمثل في التصعيد المستمر لتعقيد حوكمة المدن الكبرى، في النموذج التقليدي، تعمل الإدارات بشكل مستقل، مما يجعل من الصعب على المواطنين إتمام الإجراءات، والصعب على الحكومة اتخاذ قرارات دقيقة، وتتشدد التناقض بين العرض والطلب. في نهاية عام ٢٠٢٠، أصدرت لجنة الحزب لمدينة شانغهاي وحكومتها «آ راء حول التعميم الشامل للتحول الرقمي لمدينة شانغهاي»، لتبدأ رسميًا ممارسة منهجية للتحول الرقمي في المدن الكبرى.

(٢) الرؤية المستهدفة

أوضحت «خطة الخمسية الرابعة عشرة للتعميم الشامل للتحول الرقمي لمدينة شانغهاي» [١١٨] الصادرة في عام ٢٠٢١، نظام أهداف «١ + ٤». الهدف العام هو: بحلول عام ٢٠٢٥، يحقق التعميم الشامل للتحول الرقمي في شانغهاي نتائج ملحوظة، بهدف إنشاء مدينة رقمية نموذجية على مستوى عالمي ورائدة محليًا، والبناء الأساسي للإطار العام للرقمنة الحضرية الذي يتكون من ثلاثة عناصر رئيسية: البنية التحتية الرقمية للمدينة المترابطة من خلال القواعد والمراكز والمنصات، والجسم الرقمي للمدينة الذي يجمع بين رقمنة الاقتصاد والحياة والحوكمة، والحوكمة الرقمية للمدينة القائمة على «الحوكمة المتعددة الأطراف» بين الحكومة والسوق والمجتمع، وتحقيق أولي لتحول شامل في الإنتاج والحياة، وتمكين شامل لعناصر البيانات، وإعادة تشكيل شاملة للمفاهيم والقواعد في عملية التحول الرقمي للمدينة، وتشكيل إطار أساسي لبناء العاصمة الرقمية الدولية، مما يرسي

أساسًا متينًا لبناء عاصمة رقمية دولية ذات تأثير عالمي بحلول عام ٢٠٣٥. بالإضافة إلى ذلك، تتضمن الأهداف ١٦ مؤشرًا محددًا في أربعة جوانب. يركز نظام الأهداف هذا على مفهوم «المدينة يبنيها الشعب، والمدينة تخدم الشعب»، ويتمحور حول احتياجات الإنتاج والحياة اليومية للشعب لدفع التحول الرقمي، مما يمنح المواطنين إحساسًا أكبر بالإنجاز. وفي الوقت نفسه، يتم ضمان أمان البيانات وحماية الخصوصية بالتزامن مع الابتكار التكنولوجي من خلال لوائح مثل «لائحة بيانات شانغهاي»، لضمان التحول المستقرّ.

(٣) إستراتيجية التنفيذ

بناء القاعدة الرقمية الشاملة: تركز شنغهاي على بناء قاعدة أساسية رقمية حضرية جديدة، مع التركيز على تنسيق الموارد وبناء مدينة ذكية، وتركز على إنشاء «قاعدة رقمية» تشمل نظام البيانات المركزي للمدينة، وشبكة استشعار إنترنت الأشياء المدعومة بالذكاء الاصطناعي، ومنصة تمكين التكنولوجيا العامة. تعتبر منصة «المنصة الموحدة لتشغيل المدينة» «المركز العصبي» للحوكمة الرقمية، ومنذ إطلاق بنائها على المستوى البلدي في عام ٢٠١٩، قامت بتجميع أنظمة وتطبيقات الأعمال من العديد من القطاعات، وربطت شبكة الحوكمة ثلاثية المستويات، وتشغّل وتربط عددا كبيرا من أجهزة الاستشعار، وتجمع بيانات تشغيل المدينة، لتحقيق الإدراك البانورامي في الوقت الحقيقي. في الوقت نفسه، يتم تعزيز بناء «منصة الخدمات الحكومية الشاملة»، مما دمج الخدمات، وكسر الحواجز، وحقّ ق تدفق فعال للبيانات والموافقة المنسقة. في عام ٢٠٢١، صدرت «لائحة بيانات شانغهاي»، لتوفير أساس قانوني لإدارة البيانات. يتم التركيز أثناء تنفيذها على التنسيق متعدد الأطراف، مثل جذب المشاركة في حل التحديات، وبناء منصات لتوفير خدمات واجهة البيانات. تم البناء الأولي لهيكل ثلاثي المستويات هو «القاعدة الرقمية + المركز الذكي + سيناريوهات التطبيق»، مما يشكّل قوة دافعة مشتركة للتحول الرقمي في جميع أنحاء المدينة.

الخدمات الرقمية التي تركز على الإنسان: يتمحور التحول الرقمي في شانغهاي مفهوم «المدينة يبنيها الشعب، المدينة تخدم الشعب»، ويرتبط ارتباطا وثيقا باحتياجات المواطنين والشركات. تساعد «منصة الخدمات الحكومية الشاملة» على تيسير إجراءات المواطنين، حيث تغطي جميع الخدمات مما يجذب كثيرا من المستخدمين، ويقلل وقت وتكلفة مواد المعاملات، فتحظى بدرجة عالية من الرضا. وتم بناء نظام خدمة الحياة الرقمية الذي يغطي دورة الحياة الكاملة، وتم إطلاق سيناريوهات الحياة الرقمية في مجالات متعددة، حيث يقدم المجال الطبي العديد من الخدمات، ويوفر التسهيلات للمسنين.

الحوكمة الذكية الموجهة نحو الاستدامة: تولي شنغهاي أهمية للتنمية الخضراء ومرونة المدينة أثناء دفع التحول الرقمي. تعمل التقنيات الرقمية على تحسين كفاءة استخدام الطاقة الحضرية وخفض انبعاثات الكربون، مثل بناء منصة ذكية لإدارة الطاقة، والتي حققت تأثيرات ملحوظة في توفير الطاقة في بعض المباني العامة والقطاعات الصناعية. تعزز منصة «الإدارة الموحدة عبر الإنترنت» قدرات استشعار المخاطر البيئية والأمنية والوقاية منها، مما يمكّن من الإنذار المبكر. تعمل الوسائل الرقمية على تحسين هيكل التنقل الحضري، وتطوير النقل منخفض الكربون، وانخفاض مؤشر الازدحام في ساعات الذروة. يلتزم تطور الاقتصاد الرقمي بمبادئ الاستدامة، ويتطور نحو الاقتصاد الأخضر ومنخفض الكربون.

(٤) النتائج والدروس

في السنوات الأخيرة، حقق التحول الرقمي لمدينة شانغهاي نتائج ملحوظة، مع تعزيز فعالية حوكمة المدينة والقدرة التنافسية الشاملة باستمرار. في مجال الحوكمة، أنشأت شانغهاي نظام تشغيل المدينة بـ «منصات ثلاثية المستويات وتطبيقات على المستويات الخمسة» بالاعتماد على منصة «الإدارة الموحدة عبر الإنترنت»، لتحقيق الإدراك الشامل لتشغيل المدينة، والتنبؤ الذكي، وتنسيق

الموارد. قام مركز إدارة تشغيل المدينة بربط ١٨٥ نظاما و٧٣٠ تطبيقا من ٥٠ قطاعا، لتشكيل منصة عامة لتشغيل المدينة في الوقت الحقيقي التي تجمع بين «المراقبة والإدارة والوقاية». في مجال الخدمات العامة، حتى نهاية عام ٢٠٢٣، استوعبت البوابة الرئيسية لـ «منصة الخدمات الحكومية الشاملة» ٣٧٠٥ خدمات، منها ٣٣٢٦ خدمة يمكن إنجازها بالكامل عبر الإنترنت، وبلغ معدل الإنجاز الفعلي عبر الإنترنت ٨٢,٩٪، ومعدل الرضا ٩٩,٩٤٪. تم تعزيز خدمات التكامل الإقليمي لدلتا نهر اليانغتسي بسلاسة، وتحقيق الاعتراف لـ٤٠ نوعا من الشهادات الإلكترونية، وتقديم ١٧١ خدمة عبر المقاطعات، وفتح ٨٩٥ شباكا للخدمة التقليدية [١١٩]. في مجال التنمية الاقتصادية، تعمل شانغهاي بنشاط على إنشاء مركز للاقتصاد الرقمي. في عام ٢٠٢٣، بلغت القيمة المضافة للصناعات الإستراتيجية الناشئة في المدينة ١١٦٩,٢٥٠ مليار يوان، بزيادة سنوية قدرها ٦,٩٪، وهو ما يمثل ٢٤,٨٪ من الناتج المحلي الإجمالي. يتطور التحول الرقمي بعمق نحو الذكاء، مما يساعد على ازدهار تطبيقات مثل «الذكاء الاصطناعي + التصنيع». في عام ٢٠٢٥، أصدرت شانغهاي «الخطة التنفيذية لتسريع تطوير ‹الذكاء الاصطناعي + التصنيع›»[١٢٠] وأطلقت مبادرة «تشكيل شانغهاي بالذكاء الاصطناعي + التصنيع» لتعزيز الاندماج العميق بين الذكاء الاصطناعي والتصنيع، وتمكين التصنيع الجديد، وتنمية القوى الإنتاجية الجديدة.

تستجيب ممارسات شانغهاي للتحول الرقمي وتطوير الذكاء في المدن الكبرى بشكل شامل لأهداف التنمية المستدامة: الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنى التحتية، والهدف ١٦ السلام والعدل والمؤسسات القوية، والهدف ١٣ العمل المناخي. وتقدم الدروس التالية: أولاً ، التصميم عالي المستوى والتخطيط الشامل، مع وضع مهام ومؤشرات نظام «١+٣+٦»، والتخطيط المتزامن لمجالات الاقتصاد والمعيشة والحوكمة؛ ثانيًا، دمج تمكين البيانات وحماية سيادة القانون، والإدارة الفعالة لموارد البيانات ودعمها بالتشريعات؛ ثالثًا، تطبيق المفهوم الهام «المدينة يبنيها الشعب، والمدينة تخدم الشعب»، واتخاذ رضا الجمهور كمعيار وحيد؛ رابعًا، الجمع بين حل المشاكل الواقعية والابتكار التكنولوجي، وإعطاء الأولوية في الخدمات عالية التكرار، لتشكيل حلقة حميدة؛ خامسًا، بناء نظام بيئي للحوكمة المتعددة الأطراف، وتشجيع المشاركة الفاعلة من قبل كيانات السوق والمنظمات الاجتماعية والمواطنين في التحول الرقمي، وتنمية بيئة ابتكار مفتوحة.

٣,١,٤ شنتشن: التخطيط الذكي للموارد التعليمية الحضرية

(١) المشكلات والخلفية

شنتشن، باعتبارها مدينة كبرى عالية الكثافة السكانية، شهدت زيادة حادة في عدد التلاميذ الملتحقين بالمدارس بين عامي ٢٠١٠ و ٢٠٢٤ بنحو ١٠٠٪، مما أدى إلى تفاقم التناقض بين العرض والطلب على الموارد التعليمية. يواجه تخصيص الموارد التعليمية ثلاثة تحديات رئيسية: أولاً ، من حيث التخصيص المكاني، هناك انفصال بين التوزيع الديناميكي للسكان والتخطيط الثابت للمدارس، مما يؤدي إلى «نقص في المقاعد الدراسية» و«وجود مرافق غير مستغلة» في وقت واحد؛ ثانيًا، من حيث موارد البيانات، فإن البيانات الرئيسية مثل بيانات الأراضي والمباني موزعة بين إدارات مختلفة، وتحديثها غير متزامن، مما يقيد اتخاذ القرارات الدقيقة؛ ثالثًا، من حيث التنسيق، فإن الإجراءات عبر القطاعات تأخذ وقتا طويل، مما يجعل الاستجابة بسرعة للاحتياجات التعليمية المتغيرة أمرا صعبا. لا تؤدي هذه العوامل إلى ارتفاع تكاليف الخدمات العامة فحسب، بل تحد أيضًا من العدالة التعليمية والتنمية الحضرية المستدامة. كيف يمكن تحويل الموارد التعليمية إلى عناصر عامة قابلة للمشاركة، وتحقيق «عرض دقيق وتوازن ديناميكي» بمساعدة تقنيات المدن الذكية، أصبحت قضية أساسية لتحسين كفاءة الموارد التعليمية.

(٢) الرؤية المستهدف

تلتزم شنتشن ببناء نظام صنع القرار الذكي للتخطيط التعليمي «القائم على البيانات والموجه للإنسان». الهدف العام هو الاعتماد على القاعدة الرقمية للمدينة، وإنشاء منصة مركزية للذكاء الاصطناعي، وتشكيل إدارة حلقة مغلقة من «المراقبة الديناميكية - تحسين التخطيط - التوريد المستهدف»، لتحسين مستوى الخدمة لمرافق التعليم وعلمية تخطيطها، وفي النهاية مساعدة شنتشن على أن تصبح مدينة نموذجية لرفاهية الشعب.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

يتبع المشروع إستراتيجية «التصميم عالي المستوى والتنفيذ متعدد المستويات». أولاً ، تقوية قاعدة البيانات: بناء نموذج ثلاثي الأبعاد عالي الدقة للمدينة بأكملها، ودمج البيانات متعددة المصادر من خلال الترميز المكاني الموحد، وإنشاء قاعدة بيانات لـ «الأرض - المباني - الشقق - السكان - المرافق»، لتحقيق الإدارة الدقيقة للمعلومات الرئيسية ومشاركتها عبر القطاعات؛ ثانيًا، بناء نظام النماذج: لتلبية احتياجات تخطيط التعليم الإلزامي، تم تطوير سلسلة من نماذج الذكاء الاصطناعي المتخصصة مثل حساب العرض والطلب على الموارد التعليمية، وتحليل نطاق الخدمة، وتحسين اختيار مواقع المرافق، لتوفير الدعم الكمي لتخطيط الموارد؛ ثالثًا، إنشاء سلسلة القرارات الذكية: يتم ترقية نموذج التقييم إلى كيان ذكي، لبناء سلسلة قرارات مغلقة اعتمادا على المركز الموحد للذكاء الاصطناعي. يمكن للنظام تحقيق الإنذار التلقائي والربط متعدد الأطراف، مما يحسن بشكل كبير سرعة ودقة الاستجابة للتخطيط (الشكل ٤-٢).

(٤) النتائج والدروس

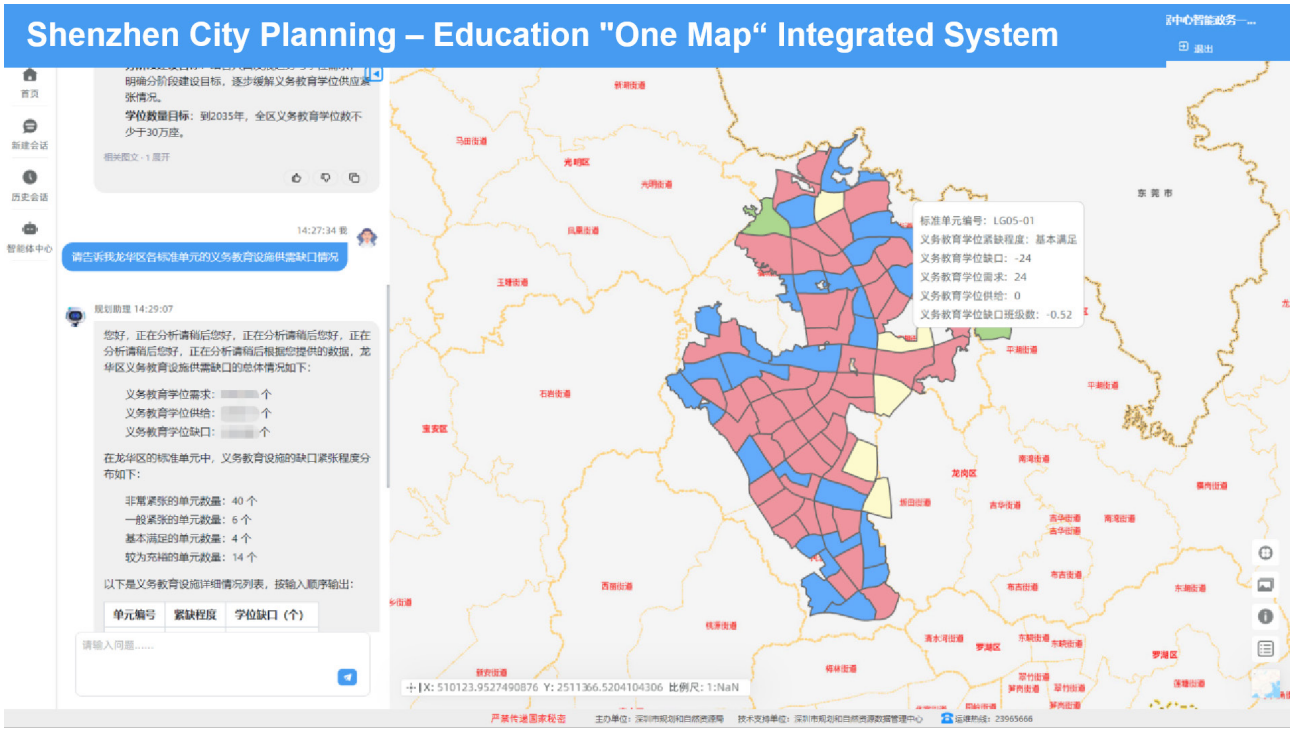
إنّ هذا النموذج بشكل كبير حسّن علمية تخطيط التعليم وفعالية الحوكمة. يدمج النظام ٧٩٤ وحدة قياسية على مستوى المدينة، وما يقرب من ٣٠٠٠ مدرسة، وحوالي ٢١ مليون نسمة من السكان في نظام التقييم والمراقبة، مما يوفر أساسا علميا لتحسين التخطيط ويخفف بشكل فعال من عدم التوازن بين عرض وطلب المقاعد الدراسية؛ وتم تحقيق قفزة ثورية في كفاءة التخطيط: ساعد النظام في مراجعة واعتماد أكثر من ٥٠٠ مشروع، مما قلل وقت مراجعة التخطيط من عدة أيام إلى عدة ساعات، وزاد كفاءة المراجعة بنحو ٥٠٪.

يستجيب حل التخطيط الذكي للموارد التعليمية في شنتشن بدقة للتحدي المتمثل في الزيادة الحادة في عدد السكان في سن التعليم، ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، بما في ذلك الهدف ٤ التعليم الجيد، والهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٠ الحد من أوجه عدم المساواة. إنه يوفر دروسا قيمة في نموذج الحوكمة: حلّ المشروع مشاكل البيانات والتنسيق في التخطيط التقليدي من خلال الابتكارين الرئيسيين التمثلين «ربط البيانات عبر النطاق الكامل لجميع العناصر» و«المركز الذكي القائم على النماذج الكبيرة المختلطة»، مما أدخل شنتشن في عصر جديد من التخطيط «القائم على البيانات في صنع القرار والمشاركة الشاملة والعادلة».

٤,١,٤ قوانغتشو: تمكين الحوكمة الحضرية الدقيقة بالذكاء الاصطناعي

(١) المشكلات والخلفية

تواجه قوانغتشو، باعتبارها مدينة كبرى عالية الكثافة السكانية، تحديا عالميا مشتركا: تجزئة وهدر ثلاثة أنواع من موارد الحوكمة (المادية والبيانات والاجتماعية). أولاً ، تجزئة الموارد المادية: أدى الاستخدام المجزأ لأجهزة مثل الطائرات بدون طيار في مختلف الإدارات إلى نسبة استخدام الموارد على ارتفاعات منخفضة أقل من ٤٠٪، وتتسبب الدوريات المكررة في هدر سنوي للموارد؛ ثانيًا، عزلة موارد البيانات: تنسيقات البيانات عبر القطاعات غير موحدة ولا يمكن ربطها، مثل عدم اتصال بيانات حماية



الشكل ٤-٢: التحليل والتقييم الجزئي لتخطيط مرافق التعليم في شنتشن

المصدر: مركز إدارة البيانات والتخطيط والموارد الطبيعية لمدينة شنتشن

البيئة وإدارة المدينة، وذلك يؤدي إلى انخفاض كفاءة تتبع مصادر التلوث؛ ثالثًا، فشل التنسيق للموارد الاجتماعية: غالبًا ما تكون الحوكمة من نوع «الاستجابة اللاحقة»، وتفتقر إلى قنوات عامة يشترك فيها الجمهور، مما يعوق تحقيق حوكمة دقيقة وفي الموعد.

(٢) الرؤية المستهدفة

من أجل حل هذه المشاكل، يستهدف معهد قوانغتشو لتخطيط وتصميم المسح الحضري إلى جعل استخدام موارد حوكمة المدينة أكثر «كفاءة وعدالة واستدامة»، وبناء نظام حوكمة ذكي «متكامل للفضاء الجوي والأرضي»، من أجل تحويل الموارد المشتتة إلى عناصر عامة قابلة للمشاركة. ومن أهدافه المحورية، من خلال نظام «صقر قوانغتشو»، زيادة نسبة استخدام الموارد على ارتفاعات منخفضة؛ وتحقيق استجابة سريعة لحوكمة النطاق الكامل للمدينة؛ وبناء منصة بيانات مركزية عبر القطاعات لتحسين كفاءة اتخاذ القرارات؛ وخفض تكاليف تشغيل وصيانة المدينة، وإنشاء واجهة لمشاركة الجمهور، لتشكيل نظام بيئي للحوكمة يقوم على «قيادة الحكومة وحوكمة المجتمع المشتركة».

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

يتم دفع البناء على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى بناء منصة موحدة وقاعدة رقمية. إنشاء نظام خدمات متكامل للطائرات بدون طيار، لتحقيق الجدولة الموحدة للمعدات في جميع أنحاء المنطقة، والاعتماد على محرك نظم المعلومات الجغرافية المكانية والزمانية ثلاثي الأبعاد لبناء قاعدة توأمية رقمية، وتوفير إطار مكاني عالي الدقة (الشكل ٤-٣)؛ المرحلة الثانية: تطوير الخوارزميات وتمكين السيناريوهات. تطوير مكتبة نماذج تعريف ذكية متعددة المقاييس، وتغليفها كأدوات «قابلة للسحب والإفلات» لاستخدامها من قبل الوحدات الشعبية؛ المرحلة الثالثة: تعزيز التنسيق والمشاركة العامة، وإنشاء آلية لمشاركة البيانات عبر القطاعات، وفتح واجهة تطبيقات للجمهور، حيث يمكن للمواطنين الإبلاغ عن المشكلات عبر الهاتف المحمول، ويتم توزيعها ومعالجتها تلقائيًا

بواسطة الذكاء الاصطناعي، لتشكيل حلقة حوكمة مشتركة مغلقة.

(٤) النتائج والدروس

حقق نظام «صقر قوانغتشو» نتائج ملحوظة. أولاً ، بناء شبكة استشعار على ارتفاعات منخفضة ذات تغطية عالية واستجابة سريعة، لتحقيق استجابة سريعة لأي هدف داخل المنطقة خلال ٥ دقائق؛ ثانيًا، تحسين كبير في كفاءة الحوكمة الحضرية ومستوى السلامة، حيث زادت كفاءة الحوكمة الحضرية بأكثر من مرتين مقارنة بنمط التفتيش التقليدي؛ ثالثًا، دفع تطوير صناعة الاقتصاد على ارتفاعات منخفضة، وإطلاق العنان لإمكانات هائلة لتطوير صناعة الاقتصاد على ارتفاعات منخفضة تريليونات اليوانات في المستقبل. يرتبط النظام ارتباطا وثيقا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، بما في ذلك: الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنى التحتية، والهدف ١٦ السلام والعدل والمؤسسات القوية، والهدف ١٣ العمل المناخي. تكمن قيمته الأساسية في إعادة هيكلة منطق الحوكمة «للموارد المادية - البيانات – الموارد الاجتماعية» من خلال الذكاء الحضري، وعدم اعتبار الطائرات بدون طيار والبيانات مجرد «أصول خاصة قطاع واحد»، بل تحويلها إلى عناصر حوكمة شاملة. تُظهر ممارساته أن مفتاح الحوكمة الدقيقة في المدن عالية الكثافة يكمن في «استخدام الذكاء لكسر حواجز الموارد»، مما يحشد الموارد المشتتة. تربط مجموعات الطائرات بدون طيار شبكة المراقبة المكانية ثلاثية الأبعاد للمدينة، ويحول التحليل الذكي البيانات المشتتة إلى قوة دافعة لاتخاذ القرارات، ويحفز الحوكمة المشتركة متعددة الأطراف حماسة المشاركة الشعبية. هذا الابتكار في الحوكمة مكّن قوانغتشو من تحقيق تحسين الجودة والكفاءة مع الحفاظ على البيئة وانخفاض الكربون، ويقدم دروسا مهمة لبناء المدن المستدامة في المدن الأخرى.

٥,١,٤ تشنغدو: الإدارة الذكية للمرور حول المستشفيات

(١) المشكلات والخلفية

تمثل المناطق المحيطة بالمستشفيات الكبيرة في المدن، مثل مستشفى غرب الصين في تشنغدو (الذي يبلغ إجمالي عدد الزوار للعيادات الخارجية والطوارئ حوالي ٢٠٠٠٠ زائر يوميا)، صورة مصغرة لتناقضات استخدام الموارد. تتجلى مشكلة الازدحام المروري فيها بشكل خاص في: أولاً ، اختلاط المشاة

الشكل ٤-٣: منصة جدولة وإدارة ذكية للطائرات بدون طيار نظام "صقر قوانغتشو"

المصدر: معهد قوانغتشو لتخطيط وتصميم المسح الحضري

والمركبات، حيث تكون حركة المشاة والمركبات كثيفة سواء عند مداخل المستشفى أو مخارجها، مما يؤدي إلى بطء سرعة حركة المرور في ساعات الذروة الصباحية وارتفاع مخاطر الحوادث؛ ثانيًا، عدم التوازن بين عرض وطلب مواقف السيارات، حيث يوجد نقص حاد في مواقف السيارات داخل المستشفى، فتفيض المركبات المتوقفة إلى الطرقات، مما يسبب دوران المركبات غير ضروري في المستشفى وانخفاض كفاءة حركة المرور؛ ثالثًا، الفوضى في حركة المركبات غير الآ لية، حيث يشغل ما معدله أكثر من ٧٠٠٠ يوميًا من الدراجات المشتركة ودراجات التوصيل حارات الطرق، مما يؤثر بشدة على حركة المرضى على الأقدام؛ رابعًا، تركيز خطوط المرور، حيث تتكدس أنواع مختلفة من المركبات في المقاطع الضيقة من الطريق، مما يسبّب «ازدحام نقطة واحدة يؤثر على المنطقة بأكملها».

(٢) الرؤية المستهدفة

تهدف إدارة مرور شرطة الأمن العام لمدينة تشنغدو، في ظل عدم إمكانية إجراء مشروع توسعات كبيرة، إلى حل مشكلة الازدحام من خلال «تحسين الموارد والتنسيق الشامل». الأهداف الكمية الأساسية: أولاً ، خفض مؤشر الازدحام في المنطقة من ٣,٢٨ إلى أقل من ٢,٥؛ ثانيًا، تحسين دقة توجيه مواقف السيارات، وتقليل الدوران غير الضروري للمركبات؛ ثالثًا، استعادة المساحات المخصصة للمشاة، وتقليل نسبة إشغال حارات المركبات غير الآ لية؛ رابعًا، تقليل حركة المشاة والمركبات المختلطة، للتخفيف من التأخير الناجم عن تداخل الحارات المرورية؛ تقليل هدر الطاقة وانبعاثات التلوث، وتعزيز تطوير النقل الأخضر من خلال الحوكمة الشاملة.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

اعتماد حل شامل قائم على «البيانات + تقسيم وظيفي + توجيه ذكي». أولاً ، التشخيص بدعم البيانات: جمع شامل لبيانات التدفق والطوابير وغيرها، لتحديد أسباب الازدحام وخصائص المرور بدقة؛ ثانيًا، إعادة هيكلة التقسيم الوظيفي: تقسيم المنطقة بشكل مبتكر إلى «المنطقة الشمالية (العيادات الخارجية / التوقف المؤقت)» و«المنطقة الجنوبية (الطوارئ / مواقف السيارات)»، لفصل تدفقات المركبات، وإنشاء «شارع خاص للمشاة لفترة محدودة» في المقاطع الضيقة من الطريق، مما يحل بشكل فعال اختلاط المشاة والمركبات؛ ثالثًا، التوجيه الذكي لتحويل مسار المركبات، والتنسيق مع منصات الملاحة وتطبيقات طلب سيارات الأجرة، لتوجيه المركبات إلى المناطق المقابلة وفقًا لغرض الزيارة الطبية، وضمان النظام من خلال تخصيص مناطق محددة للصعود والنزول.

(٤) النتائج والدروس

حققت خطة تحسين وتنسيق المرور في منطقة مستشفى غرب الصين نجاحا ملحوظا، مما يعكس بشكل كامل قيمة «التخصيص الدقيق القائم على البيانات + التوازن في الموارد الموجهة للإنسان»: أولاً ، تحسين كفاءة حركة المرور، حيث انخفض مؤشر الازدحام في المنطقة من ٣,٢٨ إلى ٢,٤٤، بانخفاض قدره ٢٥,٦٪، وقصرت مدة الازدحام في ساعات الذروة الصباحية بنحو نصف ساعة، وزادت سرعة حركة المرور في طريق ديانسين بشكل ملحوظ؛ ثانيًا، تحسين كفاءة الوصول إلى الرعاية الطبية في الموعد، حيث انخفض وقت نقل المرضى إلى المستشفى بمقدار ١٠-٢٠ دقيقة مقارنة بما قبل تنفيذ هذه الخطة (الشكل ٤-٤).

ترتبط هذه الحالة الناجحة ارتباطًا وثيقًا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، بما في ذلك: الهدف ٣ الصحة الجيدة والرفاه، والهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٣ العمل المناخي. الدرس المستفاد الرئيسي هو أن الاعتماد على البيانات أولاً ، وفصل متطلبات حركة المرور المختلفة واستخدام الطرق بشكل متدرج، والتنسيق متعدد الأطراف، يمكن تحقيق حوكمة طويلة الأجل. يكمن حل مشكلة المرور في نقاط الخدمة العامة عالية الكثافة في إعادة هيكلة الموارد بدقة للمساحات المحدودة من خلال الذكاء الحضري، بدلاً من الاعتماد على التوسع في البنية التحتية.

الشكل ٤-٤: حالة المرور قبل وبعد تنفيذ معالجة الازدحام في مستشفى غرب الصين بتشنغدو

المصدر: إدارة مرور شرطة الأمن العام لمدينة تشنغدو

٦,١,٤ ووهان: حلول التخطيط الحضري الذكية

(١) المشكلات والخلفية

يواجه التخطيط الحضري، باعتباره مجالًا كثيف المعرفة، تحديات جديدة في العصر الجديد: أولاً، انفصال القرارات عن المطالب، والاعتماد المفرط على خبرة المختصين، مع نقص الرؤى المستمدة من البيانات في الوقت الحقيقي، مما يسبب صعوبة الاستجابة في الموعد لمتطلبات المواطنين المتنوعة؛ ثانيًا، وجود حواجز بيانات خطيرة، حيث يعيق تدفق البيانات عبر القطاعات الحوكمة المشتركة ونشر المعرفة؛ ثالثًا، ارتفاع عتبة المشاركة العامة، حيث يواجه المواطنون عقبات مزدوجة تتعلق بالمهارات المهنية والرقمية، مما يشكل صعوبة تطبيق مفهوم «المدينة يبنيها الشعب» على أرض الواقع؛ رابعًا، صعوبة تكييف الذكاء الاصطناعي العام، حيث تفتقر النماذج الكبيرة إلى الفهم العميق للوائح التخطيط والثقافة المحلية والمنطق الإنساني، مما يجعل التطبيق المباشر غير موثوق به.

(٢) الرؤية المستهدفة

يقترح معهد ووهان للتخطيط الحضري بشكل مبتكر بناء نظام جديد للتخطيط الحضري مدفوعا بالذكاء الاصطناعي، لدفع عملية اتخاذ القرارات التخطيطية من «الاعتماد على الخبرة» إلى «الاعتماد على البيانات والذكاء والاهتمام الإنساني». رؤيته هي إنشاء منصة مساعدة متعددة الوسائط لاتخاذ القرارات في التخطيط الحضري تعتمد على النموذج الكبير للتخطيط «دابو» كأساس، وتغيير النمط التقليدي للتخطيط، وممارسة مفهوم الشمولية، وإزالة الحواجز التقنية والمعرفية، والسماح لجميع الأطراف بالمشاركة على قدم المساواة في البناء المشترك والحوكمة المشتركة للمدينة، وخلق نموذج تخطيط جديد قابل للتطبيق وقابل للتكرار، وتقديم الحكمة والحلول الصينية للمدن في جميع أنحاء العالم، وخاصة في البلدان النامية.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

اتباع منطق «تمهيد الموارد – التجريب في السيناريوهات - تكامل الأنظمة - إخراج المعايير» على مراحل: المرحلة الأولى بناء قاعدة الموارد والتقنيات، ودمج البيانات المهنية لأكثر من ٤٠ عامًا ، وإنشاء «مجمع عام لموارد التخطيط» برمز موحد، وتطوير النموذج الكبير للتخطيط «دابو» (الشكل ٤-٥)، وبناء إطار تكامل ثلاثي «الدلالات - البيانات المكانية والزمانية - المواصفات الفنية»، وإنشاء آ لية حوكمة مشتركة عبر القطاعات؛ المرحلة الثانية إجراء تجارب على سيناريوهات عالية القيمة، والتحقق من فعالية تمكين الذكاء الاصطناعي في سيناريوهات مثل تخطيط الصناعة والمشاركة العامة ومعالجة الشكاوى، لوضع الأساس للتوسع اللاحق؛ المرحلة الثالثة تحقيق التنسيق الكامل للسلسلة «البيانات - النموذج - الخدمة»، وبناء حلقة مغلقة لكفاءة الموارد؛ المرحلة الرابعة: إخراج النموذج، ونمذجة الهيكل التقني وآ لية الحوكمة، لتشكيل حلول ذكية قابلة للتكرار والنقل إلى مدن أخرى.

(٤) النتائج والدروس

بعد تنفيذ المشروع، تم تحقيق نتائج ملحوظة من ثلاثة أبعاد: تمكين التنمية المتكاملة بين القطاع الصناعي والحيز المكاني، وتوفير الدعم لتخطيط وتخصيص المساحات لنحو ١٠٠ مشروع صناعي، ودعم الحكومة في تحسين تخطيط الصناعات واتخاذ قرارات اختيار المواقع لجذب الاستثمار، وتعزيز الاندماج والتناغم بين التنمية الصناعية والفضاء الحضري وحياة السكان؛ ثانيًا، تحسين بشكل ملحوظ في كفاءة الحوكمة ومستوى تخصيص الموارد، حيث تمت معالجة أكثر من ٥٠٠٠ شكوى سنويًا، وانخفض عدد الموظفين من ٦ إلى شخص واحد، بنسبة تخفيض قدرها ٨٣٪، وانخفض وقت معالجة الشكوى الواحدة بـ٣٠ ثانية إلى دقيقة واحدة، فزادت الكفاءة الإجمالية بنحو ٩٠٪ مقارنة بالنمط التقليدي، وبلغ معدل الاستجابة في الموعد ٩٩٪؛ ثالثًا، اختراق ابتكاري، حيث يعوض إطار التكامل الثلاثي الأول من نوعه النقص المهني للنماذج الكبيرة العامة، ويعتمد على التعلم عبر الإنترنت لتحقيق التمكين

الشكل ٤-٥: النموذج الحصري للذكاء الاصطناعي دابو (DaPu) للتخطيط المكاني واستخدامات الأراضي في ووهان

المصدر: معهد ووهان للتخطيط الحضري (معهد ووهان لإستراتيجيات التنمية الحضرية والنقل)

المتبادل للموارد الاجتماعية والتقنية، وتحويل الأدوات المهنية إلى تطبيقات خفيفة الوزن باللغة الطبيعية، مما يجعل التخطيط من «حكر على الخبراء» إلى «متاح للجميع». يكمن جوهر ممارسة ووهان في إعادة هيكلة منطق التخطيط بالذكاء، مع مراعاة الكفاءة العلمية والاهتمام الإنساني، مما يتوافق مع أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنى التحتية، والهدف ١٦ السلام والعدل والمؤسسات القوية. الدروس المستفادة هي كما يلي: أولاً ، يجب دمج موارد البيانات أولاً ، وإنشاء قواعد ترميز ومشاركة موحدة؛ ثانيًا، خفض عتبة المشاركة من خلال التصميم الشامل، لتفعيل قيمة الموارد؛ أخيرًا، الضمان المؤسسي أهم من التقنية، حيث يتطلب التنسيق عبر القطاعات وضوحًا في المسؤوليات، وإنشاء آ لية الإشراف التي تضمن «وجود الإنسان في الحلقة» لمنع سوء تخصيص الموارد.

٢,٤ دراسات حالة السيناريوهات

١,٢,٤ التكامل الفعال لموارد البنية التحتية الحضرية العامة

(١) المشكلات والخلفية

تواجه المدن العالمية ثلاثة تحديات رئيسية في البنية التحتية العامة مثل المحطات الأساسية للاتصالات وشاشات العرض العامة: انخفاض كفاءة التشغيل والصيانة، مع الاعتماد على الإنذار بالعتبات التقليدية وضعف القدرة على التنبؤ؛ التأخر في الاستجابة للخدمات العامة، مع وجود «بقع عمياء» في مساعدة الفئات الضعيفة؛ التخصيص غير الدقيق للموارد، حيث يتم تشغيل المعدات بناء على الخبرة الشخصية، و»نوم» البيانات متعددة الوسائط. يكمن جذر هذه المشكلات في نقص حلقة الإدراك - التحليل - القرار المدفوعة بالذكاء الاصطناعي.

(٢) الرؤية المستهدفة

تهدف شركة بكين BOE لتقنيات الاستشعار المحدودة إلى بناء نظام الاستشعار الحضري الذكي «الفعال والمرن والدافئ»، من خلال تقنيات التعاون بين الطرف النهائي والحافة والسحابة، لتوحيد إدارة البنية التحتية وموارد البيانات، وتحقيق التحسين المزدوج لاستخدام الموارد وجودة الاستجابة لتقديم الخدمات. تشمل الأهداف الكمية الأساسية: تقليل معدلات التوقف غير المتوقع للمرافق الرئيسية، وتحسين كفاءة التشغيل والصيانة؛ تقليل وقت الاستجابة لمساعدة الفئات الضعيفة وغيرها؛ تقليل استهلاك الطاقة للمعدات من خلال التحسين الديناميكي بالذكاء الاصطناعي؛ تحسين كفاءة استخدام موارد البيانات، وتعزيز كفاءة توظيف ودمج البيانات متعددة الأنماط، لتحسين دقة تعريف نماذج الذكاء الاصطناعي للأحداث غير العادية.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

التنفيذ على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى إنشاء مجمع موارد البيانات، ونشر أجهزة استشعار جاهزة للذكاء الاصطناعي، وجمع البيانات متعددة الوسائط، وإنشاء قاعدة بيانات تربط «المعدات - البيئة - المكان»، وتحديد خط الأساس للتحسين؛ المرحلة الثانية إجراء تجارب على السيناريوهات، والتحقق من نموذج الصيانة التنبؤية في المحطات الأساسية للاتصالات، واستخدام المراقبة الذكية عن بُعد لتحديد السلوكيات غير الطبيعية في الأماكن العامة، وربطها بإدارات المساعدة، للتحقق من الفعالية التقنية والقيمة الإنسانية؛ المرحلة الثالثة بناء نظام ذكي «بالتعاون بين الطرف النهائي والحافة والسحابة»، وترقية قدرات الحوسبة على الحافة، وبناء منصة ذكاء اصطناعي سحابية، ودمج المحركات المختلفة، لتحقيق في النهاية الربط عبر السيناريوهات (مثل ربط الإنذار المبكر بأعطال المحطات الأساسية مع نشر المعلومات العامة) (الشكل ٤-٦).

(٤) النتائج والدروس

تشمل النتائج الرئيسية ما يلي: أولاً ، تحسين كبير في

كفاءة البنية التحتية، حيث انخفض معدل التوقف غير المتوقع للمحطات الأساسية للاتصالات بشكل كبير، ومن خلال التحكم الديناميكي في المعاملات، انخفض متوسط استهلاك الطاقة للمحطات العامة؛ ثانيًا، تغير جذري في استجابة الخدمات العامة، حيث انخفض وقت الاستجابة للمساعدة بشكل كبير في مدن مثل ساو باولو بالبرازيل وسوتشو بالصين، وارتفعت دقة تعريف الذكاء الاصطناعي للأحداث؛ ثالثًا، تحرير كامل لقيمة البيانات، حيث زاد معدل استخدام دمج البيانات متعددة الوسائط، وارتفعت دقة التنبؤ بالأعطال، مما يحقق «كلما زاد استخدام البيانات، زادت ذكاءً». يكمن الابتكار الأساسي في: من الناحية التقنية، من خلال الهيكل التعاوني «للمعالجة المسبقة على الحافة + التحليل العميق في السحابة»، يتم تقليل الحمل على السحابة، ويتم تدريب نماذج الاستشعار عن بُعد على المستوى الصناعي بشكل خاص، لتحسين دقة التحكم؛ ومن الناحية النموذجية، تم دمج الاهتمام الإنساني (مثل مساعدة الفئات الضعيفة) بشكل منهجي في نظام الاستشعار الذكي، مما يحقق التآزر بين «الكفاءة والدفء».

لا تعزز هذه الممارسة لـ «الذكاء الاصطناعي + الاستشعار عن بُعد» مرونة البنية التحتية فحسب، بل تتوافق أيضًا بعمق مع أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، بما في ذلك: الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنى التحتية، والهدف ١٣ العمل المناخي، والهدف ١٠ الحد من أوجه عدم المساواة. الدرس المستفاد هو إعادة هيكلة منطق حوكمة الموارد، واستخدام الذكاء لكسر حواجز البيانات، وتحسين تخصيص الموارد بشكل تعاوني، لتحقيق توحيد الفعالية التقنية والرفاه الاجتماعي.

٢,٢,٤ الإدارة الذكية للنفايات البلدية الصلبة

(١) المشكلات والخلفية

يعد حرق النفايات البلدية وسيلة أساسية لمعالجة النفايات بهدف «تقليل الحجم وإعادة الاستخدام

الشكل ٤-٦: منصة إدارة البيانات: حلّ بي أو إي(BOE) لمراقبة المدن الذكية

المصدر: مجموعة بي أو إي(BOE) للتكنولوجيا المحدودة

والمعالجة غير الضارة»، وترتبط كفاءة استخدام الموارد لهذه الوسيلة ارتباطا وثيقا بتكاليف إدارة المدينة وتحقيق أهداف «الوصول إلى ذروة الكربون وحياد الكربون». تواجه صناعة حرق النفايات في الصين في الوقت الراهن ثلاث معضلات رئيسية: أولاً ، ركود البيانات واعتماد القرارات على الخبرة، حيث لا يتم دمج كميات هائلة من البيانات في الوقت الفعلي، ويعتمد التحكم في الاحتراق على الخبرة البشرية، مما يؤدي إلى تقلبات كبيرة في تدفق البخار الرئيسي وانخفاض كفاءة تحويل الطاقة؛ ثانيًا، ارتفاع استهلاك الموارد وضغوط حماية البيئة، حيث يؤدي تعقيد مكونات النفايات وطول زمن التأخير في العمليات إلى ارتفاع استهلاك المواد المستهلكة لحماية البيئة (في عملية إزالة الأحماض وإزالة النتروجين) في طرق التحكم التقليدية، وانخفاض كمية الكهرباء المولدة لكل طن من النفايات؛ ثالثًا، كثافة التشغيل اليدوي العالية، حيث يقوم الموظفون بأكثر من ١٣٠٠ عملية تشغيل يوميًا، مما يهدر طاقتهم في التعديلات المتكررة، وضعف هامش الأمان والقدرة على الاستجابة للحالات غير الطبيعية.

(٢) الرؤية المستهدفة

تهدف شركة بكين تشاويانغ للبيئة المحدودة إلى «دفع استخدام الذكاء الاصطناعي في سلسلة حرق النفايات الكاملة، لتحويل الصناعة من ‹الاعتماد على الخبرة› إلى ‹اتخاذ القرارات الذكية›». تشمل الأهداف المحددة: تطوير نظام حرق ذكي مناسب للنفايات ذات المكونات المعقدة ونسبة الرطوبة العالية؛ تقليل استهلاك المواد المستهلكة لإزالة الأحماض وإزالة النتروجين بأكثر من ٣٪؛ تقليل تقلبات البخار الرئيسي بأكثر من ١٠٪؛ تحقيق نسبة التشغيل التلقائي أكثر من ٩٠٪.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

الدفع المنهجي على أربع مراحل: المرحلة الأولى بناء مجمع موارد البيانات، وجمع بيانات أنظمة الاحتراق وحماية البيئة وفيديو اللهب من خلال بروتوكولات قياسية، وإنشاء مجمع بيانات موحد بعد التنظيف والربط لوضع الأساس للتحليل؛ المرحلة الثانية تطوير المحركات الأساسية، واختراق ثلاثة قيود رئيسية: استخدام النموذج الكبير للرؤية الصناعية لتحويل فيديو اللهب إلى مؤشرات كمية، كبديل للمراقبة البشرية؛ المرحلة الثالثة التجريب في المصنع، والتحقق من فعالية محركات الاستشعار والتنبؤ والتحكم الذكية في السيناريوهات الحقيقية، وتحسين النظام وتقليل كثافة التشغيل اليدوي؛ المرحلة الرابعة نشر الحلول الناجحة في المجموعة، وتحويل «خبرة الخبراء» إلى قاعدة معرفية منظمة، وتشكيل حلول تقنية وإدارية قابلة للتكرار وتصديرها إلى الصناعة (الشكل ٤-٧).

(٤) النتائج والدروس

بعد تنفيذ المشروع، تحققت نتائج ملحوظة: أولاً ، تحسين كفاءة الموارد، حيث زاد استقرار تدفق البخار الرئيسي بأكثر من ٣٦٪، وزادت كمية الكهرباء المولدة لكل طن من النفايات بأكثر من ٢,٤٪، مما أدى إلى زيادة سنوية في الكهرباء الخضراء بحوالي ٦ ملايين كيلووات ساعة، وانخفض استهلاك المواد المستهلكة لإزالة الأحماض وإزالة النتروجين بأكثر من ٣٪، مما يحقق تقليل التلوث وخفض الكربون؛ ثانيًا، تحسين الموارد البشرية، حيث تجاوزت نسبة التشغيل التلقائي ٩٨٪، وانخفض متوسط عدد العمليات اليومية للموظفين بنسبة ٨٦٪، مما يسمح لهم بالتحول إلى أعمال التفتيش واتخاذ القرارات التي تتمتع بالقيمة الأعلى.

يكمن الابتكار الأساسي لهذه الممارسة في: من الناحية التقنية، تم لأول مرة تطبيق نموذج كبير للرؤية ومحرك تنبؤ متعدد المتغيرات في سيناريو الحرق؛ من الناحية النموذجية، تم إنشاء آلية «تحويل الخبرة إلى بيانات»، لتحويل خبرة الخبراء إلى قاعدة معرفية قابلة لإعادة الاستخدام، مما يحل مشكلة نقل المعرفة في الصناعة. تدعم هذه الممارسة بقوة معالجة النفايات بهدف «تقليل الحجم وإعادة الاستخدام والمعالجة غير الضارة»، وترتبط نتائجها ارتباطا وثيقا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية

المستدامة لعام ٢٠٣٠، بما في ذلك: الهدف ٧ طاقة نظيفة وبأسعار معقولة، والهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٢ الاستهلاك والإنتاج المسؤولان، والهدف ١٣ العمل المناخي. الدرس المستفاد هو أنّ البيانات تمثل «وقودا جوهريا»، وأنّ التقنيات الذكية يجب أن «تتناسب مع سيناريوهات الصناعة»، وأنّ الابتكار النموذجي لا يقل أهمية عن الابتكار التقني، وأن الدمج العميق بين الذكاء الاصطناعي والسيناريوهات الصناعية هو المسار الرئيسي لكسر قيود كفاءة الموارد في الصناعات التقليدية وتحقيق مكاسب اقتصادية وبيئية في آ ن واحد.

٣,٢,٤ الوصول المباشر الذكي إلى موارد التمويل الأ خضر الشامل

(١) المشكلات والخلفية

كانت تواجه تايتشو، باعتبارها منطقة تجريبية لإصلاح التمويل الأصغر، ثلاث معضلات رئيسية في دفع التمويل الأخضر الشامل: أولاً ، صعوبة تعريف الائتمان الأخضر، حيث تُستخدم القروض الصغيرة والصغيرة جدا لأغراض متفرقة، فيصعب على المراجعة البشرية التقليدية تحديد «طبيعتها الخضراء» بدقة، مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التعريف وسوء تخصيص الموارد؛ ثانيًا، صعوبة تقييم الاستدامة للمؤسسات الصغيرة والصغيرة جدا، حيث أن حجمها صغير وبياناتها متفرقة، ويفتقر التقييم إلى معايير موحدة، مما يشكّل صعوبة المؤسسات المالية في تقييم مستواها الأخضر بدقة، مما يؤدي إلى تدفق الأموال بشكل أكبر إلى الشركات الكبيرة، وانخفاض نسبة حصول المؤسسات الصغيرة والصغيرة جدا على الائتمان الأخضر؛ ثالثًا، صعوبة مشاركة المعلومات الخضراء، حيث أن البيانات المتعلقة بالمجال الأخضر موزعة في أكثر من ٣٠ إدارة، ولم تتم مشاركتها بشكل فعال.

(٢) الرؤية المستهدفة

تهدف شركة بكين داداو زيجيان للتكنولوجيا المحدودة وفرع تايتشو ببنك الشعب الصيني إلى بناء نظام خدمة ذكي «لتعريف الأخضر - تقييم

الشكل ٤-٧: نظام الرصد الذكي لعملية الحرق المدعوم بالذكاء الاصطناعي لمجموعة تشاويانغ البيئية

المصدر: شركة بكين تشاويانغ البيئية المحدودة

الأخضر - مشاركة الأخضر»، وكسر حواجز البيانات، وتحسين تخصيص الموارد المالية. تشمل الأهداف: تقليل وقت تعريف الائتمان الأخضر، وزيادة دقة التعريف؛ زيادة نسبة القروض الخضراء الشاملة للمؤسسات الصغيرة والصغيرة جدا؛ تحسين نسبة مشاركة المعلومات الخضراء بين القطاعات.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

يتم التنفيذ على أربع مراحل: المرحلة الأولى التركيز على بناء «المنصة المركزية لبيانات التمويل الأخضر الشامل في تايتشو» لحل مشكلة عدم تناسق المعلومات. جمع أكثر من ٤٠٠ مليون بيانات من أكثر من ٣٠ إدارة، واستخدام تقنيات الخصوصية الحاسوبية لبناء «قاعدة معلومات خضراء للمؤسسات»، وتطوير وحدات وظيفية أساسية لـ «تعريف الأخضر» و «تقييم الأخضر»؛ المرحلة الثانية التركيز على تجريب الصناعات المميزة في تايتشو، وإنشاء قواعد كلمات رئيسية خاصة في صناعات مثل القوالب وقطع غيار السيارات، وتحسين نماذج التقييم الأخضر، وإعداد دليل تمويل تحول الصناعات الرئيسية (مثل صناعة المضخات)؛ المرحلة الثالثة بناء منصة السلسلة الكاملة «وي لو دا»، ودمج الوظائف، وفتح واجهات للمؤسسات المالية والحكومة، لتحسين كفاءة الخدمة بشكل ملحوظ؛ المرحلة الرابعة نشر الخبرات المعيارية، وتحويل الممارسة إلى معايير على مستوى المقاطعة، وتصدير نموذج الخدمة القابل للتكرار إلى مدن أخرى (الشكل ٤-٨).

(٤) النتائج والدروس

النتائج الأساسية: أولاً ، تحسين تخصيص الموارد المالية، حيث تم تعريف ٧٧٠٠٠ قرض أخضر بقيمة تزيد عن ٢٦٠ مليار يوان؛ وزادت نسبة القروض الخضراء الشاملة للمؤسسات الصغيرة والصغيرة جدا بأكثر من ٨٪؛ ثانيًا، دفع التحول الأخضر، حيث تم التقييم الأخضر لـ ١٤٦٠٠ كيان صغير وصغير جدا، تم تعريف أكثر من ٣٥٪ منهم ككيانات خضراء وحصلوا على دعم ائتماني؛ ثالثًا، تحرير قيمة البيانات: تحسنت نسبة مشاركة المعلومات عبر القطاعات، وتحولت البيانات إلى «صورة ائتمانية خضراء» للمؤسسات.

يكمن الابتكار الأساسي لهذه الممارسة في: من ناحية النموذج، تم لأول مرة إنشاء حلقة مغلقة للخدمات المالية الرقمية كاملة السلسلة؛ من الناحية التقنية، تم تطبيق الذكاء الاصطناعي والخصوصية الحاسوبية لحل مشكلات أمن البيانات والاستفادة منها؛ من ناحية المعيار، تم وضع «دليل دعم الائتمان الأخضر الشامل» لسد الفجوة في هذا المجال. تتوافق هذه الممارسة بعمق مع أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، بما في ذلك: الهدف ٨ العمل اللائق ونمو الاقتصاد، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنية التحتية، والهدف ١٠ الحد من أوجه عدم المساواة، والهدف ١٣ العمل المناخي. الدرس المستفاد هو أن مفتاح تحقيق التنسيق بين التمويل الشامل والتمويل الأخضر يكمن في مشاركة البيانات الآ منة كأساس، والتقنيات الذكية التي تتناسب مع السيناريوهات كجوهر، والمعايير القابلة للتكرار كضمان.

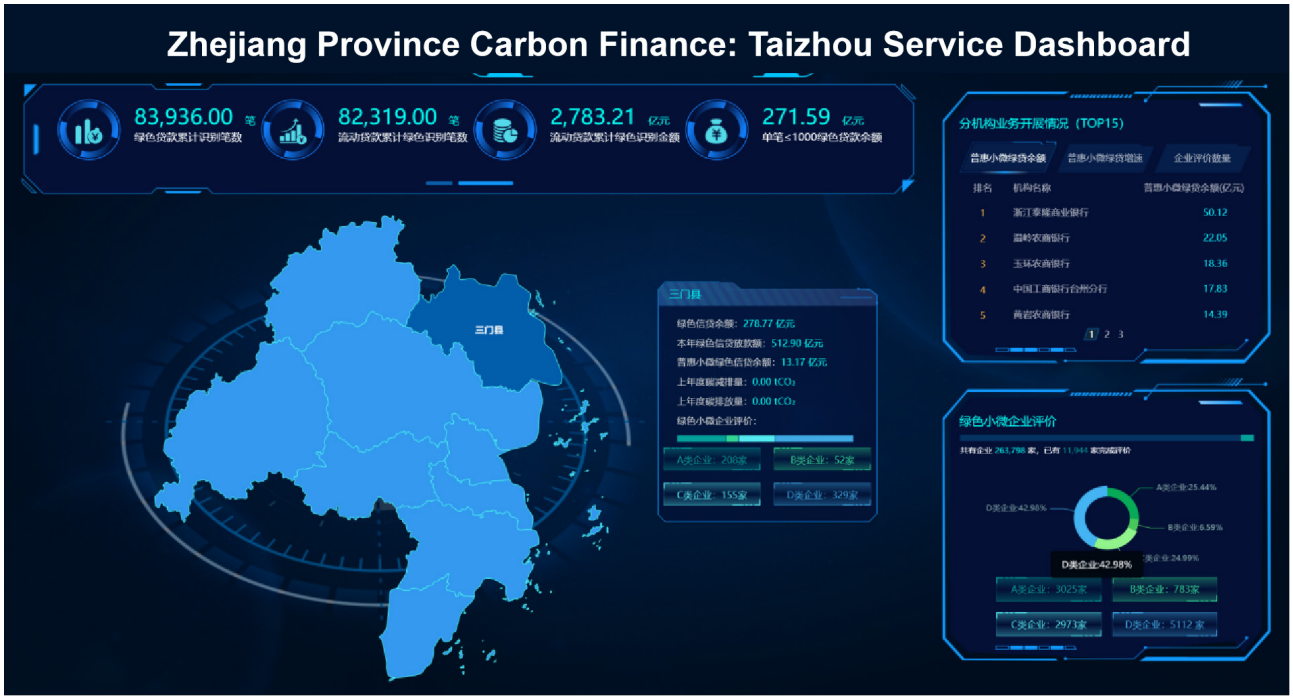
٤,٢,٤ إعادة تدوير الموارد الحيوية الحضرية

(١) المشكلات والخلفية

مع تطور التحضر، ينتج الصين أكثر من ١٠ مليارات طن من النفايات الحيوية سنويًا. تتسبب طرق المعالجة التقليدية (الدفن والحرق) في استهلاك الأراضي وتوليد التلوث، كما أنها غير فعالة، ويصعب تكييفها مع احتياجات المدن الكبرى. والأهم من ذلك، أن هذه الطريقة لا تشكل دورة موارد، مما يؤدي إلى هدر الموارد والاعتماد على الدعم، وهي غير مستدامة. كانت تحتاج شنتشن، باعتبارها منطقة تجريبية لـ «مدينة خالية من النفايات»، إلى حل هذه المشكلة من خلال التقنيات الذكية، وبناء نظام للاقتصاد الحيوي الدائري.

(٢) الرؤية المستهدفة

تركز شركة إنسبرو للتكنولوجيا (شنتشن) المحدودة على «تمكين التحويل الحيوي للحشرات بالذكاء



الشكل ٤-٨: الشاشة الكبيرة الرقمية لـ"وي لو دا" التابعة لبنك الشعب الصيني (تايتشو)

المصدر: شركة بكين داداو زيجيان للتكنولوجيا المحدودة وفرع تايتشو ببنك الشعب الصيني

الاصطناعي»، بهدف تحويل المدن من «المعالجة النهائية» إلى «التقليل من المصدر والاستخدام الفعال له». تشمل الأهداف: زيادة معدل الاستخدام عالي القيمة الشامل السنوي للنفايات الحيوية الحضرية بنسبة تزيد عن ١٥٪؛ تحقيق زيادة في كفاءة التحويل الحيوي لحشرة ذبابة الجندي الأسود بنسبة ٣٠٪ وتقليل تكاليف التشغيل بنسبة ٢٠٪ من خلال التحكم الذكي؛ إنشاء نموذج معالجة النفايات الحيوية «بالذكاء الاصطناعي + التحويل الحيوي للحشرات» القابل للتكرار ومساره التجاري، للمساعدة في التحول منخفض الكربون للمدينة وربطه بالاقتصاد الحيوي الدائري.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

التنفيذ على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى تمهيد البيانات، وجمع بيانات النفايات ونمو حشرة ذبابة الجندي الأسود من عدة مدن، وإنشاء مكتبة خصائص ومجموعة بيانات تدريبية، لوضع الأساس للتحكم الذكي؛ المرحلة الثانية تطوير التقنيات، وتطوير ثلاثة تقنيات أساسية: نظام التحكم البيئي بالذكاء الاصطناعي، ونظام مراقبة حالة النمو، والمنصة الرقمية لتحسين العمليات؛ المرحلة الثالثة التجريب في السيناريوهات، وإجراء تجارب في شيهقانغ بدونغقوان (شبه آلية) ويانتيان بشنتشن (آلية كاملة)، للتحقق الكمي من الفعالية التقنية وتحسين كفاءة الموارد وجدوى نموذج الأعمال (الشكل ٤-٩).

(٤) النتائج والدروس

تحققت اختراقات متعددة في الفوائد البيئية والاقتصادية والاجتماعية: أولاً، إتمام بناء مشروعين تجريبيين وتشغيلهما بنجاح، مما يدفع تدريجياً تحول معالجة النفايات الحيوية الحضرية الجديدة من «الحرق/الدفن» إلى «الاستخدام عالي القيمة»، وتشكيل توافق اجتماعي على حماية البيئة منخفضة الكربون؛ ثانيًا، تعزيز آليات مشاركة البيانات بين القطاعين الحكومي والخاص لتحسين شفافية الحوكمة البيئية، وزيادة مشاركة الجمهور في تصنيف النفايات بنسبة ٢٥٪؛ ثالثًا، تحسين كبير في كفاءة الموارد، حيث زاد معدل

الاستخدام عالي القيمة الشامل السنوي للنفايات الحيوية الحضرية بأكثر من ١٥٪؛ رابعًا، إنشاء مثال للتعاون عبر القطاعات بين «الذكاء الاصطناعي وحماية البيئة»، وجذب ٥ مؤسسات بحثية للانضمام إلى التطوير التقني، وتعزيز وضع معيارين دوليين.

يكمن الابتكار الأساسي لهذه الممارسة في: من الناحية التقنية، استخدام التحكم البيئي بالذكاء الاصطناعي والرقمي للتخلص من الاعتماد على الخبرة التقليدية، مما يحسن دقة العمليات؛ من الناحية النموذجية، بناء حلقة تجارية مستدامة تقوم على «توجيه حكومي + تشغيل مؤسسي + دعم سوقي»؛ من ناحية الحوكمة، ربط سلسلة الحوكمة المشتركة «الحكومة - المؤسسة - الجمهور» من خلال منصة البيانات.

من خلال تحويل النفايات إلى موارد عالية القيمة، تعيد هذه الممارسة المبتكرة هيكلة «طبيعتها كمورد» بشكل كامل، وتوفر نموذجًا جديدًا لبناء «مدينة خالية من النفايات». تتوافق بعمق مع أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، بما في ذلك: الهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٢ الاستهلاك والإنتاج المسؤولان، والهدف ١٣ العمل المناخي، والهدف ١٥ القضاء على الجوع. الدرس المستفاد هو أن مفتاح إدارة النفايات الحيوية الحضرية يكمن في «تفعيل قيمة الموارد باستخدام التقنيات الذكية»، لتحقيق جمع الفوائد البيئية والاقتصادية، وتحويل «النفايات» حقًا إلى «كنوز حقيقي».

٥,٢,٤ تمكين الأحداث الرياضية الحضرية وإدارة المرور باستخدام «5G + الذكاء الاصطناعي»

(١) المشكلات والخلفية

في عملية التنمية الحضرية عالية الجودة، تتزايد توقعات الجمهور للخدمات الآمنة والمريحة والإنسانية. خاصة في السيناريوهات الحياتية شديدة التعقيد مثل الأحداث الرياضية والتنقل

الشكل ٤-٩: النظام الرقمي لخدمة معالجة واستخدام المخلفات العضوية الصلبة في حديقة يانتان البيئية بشنتشن

المصدر: شركة إنسبرو للتكنولوجيا (شنتشن) المحدودة

اليومي، تجد نماذج الحوكمة التقليدية صعوبة في الموازنة بين الكفاءة والتجربة، وتفتقر إلى ضمانات متمايزة للفئات مثل النساء وكبار السن وذوي الإعاقة، كما أن النموذج الذي يعتمد على مدخلات بشرية ومادية عالية الكثافة أصبح غير قابل للاستمرار.

(٢) الرؤية المستهدفة

في سباق نصف ماراثون نهر سوتشو في شانغهاي لعام ٢٠٢٥، لعب نظام النقل الذكي في مدينة هاينا بمنطقة بوتو دورا داعما. من خلال دمج تقنيات "5G-A+AI"، ساعدت شركة تشاينا موبايل (China Mobile) للاتصالات المحدودة (شانغهاي) في دفع إدارة الأحداث والخدمات الحضرية من «التنسيق والتنظيم» إلى «الحوكمة الذكية الشاملة»، بهدف تحسين شمولية الخدمات الحضرية وإمكانية الوصول إليها والدفء العاطفي من خلال الوسائل التقنية.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

لتحقيق هذه الرؤية، يتبع المشروع مسار تنفيذي رباعي الأبعاد: «التوجيه السياسي، ودعم المنصات، ودفع السيناريوهات، والتآزر البيئي». على المستوى السياسي، تم تحديد المناطق على طول نهر سوتشو ومدينة هاينا كمناطق تجريبية رئيسية بالاعتماد على التصميم عالي المستوى للتحول الرقمي لحكومة بلدية شانغهاي ومنطقة بوتو؛ على مستوى المنصة، تتولى شركة تشاينا موبايل قيادة بناء منصة بيانات مركزية موحدة ومحرك ذكاء اصطناعي لاتخاذ القرارات، ودمج القدرات التقنية مثل شبكة 5G-A والتوأمة الرقمية وخوارزميات النماذج الكبيرة، لتشكيل قاعدة تقنية قابلة لإعادة الاستخدام؛ على مستوى السيناريوهات، التركيز على سيناريوهين معقّدين رئيسيين يحظيان بالاهتمام البالغة في مجال الخدمات العامة، وهما سباقات الماراثون والنقل متعدد الأبعاد، لإنشاء تطبيقات نموذجية لـ «الرياضة الذكية» و«التنقل الذكي» على التوالي؛ على المستوى البيئي، إنشاء آلية التنسيق متعددة الأطراف التي تجمع بين «الحكومة + المؤسسة + المجتمع»، لكسر حواجز البيانات والخدمات. يركز المشروع دائمًا على تجربة المستخدم، ويدمج وظائف مثل التفاعل متعدد اللغات والتوجيه بدون عوائق. خاصة أثناء نشر التقنيات، يتم دمج وظائف مثل التفاعل متعدد اللغات والخدمات المخصصة للنساء والتوجيه بدون عوائق، لضمان أن التقنية تخدم «الإنسان» بشكل حقيقي ولا تحل محله.

(٤) النتائج والدروس

حقق تنفيذ المشروع نتائج ملحوظة. في سباق نصف ماراثون نهر سوتشو، بلغ معدل إكمال السباق ٩٩,٥٥٪، وقام نظام الذكاء الاصطناعي بإنشاء ٤٣٢٩ مقطع فيديو مخصصًا للمشاركين، وتم تنزيل ٦٩,٢٪ منها بواسطة العدائين بشكل تفاعلي، وتجاوزت مشاهدات البث المباشر ٥٠٠ ألف مشاهدة. في مدينة هاينا، أدى نظام النقل الذكي ثلاثي الأبعاد إلى خفض مؤشر الازدحام في ساعات الذروة بنسبة ١٥٪، وانخفض متوسط وقت التنقل على الأقدام من ١١ دقيقة إلى ٧ دقائق (بانخفاض قدره ٣٦٪)، وبلغت دقة توجيه المسار بالذكاء الاصطناعي ٩٣٪، مما خفف بشكل فعال من مشكلة عدم التوافق المكاني في المناطق الحضرية عالية الكثافة. يرتبط هذا السيناريو ارتباطا وثيقا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، بما في ذلك: الهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنية التحتية، والهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٠ الحد من أوجه عدم المساواة، والهدف ١٦ السلام والعدل والمؤسسات القوية. توفر ممارساته نموذجًا قابلاً للتكرار للضمان الذكي للأحداث الكبيرة والخدمات الحضرية الشاملة. دروسه المستفادة هي: أولاً ، يجب أن يخدم دمج التقنيات الاحتياجات الحقيقية؛ ثانيًا، يتطلب التحضر الذكي آليات طويلة الأجل قابلة للدمج والتقييس والتطوير، وقد شكلت هذه الحالة قدرتين قابلتين للتصدير هما «محرك أحداث الذكاء الاصطناعي» و«نموذج تنسيق المرور»؛ ثالثًا، المشاركة العامة هي مفتاح تنفيذ التقنيات، من خلال طرق مثل «معسكر التجربة الرقمية» و«معسكر التدريب التفاعلي بالذكاء الاصطناعي» لخفض عتبة

الاستخدام، مما يعزز بشكل كبير قبول الجمهور للحوكمة الذكية ومشاركتهم، ويؤسس قاعدة اجتماعية للتوسع على نطاق أوسع في المستقبل.

٦,٢,٤ تحسين ودمج الموارد الابتكارية في البلدات المميزة

(١) المشكلات والخلفية

بلدة يونشي، هانغتشو باعتبارها واحدة من أولى البلدات المميزة في مقاطعة تشجيانغ، في عملية تحولها من منطقة صناعية تقليدية إلى مصدر للابتكار الإقليمي، تواجه أربعة تحديات رئيسية: أولاً ، تجزئة الموارد الابتكارية، حيث تحتكر كيانات قليلة الموارد الرئيسية مثل قدرات الحوسبة عالية الأداء والمعدات العلمية، مما يعوق حصول المؤسسات الصغيرة والمتوسطة على هذه الموارد، مع وجود موارد عامة عاطلة واستثمارات مكررة؛ ثانيًا، نقص آ ليات التنسيق: تفتقر الأطراف المختلفة مثل الصناعة والبحث العلمي والحكومة ورأس المال إلى منصة تنسيق موحدة، مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة تخصيص الموارد وصعوبة تشكيل قوة ابتكارية مشتركة؛ ثالثًا، عدم توافق موارد الحياة: يركز تخطيط المنطقة على «التوجه الإنتاجي»، ويفتقر إلى المساحات الحياتية والثقافية المناسبة للمواهب الشابة، مما يقيد تجمع المواهب واستقرار النظام البيئي؛ رابعًا، تفاقم ضغوط الاستدامة، حيث تشكل الزيادة الشديدة في استهلاك الطاقة الناتجة عن نمو قدرات الحوسبة والبيانات تحديا خطيرا لإدارة كفاءة الطاقة في المنطقة وتطويرها منخفض الكربون.

(٢) الرؤ ية المستهدفة

حددت بلدة يونشي رؤية للتحول الرقمي للمنطقة الصناعية تقوم على «تقاسم الموارد، الكفاءة العالية من خلال التنسيق، الصديقة للبيئة ومنخفضة الكربون، الصالحة للسكن للمواهب» استجابة للمشكلات المذكورة أعلاه، ووضعت خمسة أهداف كمية قابلة للتحقيق: أولاً ، بناء منصة مشتركة للمعدات الكبيرة لتقليل تكاليف الابتكار للمؤسسات؛ ثانيًا، إنشاء نظام حوكمة ذكي باسم «شي شياو فو»، لتحقيق التوصيف الدقيق لـ ١٧٦ ألف كيان اقتصادي وتقديم خدمات ذكية على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع؛ ثالثًا، بناء مجتمع صديق للمواهب الشابة في المجال التقني، لجذب أكثر من ١٠٠ ألف موهبة ابتكارية عالمية سنويا للمشاركة في مختلف الأنشطة الابتكارية، وتشكيل نظام بيئي مستدام للمواهب؛ رابعًا، تنفيذ إدارة ذكية لكفاءة الطاقة، لدفع تحقيق توفير في الطاقة في المنطقة بمتوسط نسبة أكثر من ١٥٪، وخفض انبعاثات الكربون بأكثر من ١٠٠ طن سنويا للشركات الرئيسية.

(٣) إستراتيجيات التنفيذ

تتبنى البلدة منصة التقنيات الرقمية كأساس، وتدفع التحول على مراحل، وتبرز إستراتيجية تنفيذها ثلاث نقاط: أولاً ، إنشاء آ ليات لمشاركة المعدات والبيانات، وبناء مجمع عام للموارد الابتكارية؛ ثانيًا، تصميم بيئة ناعمة تبعي على الإنسان، وإعادة تشكيل المساحات وتحسين الخدمات لاستبقاء المواهب؛ ثالثًا، إدخال الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة الطاقة، وتوجيه السلوكيات المستدامة من خلال أنظمة مثل «حسابات الكربون المنخفض».

(٤) النتائج والدروس

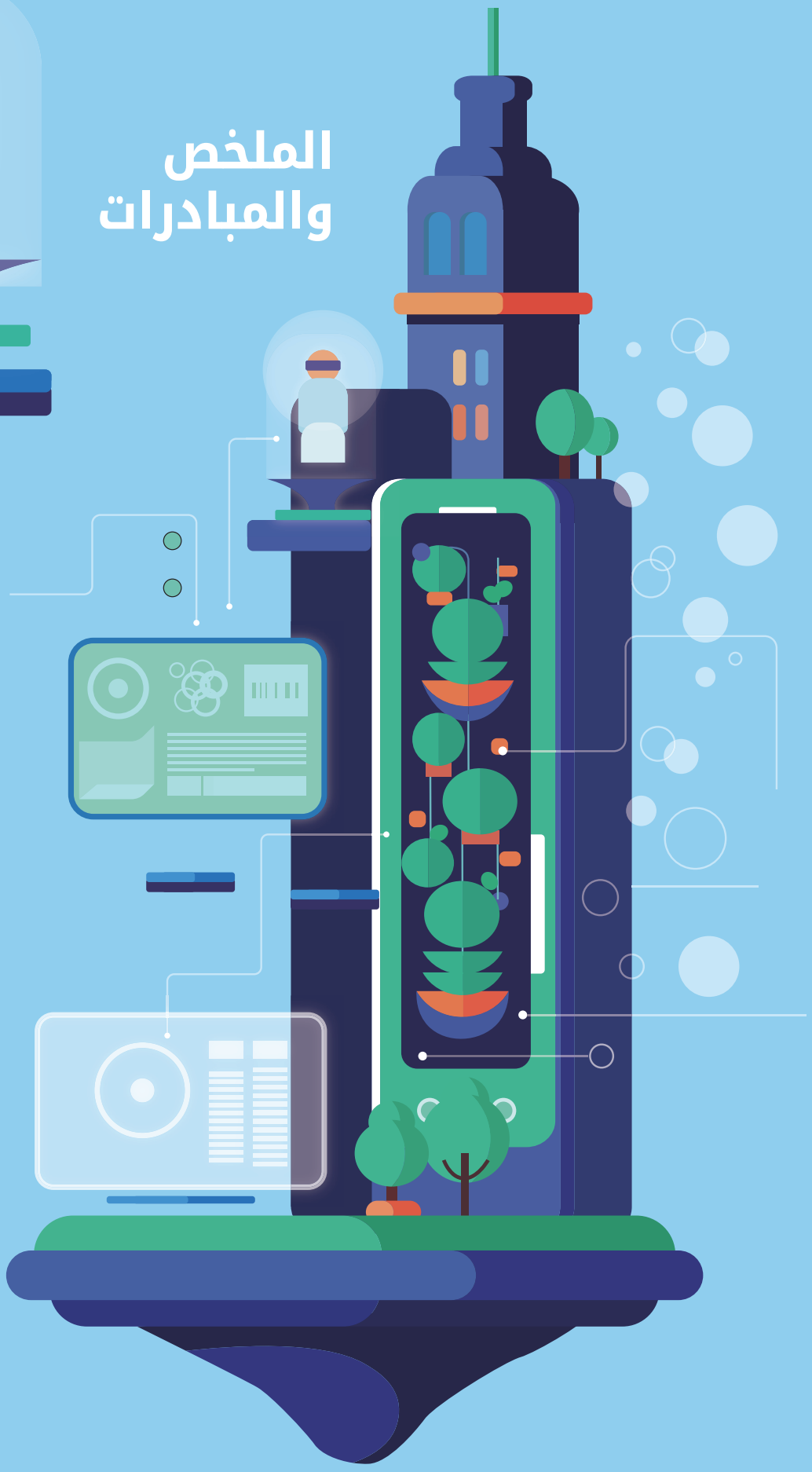
حقق التحول نتائج متعددة في كفاءة الموارد وتطور الصناعة والاستدامة الخضراء: أولاً ، تحسين كفاءة الموارد، حيث ربطت منصة الحوكمة الذكية «شي شياو فو» ١٧٦ ألف كيان اقتصادي، وقدمت خدمات على مدار الساعة؛ ووفرت المنصة المشتركة للمعدات الكبيرة ١٩٥٦ وحدة من المعدات، مما خفض عتبة البحث والتطوير للمؤسسات بنحو ٤٠٪؛ ثانيًا، تجمع المواهب والصناعات: من خلال أنشطة مثل مؤتمر يونشي، تم جذب أكثر من ١٠٠ ألف موهبة ابتكارية سنويا في المتوسط؛ وتم احتضان أكثر من ١٠٠٠ شركة تقنية، وظهرت ١٢ شركة وحيدة القرن و ٢٣ شركة مدرجة في البورصة؛ ثالثًا، ظهور التنمية الخضراء، حيث تجاوز متوسط معدل توفير الطاقة

في المنطقة بعد التحول الذكي ١٥٪، وحققت بعض الشركات خفضًا في الكربون بأكثر من ١٠٠ طن سنويًا.

تكمن القيمة الأساسية للتحول الرقمي في بلدة Yunqi في إعادة هيكلة منطق التنسيق بين «الموارد - الابتكار - الحياة»، وتحويل الموارد إلى عناصر عامة شاملة، وتحقيق فوائد متعددة. ترتبط ارتباطا وثيقا بأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، بما في ذلك: الهدف ٨ العمل اللائق ونمو الاقتصاد، والهدف ٩ الصناعة والابتكار والبنية التحتية، والهدف ١١ مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف ١٣ العمل المناخي. توفر البلدة نموذجا منهجيا شاملا للتحول الرقمي في المناطق الصناعية يقوم على «تقاسم الموارد، الابتكار المؤسسي، التوجه الإنساني» كعناصر ثلاثة مترابطة. تقدم دروسا رئيسية للمناطق المماثلة: دمج الموارد هو الأساس، والتنسيق الآلي لا يقل أهمية عن الابتكار التقني، والتركيز على الإنسان مع مراعاة احتياجات الصناعة والحياة هو الهدف النهائي لتحسين كفاءة الموارد.

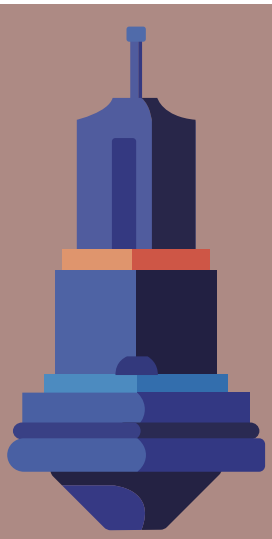
0

الملخص والمبادرات



الفصل الخامس: الملخص والمبادرات

٠٥



لتحقيق الهدف المشترك المتمثل في "التنمية الحضرية المستدامة"، يركز هذا التقرير على "المدن الموفرة للموارد"، يشرح بشكل منهجي كيف يمكن للمدن تحقيق تنمية عالية الجودة بالموارد المحدودة، ويقدّم نموذجًا تنمويًا يعتمد على "الذكاء الحضري" كمحرك رئيسي. توفر ممارسة "دماغ المدينة" في الصين نموذجًا رائدًا للذكاء الحضري على مستوى العالم. تشكّل مفاهيم الإنسان في المقام الأول، والنظرة الشمولية، وكفاءة الموارد، والتنمية المستدامة الركائز الأساسية الأربع لدماغ المدينة، كما أن الاقتران القوي بين البيانات والنماذج والقدرة الحاسوبية يمنح الذكاء الحضري القدرة على جعل الموارد "قابلة للحساب، وقابلة للتنسيق، وقابلة لإعادة الاستخدام". لقد أثبتت الممارسات مثل "حركة مرور أكثر سلاسة دون تقييد السير" و"كفاءة أعلى دون توسيع الطرق" جدوى استخدام ٠١٪ من الموارد الحضرية الحالية لدعم التنمية الحضرية المستدامة.

يتناول هذا الفصل توصيات العمل المشترك لبناة المدن ومبادرة التعاون العالمي لـ"الذكاء الاصطناعي + المدينة". يشارك الأفراد والمنظمات الاجتماعية المحلّية بنشاط في إنتاج وتطوير الذكاء الحضري المتمركز حول الإنسان، ويستثمر القطاع الصناعي والأوساط الأكاديمية في البحث والتطوير التعاوني ونشر المنتجات العامة للذكاء الحضري، ويركز المدراء والمخطّطون في المدينة على التوجيه بالمشكلات والحوكمة الجيدة القائمة على السيناريوهات، بينما تعمل الحكومات الوطنية المحلّية بشكل منهجي على دفع بناء البنية التحتية وتوفير الضمانات المؤسسية. ندعو إلى بناء مدن موفرة للموارد لخلق حياة أفضل بموارد أقل، واستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بشكل جيد لدعم بناء المدن الموفرة للموارد بشكل شامل، وبناء الذكاء الحضري بنظرة شمولية لدفع "الذكاء الاصطناعي + المدينة"، والتمسك بوضع الإنسان في المقام الأول لخلق سيناريوهات حوكمة جيدة، وإنشاء تحالف عالمي للمدن الذكية لتبادل الخبرات في إدارة المدن، وبناء نظام بيئي مفتوح المصدر للذكاء الحضري لتقاسم فوائد التقدم في الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع.

١,٥ الذكاء الاصطناعي يعزّز التنمية الحضرية المستدامة

لتحقيق الهدف المشترك للتنمية الحضرية المستدامة، يقدّم هذا التقرير، في إطار تحول نموذج «دماغ المدينة»، وبالتركيز على «المدن الموفرة للموارد»، شرحًا منهجيًا لكيفية تحقيق المدن لتنمية عالية الجودة بالموارد المحدودة، ويطرح نموذجًا تنمويًا يعتمد على «الذكاء الحضري» كمحرك أساسي.

إنّ عدم استدامة نماذج التنمية الحضرية المعاصرة ينبع أولا من قيدين: التقييد المطلق للموارد الإجمالية وعدم الكفاءة الهيكلية لاستخدام الموارد على مستوى النظام. إن مسار التنمية الحضرية المتمثل في استبدال الاستهلاك المرتفع بالراحة والانبعاثات المرتفعة بالازدهار قد تسبب في ركود أهداف التنمية المستدامة العالمية أو حتى تراجعها في العديد من المجالات. ومع ذلك، فإن المدن ليست فقط مكان تكمن فيه مشكلات كثيرة، بل هي أيضًا مكان استراتيجي لحلول هذه المشكلات. في المدن أكثر من نصف عدد سكان العالم، وكمية استهلاك الطاقة، وانبعاثات الكربون، لكنها تجمع أيضا التكنولوجيا ورأس المال وقدرات الحوكمة على أعلى مستوياتها. إن مفتاح حل مشكلة عدم الاستدامة يكمن في التحول من «التوسع التدريجي» للموارد إلى «تحسين المخزون»، ومن «تكديس الموارد» إلى «تحسين كفاءة الطاقة». في المستقبل، يحتاج تطوير المدن العالمية إلى تحمّل مسؤوليات الحفاظ على المناخ والصحة والإنصاف مع ضمان الرفاهية والفرص. أصبح مفهوم «وضع الإنسان في المقام الأول» واتجاه «توفير الموارد، والانخفاض الأخضر في الكربون، والشمولية والقدرة على الصمود» قيما مشتركة عبر الثقافات والأنظمة المختلفة.

الفكرة الأساسية لهذا التقرير هي «استبدال مدخلات الموارد المادية الجديدة بتحسين البيانات والحوكمة الحضرية»، واستخدام التدفق الفعال للبيانات لدعم الاستخدام الاقتصادي للمواد. في عملية التحول يصبح «الذكاء الحضري» نقطة ارتكاز تقنية رئيسية، ومحركًا للتحول الشامل للسياسة والاقتصاد والثقافة الحضرية. تركّز ممارسات «المدن الذكية» التقليدية بشكل أكبر على تكديس التقنيات والتشتت القطاعي، مما يجعل من الصعب تحقيق عوائد نظامية؛ بينما تعيد فكرة «دماغ المدينة» تعريف التنمية الحضرية والحوكمة الحضرية من منظور شمولي ومتمركز حول الإنسان. إن نظام تكنولوجيا الذكاء الحضري لا ينظر إلى المدينة على أنها «نظام الأنظمة» فحسب، بل يبني أيضًا حلقة مغلقة من الإدراك والتحليل واتخاذ القرارات من خلال الربط العميق بين الخبرة البشرية والبيانات والنماذج وقوة الحوسبة، مما يجعل من الممكن «تحسين كفاءة حركة المرور دون إضافة طرق» و«ضمان الإمداد دون توسيع مصادر المياه» و«تقليل استهلاك الطاقة دون إضافة أجهزة». هذا في جوهره محاولة لتبادل البيانات مقابل الموارد، واستبدال التكرار بالخوارزميات، وتحسين الهيكل بالذكاء، بهدف دفع تحول نموذجي جذري في التنمية الحضرية والتقدم الحضاري.

مع التطور الهائل لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، أصبحت الظروف العملية للذكاء الحضري على مستوى العالم ناضجة. أولاً، أصبحت أنظمة البيانات المفتوحة في المدن الكبرى حول العالم متكاملة تدريجيًا، وخاصة بيانات الاستشعار عن بعد وإنترنت الأشياء التي جعلت «رؤية المدينة ككل» حقيقة واقعة؛ ثانيًا، خفضت النماذج الأساسية مفتوحة المصدر والنظام البيئي للبحوث الحضرية المفتوحة من عتبة الذكاء الحضري. كل هذا يوفر للمدن قاعدة ذكاء حضري منخفضة التكلفة وعالية القيمة ومتاحة بشكل كبير. وتوفر ممارسة «دماغ المدينة» في الصين نموذجًا رائدًا للذكاء الحضري في العالم. وتتمثل خصائصها في: وضع الإنسان في المقام الأول، التعاون الشامل، توفير الموارد، والتقدم المتزامن للإصلاح المؤسسي والابتكار التكنولوجي.

قد لا تعتمد القدرة التنافسية للمدن على حجم توسعها في الأجهزة في المستقبل، بل على ما

إذا كانت تمتلك الذكاء لجعل الموارد الحضرية «قابلة للحساب، وللتنسيق، ولإعادة الاستخدام». في نموذج القدرات، ستصبح النماذج الأساسية الحضرية مكونات ذكاء عامة، تجمع بين البيانات المحلية عالية الجودة ومنصات القدرة الحاسوبية لتشكيل محرك ذكاء حضري يولد الحلول المثلى حسب الطلب. في نموذج العدالة، تسمح البيانات المفتوحة والنماذج مفتوحة المصدر للمدن الصغيرة والمتوسطة أيضًا باتخاذ القرارات على نفس الخريطة الرقمية، مما يقلل الفجوة بين التكلفة المنخفضة والذكاء العالي. في نموذج الحوكمة، ستعمل المدن على الانتقال من حوكمة «التطبيقات» إلى حوكمة «السيناريوهات إلى البانوراما»، مع اعتبار الخبرة البشرية وكفاءة الموارد مؤشرين متساويين في الأهمية، وتحويل نتائج المشروع التجريبي إلى نظام مؤسسي قابل للنسخ والتكرار.

كما كشفت الممارسة الصينية، عندما يشكّل تدفق البيانات وتطور النماذج والتنسيق التنظيمي صدًى ديناميكيًا، فإن «استخدام ١٠٪ من الموارد الحضرية الحالية لدعم التنمية الحضرية عالية الجودة والمستدامة» ليس توقّعا مثاليا، بل هو مسار تكنولوجي إداري يمكن الاقتراب منه تدريجيا كحل. انطلاقا من رؤية مجتمع المستقبل المشترك للبشرية، سيكون الذكاء الحضري محملًا بالأمل، ويدفع المدن العالمية نحو مستقبل مشترك منخفض الاستهلاك وعالي الرفاهية وشديد المرونة.

حياة أفضل بموارد أقل(Less is more for better life).

٢,٥ توصيات العمل المشترك لبناة المدن

إن بناء الذكاء الحضري ليس مجرد مشروع تقني، بل هو تحوّل اجتماعي يشمل مشاركة واسعة من الأفراد الفاعلين. لدفع مدن العالم نحو مشاركة مستقبل حضري مستدام من خلال بناء الذكاء الحضري، نقترح أن يتخذ الأفراد والمنظمات المجتمعية والقطاع الخاص والحكومات والأوساط الأكاديمية وكذلك واضعي القوانين والسياسات الوطنية إجراءات مشتركة وفقًا لقدراتهم ومسؤولياتهم (الشكل ٥-١).

الأفراد والمنظمات الاجتماعية الشعبية

إنتاج وتطوير الذكاء الحضري المتمركز حول الإنسان

الأفراد والمنظمات الشعبية في المجتمع الحضري هم مقدمو البيانات عالية الجودة، والمجتمعات المحلية والأماكن العامة هي مواقع الإنتاج الأولي للذكاء الحضري.

يجب أن تستكشف ممارسات الذكاء الحضري من خلال التشاور المشترك بين الجهات المتعددة في السيناريو - مثل المنظمات المجتمعية، المنظمات غير الربحية، المدارس، ممثلو الشركات الصغيرة والمتوسطة - بدلاً من أن تقودها جهة واحدة. ندعو إلى استخدام أساليب مثل الإبداع المشترك (co-creation) والتصميم التشاركي لوضع الأفراد والمنظمات الشعبية (grassroot) في مركز تصميم السيناريو، ونستند إلى المشكلات في الحياة الحضرية الحقيقية وحلولها كنقطة انطلاق لتطوير تقنيات ونماذج الذكاء الحضري.

الصناعة والأوساط الأكاديمية

البحث والتطوير التعاوني بين الصناعة والأوساط الأكاديمية ونشر المنتجات العامة للذكاء الحضري

نظرًا لطبيعة الذكاء الحضري بوصفه ذا طابع عامّ، فإننا ندعو الشركات إلى تضمين العدالة والشفافية وقابلية التفسير وغيرها من المبادئ الأخلاقية في عملية البحث والتطوير والصيانة الكاملة لمنتجات الذكاء الحضري، وإجراء تقييمات تأثير الخوارزميات بشكل استباقي، وقبول الرقابة الاجتماعية. كما يجب على الأوساط الأكاديمية تعزيز البحث في المجالات المتقاطعة مثل تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وأخلاقيات التكنولوجيا والعلوم الحضرية والسياسات العامة، لتوفير الدعم النظري وإعداد المواهب للتطور

الصحي للذكاء الحضري. خاصة في تطوير التقنيات الرئيسية والحلول القابلة للتكرار، فإننا ندعو إلى التعاون بين الصناعة والأوساط الأكاديمية والبحث العلمي لتحقيق الاختراق التقني في نماذج الذكاء الحضري، ودمج البيانات والحفاظ على الخصوصية، والذكاء على الحافة، مع تحديد طرق التطبيق التي تتوافق مع الأخلاقيات والمصلحة العامة. وفي الوقت نفسه، نعمل على تطوير حلول ذكية معيارية ومنخفضة التكلفة لخفض عتبة التطبيق للمدن الصغيرة والمتوسطة والمدن في البلدان النامية، وتعزيز التنمية الشاملة على نطاق عالمي.

مديرو المدينة ومُناتها

الذكاء الحضري القائم على حلّ المشكلات والحوكمة الجيدة القائمة على السيناريوهات

يهدف بناء الذكاء الحضري دائما إلى حل مشكلات التنمية المستدامة في المدن، لكي تجنب الوقوع في فخ "تطوير التكنولوجيا من أجل التكنولوجيا". لذلك، ندعو المديرين والمخططين الحضريين إلى التمسك بـ"التوجيه بالمشكلات" و"الدفع بالسيناريوهات"، وإعطاء الأولوية للبناء في الحالات التي يكون فيها لدى المواطنين وعي قوي وحيث تكون الفوائد الاجتماعية كبيرة. وبناء شراكات تعاوني بنشاط مع شركات التكنولوجيا ومؤسسات البحث، وتكوين التقنيات والسياسات حول مشكلات وسيناريوهات محددة. ودعوة الجمهور للمشاركة في تطوير وبناء الذكاء الحضري من خلال الاستشارات العامة وجمع الآ راء، لضمان أن تعود فوائد تطوير الذكاء الحضري على كل مواطن، وخاصة الفئات الضعيفة.

الحكومة المركزية والحكومات المحلية

دفع بناء البنية التحتية وتوفير الضمانات المؤسسية بشكل منهجي

وتعتبر وضع استراتيجيات وخرائط طريق لتطوير الذكاء الحضري على المستوى الوطني وتوضيح آ فاق التطور والمجالات الرئيسية والأ هداف المرحلية هي من الضمانات المهمة لتحقيق الذكاء الحضري. وفي الوقت نفسه، يتعين على الحكومات المحلية أن تقوم بصياغة استراتيجيات تنفيذية محلية تتماشى مع مواردها وتحدياتها. ندعو الحكومات الوطنية والمحلية، بشرط ضمان الأمن والخصوصية، إلى زيادة فتح البيانات العامة والاستثمار في البنية التحتية، وتعزيز الانفتاح المنظم والمشاركة للبيانات الحكومية، وإطلاق قيمة البيانات العامة. وفي الوقت نفسه، نقوم باستثمارات ذات طابع استشراقي مستقبلي وتخطيط موحد للذكاء الحضري بصفته بنية تحتية عامة جديدة. وفي الوقت نفسه، نطالب الحكومات الوطنية والمحلية بإصدار تشريعات وسياسات للذكاء الحضري في الوقت المناسب، مع إعطاء وزن متساو لتشجيع الابتكار والوقاية من المخاطر، ورسم «خطّ أحمر» واضح لتطوير الذكاء الحضري. نقترح أيضًا تشجيع الابتكار التكنولوجي والنموذجي في بيئات خاضعة للرقابة من خلال إنشاء بيئات تنظيمية تجريبية وصناديق الابتكار.

٣,٥ مبادرة التعاون العالمي "الذكاء الاصطناعي + المدينة"

في ظل تغير المناخ العالمي، وتزايد قيود الموارد، والتعقيد الحضري غير المسبوق، أصبحت المدن جهات فاعلة رئيسية في تحقيق خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة ٢٠٣٠. تعيد الثورة التكنولوجية الجديدة، التي يمثلها الذكاء الاصطناعي، تشكيل العمليات الحضرية وتخصيص الموارد وأنماط الحوكمة. إنّ «الذكاء الاصطناعي + المدينة» ليس مجرد تطبيق للتكنولوجيا الذكية في المدن، بل هو نموذج جديد للحضارة الحضرية يحقّق تنمية عالية الجودة بموارد أقل. لذلك، نقدم بإخلاص مبادرة التعاون العالمي «الذكاء الاصطناعي + المدينة» (الشكل ٥-١) لدفع تشكيل نظام بيئي لتطوير الذكاء الحضري مفتوح ومشترك وتعاوني وآ من.

(١) بناء مدن موفرة للموارد، وخلق حياة أ فضل بموارد أ قل

في مواجهة القيود المتعددة للطاقة والأرض

مبادرة التعاون العالمي لـ "الذكاء الاصطناعي + المدينة"

- الالتزام بوضع الإنسان في المقام الأول
- خلق سيناريوهات حوكمة جيدة

- إنشاء تحالف عالمي للمدن الذكية
- تبادل الخبرات في مجال الحوكمة الحضرية

- بناء منظومة مفتوحة المصدر للمدن الذكية
- مشاركة أوسع للتطورات في تكنولوجيا الذكاء

- بناء مدن موفرة للموارد
- خلق حياة أفضل بموارد أقل

- الاستخدام الأمثل لتقنية الذكاء الاصطناعي
- الدعم الكامل لبناء مدن موفرة للموارد

- تحسين بناء المدن الذكية
- الترويج لـ "الذكاء الاصطناعي + المدينة" بمنظور شامل

توصيات العمل المشترك لبناة المدن

الحكومة المركزية والحكومات المحلية

دفع بناء البنية التحتية وتوفير الضمانات المؤسسية بشكل منهجي

مديرو المدينة وبُناتها

الذكاء الحضري القائم على حلّ المشكلات والحوكمة الجيدة القائمة على السيناريوهات

الصناعة والأوساط الأكاديمية

البحث والتطوير التعاوني بين الصناعة والأوساط الأكاديمية ونشر المنتجات العامة للذكاء الحضري

الأفراد والمنظمات الاجتماعية الشعبية

إنتاج وتطوير الذكاء الحضري المتمركز حول الإنسان

الشكل ٥-١: المبادرات والإجراءات العالمية لـ"الذكاء الاصطناعي + المدينة"

المصدر: من إعداد المؤلف

والمياه والبيئة الإيكولوجية، فإنّ نموذج التنمية الحضرية التقليدي الذي يعتمد على الاستثمار والاستهلاك العاليين لم يعد مستداما. المهمة الأساسية لبناء مدن موفرة للموارد هي تحقيق قفزة منهجية في كفاءة تخصيص الموارد، ودعم الخدمات العامة ذات الجودة العالية والحياة الحضرية الأفضل بتكاليف أقل من استهلاك الموارد والبيئة. يمثل هذا الإجماع في جوهره تطويرا لمفهوم التنمية المستدامة:

من «التوسّع من خلال زيادة استهلاك الموارد» إلى «النمو الجوهري مع توفير الموارد»

من «القيود السلبية» إلى «التحسين الاستباقي»

من «كفاءة القطاعات» إلى «كفاءة النظام

(٢) استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بشكل جيد لدعم بناء المدن الموفرة للموارد بشكل شامل

يكمن مفتاح تحقيق هدف المدينة الموفرة للموارد في اتخاذ بناء نظام حضري ذكي كنقطة انطلاق لتعزيز التطبيق العميق للذكاء الاصطناعي على المستوى الحضري.

من خلال دمج «قوة الحوسبة والبيانات والنماذج»، يمكننا تحقيق تنظيم دقيق وتحسين ديناميكي للموارد الحضرية في جميع أنحاء المنطقة وطوال دورة الحياة بأكملها. وتتجلى الإجراءات الرئيسية في إنشاء الآ ليات الأربع التالية:

- الإدراك الدقيق لجانب الطلب: نتمكّن من فهم إدراك العرض والطلب على الموارد مثل الطاقة والمياه والنقل والخدمات العامة واتجاهات تغيرها في الوقت الفعلي من خلال شبكات المراقبة والاستشعار الحضرية.

- الحدولة الذكية لجانب العرض: بناء على نماذج التنبؤ والتعلم المعزز، نتمكن من تحقيق التنسيق والحدولة بين القطاعات والأنظمة المختلفة للموارد، والحد من الهدر الهيكلي والاستثمار الزائد.

- القفزة في الكفاءة على المستوى النظامي: من «توفير الطاقة في نقطة واحدة» إلى « تحقيق الارتقاء المتكامل لكفاءة الطاقة الشاملة للمدينة ومرونتها».

- التشغيل المستمر والتقييم التغذوي الراجع: جعل الذكاء الاصطناعي «قدرة طويلة الأجل» في حوكمة الموارد الحضرية، وليس مشروعا قصير الأجل أو أداة معزولة.

(٣) بناء الذكاء الحضري بشكل جيد، ودفع «الذكاء الاصطناعي + المدينة» بنظرة شمولية

يجب أن يلتزم «الذكاء الاصطناعي + المدينة» بالنظرة الشمولية، وتطوير العملية من المراقبة الحضرية إلى تكوين المعلومات الحضرية. وهذا ما تحدده طبيعة المدينة باعتبارها «نظاما ضخما بالغ التعقيد». من خلال التمسك بالنظرة الشمولية، ينتقل «الذكاء الاصطناعي + المدينة» من التراكم التكنولوجي إلى التطور النظامي، ويشكل خطوة خطوة نظام ذكاء حضري قابل للتطور المستدام والتوسع والحوكمة. تشمل النظرة الشمولية على الأقل ثلاثة مستويات من الشمولية الحضرية:

- شمولية الموارد: الطاقة، والأراضي، والمياه، والبيئة، والنقل، والخدمات العامة هي أنظمة معقدة مترابطة للغاية يجب إدارتها بشكل تعاوني.

- شمولية البيانات: كسر حواجز البيانات بين مختلف القطاعات، وتشكيل قاعدة بيانات موحدة عبر المقاييس والمجالات والأزمنة.

- شمولية التنظيم: تعزيز الحوكمة التعاونية بين الحكومة والشركات والمجتمعات والجمهور والمؤسسات البحثية.

(٤) التمسك بوضع الإنسان في المقام الأ ول، وخلق سيناريوهات حوكمة جيدة

إن جوهر خلق سيناريو حوكمة جيدة لـ«الذكاء الاصطناعي + المدينة» هو «أخذ الاحتياجات البشرية كنقطة انطلاق والحوكمة الجيدة كهدف». لذلك، من الضروري الاسترشاد بالمشاكل والسيناريوهات

الحقيقية، واتباع مسار «الاعتماد على السيناريوهات - التكيف التكنولوجي - التنسيق المؤسسي - الترويج على نطاق واسع» لتجسيد الحوكمة الرشيدة في تخطيط السيناريوهات وبنائها وتشغيلها.

- مرحلة التخطيط: وضع حجر الأساس للحوكمة الجيدة من خلال «مواءمة القيم» و«التصميم الشامل». من «الدفع التكنولوجي» إلى «الدفع بالمشكلات» و«الدفع بالقيمة». يجب تحديد في مرحلة تخطيط السيناريو: ما هي المشكلة الحضرية التي يهدف هذا السيناريو إلى حلها؟ لمن يخدم؟ ما هي القيمة العامة التي سيخلقها؟ لضمان استمرار السيناريو بشكل جيد.

- مرحلة البناء: بناء نظام بيئي جدير بالثقة قائم على سيادة القانون والشفافية. دمج «الامتثال للأنظمة» و«الالتزام بالأخلاق» في الهيكل التكنولوجي من خلال التصميم، وبناء الحد الأدنى للذكاء الحضري بالتوازي مع «السلامة والثقة والتحكم».

- مرحلة التشغيل: تحسين كفاءة الخدمة من خلال «الاستجابة الفعالة» و«التعلم المستمرّ». إنشاء حلقة مغلقة للتقييم الديناميكي للأداء والتغذية الراجعة، تشمل المؤشرات التقنية مثل «إنتاجية النظام» و«سرعة الاستجابة»، والمؤشرات الاجتماعية مثل «رضا المواطنين» و«إمكانية الوصول إلى الخدمات» و«التأثير على العدالة بين مختلف المجموعات». وفي الوقت نفسه، إنشاء اقتران فعال بين صانعي القرار من البشر وبرامج اتخاذ القرار الذكية في المدينة.

(٥) إنشاء تحالف عالمي للمدن الذكية، وتبادل الخبرات في إدارة المدن

لتجنب مخاطر التجزئة والبناء المزدوج والاحتكار التكنولوجي في «الذكاء الاصطناعي + المدينة»، من الضروري إنشاء تحالف عالمي عابر للحدود ومتعدد التخصصات للمدن الذكية لتبادل الخبرات في مجال الحوكمة الحضرية وأن يصبح منصة رئيسية للذكاء الحضري للانتقال من الاستكشاف التكنولوجي إلى التعاون المؤسسي العالمي. تشمل مهامه الأساسية:

- تنسيق المعايير: دفع تشكيل معايير التكنولوجيا الذكية الحضرية العالمية، ومواصفات البيانات، والمبادئ التوجيهية الأخلاقية.

- دفع البناء المشترك: دفع البناء المشترك للقدرات ونقل التكنولوجيا بين البلدان المتقدمة والنامية.

- تعزيز المشاركة: تعزيز تبادل الخبرات والتحارب المشتركة بين المدن في مجالات مثل مواجهة الموجات الحارة، وحوكمة المرور، وخفض الكربون، والسلامة العامة.

- بناء التعاون: بناء شبكة تعاونية متعددة الأطراف تربط الحكومات والمنظمات الدولية ومؤسسات البحث وشركات التكنولوجيا والمنظمات المجتمعية.

(٦) بناء نظام بيئي مفتوح المصدر للذكاء الحضري، وتقاسم فوائد التقدم في الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع

لدعم التنمية المستدامة للذكاء الحضري وتطبيقاته الشاملة، ندعو إلى بناء نظام منتجات عامة رقمية للذكاء الحضري مفتوح للعالم بما في ذلك citybrain.org، وإنشاء نظام بيئي مفتوح المصدر للذكاء الحضري. يشمل البناء أربعة اتجاهات:

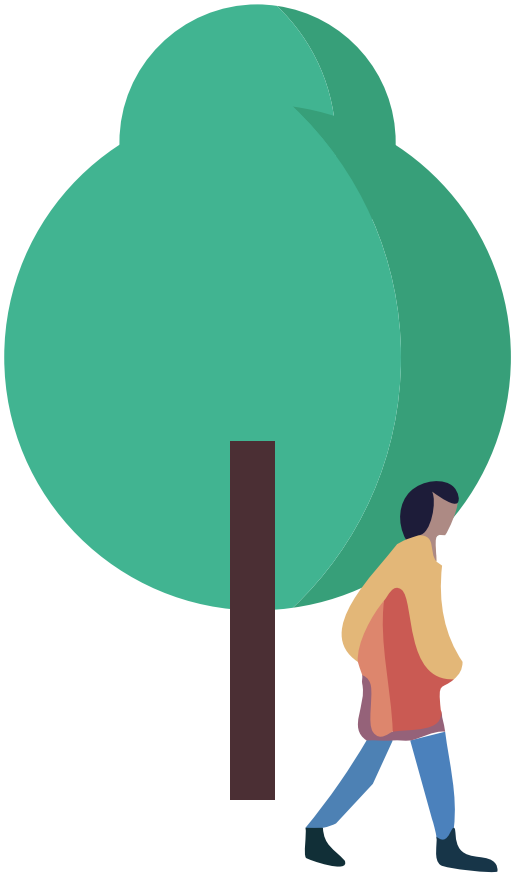
- المراقبة الحضرية الشاملة: بناء نظام مراقبة حضري عالمي يغطي «السماء والأرض»، وسيوفر هذا النظام قدرات مراقبة قابلة للمقارنة عالميا وقابلة للنقل بين المدن للذكاء الحضري.

- النموذج الأساسي لمركز البيانات الحضرية: ينشئ قاعدة بيانات على مستوى المدينة ونموذج أساسي لتوفير «تمثيل أساسي عالمي» لمحاكاة المدن المتعددة، وتوقّع السياسات، وتقييم النظام.

- محرك المدينة الذكي: يدمج بعمق تقنيات الذكاء الاصطناعي الناشئة مثل نماذج الذكاء الاصطناعي لتشكيل محرك صنع قرار ذكي على مستوى المدينة مع القدرة على التعرف على العمليات الحضرية واستنتاجها والتنبؤ بها، ودعم سيناريوهات صنع القرار الرئيسية.

- *منصة الخدمات الذكية للمدينة: توفر نظام خدمة مفتوح يدمج الحوكمة التعاونية والحوكمة المشتركة متعددة الأطراف والبحث المفتوح.*

إن مشروع «الذكاء الاصطناعي + المدينة» ليس مجرد مشروع ابتكار تكنولوجي، بل هو مشروع تعاوني عالمي يتعلق بتطور الحضارة الحضرية البشرية. من خلال الدعوة المشتركة إلى توافق القيم المتمثل في خلق حياة أفضل بموارد أقل، ونموذج حوكمة أكثر ذكاءً وعدلاً وأماناً ، والمشاركة في إنشاء نظام منافع عامة رقمية مفتوح ومشترك وشامل، نأمل في دفع المدن من مسار التنمية التقليدي القائم على استهلاك الموارد العالي إلى نموذج تنمية ذكي جديد قائم على الحفاظ على الطاقة وكفاءتها، والتحرك بشكل مشترك نحو مستقبل حضري أكثر أمانا وخضرة وشمولا واستدامة.



المصادر والمراجع

Affairs, U. N. D. of E. and S. The Sustainable Development Goals Report 2025. (United Nations, 2025). [1] .doi:10.18356/9789211071597

United Nations General Assembly. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. [2] .(https://undocs.org/A/RES/70/1 (2015

Igini, M. None of 17 UN SDGs on Track to Be Achieved By 2030. Earth.Org https://earth.org/none-of-17-un- [3] .(sdgs-on-track-to-be-achieved-by-2030-report-finds/ (2025

United Nations. Cities and sustainable urbanization. (2019). https://www.un.org/sustainabledevelopment/ [4] /cities

.(World Energy Outlook 2024 – Analysis. IEA https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024 (2024 [5]

Environment, U. N. Emissions Gap Report 2024 | UNEP - UN Environment Programme. https://www.unep. [6] .(org/resources/emissions-gap-report-2024 (2024

.(World Cities Report 2024. https://unhabitat.org/wcr/ (2024 [7]

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. https:// [8] .(www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ (2023

.(Bar-Yosef, O. The Walls of Jericho: An Alternative Interpretation. Curr. Anthropol. 27, 157–162 (1986 [9]

.(Postgate, N. Early Mesopotamia: Society and Economy at the Dawn of History. (Routledge, 2017 [10]

Meadows, D. H., Randers, J. & Meadows, D. L. The Limits to Growth (1972). in The Future of Nature (eds [11] .Robin, L., Sörlin, S. & Warde, P.) 101–116 (Yale University Press, 2017). doi:10.12987/9780300188479-012

Seto, K. C., Güneralp, B. & Hutyra, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts [12] .(on biodiversity and carbon pools. Proc. Natl. Acad. Sci. 109, 16083–16088 (2012

These start-ups are making cities more sustainable. World Economic Forum https://www.weforum.org/ [13] .(stories/2023/11/cities-sustainable-innovation-entrepreneurs-solutions/ (2023

.(Ritchie, H. & Roser, M. Water Use and Stress. Our World Data (2018 [14]

Dickinson, K. Urban Water Facts and Figures | CityChangers.org. CityChangers.org – Home Base for Urban [15] .(Shapers https://citychangers.org/water-facts/ (2023

United Nations World Water Development Reports | UN World Water Development Report. https://www. [16] .unesco.org/reports/wwdr/en/reports

Andersen, I. Improving water resource management to address the climate emergency. UN Chronicle [17] (2020). https://www.un.org/en/un-chronicle/we-cannot-address-climate-emergency-without-improving-water-resource-management

UNESCO. Imminent risk of a global water crisis, warns the UN World Water Development Report 2023. [18] https://www.unesco.org/en/articles/imminent-risk-global-water-crisis-warns-un-world-water-development-report-2023 (2024).

Kuzma, S., Saccoccia, L. & Chertock, M. 25 Countries, Housing One-Quarter of the Population, Face Extremely [19] .(High Water Stress. https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries (2023

Sustainable Development Goals: Are we on track for 2030? World Economic Forum https://www.weforum. [20] .(org/stories/2025/09/sdg-progress-report-2025/ (2025

Steffen, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347, [21] .(1259855 (2015

.(Planetary boundaries. https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html (2012 [22]

.(Sciences, C. A. of. Big earth data in support of the sustainable development goals. (2020 [23]

International Energy Agency (IEA). Energy Efficiency 2023: The Decade for Action. https://www.iea.org/ [24] .(reports/energy-efficiency-2023 (2023

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Rethinking Urban Sprawl: Moving [25] .Toward Sustainable Cities. (OECD Publishing, Paris, 2018). doi:10.1787/9789264189881-en

SDG6, E. T. Global water crisis: Leaks and poor infrastructure lead to massive losses. Globalsociety.earth [26] https://www.globalsociety.earth/post/global-water-crisis-leaks-and-poor-infrastructure-lead-to-massive-losses (2024).

[27]وانغ جيان وآخرون. «تحسين الحجم والبنية الحضرية من منظور الرقمنة الحضرية». ضمن: فو تشي هوان، وو تشي تشيانغ، طريق المدينة الكبرى: دراسة استراتيجية حول حجم وتطوير البنية في المدن الكبرى والمدن العملاقة في الصين. بكين: دار نشر العلوم الاجتماعية الأكاديمية، 2023. (بالصينية)

Leakage in water infrastructure exacerbating water scarcity. https://www.consultancy-me.com/news/6706/ [28] .leakage-in-water-infrastructure-exacerbating-water-scarcity

International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. https://www.iea.org/reports/world-energy-out- [29]

.(look-2023 (2023

INRIX. INRIX 2023 Global Traffic Scorecard: London most congested city in Europe; congestion costing the [30] ./UK £7.5 billion. INRIX https://inrix.com/press-releases/2023-global-traffic-scorecard-uk

UNSD. The Sustainable Development Goals Report 2023. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/goal-11 [31] .((2023

[32] وانغ جيان. «الذكاء الاصطناعي يدمج الموارد العامة، ودماغ المدينة يحكم مدن المستقبل». كلمة ألقيت في حفل «استقبال العام الجديد بالفكر 2018» على قناة تشجيانغ التلفزيونية (2018). (بالصينية)

.(Ritchie, H., Samborska, V. & Roser, M. Urbanization. https://ourworldindata.org/urbanization (2024 [33]

UNSD. The Sustainable Development Goals Report 2022. https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/Goal-11 [34] .((2022

UN-Habitat. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization (United Nations Human [35] Settlements Programme, Nairobi, 2020). https://unhabitat.org/World-Cities-Report-2020

Science and I. Museum. Mapping Manchester's engines. (2025). https://www.scienceandindustrymuseum. [36] org.uk/objects-and-stories/mapping-manchesters-engines

City of New York. History of electrification in NYC. (2024). https://www.nyc.gov/assets/records/pdf/Educa- [37] tion/Electrification%20Educational%20Aid.pdf

Earth Observation Group (EOG), Payne Institute for Public Policy, Colorado School of Mines. VIIRS night- [38] time lights monthly average radiance composite images. (2025). https://payneinstitute.mines.edu/eog/night- /time-lights

World Bank. Urban development and global economic contribution. (2023). https://www.worldbank.org/ [39] en/topic/urbandevelopment/overview

/C40 Cities Climate Leadership Group. C40 Cities: committing to net zero. (2024). https://www.c40.org [40]

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Sustainable urban mobility in cities. [41] /(2023). https://www.oecd.org/transport/urban-mobility

United Nations. Secretary-General›s remarks on cities and climate action. (2023). https://www.un.org/ [42] sg/en/content/sg/speeches/2023-10-11/remarks-cities-and-climate-action

[43] وانغ جيان. «دماغ المدينة: دفع التنمية الاجتماعية المستدامة بموارد البيانات — الحديث عن الانتقال من عصر الكهرباء إلى عصر الحوسبة». العلوم المتقدمة، 2019(2)، 32–36. (بالصينية)

https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8128.2019.02.009

.(Wang, J. Being online: on computing, data, the internet, and the cloud (Arcade, 2021 [44]

[45] وانغ جيان. «المصادر المفتوحة ليست مجرد فتح الشيفرة البرمجية؛ إرسال الذكاء الاصطناعي إلى الفضاء هو السبيل لخروج البشرية من كوكب الأرض». كلمة ألقيت في مؤتمر Inclusion 2025·المؤتمر على ضفاف نهر البوند (2025). (بالصينية)

https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_31611791

[46] وانغ جيان. «البيانات تجعل المدن فائقة الذكاء». مجلة ليوانغ، 2020، 40–41 (2020). (بالصينية)

United Nations Environment Programme (UNEP). Resource Efficient Cities: Global Initiatives and Guidance. [47] .(UNEP, 2023. https://www.unep.org/resources/resource-efficient-cities (accessed Dec. 2025

[48] وانغ جيان. «دماغ المدينة»: البيانات الضخمة تجعل المدن ذكية». صحيفة غوانغ مينغ اليومية، 2019. (بالصينية)

https://www.cac.gov.cn/2019-12/19/c_1578293837898291.htm

[49] وانغ جيان. «اقترحنا دلالة جديدة للبنية التحتية الحضرية البشرية». صحيفة ذا بيبر (2020). (بالصينية)

https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_9535754

Batty, M. et al. Smart cities of the future. Eur. Phys. J. Spec. Top. 214, 481–518 (2012). doi:10.1140/epjst/ [50] e2012-01703-3

Dirks, S. & Keeling, M. A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustain- [51] .(able future. IBM Inst. Bus. Value 8, 1–17 (2009

Kitchin, R. Making sense of smart cities: addressing present shortcomings. Camb. J. Reg. Econ. Soc. 8, [52] .(131–136 (2015

.(Caragliu, A., Del Bo, C. & Nijkamp, P. Smart cities in Europe. J. Urban Technol. 18, 65–82 (2011 [53]

Kitchin, R. The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and their Consequences. (Sage [54] .(Publications, 2014

Zhang, J. et al. City brain: practice of large-scale artificial intelligence in the real world. IET Smart Cities 1, [55] 28–37 (2019). doi:10.1049/iet-smc.2019.0034

Cugurullo, F., Caprotti, F., Cook, M., Karvonen, A., McGuirk, P. & Marvin, S. Introducing AI into urban studies. [56] In Artificial Intelligence and the City: Urbanistic Perspectives on AI (eds. Cugurullo, F., Caprotti, F., Cook, M., Karvonen, A., McGuirk, P. & Marvin, S.) 1–20 (Springer, Cham, 2023). doi:10.1007/978-3-031-32701-0_1

Johnston, W. S. In China, Alibaba›s data-hungry ‹City Brain› is controlling (and watching) cities. Wired [57] /(2018). https://www.wired.com/story/alibaba-city-brain-artificial-intelligence-china-kuala-lumpur

.(European Environment Agency. Urban Sustainability Issues: What is a Resource-Efficient City? (2021 [58]

SWAN Forum. The Future of Leakage: Driving Performance Through Smart Water Technologies. Smart [59] Water Networks Forum (SWAN) (2021). https://swan-forum.com

[60] فانغ جيه. «نانتشانغ بدون قيود مرورية». مجلة ليوانغ الشرقية الأسبوعية (2021). (بالصينية)

[61] تشاو غوانغ لي ووانغ جيان. «في عصر الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة، يجب أن يكون الابتكار التكنولوجي ‹مصادر مفتوحة›». صحصة العلوم الصينية اليومية (2025). (بالصينية)

https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2025/2/539205.shtm

[62] وانغ جيان. «‹الذكاء الاصطناعي+› يعيد تشكيل آلاف الصناعات». برنامج قاعة المحاضرات الاقتصادية الصينية تلفزيون7 ،CCTV ديسمبر 2025. (بالصينية)

https://tv.cctv.com/2025/12/07/VIDEsg9jjYsacCDfv2cjJwb8251207.shtml

UN-Habitat (United Nations Human Settlements Programme). Smart Cities: A Systematic Review of the [63] .(Literature (UN-Habitat, 2020

Yin, B. Evaluation of Low-Traffic Neighborhoods and Scale Effects: The Case of Paris. SAGE Open 14, [64] 21582440231170130 (2024). doi:10.1177/21582440231170130

Google Research. Project Green Light›s work to reduce urban emissions using AI. 2023. https://blog.google/ [65] /outreach-initiatives/sustainability/google-ai-reduce-greenhouse-emissions-project-greenlight

Wu, K. et al. Big-data empowered traffic signal control could reduce urban carbon emission. Nat. Commun. [66] 16, 2013 (2025). doi:10.1038/s41467-025-56701-4

.(Group on Earth Observations (GEO). GEO Post-2025 Strategy: Earth Intelligence for All (2023 [67]

[68] جامعة مدينة هانغتشو التابعة لجامعة تشجيانغ. « حوار ‹دماغ المدينة› مع ‹خدمة المرونة الحرارية العالمية (GHRS) ». صحيفة ذا بيبر (بينغباي)، 2025. (بالصينية)

https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_31349912

C40 Cities. C40 Cities Annual Report 2022 (2022). https://www.c40.org/reports/c40-annual-report-2022 [69]

[70] لوه وي دونغ. «المدينة تمتلك دماغًا، وشعبها أكثر سعادة». مجلة ليوانغ الشرقية الأسبوعية (2021).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization [71] Prospects 2018: Highlights (United Nations, New York, 2018). https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf

National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2025: Urban Permanent Population [72] (Beijing, 2025). http://www.stats.gov.cn/sj/sjjd/202501/t20250117_1958337.html

.(Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. Energy. Our World Data (2023 [73]

Kingdom, B., Liemberger, R. & Marin, P. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing [74] Countries: How the Private Sector Can Help. World Bank Discussion Paper No.8 (World Bank, Washington, DC, 2006). https://documents1.worldbank.org/curated/en/385761468330326484/pdf/394050Reducing1e-0water0WSS81PUBLIC1.pdf

[75] وزارة الأمن العام لجمهورية الصين الشعبية. بلغ إجمالي أسطول المركبات في البلاد 465 مليون مركبة، وبلغ عدد السائقين الحاصلين على رخص 556 مليونًا. 2025. (بالصينية)

https://www.mps.gov.cn/n2254314/n6409334/c10264814/content.html

[76] مركز أبحاث أنظمة النقل الذكية (ITS)، جامعة تونغجي، ومركز أبحاث النقل المستقبلي بشركة «أماب»(Amap). تقرير كفاءة تقاطعات الطرق الحضرية في الصين، (شنغهاي، 2024). (بالصينية)

https://www.7its.com/index.php?a=index & aid=23154 & c=View & m=home

[77] شي جين بينغ. تشيجيانغ شينيو، (دار النشر الشعبية بمقاطعة تشيجيانغ، هانغتشو، 2007). (بالصينية)

[78] اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح لجمهورية الصين الشعبية (NDRC). مخطط الخطة الخمسية الحادية عشرة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية الوطنية، (2006). (بالصينية)

/https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/ghjd/quanwen

[79] اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح لجمهورية الصين الشعبية (NDRC). خطة تنفيذ التحضر الجديد خلال فترة الخطة الخمسية الرابعة عشرة يوليو 2022. (بالصينية)

https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjjzxgh/202207/t20220728_1332050.html

[80] شي جين بينغ. جعل المدن «أكثر ذكاءً» باستخدام تكنولوجيا المعلومات: توجيه مهم لتعزيز حوكمة المدن (قدمت جولة التفقد التي قام بها الأمين العام شي جين بينغ في مقاطعة تشيجيانغ توجيهات مهمة لتعزيز تحديث أنظمة وقدرات الحوكمة الحضرية) ، وكالة أنباء شينخوا (2020). (بالصينية)

[81] مجلس مدن المستقبل التابع لبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN-Habitat). آفاق الاستشارات لمدن المستقبل 2024: الحوكمة الحضرية الرقمية. (2024). (بالصينية)

Toh, M. & Erasmus, L. Alibaba›s ‹City Brain› is slashing congestion in its hometown | CNN Business. CNN. [82] https://www.cnn.com/2019/01/15/tech/alibaba-city-brain-hangzhou/index.html

[83] وكالة شينخوا. يُظهر الذكاء الاصطناعي قدراته الكبيرة في مجال الرقابة على البيئة الإيكولوجية. 2025. (بالصينية)

http://www3.xinhuanet.com/tech/20250314/49b550f44de04de487787a62a122f4fb/c.html

[84] مكتب إمدادات الكهرباء في آنشون. مكتب إمدادات الكهرباء في آنشون: تمكين «الذكاء الاصطناعي» لتعزيز استيعاب الطاقة الكهربائية الخضراء. 2025. (بالصينية)

http://gz.people.com.cn/n2/2025/0328/c372080-41179317.html

[85] من المكننة إلى الذكاء: «التحولات» و«التحديات» في النقل الحضري في الصين. موقع سايفون للنقل. (بالصينية)

https://www.7its.com/index.php?m=home & c=View & a=index & aid=23929

[86] وانغ جيان. لماذا تُعدّ المسافة بين الكاميرا وإشارة المرور أبعد مسافة في العالم. خطاب رئيسي في الجمعية الصينية لعلوم المدن، 2017. (بالصينية)

https://news.21csp.com.cn/c28/201708/11361982.html

[87] سونغ جيانغيون. الأول من نوعه على مستوى البلاد: بعد إلغاء قيود أرقام لوحات السيارات، لم يزد الازدحام المروري بل انخفض — ماذا فعلت نانتشانغ بشكل صحيح؟ ذا بيبر (The Paper)، 2022. (بالصينية)

.https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_20110809

[88] وانغ جيان. دماغ المدينة والرقمنة يغيّران أساليب إنتاج البشر وحياتهم ووجودهم. إذاعة الصين الدولية (CRI)، 2022. (بالصينية)

https://ge.cri.cn/20220510/54f39299-b63d-ad9c-4173-74aec0b8a8d0.html

Ville de Paris. Paris Open Data Platform (data.paris.fr), 2024. https://opendata.paris.fr [89]

Greater London Authority. London Datastore: Open Data for London, 2024. https://data.london.gov.uk [90]

World Bank. Data for Better Lives: Data as a Development Asset (World Bank Group, 2023). https://www. [91] worldbank.org/en/publication/wdr2021

UN-Habitat. Data and Digitization for Sustainable Urban Futures (United Nations Human Settlements [92] Programme, 2023). https://unhabitat.org

United Nations (Multistakeholder body). Governing AI for Humanity: Final Report (2024). https://www. [93] un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_en.pdf

Li, X., Gong, P. et al. Global Urban Observation with Remote Sensing and Artificial Intelligence: A Review. [94] Nat. Commun. 14, 5121 (2023). https://doi.org/10.1038/s41467-023-40821-2

NASA. Landsat 9 Mission Overview (2024). https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-9 [95]

European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook (2024). https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/ [96] sentinel-2

Hermansen, A. & Osborne, C. The Economic and Workforce Impacts of Open Source AI. The Linux Founda- [97] tion, San Francisco, CA, May 2025. https://doi.org/10.70828/ITVQ4899

Epoch.ai. AI in 2030: Extrapolating Current Trends (2025). https://epoch.ai/files/AI_2030.pdf [98]

[99] الظهور الأول لنموذج الأساس العلمي 021 في مختبر تشيجيانغ. صحيفة العلوم والتكنولوجيا. 19 ديسمبر 2025. (بالصينية)

[100] هونغ تشينغهوا، شو هويبينغ، فانغ جيه، يانغ تشنغ. دماغ الحرم الجامعي (هانغتشو: دار نشر جامعة تشيجيانغ، 2023). (بالصينية)

[101] عُقد المؤتمر المركزي للعمل الحضري في بكين وألقى شي جين بينغ خطابًا مهمًا. وكالة شينخوا. (بالصينية) https://www.gov. cn/yaowen/liebiao/202507/content_7032083.htm

[102] دماغ المدينة يمكّن البيانات من خدمة الحياة. صحيفة العمال، 2019. (بالصينية)

https://cpc.people.com.cn/n1/2019/0730/c415067-31264538.html

[103] تشيجيانغ هانغتشو تُحسّن منصة «تشينغتشينغ أونلاين» — تعزيز وصول سياسات دعم الشركات وصرف الأموال مباشرة وبسهولة. صحيفة الشعب (13)، 2025. (بالصينية)

United Nations, Division for Sustainable Development. Sustainable Resource-Efficient Cities: Making It [104] Happen (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2012). https://sustainabledevelopment. un.org/content/documents/1124SustainableResourceEfficientCities.pdf

Roche, S., Sangiambut, S. & Zheng, Z. Rethinking the Smart City as an Intelligent City: Archway. J. Commu- [105] .(nity Inform. 20, 1–26 (2024

https://earthobservations.org/resources/what-is-earth-intelligence [106]

.(United Nations Innovation Network / UN-Habitat. World Smart Cities Outlook 2024 (2025 [107]

Fu, X., Li, C., Quan, S. J., Yigitcanlar, T. & Wasserman, D. Large language models in urban planning. Nat. [108] .(Cities 1–8 (2025

.(Zheng, Y. et al. Urban planning in the era of large language models. Nat. Comput. Sci. 1–10 (2025 [109]

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 5th OECD Roundtable on Smart Cities [110] and Inclusive Growth (2025). https://www.oecd.org/en/events/2025/10/5th-oecd-roundtable-on-smart-cities-and-inclusive-growth.html

Brukardt, R. How will the space economy change the world? (2022). https://www.mckinsey.com/indus- [111] tries/aerospace-and-defense/our-insights/how-will-the-space-economy-change-the-world

Malings, C. A. Satellites and Low-Cost Sensors: Advantages, Limitations, and Opportunities for Integra- [112] tion. NASA Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) / Morgan State University (GESTAR II Cooperative Agreement), PowerPoint presentation, Air Quality and IoT-Based Air Sensors Seminar NTRS Report 20230015855, Nov. 2023. https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20230015855/downloads/iot4aq-seminar-20231108.pdf

.(United Nations (Multistakeholder body). Governing AI for Humanity: Final Report (2024 [113]

[114] معهد أبحاث دماغ المدينة بجامعة مدينة تشيجيانغ، ومقر قيادة بناء دماغ مدينة هانغتشو. ممارسات وتأملات دماغ مدينة هانغتشو 2.0 - حلول الأنظمة الرقمية للمدن فائقة وضخمة الحجم، (هانغتشو: دار نشر جامعة تشيجيانغ، 2025). (بالصينية)

[115] ياو ياو. الابتكار والأهمية لـ»لائحة تمكين دماغ مدينة هانغتشو لحوكمة المدن». صحيفة هانغتشو اليومية، 9 مارس 2021، الصفحة النظرية. (بالصينية)

[116] فريق دراسة حالة دماغ مدينة هانغتشو. دماغ المدينة: السيناريوهات الكلاسيكية لهانغتشو (2021-2020)، (هانغتشو: دار نشر جامعة تشيجيانغ، 2023). (بالصينية)

[117] مكتب الإحصاء لبلدية شانغهاي. البيان الإحصائي للبيانات الرئيسية للتعداد الوطني السابع للسكان في شانغهاي (العدد الأول). مكتب الإحصاء لبلدية شانغهاي، 2021. (بالصينية)

https://tjj.sh.gov.cn/tjgb/20210517/cc22f48611f24627bc5ee2ae96ca56d4.html

[118] المكتب العام لحكومة بلدية شانغهاي. الخطة الخمسية الرابعة عشرة لشانغهاي للدفع الشامل للتحول الرقمي الحضري (وثيقة رقم 29 لسنة 2021). حكومة بلدية شانغهاي، 2021. (بالصينية)

https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20211027/6517c7fd7b804553a37c1165f0ff6ee4.html

[119] مكتب الإحصاء لبلدية شانغهاي، وفريق المسح في شانغهاي التابع للمكتب الوطني للإحصاء. البيان الإحصائي للتنمية الاقتصادية والاجتماعية الوطنية لمدينة شانغهاي لعام 2023. مكتب الإحصاء لبلدية شانغهاي، 2024. (بالصينية) https://tjj.sh.gov.cn/ tjgb/20240321/f66c5b25ce604a1f9af755941d5f454a.html

[120] لجنة شانغهاي للاقتصاد والمعلوماتية، ولجنة شانغهاي للتنمية والإصلاح، ولجنة الإشراف وإدارة الأصول المملوكة للدولة في شانغهاي، أصدرت بشكل مشترك «خطة تنفيذ تسريع تطوير AI+ في التصنيع في شانغهاي» وثيقة رقم 556 لسنة 2025. (بالصينية) https://www.shanghai.gov.cn/

التوقعات الاستشارية لمدن المستقبل ٢٠٢٥

الذكاء الاصطناعي والمدن

برنامج الموئل

مكتب برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية في الصين
الصين - بكين، حي تشاويانغ، شارع شيوشوي رقم 1، المجمع السكني للدبلوماسيين، المبنى 6-
www.unhabitat.org