المجلة العلمية التجارة والتمويل
https://caf.journals.ekb.eg

المجتمعات الذكية والاستدامة الديموغرافية في المدن العربية: نموذج إحصائي لتقييم جاهزيتها للتحولات السكانية المستقبلية

محمد احمد عبد الباقي احمد الخولي

الاستاذ المساعد بقسم الرياضيات والإحصاء باكاديمية السادات للعلوم الادارية ، القاهرة ،مصر

تاريخ النشر الالكتروني: مارس 2025

للتأصيل المرجعي: الخولي، محمد احمد عبد الباقي احمد **المجتمعات الذكية والاستدامة الديموغرافية في المدن العربية: نموذج إحصائي لتقييم جاهزيتها للتحولات السكانية المستقبلية ،**
المجلة العلمية للتجارة والتمويل، المجلد 45 (1) **394-441.**

المعرف الرقمي: **10.21608/caf.2025.421525**

للتواصل مع المؤلف : mohkholy5@hotmail.com

المجتمعات الذكية والاستدامة الديموغرافية في المدن العربية: نموذج إحصائي لتقييم جاهزيتها للتحولات السكانية المستقبلية

محمد احمد عبد الباقي احمد الخولي

الاستاذ المساعد بقسم الرياضيات والإحصاء باكاديمية السادات للعلوم الادارية – القاهرة

تاريخ المادة

تم استلامه في 17مارس 2025 ، وتم قبوله في 18 إبريل2025، وهو متاح على الإنترنت مارس 202

المستخلص:

مع تصاعد التحديات الديموغرافية والاقتصادية والرقمية التي تواجه المدن العربية، شهدت المنطقة زيادة في معدلات التحضر من 48% في عام 2000 إلى حوالي 58% بحلول عام 2023، مع توقعات بارتفاعها إلى 68% بحلول عام 2050. في هذا السياق، تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية التحول نحو المجتمعات الذكية وتحقيق الاستدامة الديموغرافية في المدن العربية، من خلال تطوير نموذج إحصائي متكامل لقياس مدى جاهزية المدن العربية لاستيعاب التحولات السكانية المستقبلية. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي التحليلي وتوظيف تقنيات إحصائية متقدمة، حيث تم جمع بيانات 45 متغيرًا تشمل 17 مدينة عربية استنادًا إلى قاعدة بيانات الأمم المتحدة، وتم تصنيف هذه المتغيرات ضمن ستة محاور رئيسية تشمل: العوامل الديموغرافية، الجوانب الاقتصادية، التحول الرقمي، التعليم والمهارات الرقمية، البيئة والطاقة المتجددة، والصحة الذكية والرعاية الاجتماعية. تم تطبيق التحليل العاملي لاشتقاق مؤشر الجاهزية الديموغرافية، يليه استخدام تحليل الانحدار المتعدد لاستكشاف العلاقة التنبؤية بين متغيرات التحول الرقمي ومدى الجاهزية الديموغرافية، مع تطوير نموذج إحصائي شامل يجمع جميع المتغيرات المدروسة. علاوة على ذلك، تم استخدام التحليل العنقودي لتصنيف المدن العربية إلى ثلاث فئات رئيسية وفقًا لمستوى الجاهزية الديموغرافية. وقد أظهرت أهم نتائج الدراسة عن توليد مؤشر لمستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، وأن نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، كأحد متغيرات التحول الرقمي، تلعب دورًا رئيسيًا في التنبؤ بقيمة مؤشر الجاهزية الديموغرافية بمعامل تأثير معياري بلغ 0.85. أما النموذج الإحصائي الشامل، فقد كشف أن متوسط العمر المتوقع المتغير الأكثر تأثيرًا في الجاهزية الديموغرافية (معامل معياري 0.44)، تليه متغيرات معدل تحضر السكان (معامل تأثير 0.30)، ثم مؤشر جودة الهواء (معامل تأثير 0.15)، ثم كلا من معدل الخصوبة والهجرة الداخلية بتأثير عكسي على الترتيب (0.30−، 0.15−)، وبناءً على التحليل العنقودي، تم تصنيف المدن العربية إلى ثلاث مجموعات رئيسية: ذات جاهزية ديموغرافية مرتفعة، ذات

جاهزية متوسطة، ذات جاهزية منخفضة. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير إطار تشريعي شامل يهدف إلى تعزيز التخطيط الديموغرافي الاستباقي في المدن العربية، مع التأكيد على أهمية تبني الحكومات العربية خططًا استراتيجية متكاملة لمواكبة التحولات السكانية المستقبلية. كما دعت إلى إنشاء مرصد عربي للاستدامة الديموغرافية لمراقبة وتقييم مدى جاهزية المدن العربية لمواجهة التحديات الديموغرافية المتوقعة.

الكلمات المفتاحية: المدن الذكية؛ التحول الرقمي؛ الجاهزية الديموغرافية؛ التحليل العاملي؛ التحليل العنقودي.

مقدمة:

يواجه العالم تحديات ديموغرافية متسارعة بفعل التوسع الحضري، حيث يُتوقع أن يزداد عدد سكان المدن بنسبة 63% عالميًا بحلول عام 2050، مما يشكل ضغطًا متزايدًا على الموارد والبنية التحتية والخدمات الأساسية. وفي هذا السياق، برزت المدن الذكية كنموذج متقدم للتنمية الحضرية المستدامة، إذ تعتمد على التقنيات الحديثة لتعزيز كفاءة العمليات وتحسين جودة الحياة، من خلال استخدام البيانات والابتكارات التكنولوجية والرقمية الذكية لضمان تكامل الخدمات وتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية المتوازنة. ومع ذلك، تواجه العديد من الدول النامية، ومنها الدول العربية، تحديات كبيرة في تطبيق مفهوم المدن الذكية، تتراوح بين البنية التحتية غير المتطورة، والتباينات الاجتماعية والاقتصادية، إلى محدودية الوصول إلى التكنولوجيا والخدمات الرقمية، مما قد يعمق الفجوات الاجتماعية ويؤثر على الاستدامة الديموغرافية (*Estevez et al., 2024*). وأنه على الرغم من المساعي الحثيثة التي تبذلها بعض المدن العربية، مثل دبي والدار البيضاء والقاهرة، للتحول إلى مدن ذكية، إلا أن نجاح هذه المشاريع يعتمد على مدى قدرتها على تحقيق تكامل بين التكنولوجيا والاحتياجات المجتمعية، بحيث يتم تصميم هذه الحلول وفقًا لمتطلبات السكان بدلاً من التركيز الحصري على العائدات الاقتصادية.

تشهد المدن العربية تحولات ديموغرافية غير مسبوقة، حيث ارتفعت نسبة التحضر في المنطقة العربية من 48% عام 2000 إلى ما يقارب 58% بحلول عام 2023، مع توقعات بوصولها إلى 68% بحلول عام 2050. وتتفاوت معدلات النمو الحضري بين المدن العربية بشكل كبير، حيث تشهد مدن الخليج العربي معدلات نمو تتجاوز 4% سنويًا، بينما تسجل مدن شمال أفريقيا معدلات تتراوح بين 2–3% سنويًا. وقد أشارت تقارير برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية إلى أن 31% من سكان المدن العربية يعيشون في مناطق غير مخططة، مما يبرز الحاجة الملحة لنماذج مبتكرة لتقييم مدى جاهزية هذه المدن للتحولات السكانية المستقبلية وتحسين استجابتها للتحديات الديموغرافية المتنامية (*UN-*

Habitat, 2023). كما تعد المجتمعات الذكية عنصراً أساسياً في تحسين كفاءة المدن العربية، حيث تسعى هذه المدن إلى التكيف مع التحولات الديموغرافية المستقبلية وتعزيز الاستدامة في سياق النمو السكاني المتسارع. ومع تزايد التحديات المترتبة على التحولات السكانية المتوقعة، يزداد الاهتمام بتقييم جاهزية المدن لتبني التقنيات الذكية، بما يساهم في تحقيق التنمية الرقمية المستدامة.

لذا سوف تسعى هذه الدراسة إلى فحص العلاقة بين المجتمعات الذكية والاستدامة الديموغرافية في إطار مجموعة من المؤشرات المتنوعة بما يساهم في تقديم فهم عميق للأدوات والنماذج المستخدمة في تقييم جاهزية واستعدادية المدن العربية لهذه التحولات المستقبلية. لذلك، فإن تقييم مدى جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية ضمن إطار إحصائي متكامل يراعي الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية يعد خطوة أساسية نحو بناء مجتمعات ذكية مستدامة، تعزز من المرونة المؤسسية والاستقرار الديموغرافي في مواجهة التحولات الحضرية المتسارعة.

مشكلة الدراسة:

مع تزايد معدلات التحضر والتحول الرقمي والتكنولوجيا المعاصرة، تشير التوقعات إلى أن نسبة سكان المدن سترتفع من 54% في عام 2014 إلى 66% بحلول عام 2050، مما يفرض ضغوطًا متزايدة على الموارد والبنية التحتية والخدمات الأساسية ولاسيما الرقمية والذكية، وسوف تصبح المدن مسؤولة عن 70% من انبعاثات الغازات الدفيئة عالميًا، فيما تستهلك ما بين 60% إلى 80% من الطاقة المنتجة، مما يستدعي تبني حلول ذكية ومستدامة لمواجهة التحديات البيئية، فضلا عن ما يمكن أن تواجه المدن تحديات مالية وإدارية، حيث يعد تمويل مشاريع المدن الذكية أحد أبرز العقبات التي تحتاج إلى آليات استثمار مبتكرة لضمان الاستدامة الحضرية .بالإضافة إلى ذلك، يظل التفاوت الاجتماعي تحديًا رئيسيًا، إذ تتطلب العدالة الحضرية سياسات تضمن الشمولية والاستفادة المتوازنة من التقنيات الذكية لتعزيز جودة الحياة في مختلف الفئات المجتمعية دعما لفرص التنمية المستدامة *Guangzhou* (*Institute for Urban Innovation, 2024*). وبالتالي تكمن إشكالية الدراسة في التباين الشديد بين المدن العربية في استعدادها للتحولات الديموغرافية المتسارعة استعدادا واستشرافا للمستقبل بكافة تحدياته وعوامل الغموض المحيطة به، حيث كشفت بيانات المرصد الحضري العالمي أن 68% من المدن العربية تفتقر إلى خطط استراتيجية متكاملة للتعامل مع الزيادة السكانية المتوقعة بحلول عام 2040. كما أظهرت دراسات المنتدى الاقتصادي العالمي لعام 2023 أن فجوة البنية التحتية الرقمية بين المدن العربية وصلت إلى 41%، مما يحد من قدرتها على مواكبة الاحتياجات المستقبلية للسكان. وتشير تقديرات البنك الدولي إلى أن المدن العربية ستحتاج إلى استثمارات تتجاوز 500 مليار دولار خلال

العقدين القادمين لتحسين بنيتها التحتية ورفع مستوى جاهزيتها الديموغرافية، (World Economic Forum, 2023)، ومما يجعل تطوير نموذج إحصائي لتقييم هذه الجاهزية أمرًا بالغ الأهمية، ولذا تسعى الدراسة الحالية على إظهار أهمية تقييم الجاهزية الديموغرافية كمؤشر استراتيجي هام يجب ان تتبناه المدن العربية في استراتيجياتها لتعزيز تكامل التكنولوجيا لتعزيز الاستدامة الحضرية وتحقيق التنمية المتوازنة لتمكين المجتمعات السكانية للعيش في مدن ذكية تتوافر لها مقومات رفاهية الحياة الرقمية وبما يعزز قدرتها على الاستجابة للتحولات السكانية المستقبلية.

أهداف الدراسة:

- تحليل مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية.
- دراسة العلاقة بين التحول الرقمي والجاهزية الديموغرافية في المدن العربية.
- بناء نموذج إحصائي لتقييم جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية.
- تصنيف المدن العربية محل اهتمام الدراسة إلى مجموعات رئيسية وفقًا لمستوى الجاهزية الديموغرافية.

تساؤلات وفرضيات الدراسة:

انبثقت من خلال استعراض مشكلة الدراسة وأهدافها مجموعة من التساؤلات والفروض البحثية التالية:

أولا: التساؤلات البحثية:

- ما مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية في مواجهة التحولات السكانية المستقبلية استنادًا إلى مؤشرات التحليل العاملي للمتغيرات الديموغرافية؟
- هل توجد علاقة تنبؤية ذات دلالة إحصائية بين مستوى التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية ومؤشر الجاهزية الديموغرافية في المدن العربية؟
- ما هي المتغيرات الأكثر تأثيرًا في تحديد مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية وفقًا للنموذج الإحصائي المقترح؟
- كيف يمكن تصنيف المدن العربية محل الدراسة وفقًا لمستويات الجاهزية الديموغرافية باستخدام التحليل العنقودي؟
- ما هي الفروق الجوهرية بين مجموعات المدن العربية المصنفة وفقًا لمستويات الجاهزية الديموغرافية من حيث المتغيرات الديموغرافية والاقتصادية، والرقمية، والبيئية، والصحية؟

ثانيا: الفروض البحثية:

- تتفاوت المدن العربية بشكل جوهري في مستويات الجاهزية الديموغرافية للتحولات السكانية المستقبلية وفقًا لنتائج التحليل العاملي للمتغيرات الديموغرافية.
- توجد علاقة تنبؤية ذات دلالة إحصـــائية عند مســـتوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) بين متغيرات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية ومؤشر الجاهزية الديموغرافية في المدن العربية.
- تسهم متغيرات التعليم والمهارات الرقمية بنسبة أكبر من المتغيرات الأخرى في التنبؤ بمستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية ضمن النموذج الإحصائي المقترح.
- يمكن تصـــنيف المدن العربية إلى ثلاث مجموعات متمايزة إحصـــائيًا من حيث مســـتوى الجاهزية الديموغرافية باستخدام التحليل العنقودي.
- توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية عند مســـتوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) بين مجموعات المدن العربية المصنفة وفقًا لمستويات الجاهزية الديموغرافية من حيث المتغيرات الاقتصادية والبيئية والصحية.

أهميـة الدراسـة:

- قلة الدراســات والبحوث الاحصــائية التي تناولت التركيز على تطبيق أســاليب احصــائية متقدمة من خلال إطارًا منهجيًا متكاملًا لتحليل العلاقات المعقدة بين المتغيرات الديموغرافية والتحول الرقمي في ســياق المدن العربية الذكية، مما يســد فجوة معرفية في الأدبيات العلمية التي تناولت هذه العلاقة من الجانب الاحصائي.
- تؤسس لمفهوم "مستوى الجاهزية الديموغرافية" استعدادا للتحولات السكانية في المستقبل كمصطلح علمي جديد يمكن قياســه كميًا من خلال النموذج الإحصــائي المقترح، مما يثري الجانب الديموغرافي بفكر تحليلي مبتكر.
- تطبق منهجية متعددة الأبعاد تجمع بين التحليل العاملي والانحدار المتعدد والتحليل العنقودي، مما يوفر رؤية شمولية للتحديات الديموغرافية وغيرها من المتغيرات محل قيد الدراسة في الوصول للمدن العربية الذكية.
- توفر نموذجًا إحصائيًا عمليًا يمكن المخططين وصناع القرار من تقييم مستوى جاهزية مدنهم للتحولات السكانية المستقبلية بناءً على مؤشرات كمية دقيقة، قد يساهم في ترشيد القرارات الاستثمارية في مشاريع البنية التحتية الحضرية من خلال تحديد الأولويات بناءً على مؤشرات الجاهزية الديموغرافية.
- تقدم خارطة طريق للمدن العربية لتطوير استراتيجيات تكيف مع التحولات السكانية المستقبلية وفقًا لتصنيفها ضمن المجموعات المحددة في الدراسة، مما قد تدعم جهود التخطيط الاستباقي بدلاً من

التخطيط رد الفعل في إدارة التحديات الديموغرافية، مما يعزز كفاءة استخدام الموارد المحدودة.

- تؤسس لمنصة معرفية يمكن البناء عليها في دراسات مستقبلية لمراقبة تطور مؤشرات الجاهزية الديموغرافية عبر الزمن، وهذا قد يساهم في تعزيز القدرة التنافسية للمدن العربية على المستوى العالمي من خلال تحسين استجابتها للتحديات الديموغرافية وجذب الاستثمارات.
- تدعم أهداف التنمية المستدامة من خلال تعزيز قدرة المدن العربية على التكيف مع المتغيرات السكانية ضمن إطار الاستدامة والتحول الرقمي الذكي.

الأطراف المستفيدة من الدراسة

- صناع القرار في مجال الأمن الرقمي والمخططين وواضعي السياسات السكانية والتنموية والاجتماعية.
- الهيئات الحكومية والوزارات المعنية بالتخطيط العمراني والحضري بحيث تستفيد من النموذج الإحصائي والمؤشرات المقترحة في تطوير خطط استراتيجية تستجيب للتحولات الديموغرافية المستقبلية .
- السلطات المحلية وإدارات المدني بحيث تستخدم نتائج التصنيف العنقودي للمدن في تحديد نقاط القوة والضعف لديها ووضع خطط تحسين مستوى الجاهزية الديموغرافية.
- المؤسسات الدولية والإقليمية المعنية بالتنمية الحضرية بحيث أمكانية الاستفادة من المؤشرات المقترحة في تقييم احتياجات المدن العربية نحو التحول إلى مد ذكية وتوجيه برامج الدعم الفني والمالي لتحقيق هذا التوجه الاستشرافي استراتيجيا.
- القطاع الخاص والمستثمرون من حيث امكانية استخدام نتائج الدراسة في اعداد دراسات الجدوى الاقتصادية وتحديد فرص الاستثمار لمشاريع البنية التحتية والخدمات الحضرية وفقًا لمستويات الجاهزية الديموغرافية للمدن.
- مراكز البحوث والدراسات بحيث يمكنها تبني النموذج المقترح في تطوير أبحاث مستقبلية حول استدامة المدن العربية وقدرتها على التكيف مع المتغيرات السكانية .
- المؤسسات الأكاديمية والجامعات بحيث نستفيد منها في دمج النتائج والمنهجية في المناهج الدراسية المتعلقة بالتخطيط الحضري والتنمية المستدامة .
- المنظمات غير الحكومية العاملة في مجال التنمية الحضرية بحيث تستفيد من البيانات والتصنيفات في توجيه برامجها التنموية نحو الفئات والمناطق الأكثر احتياجًا .
- المواطنون والمجتمعات المحلية بحيث يستفيدون بشكل غير مباشر من تحسين السياسات الحضرية وزيادة كفاءة الخدمات العامة نتيجة لتطبيق توصيات الدراسة.

الدراسات السابقة:

تمثل الاستدامة والجاهزية الديموغرافية في المدن العربية استعدادا واستشرافا للمستقبل تحديًا معقدًا في ظل التحولات السكانية السريعة والتطورات التقنية المتسارعة. ويتطلب الحاجة إلى تشكيل مجتمعات ومدن ذكية القدرة على التكيف مع هذه التغيرات من خلال نماذج تنبؤية تعتمد على البيانات والذكاء الاصطناعي لضمان استدامة الموارد وتحسين جودة الحياة. وسوف تستعرض هذه الدراسات السابقة أبرز الجهود البحثية التي تناولت العلاقة بين المدن الذكية والتحولات السكانية، مع التركيز على جاهزية البنية التحتية، الأطر الحوكمية، واستراتيجيات التخطيط المستدامة، ومن خلال تحليل الجزء الخاص بهذه الدراسات السابقة، يمكن استخلاص الدروس المستفادة وتحديد الفجوات البحثية التي قد تسهم بفاعلية وكفاءة في تطوير نموذج إحصائي أكثر دقة لتقييم مدى استعدادية وجاهزية المدن العربية للتغيرات الديموغرافية المستقبلية.

- تناولت دراسة (*Bin Zayyad & Keenan, 2021*) عرض مسيرة دبي نحو التحول إلى مدينة ذكية، حيث تهدف إلى أن تصبح الأكثر ذكاءً عالميًا عبر رقمنة الخدمات وتحسين جودة الحياة. وسلطت الضوء على الفرق بين المدن الذكية، التي تستخدم التكنولوجيا لتحسين الكفاءة التشغيلية، والمجتمعات الذكية، التي تركز على تحقيق التكامل والشمولية لجميع الفئات السكانية. كما ناقشت التحديات الاجتماعية والاقتصادية التي واجهتها دبي، مثل محدودية الوصول إلى الإنترنت والخدمات الحكومية، وتأثير ذلك على السكان، خاصة العمالة الوافدة. وقد أوصت الدراسة بإعادة تقييم استخدام التكنولوجيا لضمان مواءمتها مع احتياجات المجتمع، بدلاً من التركيز فقط على العائد الاقتصادي.
- سلطت دراسة (*Arab Urban Development Institute, 2024*) الضوء على تأثيرات التغير المناخي على المدن العربية، مع التركيز على ضرورة تبني نهج تخطيطي جديد يتسم بالحساسية المناخية لضمان استدامة التحضر، كما استعرضت تجارب ناجحة في التكيف مع التغير المناخي، وقد خلصت الدراسة إلى أن مواجهة التغير المناخي تتطلب نهجًا شاملاً يجمع بين الحلول الطبيعية، والحوكمة الفعالة، والمشاركة المجتمعية.
- استعرضت دراسة (*Biygautane & Clegg, 2024*) دور الشراكة بين القطاعين العام والخاص في تحول دبي إلى مدينة ذكية، مؤكدة على أهمية الحوكمة المتكاملة والبنية التحتية الرقمية المدعومة برؤية سياسية طموحة، وتبرز كيف أسست دبي أطرًا تنظيمية متينة لدعم الابتكار والاستدامة، مع الاستفادة من التجارب الدولية، وقد خلصت الدراسة إلى أن نجاح المدن الذكية يعتمد على التكامل بين التكنولوجيا، والإدارة الذكية، والاستثمار الاستراتيجي في رأس المال البشري.

- ناقشت دراسة *(Bukhari et al., 2024)* دور المدن الذكية كبيئة داعمة لريادة الأعمال وتعزيز جودة الحياة، عبر تقييم محدداتها باستخدام نماذج تحليلية متقدمة، وتبرز أهمية البيانات المفتوحة والحوكمة الشفافة في جذب الابتكار، مؤكدة على ضرورة التخطيط الحضري التشاركي. كما تقترح تعريفًا جديدًا للمدن الذكية يركز على رفاهية المواطنين، مما يفتح آفاقًا جديدة لفهم تأثيرها على التنمية الاقتصادية والاجتماعية.
- حللت دراسة (*Yahia et al., 2024*) مفهوم المدن الذكية في سياق التوسع الحضري السريع في سلطنة عمان وتركز على مشروع مدينة السلطان هيثم كنموذج رائد وتستكشف العلاقة بين التنمية المستدامة وسياسات التخطيط الحضري وتقيّم المكونات الأساسية للمدن الذكية وكيفية مساهمتها في تحقيق رؤية عمان 2040 وتقدم استراتيجيات للتوسع الحضري المخطط في مسقط وتحدد التحديات التي تواجه المدن الذكية عالميًا مما يوفر رؤى قيمة لتطبيق ناجح في السياق العماني.
- كشفت دراسة *(Küfeoğlu,2022)* عن دور الحوكمة الحضرية للمدن والمجتمعات الذكية في الإسراع نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة، مع التركيز على إدارة الموارد والمبادرات المناخية في ظل التوسع الحضري المتزايد، وسلطت الضوء على أهمية الهدف الحادي عشر من أهداف التنمية المستدامة، المدن والمجتمعات المستدامة، في مواجهة التحديات الحضرية، وتقدم تحليلاً لخمسين نموذجًا تجاريًا وحالات استخدام للتقنيات الناشئة التي تساهم في تحقيق هذا الهدف، مع التأكيد على الترابط بين حالات الاستخدام وأهداف التنمية المستدامة المتعددة.
- كشفت دراسة *(Zhao et al., 2023)* عن الأثر المتعدد الأوجه للمساحات في المدن الأسترالية، موضحة كيف تعيد تشكيل ديناميكيات العمل الحضري. من خلال تحليل تجارب المستخدمين والمزودين، تكشف الدراسة عن دور هذه المساحات في تعزيز التماسك الاجتماعي والثقافي، ودعم الاستدامة الحضرية، وتنمية بيئة حاضنة لريادة الأعمال، مما يقدم لصناع السياسات الحضرية رؤى لاستغلال هذه المساحات كمحفزات للتنمية المدنية.
- تناولت دراسة *(El-Kholei,2004)* أهم تحديات إدارة المدن العربية، مؤكدة على الحاجة إلى بنية تحتية معلوماتية قوية، وتدعو إلى تحول مؤسسي نحو صنع قرار تشاركي، مع التركيز على بناء القدرات واستخدام التقنيات الحديثة، وقد هدفت إلى تعزيز التنمية الحضرية المستدامة من خلال تحسين عملية صنع القرار.
- حللت دراسة (*Keshty,2019*) تجارب مصر والمغرب في تطوير المدن الذكية، مستعرضة التحديات والفرص التي تواجه كلا البلدين في هذا المجال. تركز على كيفية دمج التكنولوجيا الحديثة في الأنظمة الحضرية التقليدية، مع دراسة تأثير التطبيقات الذكية على جودة الحياة والتنمية المستدامة. وتستعرض

مشـاريع بارزة مثل العاصـمة الإدارية الجديدة ومدينة محمد السـادس الذكية، مع تقييم مدى اسـتيعاب المجتمعات لهذه الابتكارات. وتختتم بتقديم توصـــيات لتعزيز كفاءة المدن الذكية في المنطقة العربية، بالاستفادة من التجارب الناجحة لتوجيه التطوير المستقبلي.

- تناولت دراسـة (*Morozova & Yatsechko,2022*) التحديات الهيكلية التي تعرقل التنمية الحضـرية في المدن العربية، وأشارت إلى أهمية إحداث تحولًا مؤسسيًا عميقًا لتمكين المدن من رسم مسارات تنموية مسـتنيرة، والحاجة الملحة لإنشـاء مرصـد حضـري فعال يزود المدن العربية بمؤشـرات حيوية، ويقودها نحو حوكمة رشيدة، وتنمية مستدامة رقميا.
- تناولت دراسة (*Abbara,2017*) نموذج دبي في التحول إلى مدينة ذكية من منظور السياسات العامة، مسـلطةً الضـوء على أهمية الشـراكة بين القطاعين العام والخاص (PPP) كعامل حاسـم لتحقيق هذه الرؤية. وأوضـــحت أن دعم القيادة الســـياســـية في دبي، والاســـتثمارات الكبيرة في الأطر القانونية والتنظيمية والإشـرافية، أسـهمت في تسـريع التحول الرقمي وتعزيز الاسـتدامة، وكشـفت عن التحديات الاجتماعية والاقتصـــادية التي تواجهها دبي، خاصـــة فيما يتعلق بتوفير الخدمات الرقمية والإنترنت لجميع فئات المجتمع، بما في ذلك العمالة الوافدة. وتدعو الدراسـة إلى التركيز على تحقيق التوازن بين العوائد الاقتصـادية والاحتياجات الفعلية للسكان، لجعل دبي ليست فقط مدينة ذكية، بل أيضًـا مجتمعًا ذكيًا وشاملًا.
-كشـفت دراسـة (*Huovila,2024*) عن دور المدن الذكية في تعزيز ريادة الأعمال وتحسـين جودة الحياة، من خلال تحليل بيئاتها الحضـــرية كأنظمة بيئية محفزة للنمو الاقتصـــادي. وقد أشـــارت إلى أهمية الاعتماد على نماذج تقييم متقدمة لتحديد العوامل الأسـاسـية المؤثرة على نجاح المدن الذكية، مسـتندةً إلى مؤشرات عالمية كسهولة ممارسة الأعمال والجاهزية التكنولوجية الرقمية. وقد أوصت بتبني تخطيط حضري تعاوني يوازن بين التكنولوجيا واحتياجات السكان، لضمان تحقيق تنمية مستدامة وشاملة.

التعقيب على الدراسات السابقة:

من خلال اسـتعراض الدراسـات السـابقة، يمكن ملاحظة عدة اتجاهات بحثية رئيسـية: الأول يركز على توظيف التقنيات الرقمية في إدارة التحديات الديموغرافية، والثاني يتناول تطوير مؤشـرات لقياس اسـتدامة المدن، والثالث يهتم بدراســة العلاقة بين التحول الرقمي والتنمية الحضــرية المســتدامة. وتظهر مراجعة الدراسات السابقة وجود عدة فجوات بحثية، أولها اقتصـار معظم الدراسات على تناول البعد التقني للمدن الذكية دون ربطه بالتحديات الديموغرافية، وثانيها محدودية الدراســات التي تناولت خصــوصــية المدن العربية وتحدياتها الســكانية، وثالثها غياب نماذج إحصـــائية متكاملة تجمع بين المتغيرات الديموغرافية

والتقنية والاقتصـــادية في نموذج تنبؤي واحد، كما يلاحظ أن معظم الدراســـات الســـابقة اعتمدت على منهجيات وصفية أو دراسات حالة لمدن محددة مما يقوض من إمكانية تعميم نتائجها على المدن العربية بشكل شامل للمدن العربية بصورة موحدة استنادا إلى دراسة إحصائية من منظور تنمية عربية في المجال الديموغرافي والتحول الرقمي إلى مجتمعات ذكية لها مقومات التنمية الرقمية المســـتدامة، كما يلاحظ أن معظم الدراسات السابقة المتعلقة بالمدن الذكية لم تسلط الضوء على الفجوة في فهم العلاقة التكاملية بين الذكاء الحضري والاستدامة الديموغرافية لدعم قضايا التنمية والسكان استعدادا للمستقبل. كما أن هناك ندرة في الدراســات التي اســتخدمت التحليل العنقودي لتصــنيف المدن العربية وفقًا لمســتويات الجاهزية للتحولات السكانية المستقبلية بشكل علمي منهجي.

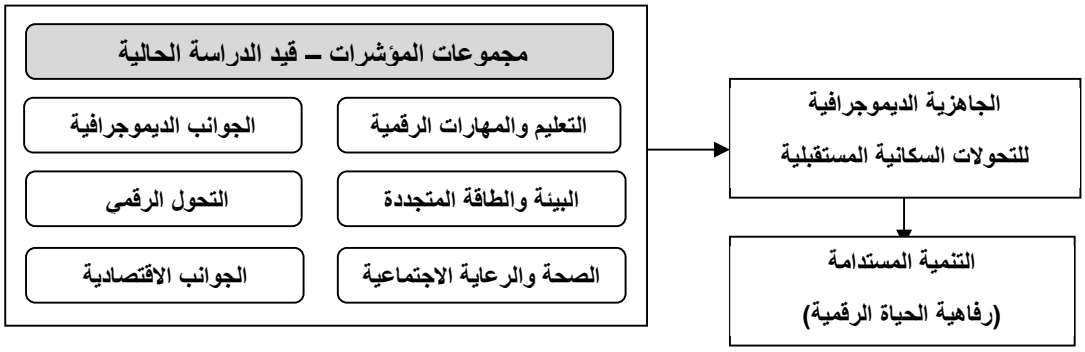
القيمة المضافة للدراسة الحالية:

تتجاوز الدراسة الحالية محدودية الدراسات السابقة من خلال تقديم عدة إسهامات علمية متمثلة في:

1. تأسيس منظور "مستوى الجاهزية الديموغرافية" بحيث تقدم الدراسة تأصيلًا نظريًا وإجرائيًا لتطبيق تقييم الجاهزية الديموغرافية كإطار متكامل لفهم قدرة المدن على مواجهة التحديات الســـكانية المستقبلية، مما يثري المجال السكاني والديموغرافي بهذا التوجه الاستشرافي الاستراتيجي نحو التحول للمدن الذكية.
2. بناء نموذج إحصـــائي متعدد المتغيرات مما يتيح فهمًا أعمق للعوامل المؤثرة في الجاهزية الديموغرافية.
3. تجمع الدراســـة بين أســـاليب إحصـــائية متقدمة (التحليل العاملي، الانحدار المتعدد، التحليل العنقودي) في منهجية متكاملة، مما يتجاوز المنهجيات الأحادية الجانب التي ركزت عليها الدراسات السابقة.
4. التركيز على الربط بين التحول الرقمي والجاهزية الديموغرافية بحيث تكشف عن العلاقة المباشرة بين مســـتويات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية وبين القدرة على مواجهة التحديات السكانية المستقبلية
5. التركيز على خصـــوصـــية المدن العربية بحيث ركزت على تحليل واقع المدن العربية وتحدياتها الديموغرافية الخاصـــة، مما يســـد فجوة في الأدبيات التي غالبًا ما تناولت المدن الغربية أو الآسيوية.
6. تقديم نموذج تنبؤي يساعد في استشراف مستقبل الجاهزية الديموغرافية في ضوء متغيرات متعددة.
7. تقدم الدراســة تصــنيفًا جديدًا للمدن العربية بناءً على مســتويات الجاهزية الديموغرافية، مما يوفر إطارًا مرجعيًا للمقارنة والتقييم.

الإطار النظري للدراسة:

في عصرنا الحالي، يشهد العالم تحولات ديموغرافية متسارعة متزامنة مع سرعة التحول إلى التكنولوجيا الرقمية الذكية، وتصاعد تحديات متزايدة تتطلب حلولًا مبتكرة ومستدامة. ومن بين هذه الحلول، تبرز أهمية بناء مدن ذكية قادرة على التكيف مع هذه التحولات المستقبلية لضمان تلبية احتياجات السكان بفعالية وكفاءة. ولذا أصبح من الضروري فهم العلاقة بين الجاهزية الديموغرافية ومختلف المؤشرات سواء كانت ديموغرافية، أو اقتصادية، أو بيئية، أو رقمية، أو تعليمية، أو صحية، أو غيرها. وسوف تستهدف هذه الدراسة استكشاف هذه العلاقة من خلال تحليل مجموعة من المؤشرات ذات الصلة، وفهم كيفية تفاعلها مع الجاهزية الديموغرافية، بحيث يقود نتائج هذا التحليل إلى تحديد أهم العوامل الرئيسية التي تساهم في بناء مدن ومجتمعيات ذكية تتمتع بمقومات ورفاهية الحياة الرقمية تعزيزا لفرص التنمية المستدامة، وهذا من شانه يساهم في توفير رؤى قيمة لصناع القرار والمخططين الحضريين، وسوف يقدم الشكل رقم (1) نموذجًا للإطار النظري الذي يوضح العلاقة بين الجاهزية الديموغرافية ومجموعات المؤشرات التي سيتم دراستها. يهدف هذا الإطار إلى توفير هيكل تحليلي منظم لفهم هذه العلاقة، وتحديد المؤشرات الرئيسية التي يجب قياسها وتحليلها.



شكل 1: نموذج الإطار النظري المقترح للعلاقة بين الجاهزية الديموغرافية والمؤشرات ذات الصلة للمدن العربية

أظهر مكونات نموذج الإطار النظري في الشكل رقم (1) كيف تتفاعل الجوانب الديموغرافية مع عناصر أخرى لخلق مدن ذكية مستدامة، وتشمل مكونات نموذج الإطار النظري كل من:

1. مجموعات المؤشرات محل اهتمام الدراسة الحالية بحيث شملت ست مجالات رئيسية:
   - الجوانب الديموغرافية
   - التعليم والمهارات الرقمية
   - التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية
   - البيئة والطاقة المتجددة
   - الجوانب الاقتصادية
   - الصحة الذكية والرعاية الاجتماعية

تمثل هذه المجالات العناصر الأساسية كنقطة البداية في احداث التأثير المنشود نحو ضمان تحقيق مستوى عالي من الجاهزية الديموغرافية للتحولات السكانية المستقبلية.

2. مستوى الجاهزية الديموغرافية: وتشير إلى استعدادية المجتمعات والمدن العربية للتعامل مع التحولات السكانية المستقبلية، وترتبط هذه الجاهزية مباشرة بالجوانب الديموغرافية المتاحة عن المدن العربية، والتي تساهم في تحقيق مدن ذكية مستدامة.
3. العلاقات بين المؤشرات:
   - يشير السهم المتجه من "مجموعات المؤشرات" إلى "الجاهزية الديموغرافية" إلى كونها متغيرات مستقلة مؤثرة على مستوى الجاهزية الديموغرافية باعتبارها متغير تابع.
   - يشير السهم المتجه من "الجاهزية الديموغرافية" إلى "التنمية المستدامة" إلى أن قدرات المدن العربية على تحقيق مستوى جاهزية ديموغرافية مستقبلي سوف يساهم بشكل مباشر في تحقيق التنمية المستدامة ولاسيما توافر رفاهية الحياة الرقمية بشكل مستدام وآمن.
4. التنمية المستدامة، تمثل الهدف النهائي لنموذج الإطار النظري للدراسة نحو تحقيق رفاهية الحياة الرقمية في إطار مدن ذكية مستدامة.

ولذلك تبرز أهمية الإطار النظري في توفير هيكلًا منظمًا للدراسة، ويساعد في فهم العلاقات المعقدة بين المتغيرات المختلفة، ويساعد في تحديد المؤشرات الرئيسية التي يجب قياسها وتحليلها لتقييم الجاهزية الديموغرافية وتحقيق التنمية المستدامة، وهذا من شانه يوفر أساسًا لتطوير السياسات والاستراتيجيات التي تهدف إلى بناء مدن ذكية مستدامة، ويمكن اعتبار هذا الإطار النظري نقطة انطلاق لمزيد من التحليل والتفصيل من خلال الدراسات المستقلية التي يمكنها من إضافة مؤشرات جديدة لزيادة وضوح الإطار مع أهمية مراعاة السياق المحلي عند تطبيق هذا الإطار النظري، حيث قد تختلف المؤشرات والأولويات من مدينة إلى أخرى أو من إقليم إلى أخر.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الكمي التحليلي باستخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة، وذلك لملاءمته لطبيعة البحث الهادف إلى تطوير نموذج إحصائي لتقييم جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية، ولذا فقد تنبت الدراسة تصميمًا منهجيًا متعدد المراحل يبدأ بالتحليل العاملي، ثم الانحدار المتعدد، وصولًا إلى التحليل العنقودي، مما يتيح فهمًا شاملًا ومتعمقًا للظاهرة محل الدراسة. وقد اعتمدت الدراسة على البيانات الثانوية المستمدة من قاعدة بيانات الأمم المتحدة(https://data.un.org/) كمصدر رئيسي للمعلومات، نظرًا لمصداقيتها العالية وشموليتها وتحديثها المستمر. وقد تم استخراج بيانات

(45) متغيـرًا تخـص عـدد (17) مدينـة مـن المـدن العربيـة الكبـرى، مـع مراعـاة اختيـار أحـدث البيانـات المتاحـة لضـمان تمثيلهـا للواقـع الحـالي دون انقطـاع أو فقـد فـي قـيم أي مـن المتغيـرات قيـد الدراسـة لضـمان الاتسـاق العـام لبيانـات جميـع المـدن العربيـة. وقـد تـم تصـنيف متغيـرات الدراسـة (45) متغيـر فـي سـت مجموعـات رئيسـية وفقًـا للإطـار النظـري للدراسـة. وبالتـالي تركـزت عينـة الدراسـة فـي المـدن العربيـة الكبـرى التـي تتـوفر عنهـا بيانـات كاملـة فـي قاعـدة بيانـات الأمـم المتحـدة، مـع مراعـاة التنـوع الجغرافـي والاقتصـادي والـديموغرافي لضـمان تمثيـل مختلـف أنمـاط التحضـر فـي المنطقـة العربيـة. أمـا متغيـرات الدراسـة (المسـتقلة)، فقـد تـم تقسـيمها إلـى سـت مجموعات أساسية:

1. مؤشـرات الجوانـب الديموغرافيـة حيـث تضـمنت المتغيـرات التاليـة: [عـدد السـكان (بـالمليون)، نسـبة النمـو السـكاني السـنوي، معـدل الخصـوبة، متوسـط العمـر المتوقـع، نسـبة السـكان المولـودين فـي الخـارج، معـدل الهجـرة الداخليـة (الريـف–المدينـة. نسـبة السـكان فـي سـن العمـل (15–64)، نسـبة الاعتمـاد العمريـة، نسـبة كبـار السـن (+65)، مؤشـر التنـوع السكاني، معدل تحضر السكان، توقعات تغير الهرم السكاني 2040].
2. مؤشـرات الجوانـب الاقتصـادية حيـث تضـمنت المتغيـرات التاليـة: [نصـيب الفـرد مـن النـاتج المحلـي الإجمـالي (بالـدولار)، معـدل البطالـة، نسـبة العـاملين فـي قطـاع التكنولوجيـا، نسـبة الاستثمار في البنية التحتية (% من الناتج المحلي)].
3. مؤشـرات التحـول الرقمـي والبنيـة التحتيـة التكنولوجيـة حيـث تضـمنت المتغيـرات التاليـة: [% اسـتخدام تكنولوجيـا المعلومـات والاتصـالات، نسـبة السـكان المتصـلين بالإنترنـت، تغطيـة الإنترنـت (المـدن/الريف)، خطـوط الإنترنـت الثابتـة لكـل 100 شـخص، اشـتراكات الهواتـف المحمولـة لكـل 100 شـخص، مؤشـر المدينـة الذكيـة، نسـبة الخـدمات الحكوميـة المتاحـة رقميـاً، معـدل اسـتخدام المنصـات الرقميـة الحكوميـة، مؤشـر المشـاركة الإلكترونيـة للمـواطنين، الإنفـاق علـى التحـول الرقمـي (% مـن ميزانيـة المدينـة)، مؤشـر المبـاني الذكيـة، نسـبة اسـتخدام أنظمـة النقـل الـذكي، كثافـة أجهـزة الاستشـعار الحضـرية (لكـل كـم²)، نسـبة تطبيق إدارة الموارد الذكية، مؤشر المرونة الحضرية للتغيرات السكانية
4. مؤشـرات البيئـة والطاقـة المتجـددة حيـث تضـمنت المتغيـرات التاليـة: [مؤشـر جـودة الهـواء (PM2.5µg/m³)، نسـبة السـكان مـع وصـول لميـاه شـرب آمنـة، نسـبة اسـتخدام الطاقـة المتجددة، القدرة المركبة للطاقة المتجددة (ميجاواط)].

5. مؤشرات التعليم والمهارات الرقمية حيث تضمنت المتغيرات التالية: [%الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية، % خريجي تخصصات STEM، متوسط سنوات التعليم، % السكان ذوي التعليم العالي، % الالتحاق بدورات التعلم الإلكتروني].
6. مؤشرات الصحة الذكية والرعاية الاجتماعية حيث تضمنت المتغيرات التالية: [% استخدام الخدمات الصحية الرقمية، معدل انتشار الملفات الصحية الإلكترونية، % نسبة المرافق الصحية المتصلة رقمياً، مؤشر جودة الرعاية الصحية، متوسط نصيب الفرد من الإنفاق الصحي (بالدولار)].

وبالنسبة للمتغير التابع المستهدف من قبل الدراسة الحالية فقد تمثل في "مؤشر الجاهزية الديموغرافية" الذي سيتم استخلاصه من خلال تطبيق التحليل العاملي على المتغيرات الديموغرافية المدرجة في الدراسة، مما سيتيح الحصول على مؤشر مركب يعكس قدرة المدن العربية على مواجهة التحديات السكانية المستقبلية.

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

-المقاييس الأساسية للبيانات باستخدام المتوسطات والانحرافات المعيارية لغرض إعطاء صورة عامة الاحصائيات الصفية من واقع متغيرات الدراسة فيما يخص المدن العربية المستهدفة (17 مدينة).
-التحليل العاملي (Factor Analysis) لاستخلاص العوامل الكامنة التي تفسر مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية، وذلك عبر دمج المتغيرات ذات العلاقة في مؤشرات مركبة تعكس أبعاد التحول الرقمي، البنية التحتية، والاستدامة السكانية. يتيح هذا النهج تقليل تعقيد البيانات، واكتشاف الروابط الجوهرية بين المتغيرات، مما يسهم في بناء مؤشر دقيق لقياس الجاهزية الديموغرافية. كما يُمكِّن التحليل العاملي من تحديد أهم العوامل المؤثرة على قدرة المدن العربية على التكيف مع التحولات السكانية، مما يدعم النمذجة الإحصائية اللاحقة ويسهم في تقديم توصيات استراتيجية لتعزيز التخطيط الحضري المستدام. سوف يتم استخدام التحليل العاملي (Factor Analysis)لاستخلاص مؤشر واحد يعبر عن مؤشر الجاهزية الديموغرافية بناءً على مجموعة من المتغيرات الديموغرافية المختلفة – محل اهتمام الدراسة الحالية – ومن ثم يعتمد التحليل على إيجاد العوامل الكامنة (Latent Factors) التي تفسر التباين في المتغيرات الديموغرافية المحددة من قبل الدراسة. ويتم احتساب نقاط العامل (Factor Scores) لكل مدينة، وهذه النقاط تكون هي قيمة المتغير التابع المستخدم في التحليلات الإحصائية اللاحقة لتحقيق باقي أهداف الدراسة. ويتم تطبيق التحليل العاملي باستخدام طريقة تحليل المكونات الأساسية (Principal Component Analysis–PCA) بحيث يتم الاعتماد على استخراج العامل الذي تفسر أكبر نسبة من التباين في المتغيرات الديموغرافية لكي يتم احتساب نقاط

العامل (Factor Scores) لكل مدينة، بحيث يتم تعيين قيمة لكل مدينة تعبر عن جاهزيتها الديموغرافية، وسوف يتم استخدام هذه النقاط كمتغير تابع في اجراء التحليلات الإحصائية الأخرى مثل الانحدار المتعدد بحيث تم اختصار مجموعة من المتغيرات الديموغرافية في مؤشر كمي واحد.

-تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis) بطريقة Stepwise يستخدم لدراسة العلاقة التنبؤية بين متغيرات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية والمتغير التابع (مؤشر الجاهزية الديموغرافية)، مع التركيز على تحديد المتغيرات ذات التأثير الأكبر. وأيضا لبناء النموذج الإحصائي الشامل الذي يتضمن دمج جميع متغيرات الدراسة في نموذج انحدار متعدد لتقييم التأثير النسبي لكل مجموعة متغيرات على مؤشر الجاهزية الديموغرافية استعدادًا للتحولات السكانية المستقبلية.

-تحليل العنقود (Cluster Analysis) لتصنيف المدن العربية إلى ثلاث مجموعات رئيسية وفقًا لمستوى الجاهزية الديموغرافية للتحولات السكانية المستقبلية، وبناءً على المتغيرات المتعلقة بالنمو السكاني، التحول الرقمي والبنية التحتية في المقام الأول، ويعتبر تحليل العنقود أسلوب احصائي غير موجه بحيث يهدف إلى تجميع العناصر التي تشترك في خصائص مشابهة بحيث تكون العناصر داخل كل مجموعة (عنقود) أكثر تشابهًا مع بعضها البعض من العناصر في المجموعات الأخرى، ولذا سوف يتم استخدامه في الدراسة الحالية لتحديد أنماط أو مجموعات مميزة من المدن أو المناطق بناءً على مجموعة من المتغيرات المشتركة مثل التحول الرقمي، النمو السكاني، البنية التحتية، الاستدامة البيئية، وغيرها من العوامل المؤثرة على الجاهزية السكانية استعدادا واستشرافا لتحديات المستقبل.، ويكتسب التحليل العنقودي أهمية خاصة في هذه الدراسة لعدة اعتبارات منهجية وتطبيقية:

1. يتيح التحليل العنقودي تصنيف المدن العربية إلى مجموعات متجانسة داخليًا ومتباينة فيما بينها من حيث مستويات الجاهزية الديموغرافية، مما يسمح بفهم أعمق للخصائص المشتركة ضمن كل مجموعة.
2. يساعد في تحديد الفجوات التنموية بين المدن العربية بناءً على معايير موضوعية، مما يوفر أساسًا علميًا لتطوير استراتيجيات تنموية مخصصة لكل مجموعة.
3. يسهم في تبسيط تفسير النتائج لصناع القرار من خلال تقديم صورة واضحة للتباينات في مستويات الجاهزية الديموغرافية بين المدن، مما يسهل عملية اتخاذ القرارات الاستراتيجية للمنطقة العربية.
4. يمكّن من تحديد "المدن النموذجية" ضمن كل مجموعة، والتي يمكن أن تشكل نماذج للممارسات الفضلى يمكن تعميمها على المدن الأخرى ضمن نفس المجموعة.
5. يتيح إجراء مقارنات بين المجموعات المختلفة من المدن لتحديد العوامل الرئيسية المسؤولة عن

الفجوات في مستويات الجاهزية الديموغرافية، مما يساعد في توجيه السياسات والاستثمارات السكانية والتنموية بشكل أكثر فعالية وكفاءة نحو تحقيق الاستدامة المنشودة دوليا.

نتائج الدراسة المسحية ومناقشتها:

أولا: استعراض الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة:

سوف تظهر الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة المؤشرات الرئيسية للمدن العربية من حيث الجوانب الديموغرافية والرقمية والاقتصادية والصحية والتعليمية المستهدفة من قبل الدراسة الحالية، وبحيث تعكس هذه البيانات واقع المدن العربية ومستوى تطورها التقني والاجتماعي، مما يوفر أساساً متيناً لتقييم جاهزيتها للتحولات السكانية المستقبلية. وسوف توفر المؤشرات الديموغرافية رؤية شاملة للتركيب السكاني في المدن العربية والتي تشكل الأساس لفهم جاهزيتها للتحولات المستقبلية. تعكس هذه المؤشرات التحديات والفرص الديموغرافية التي ستواجه صناع القرار في هذه المدن خلال العقود القادمة، وتبرز أهمية الوضع الديموغرافي الحالي في رسم خريطة التنمية المستدامة، وتظهر أهم الخصائص الديموجرافية للمدن العربية من خلال الجدول التالي:

جدول 1: المؤشرات الديموغرافية للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
عدد السكان (بالمليون)	4.009	4.893
نسبة النمو السكاني السنوي	0.032	0.016
معدل الخصوبة	2.500	0.811
متوسط العمر المتوقع	75.500	4.050
نسبة السكان المولودين في الخارج	0.344	0.322
معدل الهجرة الداخلية (الريف–المدينة)	0.041	0.019
نسبة السكان في سن العمل(64–15)	0.699	0.082
نسبة الاعتماد العمرية	0.449	0.168
نسبة كبار السن(65+)	0.047	0.026
مؤشر التنوع السكاني	0.505	0.224
معدل تحضر السكان	0.982	0.024
توقعات تغير الهرم السكاني 2040	0.759	0.071

أظهرت النتائج أن الواقع الديموغرافي متباين بين المدن العربية، مع وجود تفاوت كبير في أحجامها السكانية كما يتضح من الانحراف المعياري العالي (4.893) مقارنة بمتوسط عدد السكان (4.009 مليون)، وتتميز هذه المدن بمعدل نمو سكاني إيجابي (3.2%) وهو أعلى من المتوسط العالمي (0.9%) (UN, 2023) مما يشير إلى استمرار الضغط السكاني على البنية التحتية والخدمات في هذه المدن خلال العقود القادمة. والمؤشرات الديموغرافية تعكس مرحلة انتقالية في التركيبة السكانية، حيث يتضح أن المدن العربية تستفيد حالياً من "النافذة الديموغرافية" مع ارتفاع نسبة السكان في سن العمل

(69.9%) وانخفاض نسبي في نسبة كبار السن (4.7%)، ولكن مع توقع تغيرات جوهرية في الهرم السكاني بحلول 2040 (0.759). هذا الوضع يتطلب استراتيجيات استباقية لتحويل هذه الميزة الديموغرافية المؤقتة إلى مكاسب تنموية مستدامة. كما أظهرت النتائج المعدل المرتفع للسكان المولودين في الخارج (34.4%) مع تباين كبير بين المدن (انحراف معياري 0.322)، مما يعكس تأثير الهجرة الدولية على التركيبة السكانية في بعض المدن العربية خاصة في منطقة الخليج. كما أظهرت معدل التحضر المرتفع جداً حيث بلغ (98.2%)، وهذا يشير إلى أن المدن المدروسة وصلت إلى مستويات قصوى من التحضر، مما يستدعي التركيز على تحسين جودة الحياة الحضرية وكفاءة الخدمات بدلاً من التوسع الأفقي.

كما تستعرض الدراسة مؤشرات مختارة لتعكس واقع التحول الرقمي في المدن العربية والذي يمثل العمود الفقري للتنمية الرقمية المستدامة في العصر الرقمي. تعكس هذه المؤشرات مستوى نضج البنية التحتية التكنولوجية والخدمات الرقمية التي تشكل أساس المدن الذكية وتؤثر بشكل مباشر على القدرة على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية، وتتضح أهم مؤشرات التحول الرقمي على مستوى المدن العربية كما بالجدول التالي:

جدول 2: مؤشرات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	0.798	0.184
نسبة السكان المتصلين بالإنترنت	0.787	0.212
تغطية الإنترنت (المدن/الريف)	1.081	0.000
خطوط الإنترنت الثابتة لكل 100 شخص	16.818	9.551
اشتراكات الهواتف المحمولة لكل 100 شخص	144.459	37.447
مؤشر المدينة الذكية	60.512	19.119
نسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقمياً	0.742	0.208
معدل استخدام المنصات الرقمية الحكومية	0.598	0.239
مؤشر المشاركة الإلكترونية للمواطنين	0.535	0.218
الإنفاق على التحول الرقمي (% من ميزانية المدينة)	0.073	0.037
مؤشر المباني الذكية	0.562	0.230
نسبة استخدام أنظمة النقل الذكي	0.520	0.234
كثافة أجهزة الاستشعار الحضرية (لكل كم²)	374.471	238.844
نسبة تطبيق إدارة الموارد الذكية	0.493	0.224
مؤشر المرونة الحضرية للتغيرات السكانية	58.800	20.146

كشـفت النتائج في جدول (2) وجود تقدماً ملحوظاً في البنية التحتية الرقمية الأسـاسـية بالمدن العربية، حيث وصـل متوسـط نسـبة اسـتخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصـالات إلى 79.8% ونسـبة السـكان المتصـلين بالإنترنت إلى 78.7%، مع تجاوز معدل اشـتراكات الهواتف المحمولة 144 اشـتراكاً لكل 100 شـخص. هذه المؤشـرات تعكس وجود قاعدة رقمية جيدة يمكن البناء عليها لتطوير منظومة المدن الذكية، ورغم ذلك، تكشـف البيانات عن فجوة واضـحة بين البنية التحتية الأسـاسـية وتطبيقاتها المتقدمة، حيث تنخفض نسـبياً مؤشـرات الاسـتخدام الفعلي للتقنيات الذكية مثل نسـبة تطبيق إدارة الموارد الذكية (49.3%) ونسـبة اسـتخدام أنظمة النقل الذكي (52%) ومؤشـر المباني الذكية (56.2%). كما يظهر الانخفاض النسـبي في الإنفاق على التحول الرقمي (7.3% فقط من ميزانيات المدن) تحدياً أمام تسـريع وتيرة التحول الرقمي المتكامل. وبالتالي يبرز التفاوت الكبير بين المدن العربية في مسـتوى التحول الرقمي، كما يتضـح من الانحرافات المعيارية المرتفعة لمعظم المؤشرات، خاصـة كثافة أجهزة الاستشعار الحضـرية (انحراف معياري 238.844) ومؤشـر المرونة الحضـرية للتغيرات السـكانية (انحراف معياري 20.146). هذا التباين يشـير إلى وجود "فجوة رقمية" داخل المنطقة العربية تتطلب اسـتراتيجيات مختلفة للتعامل مع التحديات الديموغرافية المسـتقبلية، حيث تبرز الحاجة إلى تعزيز مؤشـر المرونة الحضـرية (متوسط 58.8 من 100) لضمان قدرة المدن العربية على التكيف مع التغيرات السكانية المتسارعة.

كما تقدم المؤشـرات الاقتصـادية صـورة عن القوة الاقتصـادية للمدن العربية وقدرتها على تمويل التحول الرقمي وتطوير البنية التحتية اللازمة للتكيف مع التحولات السـكانية. تعد هذه المؤشـرات محوراً أسـاسـياً في فهم إمكانية ترجمة الرؤى التنموية إلى واقع ملموس وتحديد مسـتوى الاسـتثمارات اللازمة لتعزيز الجاهزية الديموغرافية.

جدول 3: المؤشرات الاقتصادية للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بالدولار)	22341.765	19041.900
معدل البطالة	0.092	0.063
نسبة العاملين في قطاع التكنولوجيا	0.086	0.038
نسبة الاستثمار في البنية التحتية (% من الناتج المحلي)	0.057	0.024

تعكس النتائج بالجدول رقم (3) تبايناً اقتصـادياً هائلاً بين المدن العربية، حيث يبلغ متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي 22,341.765 دولاراً مع انحراف معياري كبير (19,041.900 دولار)، مما يشـير إلى وجود فجوة اقتصـادية واسـعة بين مدن ذات دخل مرتفع (خاصـة في دول الخليج) ومدن ذات دخل متوسـط ومنخفض في باقي المنطقة العربية. هذا التفاوت يؤثر بشـكل مباشـر على قدرة هذه المدن على تمويل مشـاريع التحول الرقمي والبنية التحتية الذكية اللازمة للتعامل مع التحديات الديموغرافية. كما تشـير النتائج أيضـاً إلى تحديات هيكلية في اقتصـادات المدن العربية، حيث يبلغ

متوسط معدل البطالة 9.2%، مع تباين ملحوظ بين المدن (انحراف معياري 6.3%). في المقابل، تبقى نسبة العاملين في قطاع التكنولوجيا منخفضة نسبياً (8.6%) مقارنة بالمدن العالمية الرائدة، مما يشير إلى محدودية التحول نحو الاقتصاد المعرفي الرقمي الذي يعد ضرورياً للتكيف مع التحولات الديموغرافية المستقبلية. فالنسبة المتواضعة للاستثمار في البنية التحتية (5.7% من الناتج المحلي) تمثل تحدياً إضافياً أمام تطوير المدن الذكية المستدامة، خاصة في ضوء الاحتياجات المتزايدة للبنى التحتية التي تفرضها الديناميكيات السكانية المتغيرة. هذا المستوى من الاستثمار يبدو غير كافٍ لمواكبة متطلبات التحول الرقمي وتطوير البنية التحتية المرنة القادرة على استيعاب التغيرات الديموغرافية، مما يستدعي إعادة النظر في أولويات الإنفاق وزيادة حصة الاستثمارات في التقنيات الحديثة والبنى التحتية الذكية.

كما سوف تعكس مؤشرات التعليم والمهارات الرقمية رأس المال البشري المتاح للمدن العربية والذي يمثل عاملاً حاسماً في تحقيق التحول الرقمي الناجح وبناء مدن ذكية مستدامة. تبرز هذه المؤشرات مستوى الجاهزية البشرية للتعامل مع التقنيات الحديثة وتوظيفها في مواجهة التحديات الديموغرافية المستقبلية، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول 4: مؤشرات التعليم والمهارات الرقمية للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
معدل الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية	0.711	0.178
نسبة خريجي تخصصاتSTEM	0.159	0.055
متوسط سنوات التعليم	10.829	1.594
نسبة السكان ذوي التعليم العالي	0.295	0.095
معدل الالتحاق بدورات التعلم الإلكتروني	0.242	0.092

أوضحت النتائج بالجدول (4) مستوى مقبولاً من الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية بين سكان المدن العربية (71.1%)، مما يشكل قاعدة جيدة للتحول نحو المدن الذكية، لكن الانحراف المعياري المرتفع (17.8%) يكشف عن تفاوت كبير في مستويات المهارات الرقمية بين المدن العربية المختلفة. كما يلاحظ أن متوسط سنوات التعليم (10.829 سنة) لايزال أقل من المتوسط في المدن المتقدمة عالمياً، مما يشير إلى وجود فجوة تعليمية تحتاج إلى معالجة لتعزيز القدرة على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية، وتبرز النسبة المتواضعة لخريجي تخصصات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)والتي تبلغ 15.9% تحدياً رئيسياً أمام التحول الرقمي الشامل، حيث تعتبر هذه التخصصات محركاً أساسياً لابتكار وتطوير الحلول التكنولوجية المتقدمة اللازمة للمدن الذكية. كما أن معدل الالتحاق المنخفض بدورات التعلم الإلكتروني (24.2%) يشير إلى محدودية استفادة السكان من فرص التعلم

المستمر والتطوير المهني التي توفرها المنصات الرقمية. ورغم أن نسبة السكان ذوي التعليم العالي (29.5%) تعد مقبولة، إلا أنها تخفي تحديات نوعية تتعلق بمدى مواءمة مخرجات التعليم العالي مع متطلبات سوق العمل في ظل الاقتصاد الرقمي المتنامي. تشير هذه المؤشرات مجتمعة إلى الحاجة الملحة لتطوير منظومة التعليم وبرامج بناء القدرات الرقمية في المدن العربية لتعزيز رأس المال البشري القادر على قيادة التحول الرقمي وبناء منظومات حضرية ذكية قادرة على التكيف مع المتغيرات الديموغرافية.

وسوف تعكس مؤشرات البيئة والطاقة المتجددة صورة عن مدى الاستدامة البيئية المتحققة في المدن العربية والتي تعد ركيزة أساسية في تحقيق التنمية المستدامة. تمثل هذه المؤشرات عاملاً حاسماً في تقييم قدرة المدن على توفير بيئة صحية وموارد مستدامة للأجيال الحالية والمستقبلية في ظل التحولات الديموغرافية المتوقعة.

جدول 5: مؤشرات البيئة والطاقة المتجددة للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
مؤشر جودة الهواء(PM2.5 µg/m³)	52.459	12.362
نسبة السكان مع وصول لمياه شرب آمنة	0.953	0.079
نسبة استخدام الطاقة المتجددة	0.064	0.038
القدرة المركبة للطاقة المتجددة (ميجاواط)	1265.471	1017.117

كشفت النتائج في جدول رقم (5) عن تحديات بيئية كبيرة تواجه المدن العربية، حيث يرتفع متوسط مؤشر تلوث الهواء (PM2.5) إلى 52.459 ميكروغرام/متر مكعب، وهو معدل يتجاوز بشكل كبير الحدود الآمنة التي توصي بها منظمة الصحة العالمية (10 ميكروغرام/متر مكعب). هذا المستوى المرتفع من تلوث الهواء يمثل تهديداً لصحة السكان ويضع ضغوطاً إضافية على النظم الصحية، خاصة مع التوقعات بزيادة نسبة كبار السن في العقود القادمة. على الجانب الإيجابي، حققت المدن العربية تقدماً ملحوظاً في توفير مياه الشرب الآمنة، حيث يصل متوسط نسبة الوصول إلى مياه شرب آمنة إلى 95.3%، مما يعكس نجاح سياسات إدارة الموارد المائية في معظم المدن. ومع ذلك، فإن تحديات ندرة المياه في المنطقة العربية تتطلب استمرار الاستثمار في تقنيات إدارة المياه الذكية لضمان استدامة هذا المورد الحيوي في ظل الضغوط السكانية المتزايدة. تظهر البيانات تأخراً واضحاً في مجال الطاقة المتجددة، حيث لا تتجاوز نسبة استخدامها 6.4% من إجمالي مزيج الطاقة، مع تباين ملحوظ بين المدن (انحراف معياري 3.8%). كما يبلغ متوسط القدرة المركبة للطاقة المتجددة 1265.471 ميجاواط فقط، مع تفاوت كبير بين المدن (انحراف معياري 1017.117 ميجاواط). هذه المؤشرات تعكس الحاجة

الملحة لتسريع الانتقال نحو مصادر الطاقة النظيفة في المدن العربية لتحقيق الاستدامة البيئية والتخفيف من آثار تغير المناخ، خاصة في ظل النمو السكاني المتوقع والتوسع الحضري المستمر

تعكس مؤشرات الصحة الذكية والرعاية الاجتماعية مستوى تطور النظم الصحية وقدرتها على الاستفادة من التقنيات الرقمية في تقديم خدمات صحية أكثر كفاءة وشمولية. تكتسب هذه المؤشرات أهمية خاصة في ظل التحولات الديموغرافية المتوقعة، خاصة الشيخوخة السكانية وما تفرضه من تحديات على نظم الرعاية الصحية والاجتماعية، وهو يتضح أهم ملامحها من خلال نتائج الجدول التالي:

جدول 6: مؤشرات الصحة الذكية والرعاية الاجتماعية للمدن العربية (n=17)

المتغيرات	المتوسط	الانحراف المعياري
نسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية	0.626	0.219
معدل انتشار الملفات الصحية الإلكترونية	0.620	0.271
نسبة المرافق الصحية المتصلة رقمياً	0.702	0.239
مؤشر جودة الرعاية الصحية	65.959	16.572
متوسط نصيب الفرد من الإنفاق الصحي (بالدولار)	1816.765	1241.754

أظهرت النتائج بالجدول رقم (6) تقدماً متوسطاً في رقمنة القطاع الصحي بالمدن العربية، حيث وصلت نسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية إلى 62.6% ومعدل انتشار الملفات الصحية الإلكترونية إلى 62%، بينما ترتفع نسبة المرافق الصحية المتصلة رقمياً إلى 70.2%. هذه المؤشرات تعكس جهوداً جيدة في تطوير البنية التحتية الرقمية للقطاع الصحي، لكنها لا تزال دون المستويات المطلوبة لمواجهة التحديات الصحية المستقبلية. كما بلغ متوسط مؤشر جودة الرعاية الصحية 65.959 (من 100)، مع تباين كبير بين المدن (انحراف معياري 16.572)، مما يعكس تفاوتاً في جودة الخدمات الصحية بين المدن العربية. كما يظهر التفاوت الاقتصادي بوضوح في متوسط نصيب الفرد من الإنفاق الصحي (1816.765 دولار) مع انحراف معياري مرتفع (1241.754 دولار)، مما يشير إلى فجوة كبيرة في الموارد المالية المخصصة للرعاية الصحية بين المدن الغنية والمدن ذات الموارد المحدودة. وهذه المؤشرات تبرز أهمية تعزيز الاستثمار في الصحة الرقمية كاستراتيجية فعالة لتحسين كفاءة النظم الصحية وتوسيع نطاق تغطيتها، خاصة في المدن ذات الموارد المحدودة. كما تشير إلى ضرورة تطوير استراتيجيات مبتكرة للتعامل مع التحديات الصحية المرتبطة بالتحولات الديموغرافية، مثل زيادة نسبة كبار السن وارتفاع معدلات الأمراض المزمنة، من خلال الاستفادة من تقنيات الصحة الرقمية والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء.

كشفت الإحصاءات الوصفية عن تباين ملحوظ في مستويات التنمية والتطور التكنولوجي بين المدن العربية. فعلى صعيد البنية التحتية الرقمية، نلاحظ أن متوسط نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بلغ 79.8%، ومتوسط نسبة السكان المتصلين بالإنترنت بلغ 78.7%، مما يعكس انتشاراً جيداً للتكنولوجيا الرقمية. ومع ذلك، يشير الانحراف المعياري المرتفع نسبياً (0.184 و0.212 على التوالي) إلى تفاوت كبير بين المدن في هذا المجال. ومن الملاحظ أيضاً ارتفاع متوسط اشتراكات الهواتف المحمولة لكل 100 شخص (144.459)، مما يدل على انتشار واسع للهواتف المحمولة يتجاوز عدد السكان في بعض المدن. وبالنسبة للمؤشرات الديموغرافية، نجد أن متوسط معدل النمو السكاني السنوي يبلغ 3.2%، وهو معدل مرتفع نسبياً، مع متوسط معدل خصوبة قدره 2.5 طفل لكل امرأة. كما أن متوسط العمر المتوقع البالغ 75.5 سنة يعكس تحسناً في الرعاية الصحية والظروف المعيشية في المدن العربية. أما فيما يتعلق بمؤشرات المدينة الذكية، فنلاحظ أن متوسط مؤشر المدينة الذكية بلغ 60.5 من 100، ونسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقمياً بلغت 74.2%، مما يشير إلى تقدم ملموس في مجال التحول الرقمي للخدمات الحكومية. ومع ذلك، يشير انخفاض متوسط مؤشر المشاركة الإلكترونية للمواطنين (53.5%) إلى الحاجة لمزيد من الجهود لتعزيز مشاركة المواطنين في الحوكمة الإلكترونية.

ثانيا: تحليل مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية باستخدام التحليل العاملي:

لغرض استخلاص مؤشر الجاهزية الديموغرافية فقد تم استخدام التحليل العاملي على المتغيرات الديموغرافية والسكانية للمدن العربية بهدف استخلاص العوامل الكامنة التي تفسر التباين في البيانات. يعد هذا التحليل خطوة أساسية نحو بناء مؤشر موحد لمستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، والذي سيمكننا من تقييم مستوى استعداد هذه المدن للتحولات السكانية المستقبلية في سياق مفهوم المدن الذكية والتنمية المستدامة. وقد اتضح من بيانات جدول رقم (1) السابق فيما يخص الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الديموغرافية تحديدا وجود تباينًا ملحوظًا على مستوى المدن العربية المشمولة بالدراسة.

تم إجراء اختبار KMO ومقياس Bartlett للتحقق من ملاءمة البيانات للتحليل العاملي، وقد بلغت قيمة مؤشر KMO (0.664) ، وهي قيمة مقبولة تشير إلى كفاية حجم العينة لإجراء التحليل العاملي، وقد جاءت النتائج كما في الجدول التالي:

جدول 7: اختبار KMO ومقياس Bartlett للملاءمة

الاختبار	القيمة
اختبار Kaiser-Meyer-Olkin لكفاية العينة	0.664
اختبار Bartlett	
مربع كاي (X^2) التقريبي	393.418
درجات الحرية	66
مستوى الدلالة	0.000

كما أظهرت النتائج بالجدول السابق أن نتيجة اختبار Bartlett وجود دلالة إحصائية عند مستوى أقل من (0.05) مع قيمة مربع كاي تبلغ (393.418) ودرجات حرية (66)، مما يؤكد وجود ارتباطات كافية بين المتغيرات تسمح بإجراء التحليل العاملي. وهذه النتائج تدعم متانة النموذج وتشير إلى مناسبة البيانات للتحليل العاملي، مما يعزز مصداقية النتائج المستخلصة في تحديد العوامل الرئيسية المؤثرة في الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية. كما إن جميع المتغيرات أظهرت قيمًا مرتفعة للاشتراكيات المستخلصة، تتراوح بين 0.893 (لمعدل تحضر السكان) و0.991 (لنسبة السكان في سن العمل)، مما يعكس تمثيلًا ممتازًا للمتغيرات في النموذج العاملي. وهذه القيم المرتفعة تشير إلى أن العوامل المستخلصة تفسر جزءًا كبيرًا من التباين في كل متغير، مما يؤكد دقة النموذج في تلخيص البيانات الديموغرافية. وتعتبر هذه النتائج مؤشرًا إيجابيًا على ملاءمة التحليل العاملي للبيانات وقدرته على استخلاص العوامل الكامنة التي تمثل البنية الديموغرافية للمدن العربية بشكل فعال.

جدول 8: التباين الكلي المفسر للمكونات المستخلصة من التحليل العاملي وقيم الجذور الكامنة

المكون	الجذر الكامن (القيم الذاتية الأولية) Initial Eigenvalues	نسبة التباين	
		المفسرة	التراكمية
1	7.608	63.402	63.402
2	2.970	24.752	88.154
3	1.003	8.360	96.514
4	0.203	1.690	98.204
5	0.088	0.736	98.940
6	0.053	0.440	99.380
7	0.032	0.268	99.648
8	0.025	0.211	99.859
9	0.009	0.074	99.932
10	0.007	0.056	99.988
11	0.001	0.006	99.995
12	0.001	0.005	100.000

يظهر جدول التباين الكلي المفسر أن التحليل العاملي أسفر عن استخلاص ثلاثة عوامل رئيسية ذات قيم ذاتية أكبر من 1، تفسر مجتمعة 96.514% من التباين الكلي في البيانات، وهي نسبة مرتفعة جدًا تعكس قوة النموذج العاملي في تلخيص المتغيرات الديموغرافية. ونجد أن العامل الأول يفسر 43.088% من التباين بعد التدوير، والعامل الثاني يفسر 42.787%، بينما يفسر العامل الثالث 10.639%. يلاحظ أن التدوير أدى إلى إعادة توزيع نسب التباين المفسر بين العوامل بشكل أكثر توازنًا، حيث كان العامل الأول يفسر 63.402% من التباين قبل التدوير. هذا التوزيع المتوازن يشير إلى أن هناك بنيتين أساسيتين متساويتين تقريبًا في الأهمية تحكمان الخصائص الديموغرافية للمدن العربية، مع وجود عامل ثالث ثانوي. وهذه النتيجة توفر أساسًا متينًا لبناء مؤشر مركب للجاهزية الديموغرافية يعكس البنية المعقدة للتركيبة السكانية في المدن العربية.

جدول 9: مصفوفة المكونات قبل التدوير

المتغيرات الديموغرافية	المكونات المستخلصة		
	المكون 1	المكون 2	المكون 3
نسبة السكان في سن العمل (15–64)	0.991	0.049	0.085
نسبة الاعتماد العمرية	−0.981	−0.132	−0.076
مؤشر التنوع السكاني	0.973	−0.124	0.029
نسبة السكان المولودين في الخارج	0.965	−0.200	0.081
معدل الهجرة الداخلية (الريف–المدينة)	−0.883	−0.380	0.138
متوسط العمر المتوقع	0.794	0.572	−0.053
معدل الخصوبة	−0.772	−0.622	0.011
توقعات تغير الهرم السكاني 2040	−0.743	0.649	−0.012
نسبة النمو السكاني السنوي	0.742	−0.625	0.129
معدل تحضر السكان	0.326	0.799	0.384
نسبة كبار السن(65+)	−0.636	0.761	−0.062
عدد السكان (بالمليون)	−0.407	−0.086	0.890

توضح مصفوفة المكونات قبل التدوير تشبعات المتغيرات على العوامل أو المكونات الثلاثة المستخلصة، بحيث يظهر العامل الأول تشبعات مرتفعة (أكبر من 0.7 بالقيمة المطلقة) لمعظم المتغيرات، مما يعكس ارتباطًا قويًا بين المتغيرات الديموغرافية في المدن العربية. كما ترتبط المتغيرات المتعلقة بالتركيبة العمرية للسكان بشكل قوي مع العامل الأول، حيث سجلت نسبة السكان في سن العمل أعلى تشبع إيجابي (0.991)، ونسبة الاعتماد العمرية أعلى تشبع سلبي (−0.981). كما يرتبط مؤشر التنوع السكاني ونسبة السكان المولودين في الخارج بشكل إيجابي قوي مع هذا العامل (0.973 و0.965 على

التوالي). والعامل الثاني يرتبط بشكل قوي مع معدل تحضر السكان (0.799) ونسبة كبار السن (0.761)، بينما يرتبط العامل الثالث بشكل رئيسي مع عدد السكان (0.890). هذه النتائج تشير إلى أن المتغيرات تتجمع حول ثلاثة أبعاد أساسية: التركيبة العمرية والتنوع السكاني (العامل الأول)، التحضر والشيخوخة السكانية (العامل الثاني)، وحجم السكان (العامل الثالث). ومع ذلك، تظهر بعض التشبعات المشتركة بين العوامل، مما يبرر الحاجة إلى إجراء التدوير للحصول على بنية عاملية أكثر وضوحًا.

جدول 10: مصفوفة المكونات بعد إعادة التدوير (Varimax)

المتغيرات الديموغرافية	المكونات المستخلصة		
	المكون 1	المكون 2	المكون 3
معدل الخصوبة	−0.972	0.087	0.175
متوسط العمر المتوقع	0.946	−0.132	−0.220
معدل الهجرة الداخلية (الريف–المدينة)	−0.860	0.319	0.319
معدل تحضر السكان	0.846	0.293	0.301
نسبة الاعتماد العمرية	−0.787	0.592	0.126
نسبة السكان في سن العمل (15–64)	0.737	−0.659	−0.119
نسبة كبار السن(65+)	0.082	0.988	0.060
توقعات تغير الهرم السكاني 2040	−0.063	0.976	0.132
نسبة النمو السكاني السنوي	0.098	−0.974	−0.017
نسبة السكان المولودين في الخارج	0.544	−0.818	−0.114
مؤشر التنوع السكاني	0.594	−0.763	−0.169
عدد السكان (بالمليون)	−0.208	0.099	0.955

يتضح من نتائج التحليل العاملي بالجدول السابق بعد تطبيق التدوير المتعامد (Varimax)، أن البنية العاملية قد اصبحت أكثر وضوحًا وقابلية للتفسير، وبالتالي يمكن تسمية العوامل الثلاثة المستخلصة بناءً على تشبعات المتغيرات عليها كما يلي:

- العامل الأول (جودة الحياة والتطور الديموغرافي): وهذا المكون أو العامل يرتبط بشكل قوي سلبي مع معدل الخصوبة (−0.972) وإيجابي مع متوسط العمر المتوقع (0.946) ومعدل تحضر السكان (0.846)، ويفسر حوالي 43.1% من التباين الكلي، ولذا يعكس هذا العامل أو المكون مستوى التنمية البشرية والصحية والمعيشية في المدن.
- العامل الثاني (البنية العمرية وديناميكيات النمو السكاني): ويرتبط هذا العامل أو المكون بشكل قوي إيجابي مع نسبة كبار السن (0.988) وتوقعات تغير الهرم السكاني (0.976)، وسلبي مع نسبة النمو السكاني السنوي (−0.974) ونسبة السكان المولودين في الخارج (−0.818)، ويفسر حوالي

42.8% من التباين. ولذا يعكس هذا العامل أو المكون شـيخوخة السـكان وانخفاض معدلات النمو والهجرة.

- العامل الثالث (الحجم السـكاني): يرتبط هذا المكون أو العامل بشـكل رئيسـي مع عدد السـكان (0.955)، ويفسـر حوالي 10.6% من التباين. يمثل هذا العامل حجم المدينة من حيث عدد السكان.

وهذه البنية العاملية تقدم صورة شاملة عن المحددات الأساسية للتركيبة الديموغرافية في المدن العربية، وتوفر أساسًا علميًا لبناء مؤشر موحد للجاهزية الديموغرافية. وتشير النتائج إلى أن المكونين أو العاملين الأول والثاني يمثلان الأبعاد الأكثر أهمية، حيث يفسران معًا حوالي 85.9% من التباين، مما يؤكد على أهمية جودة الحياة والتحضر والبنية العمرية كمحددات رئيسية للجاهزية الديموغرافية.

جدول 11: مصفوفة معاملات درجات المكونات أو العوامل المستخلصة من التحليل العاملي للمتغيرات الديموغرافية

المتغيرات الديموجرافية	المكونات المستخلصة		
	المكون 1	المكون 2	المكون 3
عدد السكان (بالمليون)	0.078	−0.103	0.880
نسبة النمو السكاني السنوي	−0.060	−0.234	0.109
معدل الخصوبة	−0.216	−0.081	0.034
متوسط العمر المتوقع	0.200	0.073	−0.075
نسبة السكان المولودين في الخارج	0.054	−0.146	0.054
معدل الهجرة الداخلية (الريف–المدينة)	−0.150	−0.030	0.160
نسبة السكان في سن العمل (15–64)	0.115	−0.089	0.056
نسبة الاعتماد العمرية	−0.132	0.067	−0.048
نسبة كبار السن(65+)	0.112	0.248	−0.046
مؤشر التنوع السكاني	0.064	−0.122	0.002
معدل تحضر السكان	0.277	0.110	0.363
توقعات تغير الهرم السكاني 2040	0.084	0.225	0.006

توفر مصفوفة معاملات درجات المكونات الأوزان المستخدمة لحساب درجات العوامل لكل مدينة. تعكس هذه المعاملات أهمية كل متغير في حساب درجة كل عامل. بالنسبة للعامل الأول "جودة الحياة والتطور الديموغرافي"، تظهر أعلى المعاملات الإيجابية لمعدل تحضر السكان (0.277) ومتوسط العمر المتوقع (0.200)، وأعلى المعاملات السلبية لمعدل الخصوبة (−0.216) ومعدل الهجرة الداخلية (0.150−). أما بالنسـبة للعامل الثاني "البنية العمرية وديناميكيات النمو السـكاني" فقد ظهرت أعلى المعاملات الإيجابية لنسبة كبار السن (0.248) وتوقعات تغير الهرم السكاني (0.225)، وأعلى المعاملات السلبية

لنسبة النمو السكاني السنوي (−0.234) ونسبة السكان المولودين في الخارج (0.146−). أما بالنسبة للعامل الثالث "الحجم السكاني"، فيظهر تركيزًا واضحًا على عدد السكان (0.880) ومعدل تحضر السكان (0.363).

وهذه المعاملات تمثل أهمية كبيرة من الناحية التطبيقية، حيث يمكن استخدامها لحساب قيم العوامل لكل مدينة، وبالتالي تحديد مؤشر الجاهزية الديموغرافية بناءً على العوامل المستخلصة. ويمكن اعتبار معادلة العامل الأول (الذي يفسر النسبة الأكبر من التباين) كدالة أساسية لمؤشر الجاهزية الديموغرافية، مع إمكانية دمج العوامل الأخرى بأوزان تتناسب مع نسب التباين المفسر. كما أكدت مصفوفة تباين درجات المكونات أن العوامل المستخلصة بعد التدوير المتعامد (Varimax) هي عوامل مستقلة وغير مرتبطة، حيث تظهر جميع قيم الارتباط بين العوامل قيمة صفرية، بينما تبلغ قيمة تباين كل عامل 1.000. وهذه النتيجة تعزز صحة وملاءمة التحليل العاملي المطبق، وتؤكد أن العوامل الثلاثة المستخلصة تمثل أبعادًا مستقلة للتركيبة الديموغرافية في المدن العربية. الاستقلالية بين العوامل تسهل تفسير وتطبيق النتائج، حيث يمكن اعتبار كل عامل كمؤشر منفصل يقيس بعدًا مختلفًا من أبعاد الجاهزية الديموغرافية. كما تتيح هذه الاستقلالية إمكانية بناء مؤشر مركب للجاهزية الديموغرافية بشكل أكثر موضوعية.

ثالثاً: تحليل العلاقة التنبؤية بين مؤشر الجاهزية الديموغرافية وبين مؤشرات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية للمدن العربية:

تم تطبيق تحليل نموذج الانحدار المتعدد باستخدام طريقة "Stepwise" لدراسة العلاقة التنبؤية بين مؤشرات التحول الرقمي والجاهزية الديموغرافية، ويستعرض الجدول التالي نتائج تحليل الانحدار الخطي أن هناك تأثير لنسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على مؤشر الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية مع استبعاد باقي المؤشرات التي تخص التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية من النموذج المقترح، حيث أوضحت النتائج قوة العلاقة ونسبة التباين المفسر ودقة التنبؤ بالنموذج. وقد كشفت نتائج تحليل الانحدار عن وجود علاقة قوية جداً بين نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ومؤشر الجاهزية الديموغرافية، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط 0.845 (R)، وهو ما يشير إلى ارتباط إيجابي قوي بين المتغيرين. أما معامل التحديد (R^2) فقد بلغ 0.714، مما يعني أن 71.4% من التباين في مؤشر الجاهزية الديموغرافية يمكن تفسيره من خلال نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وحدها، وهي نسبة مرتفعة تؤكد أهمية البنية التحتية الرقمية في تعزيز قدرة المدن العربية على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية. وبعد تعديل قيمة معامل التحديد لمراعاة حجم العينة، بلغت قيمة

معامل التحديد المعدل 0.695، مما يؤكد أن النموذج لا يزال يتمتع بقدرة تفسيرية عالية حتى بعد ضبط عدد المتغيرات المستقلة، مع خطأ معياري للتقدير بلغ 0.553، وهو ما يشير إلى دقة مقبولة للنموذج.

كما أوضحت نتائج تحليل التباين ANOVA للعلاقة بين التحول الرقمي والجاهزية الديموغرافية لاختبار معنوية نموذج الانحدار ككل ومدى قدرته على تفسير التباين في مؤشر الجاهزية الديموغرافية إلى أن نموذج الانحدار ذو دلالة إحصائية عالية، حيث بلغت قيمة F المحسوبة 37.376 عند مستوى دلالة أقل من 0.05، مما يؤكد صحة النموذج، وهذه النتيجة تعزز الثقة في قدرة النموذج على التنبؤ بمستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية استناداً إلى مستوى التحول الرقمي فيها، وتؤكد على الدور الأساسي الذي تلعبه تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تعزيز قدرة المدن على مواجهة التحديات الديموغرافية المستقبلية. وسوف يستعرض الجدول التالي قيم معاملات الانحدار غير المعيارية والمعيارية ودلالتها الإحصائية، مما يساعد في تحديد معادلة الانحدار للتنبؤ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية استنادا إلى أحد مؤشرات التحول الرقمي، وذلك على النحو التالي:

جدول 12: معاملات الانحدار للعلاقة بين مؤشرات التحول الرقمي والجاهزية الديموغرافية (المتغير التابع)

Sig.	T	Beta	S.E.	B	النموذج
ملائمة النموذج المقترح = *37.376 ,R^2 = 0.714, Adjust R^2 = 0.695, and F					
*0.000	−5.967	−	0.615	−3.670	(Constant)
*0.000	6.114	0.845	0.752	4.598	نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

المتغير التابع (Dependent Variable) = مؤشر الجاهزية الديموغرافية

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

أوضحت نتائج معاملات الانحدار أن نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تؤثر إيجابياً وبقوة على مؤشر الجاهزية الديموغرافية، حيث بلغت قيمة معامل الانحدار غير المعياري 4.598 (B)، بخطأ معياري قدره 0.752. وقد بلغت قيمة معامل الانحدار المعياري 0.845 (Beta)، مما يؤكد الأهمية النسبية الكبيرة لهذا المتغير في التنبؤ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية، وقد أشارت قيمة t المحسوبة (6.114) بمستوى دلالة أقل من 0.05 إلى أن هذا التأثير ذو دلالة إحصائية عالية. كما أظهرت النتائج أن قيمة الثابت في معادلة الانحدار بلغت −3.670 بمستوى دلالة احصائية أقل من 0.05، مما يعني أنه في حالة انعدام استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، فإن مؤشر الجاهزية الديموغرافية سيكون سالباً، وهو ما يؤكد أن المدن التي تفتقر إلى البنية التحتية الرقمية الأساسية ستواجه تحديات كبيرة في التكيف مع التغيرات الديموغرافية المستقبلية.

وبناءً على هذه النتائج، يمكن صياغة معادلة الانحدار للتنبؤ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية كالتالي:

مؤشـــر الجاهزية الديموغرافية = −3.670 + 4.598 × (نســـبة اســـتخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات)

هذه المعادلة تعكس بوضـوح الدور المحوري الذي تلعبه التكنولوجيا الرقمية في تعزيز قدرة المدن العربية على التعامل مع التحولات السـكانية المسـتقبلية، وتؤكد أهمية الاسـتثمار في البنية التحتية الرقمية كأحد الركائز الأسـاسـية في تخطيط المدن المسـتدامة. وقد تم اختيار "نسـبة اسـتخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصـالات" عند نموذج الانحدار باستخدام طريقة Stepwise كأفضـل مؤشر متنبئ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، بينما تم اسـتبعاد باقي المتغيرات التي تمثل مؤشـرات التحول الرقمي والبنية التحتيـة التكنولوجيـة من النموذج المقترح لعدة أسـبـاب بنـاءا على قيم معـاملاتهـا المعيـاريـة والدلالـة الإحصـــائية أو وجود علاقة غير خطية أوارتباطها الجزئي ومقاييس التداخل الخطي المرتفع، وهذا التداخل يجعل من الصعب فصل تأثيرات هذه المتغيرات عن بعضها البعض، ويمكن اعتباره مؤشراً على أن مختلف جوانب التحول الرقمي متشابكة ومترابطة في تأثيرها على الجاهزية الديموغرافية.

رابعاً: بناء نموذج إحصائي شامل لتقييم الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية:

سـوف يوضـح الجدول التالي ملخص النموذج الإحصـائي الشـامل الذي تم بناؤه لتقييم الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، باسـتخدام مزيج من المتغيرات الديموغرافية والرقمية والاقتصـادية والبيئية والتعليمية والصحية والتنموية، حيث أسفت نتائج تطبيق نموذج الانحدار المتعدد الذي تم بناؤه باستخدام طريقة Stepwise، حيث يظهر تدرج إدخال المتغيرات المسـتقلة وتأثيرها على قوة النموذج التنبؤية من خلال قيم معامل التحديد وقيم الخطأ المعياري للتقدير حيث أظهرت النتائج وجود قوة تفسـيرية اسـتثنائية للمتغيرات المسـتقلة المُدرجة في النموذج النهائي، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد (R) 0.999، مما يشـير إلى علاقة ارتباطية قوية جداً بين المتغيرات المسـتقلة مجتمعة ومؤشـر الجاهزية الديموغرافية. كما بلغت قيمة معامل التحديد 0.998 (R^2)، وهي نسـبة مرتفعة للغاية تعكس أن 99.8% من التباين في مؤشر الجاهزية الديموغرافية يمكن تفسيره من خلال المتغيرات المستقلة التي تم تضـمينها وإدراجها في النموذج النهائي، وأيضـا بلغت قيمة معامل التحديد المُعدل (Adjusted R^2) 0.998 مما يؤكد على دقة النموذج واسـتقراره، خاصـة أنها لم تنخفض عن القيمة الأصـلية لمعامل التحديد، مما يدل على أن النموذج لا يعاني من المبالغة في التقدير (Overfitting) برغم تعدد المتغيرات المستقلة. كما أن قيمة الخطأ المعياري للتقدير المنخفضة نسبياً (0.0494) بحيث تشير إلى

دقة تنبؤية عالية للنموذج، حيث يتوقع أن تكون الانحرافات بين القيم التنبؤية والقيم الفعلية محدودة. وهذه النتائج تؤكد على أهمية المتغيرات الديموغرافية والبيئية والرقمية والتكنولوجية والاقتصـــادية وغيرها في تفسير مستوى جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية وتعزز إمكانية الاعتماد على هذا النموذج في صياغة السياسات التخطيطية المستقبلية للمدن الذكية.

كما كشـــفت نتائج تحليل التباين (ANOVA) عن أهمية إحصـــائية عالية جداً للنموذج المقترح، حيث بلغت قيمة اختبار (1310.238) F بمستوى دلالة احصـائية أقل من 0.05، مما يؤكد رفض فرضـية العدم القائلة بعدم وجود تأثير للمتغيرات المســـتقلة على مؤشـــر الجاهزية الديموغرافية. هذه الدلالة الإحصـــائية العالية تعكس قوة العلاقة بين المتغيرات المُختارة والمتغير التابع، وهذا يعني أن النموذج المقترح يفسر تقريباً كل التباين في مؤشر الجاهزية الديموغرافية، مع هامش خطأ ضئيل جداً، ومما يدعم الاستنتاج بأن المتغيرات المدرجة في النموذج (معدل الخصـوبة، معدل تحضـر السكان، متوسط العمر المتوقع، مؤشـر جودة الهواء، ومعدل الهجرة الداخلية) تلعب دوراً أسـاسـياً في تحديد مسـتوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية. وهذه النتائج توفر أســاســاً متيناً لاتخاذ القرارات التخطيطية التي تســتهدف تعزيز جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية من خلال التركيز على تحسين هذه المؤشرات الخمسـة، وسـوف يوضـح الجدول التالي قيم معاملات الانحدار للمتغيرات المستقلة في النموذج النهائي، ومدى إسهام كل متغير في التنبؤ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية، بالإضافة إلى دلالتها الإحصائية.

جدول 13: معاملات النموذج الاحصائي الشامل لمتغيرات الدراسة الأكثر تأثيرا على مستوى الجاهزية الديموغرافية المستقبلي

Sig.	T	Beta	S.E.	B	النموذج
ملائمة النموذج المقترح = *37.376 ,F and 0.695 = Adjust R^2 ,0.714 = R^2					
*0.000	−10.163		1.961	−19.929	(Constant)
*0.000	−3.651	−0.301	0.102	−0.372	معدل الخصوبة
*0.000	9.846	0.304	1.279	12.591	معدل تحضر السكان
*0.000	7.780	0.439	0.014	0.108	متوسط العمر المتوقع
*0.000	5.230	0.146	0.002	0.012	مؤشر جودة الهواء(PM2.5 µg/m³)
*0.000	−3.595	−0.145	2.085	−7.496	معدل الهجرة الداخلية (الريف/المدينة)

المتغير التابع (Dependent Variable) = مؤشر الجاهزية الديموغرافية

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

كشـــفت نتائج معاملات الانحدار عن ديناميكية تفاعلية متعددة الجوانب للعوامل المؤثرة في مســـتوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، حيث تباينت اتجاهات التأثير وقوته بين المتغيرات المختلفة. وقد جاء متوسـط العمر المتوقع كأقوى مؤثر إيجابي على مؤشـر الجاهزية الديموغرافية بمعامل بيتا معياري (0.439)، يليه معدل تحضـــر الســـكان بمعامل (0.304)، مما يشـــير إلى أهمية تحســـين الظروف الصـحية والمعيشية وتعزيز التنمية الحضرية المستدامة كاستراتيجية أساسية لرفع جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية. على الجانب الآخر، أظهر معدل الخصـوبة تأثيراً سـلبياً قوياً بمعامل بيتا (−0.301)، مما يعكس التحديات التي قد تفرضـــها معدلات الخصـــوبة المرتفعة على البنية التحتية والخدمات في المدن. كما أظهر معدل الهجرة الداخلية من الريف إلى المدينة تأثيراً ســـلبياً بمعامل (−0.145)، وهو ما يسـلط الضـوء على تحديات الهجرة الداخلية غير المخطط لها وتأثيرها على اسـتدامة المدن ومرونتها الديموغرافية، ولاسـيما المدن الجديدة او المسـتهدف أن تكون ذكية. ومن المثير للاهتمام ملاحظة أن مؤشر جودة الهواء (PM2.5) أظهر تأثيراً إيجابياً بمعامل (0.146)، مما قد يعكس ارتباط هذا المؤشـر بمسـتويات التنمية الاقتصـادية والصـناعية في المدن. وكانت معاملات التاثير "أي معاملات الانحدار" لجميع المتغيرات المتضمنة في النموذج الاحصائي ذات دلالة إحصائية عالية عند مستوى أقل من 0.05، ومما يؤكد أهميتها في النموذج.

وبالتالي يمكن صياغة معادلة التنبؤ بمؤشر الجاهزية الديموغرافية كالتالي:

مؤشر الجاهزية الديموغرافية = −19.929 − 0.372 × (معدل الخصوبة) + 12.591 × (معدل تحضر السكان) + 0.108 × (متوسط العمر المتوقع) + 0.012 × (مؤشر جودة الهواء) − 7.496 × (معدل الهجرة الداخلية)

وتقدم هذه النتائج رؤية شـاملة لصـناع القرار حول المحددات الرئيسـية للجاهزية الديموغرافية المسـتقبلي للمدن العربية، ومن ثم المســاهمة الفعالة في توجيه جهود التخطيط الحضــري والســياســات الســكانية والتنموية نحو تعزيز مرونة المدن العربية في مواجهة التحولات السـكانية المسـتقبلية. أما باقي المتغيرات الأخرى فقد تم اسـتبعادها من نموذج الانحدار وفقا لطريقة Stepwise التي تتضـمن المتغيرات الأكثر تأثيرا (5 متغيرات فقط) على المتغير التابع (مسـتوى الجاهزية الديموغرافية المسـتقبلي) واسـتبعاد باقي المتغيرات (39) متغيرا من النموذج الاحصـائي النهائي، وذلك لكونها لم تسـهم بشـكل كاف في تفسـير التباين في مؤشر الجاهزية الديموغرافية بعد تحييد تأثير المتغيرات المدرجة في النموذج، أو وجود مشكلة الخطية المتعددة (Multicollinearity) بينها وبين المتغيرات المدرجة في النموذج، مما قد يكون ســـبباً إضـــافياً لاســـتبعادها من النموذج، حيث تتداخل المعلومات التي تقدمها مع المتغيرات المدرجة بالفعل. وهذه النتائج تشـير إلى ضـرورة التكامل بين سـياسـات التحول الرقمي والسـياسـات الديموغرافية والبيئية

لتحقيق مستويات أعلى من الجاهزية للتحولات السكانية المستقبلية في المدن العربية. وباختصار، سوف يقدم هذا النموذج أداة تشخيصية وتنبؤية قوية يمكن استخدامها من قبل مخططي المدن وصناع السياسات في الدول العربية لـ:

- تقييم الوضع الحالي للجاهزية الديموغرافية لمدنهم
- تحديد نقاط الضعف والقوة في المؤشرات المختلفة
- توجيه الاستثمارات والجهود التنموية نحو المؤشرات ذات التأثير الأكبر
- وضع سيناريوهات مستقبلية لتحسين الجاهزية الديموغرافية بناءً على التغيرات المتوقعة في المتغيرات المستقلة

وبالتالي يمكن اعتبار هذا النموذج الإحصائي المطور في هذه الدراسة أداة تقييمية جديدة لتوجيه جهود التطوير والتخطيط الاستراتيجي في المدن العربية نحو تحقيق مستويات أعلى من الجاهزية للتحولات السكانية المستقبلية، مع التأكيد على أهمية التكامل بين مختلف أبعاد التنمية الحضرية المستدامة وصولا إلى مدن ذكية رقمية، وليس فقط الاعتماد على التحول الرقمي كمحور وحيد للتطوير.

خامسا: تصنيف المدن العربية استنادا إلى مستويات جاهزيتها الديموغرافية للتحولات السكانية المستقبلية:

يستعرض هذه الجزء من الدراسة النتائج المستخلصة من تطبيق منهجية التحليل العنقودي على المدن العربية، مما يسهم في تقديم رؤى تحليلية عميقة تخدم صناع القرار والمخططين في مجال المدن الذكية. لقد نجحت هذه المنهجية في تقسيم المدن العربية موضع الدراسة إلى ثلاث مجموعات متمايزة تعكس مستويات متباينة من الجاهزية الديموغرافية للتحولات السكانية المستقبلية. هذا التمايز يمتد عبر سلسلة من المؤشرات الشاملة ذات الأبعاد الديموغرافية، الاقتصادية، البيئية، الرقمية، التعليمية والصحية، كما يتضح من خلال الجداول التالية:

جدول 14: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب المؤشرات الديموغرافية والتنمية

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
عدد السكان (بالمليون)	2.705	5.340	1.930	.699	.513
نسبة النمو السكاني السنوي	.041	.021	.052	9.586	.002*
معدل الخصوبة	2.150	2.878	1.850	2.619	.108
متوسط العمر المتوقع	77.367	73.367	79.500	3.898	.045*
نسبة السكان المولودين في الخارج	.543	.099	.846	23.481	.000*
معدل الهجرة الداخلية (الريف/المدينة)	.030	.054	.018	8.631	.004*
نسبة السكان في سن العمل (15-64)	.754	.635	.822	25.683	.000*
نسبة الاعتماد العمرية	.332	.580	.218	22.014	.000*
نسبة كبار السن (+65)	.031	.065	.016	8.707	.003*
مؤشر التنوع السكاني	.632	.341	.865	20.490	.000*
معدل تحضر السكان	.978	.982	.991	.192	.827
توقعات تغير الهرم السكاني 2040	.712	.812	.665	16.049	.000*
مؤشر الجاهزية الديموغرافية	.29328	-.38299	.84361	1.791	.203

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

أظهرت أهم نتائج التحليل العنقودي تباينًا جوهريًا بين المجموعات الثلاث من حيث المؤشرات الديموغرافية، وفيما يتعلق بنسب النمو السكاني السنوي، سجل العنقود الثالث أعلى معدل نمو سنوي (5.2%)، يليه العنقود الأول (4.1%)، بينما كان العنقود الثاني الأقل نموًا (2.1%). هذه الاختلافات ذات دلالة إحصائية عالية (F=9.586) عند مستوى أقل من 0.05، مما يشير إلى تباين واضح في ديناميكيات النمو السكاني بين هذه المجموعات، مؤشر التنوع السكاني الذي يقيس مدى التعددية في التركيبة السكانية، أظهر تفاوتًا كبيرًا بين المجموعات (F=20.490) عند مستوى أقل من 0.05، حيث سجل العنقود الثالث القيمة الأعلى (0.865)، مقارنة بالعنقود الأول (0.632) والعنقود الثاني (0.341). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الانفتاح الديموغرافي والتنوع الثقافي في هذه المدن العربية، وكذلك سجلت المجموعات تباينًا دالًا إحصائيًا في نسب السكان المولودين في الخارج (F=23.481) عند مستوى أقل من 0.05 حيث تفوق العنقود الثالث بنسبة (84.6%)، يليه العنقود الأول (54.3%)، بينما انخفضت النسبة بشكل ملحوظ في العنقود الثاني (9.9%)، وهذه المؤشرات تشير إلى مدى الانفتاح الديموغرافي والقدرة على استقطاب الكفاءات العالمية في هذه المدن.

جدول 15: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب المؤشرات الاقتصادية

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بالدولار)	31341.667	7750.000	61005.000	92.160	.000*
معدل البطالة	.041	.143	.012	33.683	.000*
نسبة العاملين في قطاع التكنولوجيا	.109	.059	.134	11.461	.001*
نسبة الاستثمار في البنية التحتية (% من الناتج المحلي)	.071	.039	.097	24.524	.000*

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

من الناحية الاقتصادية، أظهرت النتائج تباينًا هائلًا في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (F=92.160) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05 حيث سجل العنقود الثالث أعلى قيمة (61,005 دولار)، يليه العنقود الأول (31,342 دولار)، بينما كان العنقود الثاني في المرتبة الأخيرة (7,750 دولار). هذا التفاوت الاقتصادي الهائل يعكس الفجوة التنموية الواسعة بين المدن العربية. أما معدلات البطالة فقد أظهرت أيضًا فروقًا جوهرية (F=33.683) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05، حيث سجل العنقود الثالث أدنى معدل (1.2%)، يليه العنقود الأول (4.1%)، بينما ارتفع المعدل بشكل ملحوظ في العنقود الثاني (14.3%). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الكفاءة الاقتصادية وقدرة سوق العمل على استيعاب القوى العاملة. كما أن نسبة الاستثمار في البنية التحتية أظهرت تباينًا كبيرًا (F=24.524) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05 حيث سجل العنقود الثالث أعلى نسبة (9.7%)، يليه العنقود الأول (7.1%)، بينما كان العنقود الثاني الأقل (3.9%). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الالتزام بتطوير البنية التحتية اللازمة للتحول نحو المدن الذكية.

جدول 16: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب مؤشرات البيئة والطاقة المتجددة

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
مؤشر جودة الهواء (PM2.5 g/m³µ)	45.400	59.267	43.000	4.041	.041*
نسبة السكان مع وصول لمياه شرب آمنة	.995	.914	1.000	2.824	.093
نسبة استخدام الطاقة المتجددة	.051	.075	.053	.791	.473
القدرة المركبة للطاقة المتجددة (ميجاواط)	893.000	1458.889	1512.500	.592	.566

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

في مجال البيئة والطاقة المتجددة، أظهرت النتائج تباينًا طفيفا في مؤشر جودة الهواء (F=4.041) دالة احصـائيا عند مسـتوى أقل من 0.05 حيث سـجل العنقود الثاني أعلى قيمة (59.267)، يليه العنقود الأول (45.400)، بينما العنقود الثالث في المرتبة الأخيرة (43.000)، وهذا التفاوت البيئي يظهر أهمية المدن خالية من التلوث.

جدول 17: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب مؤشرات التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	.927	.676	.965	8.121	.005*
نسبة السكان المتصلين بالإنترنت	.950	.634	.985	11.645	.001
تغطية الإنترنت (المدن/الريف)	1.081	1.081	1.081	–	–
خطوط الإنترنت الثابتة لكل 100 شخص	23.717	9.244	30.200	27.089	.000*
اشتراكات الهواتف المحمولة لكل 100 شخص	176.300	114.144	185.350	26.142	.000*
مؤشر المدينة الذكية	75.850	45.744	80.950	17.983	.000*
نسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقمياً	.906	.586	.950	14.716	.000*
معدل استخدام المنصات الرقمية الحكومية	.804	.402	.857	28.720	.000*
مؤشر المشاركة الإلكترونية للمواطنين	.722	.357	.777	28.598	.000*
الإنفاق على التحول الرقمي (% من ميزانية المدينة)	.103	.043	.120	30.700	.000*
مؤشر المباني الذكية	.744	.380	.831	21.642	.000*
نسبة استخدام أنظمة النقل الذكي	.712	.331	.797	27.604	.000*
كثافة أجهزة الاستشعار الحضرية (لكل كم²)	559.667	176.333	710.500	42.994	.000*
نسبة تطبيق إدارة الموارد الذكية	.677	.309	.769	32.976	.000*
مؤشر المرونة الحضرية للتغيرات السكانية	74.517	43.167	82.000	19.189	.000*

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

في مجال التحول الرقمي، أظهرت النتائج تباينًا واضحًا في نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (F=8.121) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05، حيث سجل العنقود الثالث أعلى

نسبة (96.5%)، يليه العنقود الأول (92.7%)، بينما كان العنقود الثاني الأقل (67.6%). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الاندماج الرقمي والنفاذ التكنولوجي في هذه المدن. بينما مؤشر المدينة الذكية أظهر تباينًا كبيرًا (F=17.983) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05، حيث سجل العنقود الثالث أعلى قيمة (80.95)، يليه العنقود الأول (75.85)، بينما كان العنقود الثاني في المرتبة الأخيرة (45.74). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من التطور التكنولوجي والذكاء الحضري في هذه المدن. وبالنسبة لكثافة أجهزة الاستشعار الحضرية أظهرت تباينًا هائلًا (F=42.994) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05 حيث سجل العنقود الثالث أعلى كثافة (710.5 جهاز/كم²)، يليه العنقود الأول (559.7 جهاز/كم²)، بينما كان العنقود الثاني الأقل (176.3 جهاز/كم²). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الجاهزية التكنولوجية والقدرة على جمع البيانات الحضرية في هذه المدن.

جدول 18: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب مؤشرات التعليم والمهارات الرقمية

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
معدل الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية	.848	.582	.883	12.286	.001*
نسبة خريجي تخصصات STEM	.203	.115	.221	19.832	.000*
متوسط سنوات التعليم	11.950	9.700	12.550	11.089	.001*
نسبة السكان ذوي التعليم العالي	.367	.223	.402	15.576	.000*
معدل الالتحاق بدورات التعلم الإلكتروني	.317	.169	.342	21.176	.000*

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

في المجال التعليمي، أظهرت النتائج تباينًا واضحًا في معدل الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية (F=12.286) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05 حيث سجل العنقود الثالث أعلى معدل (88.3%)، يليه العنقود الأول (84.8%)، بينما كان العنقود الثاني الأقل (58.2%)، وهذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من المعرفة الرقمية والقدرة على التعامل مع التكنولوجيا في هذه المدن.

جدول 19: مراكز العناقيد النهائية للمدن العربية حسب مؤشرات الصحة الذكية والرعاية الاجتماعية

المؤشر	العنقود الأول	العنقود الثاني	العنقود الثالث	قيمةF	مستوى الدلالة
نسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية	.800	.459	.857	16.313	.000*
معدل انتشار الملفات الصحية الإلكترونية	.852	.396	.930	31.928	.000*
نسبة المرافق الصحية المتصلة رقمياً	.899	.515	.952	19.255	.000*
مؤشر جودة الرعاية الصحية	78.567	53.389	84.700	16.376	.000*
متوسط نصيب الفرد من الإنفاق الصحي (بالدولار)	2820.833	754.444	3585.000	71.063	.000*

(*) دلالة إحصائية عند مستوى أقل من 0.05

في المجال الصحي، أظهرت النتائج تباينًا كبيرًا في نسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية (F=16.313) دالة احصائيا عند مستوى أقل من 0.05 حيث سجل العنقود الثالث أعلى نسبة (85.7%)، يليه العنقود الأول (80.0%)، بينما كان العنقود الثاني الأقل (45.9%). هذه الفروق تعكس مستويات مختلفة من الرقمنة في القطاع الصحي ومدى اعتماد الخدمات الصحية الذكية في هذه المدن.

تحليل خصائص المجموعات العنقودية:

المجموعة العنقودية الأولى: المدن ذات الجاهزية الديموغرافية المتوسطة (مرحلة انتقالية متقدمة):

تضم هذه المجموعة 6 مدن عربية تمثل 35.3% من إجمالي عينة الدراسة، وتتميز هذه المدن بمؤشر جاهزية ديموغرافية إيجابي متوسط (0.29328)، مما يعكس قدرة مقبولة على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية. تتمتع هذه المدن ببنية تحتية رقمية متطورة نسبيًا، حيث تصل نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى 92.7% ونسبة السكان المتصلين بالإنترنت إلى 95.0%. أما من الناحية الاقتصادية، تحقق هذه المدن مستويات معقولة من الازدهار، حيث يبلغ متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي 31,342 دولارًا، مع معدل بطالة منخفض نسبيًا (4.1%). كما تتميز بمستوى مقبول من الاستثمار في البنية التحتية (7.1% من الناتج المحلي)، مما يعكس التزامًا بتطوير الأساس المادي للتحول نحو المدن الذكية. كما تظهر هذه المدن مستويات متقدمة نسبيًا في مؤشرات التحول الرقمي، حيث يصل مؤشر المدينة الذكية إلى 75.85، ونسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقميًا إلى 90.6%. كما تظهر مستويات جيدة في مؤشرات التعليم والصحة، حيث يصل معدل الإلمام

بالتكنولوجيا الرقمية إلى 84.8% ونسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية إلى 80.0%. ويمكن وصف هذه المدن بأنها في مرحلة انتقالية متقدمة نحو الذكاء الحضري والاستدامة الديموغرافية، مع وجود فرص واعدة للتطور والارتقاء إلى مصاف المدن الرائدة في العنقود الثالث.

المجموعة الثانية: المدن ذات الجاهزية الديموغرافية المنخفضة (ذات التحديات الديموغرافية والرقمية):

تضم هذه المجموعة 9 مدن عربية تمثل 52.9% من إجمالي عينة الدراسة، وتتسم هذه المدن بمؤشر جاهزية ديموغرافية سلبي (−0.38299)، مما يعكس تحديات كبيرة في مواجهة التحولات السكانية المستقبلية. تعاني هذه المدن من محدودية في البنية التحتية الرقمية، حيث تنخفض نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى 67.6% ونسبة السكان المتصلين بالإنترنت إلى 63.4%. ومن الناحية الاقتصادية، تواجه هذه المدن تحديات جوهرية، حيث ينخفض متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي إلى 7,750 دولارًا، مع ارتفاع معدل البطالة إلى 14.3%. كما تعاني من ضعف الاستثمار في البنية التحتية (3.9% من الناتج المحلي)، مما يعكس محدودية الموارد المخصصة لتطوير الأساس المادي للتحول نحو المدن الذكية. وتظهر هذه المدن مستويات متواضعة في مؤشرات التحول الرقمي، حيث ينخفض مؤشر المدينة الذكية إلى 45.74، ونسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقميًا إلى 58.6%. كما تظهر مستويات متدنية في مؤشرات التعليم والصحة، حيث ينخفض معدل الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية إلى 58.2% ونسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية إلى 45.9%. وتمثل هذه المدن التحدي الأكبر أمام صناع القرار في المنطقة العربية، حيث تحتاج إلى استراتيجيات شاملة وطويلة المدى لتحسين بنيتها التحتية الرقمية وتعزيز قدراتها الاقتصادية وتنمية رأس المال البشري، كما تتطلب تدخلات عاجلة لمعالجة الاختلالات الديموغرافية، خاصة فيما يتعلق بارتفاع نسبة الاعتماد العمرية (58%) وانخفاض نسبة السكان في سن العمل (63.5%).

المجموعة الثالثة: المدن ذات الجاهزية الديموغرافية المرتفعة (الرائدة في الجاهزية الديموغرافية والرقمية):

تضم هذه المجموعة مدينتين فقط تمثلان 11.8% من إجمالي عينة الدراسة. تتميز هاتان المدينتان بمؤشر جاهزية ديموغرافية مرتفع (0.84361)، مما يعكس قدرة متفوقة على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية. تتمتع هاتان المدينتان ببنية تحتية رقمية متطورة للغاية، حيث ترتفع نسبة استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى 96.5% ونسبة السكان المتصلين بالإنترنت إلى 98.5%، ومن

الناحية الاقتصادية، تحقق هاتان المدينتان مستويات استثنائية من الازدهار، حيث يبلغ متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي 61,005 دولارات، مع معدل بطالة منخفض للغاية (1.2%). كما تتميزان بمستوى مرتفع من الاستثمار في البنية التحتية (9.7% من الناتج المحلي)، مما يعكس التزامًا قويًا بتطوير الأساس المادي للتحول نحو المدن الذكية. وتظهر هاتان المدينتان مستويات متقدمة في مؤشرات التحول الرقمي، حيث يصل مؤشر المدينة الذكية إلى 80.95، ونسبة الخدمات الحكومية المتاحة رقميًا إلى 95%. كما تظهران مستويات متفوقة في مؤشرات التعليم والصحة، حيث يصل معدل الإلمام بالتكنولوجيا الرقمية إلى 88.3% ونسبة استخدام الخدمات الصحية الرقمية إلى 85.7%. كما تمثل هاتان المدينتان نموذجًا يحتذى به في المنطقة العربية، حيث نجحتا في تحقيق التكامل بين التنمية الرقمية والاستدامة الديموغرافية بحيث تتميزان بتركيبة سكانية مثالية، حيث ترتفع نسبة السكان في سن العمل (82.2%)، وتنخفض نسبة الاعتماد العمرية (21.8%)، مما يوفر قاعدة بشرية قوية للنمو الاقتصادي والابتكار.

تحليل التباين وأهمية المؤشرات التمييزية:

أظهرت نتائج تحليل التباين (ANOVA) للمتغيرات المختلفة بين العناقيد الثلاثة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عالية في غالبية المؤشرات المدروسة، مما يؤكد دقة التصنيف العنقودي المطبق. والمتغيرات الاقتصادية والتقنية سجلت أعلى مستويات الفروق بين المجموعات، مما يشير إلى أهميتها الفائقة في تحديد مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية. فمتغير "نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي" سجل أعلى قيمة (F=92.160) بدلالة إحصائية معنوية عند مستوى أقل من 0.05، مما يجعله المؤشر الأكثر قدرة على التمييز بين المجموعات. يليه "معدل البطالة (F=33.683) "و"معدل استخدام المنصات الرقمية الحكومية (F=28.720)"، مما يبرز أهمية المؤشرات الاقتصادية والرقمية في تحديد مستوى الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية، ومن الملاحظ أن مؤشر الجاهزية الديموغرافية نفسه لم يظهر فروقًا ذات دلالة إحصائية بين المجموعات (F=1.791)، وهو ما يشير إلى أن التباين في هذا المؤشر قد يكون داخل المجموعات أكثر منه بين المجموعات، وهذا يكشف عن تعقيد العوامل المؤثرة في الجاهزية الديموغرافية وتداخلها، وربما تأثرها بمتغيرات أخرى خارج نطاق التصنيف العنقودي الحالي، وهذه النتائج تؤكد أن الفجوة الرقمية والاقتصادية بين المدن العربية هي العامل الأكثر تأثيرًا في التمييز بين مجموعات المدن، مما يوفر أساسًا متينًا لصناع القرار لتحديد أولويات التدخل وتخصيص الموارد للمدن ذات المؤشرات المنخفضة، مع التركيز على المتغيرات ذات التأثير الأكبر في تعزيز الجاهزية الديموغرافية.

التوزيع العددي والنسبي للمدن وأهميته التخطيطية:

سوف يوضح الجدول التالي توزيع المدن العربية على العناقيد الثلاثة، مما يعكس حجم كل مجموعة وأهميتها النسبي، مما يكشف هذا التوزيع عن التباين في خصائص المدن العربية، مما يشكل الأساس لفهم أعمق للاختلافات بينها، وذلك على النحو التالي:

جدول 20: التوزيع العددي والنسبي للمدن العربية في كل عنقود

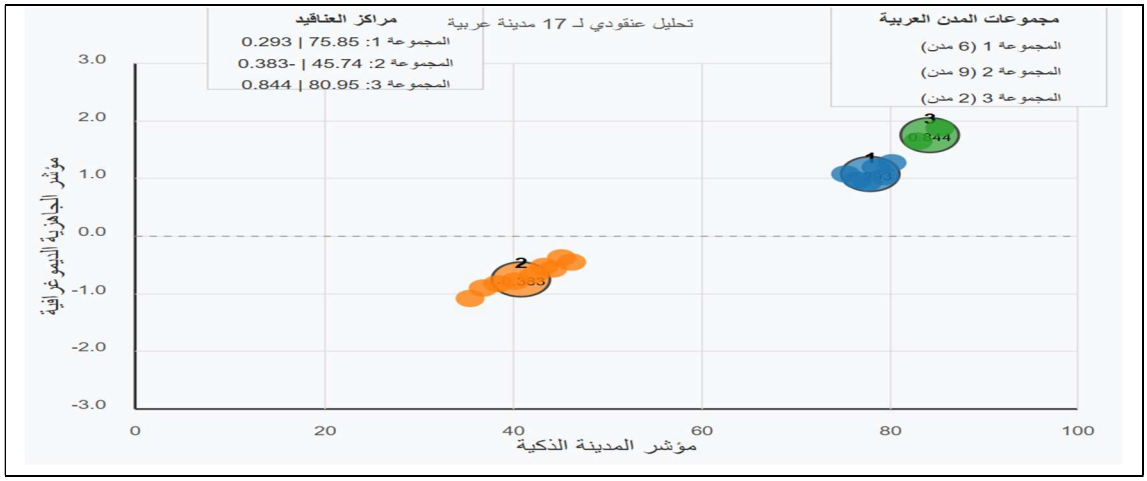
العنقود	عدد المدن العربية	النسبة المئوية
الأول	6	35.3%
الثاني	9	52.9%
الثالث	2	11.8%
المجموع	17	100%

يكشف التوزيع العددي للمدن العربية على العناقيد الثلاثة عن تركز واضح في العنقود الثاني (9 مدن، 52.9%)، الذي يمثل المدن ذات التحديات الديموغرافية والرقمية، ثم يليه العنقود الأول (6 مدن، 35.3%)، الذي يضم المدن ذات الجاهزية المتوسطة المتمثلة في كل من (دبي، والدوحة)، وبينما يضم العنقود الثالث عددًا محدودًا من المدن (مدينتان فقط، 11.8%)، التي تتمتع بأعلى مستويات الجاهزية الديموغرافية والتنمية الرقمية المتمثلة في كل من (أبو ظبي، الشارقة، المنامة، الرياض، مسقط، المدينة المنورة)، وهذا التوزيع يعكس واقع التنمية في المنطقة العربية، حيث تتركز غالبية المدن (88.2%) في المستويات المتوسطة والمنخفضة من التنمية الرقمية والجاهزية الديموغرافية، مع وجود عدد قليل من المدن المتقدمة التي يمكن أن تمثل نماذج يحتذى بها. هذا النمط يسلط الضوء على حجم التحديات التي تواجه صناع القرار في المنطقة العربية لتحسين أداء غالبية المدن، وفي الوقت نفسه يشير إلى وجود فرص للتعلم من تجارب المدن الرائدة في العنقود الثالث. والفجوة الكبيرة بين توزيع المدن على المجموعات الثلاث تستدعي تطوير استراتيجيات تنموية متباينة تأخذ في الاعتبار الاختلافات الكمية والنوعية بين المجموعات، ولذا ينبغي تركيز الجهود على رفع مستوى المدن في العنقود الثاني التي تمثل النسبة الأكبر من المدن العربية، مع الاستفادة من تجارب المدن الرائدة في العنقود الثالث كنماذج للتعلم ونقل الخبرات.

العلاقة بين مؤشر المدينة الذكية ومؤشر الجاهزية الديموغرافية:

أظهرت العلاقة بين مؤشر المدينة الذكية ومؤشر الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية المدروسة ارتباطًا إيجابيًا واضحًا، فالمدن ذات المستويات المرتفعة في مؤشر المدينة الذكية تميل إلى تسجيل مستويات

مرتفعة في مؤشر الجاهزية الديموغرافية، والعكس صحيح، وهذا الارتباط قد يؤكد على فرضية الدراسة بأن التحول الرقمي والذكاء الحضري يسهمان في تعزيز قدرة المدن العربية على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية. فالمجموعة الأولى (6 مدن) تتميز بدرجات عالية في مؤشر المدينة الذكية (متوسط 75.85) ودرجة إيجابية متوسطة في مؤشر الجاهزية الديموغرافية (0.293). المجموعة الثانية (9 مدن) تتميز بدرجات متوسطة في مؤشر المدينة الذكية (متوسط 45.74) ودرجة سلبية في مؤشر الجاهزية الديموغرافية (−0.383). المجموعة الثالثة (2 مدن) تتميز بأعلى الدرجات في مؤشر المدينة الذكية (متوسط 80.95) وأعلى درجة في مؤشر الجاهزية الديموغرافية(0.844) ، وهذا النمط يؤكد أن الاستثمار في التحول الرقمي والبنية التحتية التكنولوجية يسهم بشكل مباشر في تعزيز قدرة المدن على التكيف مع التحولات السكانية المستقبلية، كما أن المدن التي نجحت في بناء منظومة رقمية متطورة تمكنت من تحقيق مستويات متقدمة من الجاهزية الديموغرافية، مما يجعلها أكثر قدرة على مواجهة تحديات التوسع الحضري والشيخوخة السكانية وتدفقات الهجرة، ويوضح الرسم البياني التالي بصرياً نتائج التحليل العنقودي بحيث يبرز الفروق بين المجموعات الثلاث من حيث الجاهزية الديموغرافية والذكية للمدن العربية.



شكل 2: العلاقة بين مؤشر المدينة الذكية ومؤشر الجاهزية الديموغرافية للمدن العربية

وتستخلص الدراسة من تطبيق التحليل العنقودي عن وجود فجوة رقمية ديموغرافية كبيرة بين مجموعات المدن العربية، خاصة بين العنقود الثاني (المدن ذات التحديات) والعنقود الثالث (المدن الرائدة)، وهذه الفجوة تتجاوز البعد التكنولوجي لتشمل الأبعاد الاقتصادية، والديموغرافية، والتعليمية، والصحية. وأهمية التكامل بين التنمية الرقمية والجاهزية الديموغرافية حيث أظهرت النتائج وجود علاقة تكاملية وثيقة بين مؤشرات التنمية الرقمية (مؤشر المدينة الذكية، نسبة استخدام التكنولوجيا، الخدمات الرقمية الحكومية) ومؤشر الجاهزية الديموغرافية، وهذا التكامل يؤكد أهمية الاستثمار في البنية التحتية الرقمية كأساس

للتعامل مع التحولات السكانية المستقبلية. كما برزت المتغيرات الاقتصادية (نصيب الفرد من الناتج المحلي، معدلات البطالة، نسبة الاستثمار في البنية التحتية) كأكثر المتغيرات قدرة على التمييز بين مجموعات المدن العربية من حيث الجاهزية الديموغرافية والرقمية، وهذا يؤكد الدور المحوري للتنمية الاقتصادية في تعزيز قدرة المدن على سرعة التكيف مع التحولات السكانية المتسارعة في المستقبل، وهذا يدل على التأثير المتبادل بين العوامل الاقتصادية والرقمية والديموغرافية، مما يؤكد الحاجة إلى مقاربة شاملة ومتكاملة للتنمية الحضرية التي تستهدف الرفاهية الرقمية المستدامة للمنطقة العربية.

وبشكل عام فإن هذه النتائج التي توصلت اليها الدراسة الحالية تقدم أصول معلوماتية ثرية لصناع القرار والمخططين والمؤسسات الرقمية والتكنولوجية والتنموية في المنطقة العربية لتطوير سياسات وتشريعات واستراتيجيات وبرامج ومشاريع فعالة لتحسين جاهزية المدن العربية للتحولات السكانية المستقبلية، مع التركيز على توظيف التكنولوجيا الرقمية الذكية كأداة لتعزيز هذه الجاهزية الديموغرافية لتحقيق التنمية المستدامة.

التوصيات والمقترحات:

أولا: توصيات عامة للسياسات والتشريعات والتوجهات السكانية والديموغرافية للمنطقة العربية.

- الحاجة إلى تطوير إطار تشريعي متكامل للتخطيط الديموغرافي الاستباقي بحيث ينطلق بمبادرة الحكومات العربية نحو تطوير منظومة تشريعية تلزم المدن بوضع خطط استراتيجية طويلة المدى للاستجابة للتحولات السكانية المتوقعة، مع اشتراط تحديث هذه الخطط دوريًا وفقًا للمستجدات الديموغرافية والتكنولوجية.

-تأسيس مرصد عربي للاستدامة الديموغرافية يستهدف إنشاء هيئة إقليمية متخصصة لمراقبة المؤشرات الديموغرافية في المدن العربية وتحليلها وإصدار تقارير دورية عن مستويات الجاهزية الديموغرافية بشكل دوري، مع تقديم توصيات محددة لكل مجموعة من المدن وفقًا لتصنيفها العنقودي.

-دمج مؤشر الجاهزية الديموغرافية في استراتيجيات التنمية الوطنية بحيث يتم تبنيه كمقترح من الدراسة الحالية كأداة استراتيجية رسمية لتقييم أداء المدن ولاسيما الجديدة أو الذكية كالعاصمة الإدارية في جمهورية مصر العربية على سبيل المثال، ولترتيب أولويات الاستثمار في البنية التحتية والخدمات الحضرية.

-تطوير برامج تمويلية تحفيزية لتخصيص موارد مالية إضافية للمدن التي تحقق تحسنًا ملحوظًا في الجاهزية الديموغرافية، مع تقديم حوافز ضريبية للقطاع الخاص للاستثمار في المناطق ذات الجاهزية المنخفضة.

ثانيا: توصيات خاصة بالمدن ذات الجاهزية الديموغرافية المنخفضة:

-الاستثمار المركز في البنية التحتية الرقمية بحيث يتم توجيه الاستثمارات بشكل أولوي نحو تطوير شبكات الاتصالات وتوسيع نطاق الوصول إلى الإنترنت عالي السرعة، مع التركيز على المناطق المحرومة لتقليص الفجوة الرقمية.

-تبني برامج مكثفة لتنمية المهارات الرقمية بحيث يتم إطلاق مبادرات شاملة لرفع مستوى المهارات الرقمية للسكان، مع التركيز على الفئات الأكثر تأثرًا بالتحولات التكنولوجية كالشباب وكبار السن والنساء.

-تطوير حلول مبتكرة وتعتمد على التقنيات الذكية والرقمية لمواجهة التحديات السكانية الملحة من خلال استحداث مشاريع تكنولوجية وبناء مدن جديدة ذكية للتعامل مع قضايا مثل الحد النمو العشوائي والهجرة الداخلية المتزايدة، باستخدام تقنيات التخطيط الحضري الذكي والتحليل المكاني المتقدم.

ثالثا: توصيات خاصة بالمدن ذات الجاهزية الديموغرافية المتوسطة:

-تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص بحيث يتم تطوير نماذج مبتكرة للشراكة تستهدف تحسين الخدمات الحضرية وتطوير البنية التحتية الذكية، مع الاستفادة من خبرات القطاع الخاص وموارده.

-اعتماد سياسات تكاملية للتنمية الحضرية من خلال تبني نهج متكامل يربط بين التخطيط الحضري والتنمية الاقتصادية والاستدامة البيئية، مع التركيز على المناطق ذات الأولوية وفقًا لمؤشرات الجاهزية الديموغرافية.

-تطوير منصات تشاركية للتخطيط الحضري تهدف إلى إشراك المواطنين في عمليات التخطيط من خلال منصات رقمية تفاعلية تتيح لهم التعبير عن احتياجاتهم وتقديم مقترحاتهم حول مستقبل مدنهم.

رابعا: توصيات خاصة بالمدن ذات الجاهزية الديموغرافية المرتفعة:

-تعزيز دورها كنماذج استرشادية من خلال تطوير آليات لنقل الخبرات والممارسات الناجحة إلى المدن الأخرى، من خلال برامج التوأمة الحضرية وشبكات تبادل المعرفة على المستوى الإقليمي.

-الاستثمار في تقنيات التنبؤ المتقدم بحيث يتم تطوير قدرات التحليل التنبؤي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة لاستشراف التحولات الديموغرافية المستقبلية واتخاذ إجراءات استباقية.

-تبني مشاريع ريادية في مجال المدن الذكية المستدامة استنادا إلى إطلاق مبادرات مبتكرة في مجالات مثل المباني الخضراء والتنقل المستدام وإدارة الموارد المائية الذكية، لتعزيز قدرة المدن الذكية على التكيف مع التغيرات المناخية والديموغرافية والتكنولوجية بشكل يضمن استدامة الرفاهية الرقمية للتنمية المستدامة.

رؤية للمزيد من البحوث المستقبلية:

في إطار ما سعت اليه الدراسة الحالية، إلا أنه في الوقت نفسه بادرت بفتح الباب على مصراعيه للمزيد من البحوث والدراسات السكانية والديموغرافية والتنموية التي يجب العمل من خلالها على توسيع نطاق الدراسة لإجراء دراسات مقارنة بين المدن العربية ونظيراتها في مناطق أخرى من العالم، لتحديد الفجوات وفرص التعلم من التجارب الناجحة عالميًا. وكذلك تطوير مؤشرات أكثر تخصصًا كتطوير مؤشرات فرعية للجاهزية الديموغرافية تركز على قضايا محددة مثل الشيخوخة السكانية، الهجرة القسرية، والتنوع الثقافي في المدن العربية. هناك حاجة ماسة إلى وجود دراسات تتابعية تدرس التأثيرات طويلة المدى كإجراء دراسات طولية لتتبع تطور مؤشرات الجاهزية الديموغرافية عبر الزمن، وتقييم فعالية السياسات والتدخلات المختلفة. بالإضافة إلى توليد وتطوير أدوات تفاعلية لصناع القرار من خلال تصميم منصات رقمية تفاعلية تتيح لصناع القرار محاكاة سيناريوهات مختلفة للتحولات السكانية وتقييم تأثيرها على المدن والتخطيط الاستباقي، ولاسيما أن تعتمد على متابعة التطور الرقمي الذكي بشكل مستدام وآمن.

المراجـع:

Abbara, A. (2017). *Smart cities in Arabian cultures: Dubai as a case study* (master's dissertation). Universidade da Beira Interior, Faculdade de Engenharia. Covilhã, Portugal.

Arab Urban Development Institute. (2024). Mudununa – Issue 2. Arab Urban Development Institute.

Bin Zayyad, S., & Keenan, T. (2021). Is Dubai a new paradigm for smart cities? Conference Paper. University of Calgary. Retrieved from https://www.researchgate.net/ publication/ 348340029

Biygautane M, & Clegg S. (2024). Constructing smart cities through the use of public-private partnerships: The case of Dubai in the United Arab Emirates. Journal of Infrastructure, Policy and Development. 8(6): 3668. https://doi.org/10.24294/jipd.v8i6.3668.

Bukhari, A., Alshibani, S. M., & Ali, M. A. (2024). Smart city as an ecosystem to foster entrepreneurship and well-being: Current state and future directions. *Sustainability, 16*(24), 11209. https://doi.org/10.3390/su162411209

El-Kholei, A. O. (2004). *Urban Indicators as Tools for Urban Management in Arab Cities: Prospects and Constraints*. Annual Conference of the Cairo Demographic Center.

Estevez, E., Lopes, N. V., & Janowski, T. (2024). *Smart sustainable cities – Reconnaissance study*. United Nations University - Operating Unit on Policy-Driven Electronic Governance (UNU-EGOV).

Küfeoğlu, S. (2022). SDG-11: Sustainable Cities and Communities. In *Emerging Technologies, Sustainable Development Goals Series* (pp.386-406). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07127-0_13.

Keshty, N. A. F. (2019). *Smart cities between the Republic of Egypt and the Kingdom of Morocco*. Challenges of local government in the Maghreb region. Law and Society Laboratory, Faculty of Legal, Economic and Social Sciences in Agadir, Ibn Zohr University.

Guangzhou Institute for Urban Innovation. (2024). Urban Innovation Trends: A Global Report – Four-Cycle Review of the Guangzhou International Award for Urban Innovation. Guangzhou Institute for Urban Innovation.

Huovila, A. (2024). Evaluation of Smart and Sustainable City Development: What Indicators to use, Why and When? Doctoral thesis, Department of Built Environment, Aalto University, Finland.

Morozova, I. A., & Yatsechko, S. S. (2022). The Risks of Smart Cities and the Perspectives of Their Management Based on Corporate Social Responsibility in the Interests of Sustainable Development. Risks, 10(2), 34. https://doi.org/10.3390/risks10020034

United Nations (2023). World Population Prospects 2023: Highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, UN.

UN-Habitat (2023). The State of Arab Cities 2023: Towards Smart Sustainable Urban Futures. United Nations Human Settlements Programme.

World Economic Forum (2023). The Global Competitiveness Report 2023: Special Edition. World Economic Forum Publications.

Yahia, H. A. M., Al-Shukaili, A. M., Manchiryal, R. K., Eissa, T., & Mohammed, A. A. (2024). Strategic planning for the development of smart cities in Oman. In *The Emerald Handbook of Smart Cities in the Gulf Region: Innovation, Development, Transformation, and Prosperity for Vision 2040*. Emerald Publishing. https://doi.org/ 10.1108/ 978-1-83608-292-720241016.

Zhao, F., Prentice, C., Wallis, J., Patel, A., & Waxin, M.-F. (2023). An integrative study of the implications of the rise of coworking spaces in smart cities. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, *11*(4).

Abstract:

As Arab cities face escalating demographic, economic, and digital challenges, urbanization rates in the region have surged from 48% in 2000 to approximately 58% by 2023, with projections indicating a rise to 68% by 2050. Against this backdrop, this study highlights the critical importance of transitioning toward smart societies and ensuring demographic sustainability across Arab cities. The primary objective is to develop a comprehensive statistical model for assessing the demographic readiness of Arab cities to accommodate future population shifts. The study adopts a quantitative analytical approach, leveraging advanced statistical techniques. Data were collected on 45 variables covering 17 Arab cities from the United Nations database. These variables were categorized into six key dimensions: demographic factors, economic aspects, digital transformation, education and digital skills, environment and renewable energy, and smart healthcare and social welfare. Factor analysis was applied to derive the Demographic Readiness Index, followed by multiple regression analysis to examine the predictive relationship between digital transformation variables and demographic readiness as the dependent variable. Additionally, a comprehensive statistical model was developed to integrate all study variables. Cluster analysis was further employed to classify Arab cities into three primary groups based on their levels of demographic readiness. The study's key findings revealed the development of an index measuring the demographic readiness level of Arab cities. It was found that the adoption rate of information and communication technology (ICT), as a key variable of digital transformation, plays a pivotal role in predicting the demographic readiness index, with a standardized impact coefficient of 0.85. The comprehensive statistical model further indicated that life expectancy is the most influential factor in demographic readiness, with a standardized coefficient of 0.44, followed by the urbanization rate (0.30), air quality index (0.15), and both fertility rate and internal migration exhibiting inverse effects of -0.30 and -0.15, respectively. Based on cluster analysis, Arab cities were categorized into three main groups: high demographic readiness, moderate demographic readiness, and low demographic readiness. The study recommends the establishment of an integrated legislative framework to support proactive demographic planning in Arab cities. It also calls for Arab governments to formulate holistic strategic plans that respond to anticipated demographic transformations. Furthermore, the study advocates for the creation of an Arab Observatory for Demographic Sustainability to continuously assess and enhance cities' preparedness for future demographic challenges.

Keywords: Smart cities؛ digital transformation ؛demographic readiness؛ factor analysis؛ cluster analysis.