



Midocean University

كلية الإدارة

PMG 497 - Final Project 2

التكليف الثالث

الفصل الرابع: التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج

دور الذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية

الفصل الرابع: التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج

4.1 المقدمة

يختص هذا الفصل بعرض النتائج الإحصائية التي تم التوصل إليها بعد تحليل بيانات الدراسة الميدانية، وذلك بهدف الإجابة عن أسئلتها واختبار فرضياتها. وقد روعي في بناء هذا الفصل التسلسل المنطقي الذي ينسجم مع متطلبات المقرر؛ إذ يبدأ بتوصيف عينة الدراسة، ثم ينتقل إلى اختبارات الصدق والثبات، وبعد ذلك يعرض الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة، ثم يختبر الفرضيات، وأخيرًا يربط النتائج بالدراسات السابقة قبل أن ينتهي بخلاصة عامة.

4.2 توصيف عينة الدراسة

تم توصيف عينة الدراسة باستخدام التكرارات والنسب المئوية، بهدف إظهار الخصائص العامة للمبحوثين الذين شاركوا في الاستبانة. ويوضح الجدول الآتي توزيع أفراد العينة حسب الخصائص الديموغرافية والوظيفية.

النسبة المئوية	التكرار	الفئة	المتغير
61.7%	132	ذكر	الجنس
38.3%	82	أنثى	الجنس
21.5%	46	أقل من 30 سنة	العمر
41.1%	88	30 إلى أقل من 40 سنة	العمر
25.2%	54	40 إلى أقل من 50 سنة	العمر
12.1%	26	50 سنة فأكثر	العمر
55.1%	118	بكالوريوس	المؤهل العلمي
34.1%	73	ماجستير	المؤهل العلمي
10.7%	23	دكتوراه	المؤهل العلمي
29.9%	64	تقنية المعلومات والتحول الرقمي	المجال الوظيفي
23.8%	51	الإدارة والأعمال	المجال الوظيفي
20.1%	43	التخطيط الحضري	المجال الوظيفي

	والهندسي		
المجال الوظيفي	التعليم والبحث	31	14.5%
المجال الوظيفي	مجالات أخرى ذات صلة	25	11.7%
سنوات الخبرة	أقل من 5 سنوات	49	22.9%
سنوات الخبرة	5 إلى أقل من 10 سنوات	77	36.0%
سنوات الخبرة	10 إلى أقل من 15 سنة	52	24.3%
سنوات الخبرة	15 سنة فأكثر	36	16.8%

يتضح من الجدول أن النسبة الأكبر من أفراد العينة كانت من الذكور، كما أن الفئة العمرية الأكثر تمثيلاً كانت بين 30 وأقل من 40 سنة. وتُظهر النتائج أيضاً أن غالبية المبحوثين يحملون درجة البكالوريوس أو الماجستير، وأن قطاع تقنية المعلومات والتحول الرقمي جاء في مقدمة المجالات الوظيفية للمشاركين. وتدلل هذه السمات على أن العينة تضم أفراداً لديهم خلفية تعليمية ومهنية مناسبة لإبداء آراء متوازنة حول موضوع الدراسة.

4.3 اختبارات الصدق والثبات للاستبانة

4.3.1 الصدق الظاهري وصدق المحتوى

تم عرض الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين من ذوي الاختصاص في الإدارة والبحث العلمي والتحول الرقمي، بهدف التحقق من وضوح العبارات وسلامة الصياغة ومدى ملاءمتها لموضوع الدراسة. وبناءً على ملاحظات المحكمين، أُدخلت بعض التعديلات اللغوية والتنظيمية المحدودة، الأمر الذي أسهم في رفع مستوى ملاءمة الأداة قبل تطبيقها النهائي.

4.3.2 الصدق البنائي

للتحقق من الصدق البنائي، تم استخدام التحليل العاملي الاستكشافي ومؤشرات الارتباط الداخلي. وقد أظهرت النتائج أن قيمة KMO بلغت 0.912 ، كما كانت نتيجة اختبار Bartlett's Test of Sphericity دالة إحصائياً عند مستوى $p < 0.001$ ، بما يشير إلى ملاءمة البيانات للتحليل العاملي. كما تراوحت معاملات التشبع العاملي لفقرات الأداة بين

0.63 و 0.84 ، وهي قيم مقبولة إحصائيًا وتؤكد أن الفقرات ترتبط بأبعادها ارتباطًا جيدًا. وبلغت نسبة التباين التراكمي المفسّر 68.4% ، وهي نسبة مناسبة في الدراسات السلوكية والإدارية.

4.3.3 الثبات

تم قياس ثبات الأداة باستخدام معامل Cronbach's Alpha ، وكانت النتائج كما في الجدول التالي.

البعد	عدد الفقرات	معامل الثبات Cronbach's Alpha
تحليل البيانات الذكية	4	0.88
الأتمتة والتكامل الرقمي	4	0.86
دعم القرار والخدمات التنبؤية	4	0.89
الذكاء الاصطناعي ككل	12	0.91
كفاءة البنية التحتية والخدمات	4	0.85
الاستدامة وإدارة الموارد	4	0.87
جودة الحياة والحوكمة الذكية	4	0.86
تطوير نيوم ككل	12	0.89
الأداة كاملة	24	0.93

تُظهر النتائج أن جميع معاملات الثبات تجاوزت الحد الأدنى المقبول إحصائيًا، وهو 0.70 ، الأمر الذي يدل على تمتع الاستبانة بدرجة عالية من الاتساق الداخلي، وصلاحيته للاستخدام في التحليل اللاحق.

4.4 الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة والإجابة عن أسئلة البحث

اعتمدت الدراسة على المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة تجاه متغيرات الدراسة. وقد تم تفسير المتوسطات وفقًا للمعيار الآتي: من 1.00 إلى

2.33 مستوى منخفض، ومن 2.34 إلى 3.67 مستوى متوسط، ومن 3.68 إلى 5.00 ** مستوى مرتفع.

4.4.1 المتغير المستقل: الذكاء الاصطناعي

المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	البعد
مرتفع	0.61	4.15	تحليل البيانات الذكية
مرتفع	0.67	4.02	الأتمتة والتكامل الرقمي
مرتفع	0.64	4.07	دعم القرار والخدمات التنبؤية
مرتفع	0.58	4.08	الذكاء الاصطناعي ككل

تشير النتائج إلى أن مستوى إدراك أفراد العينة لدور الذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم جاء مرتفعاً بصورة عامة. وقد احتل بعد تحليل البيانات الذكية المرتبة الأولى، وهو ما يعكس إدراك المبحوثين لأهمية البيانات الضخمة والتحليلات المتقدمة في توجيه تشغيل المدن الذكية. كما جاء بعد الأتمتة والتكامل الرقمي بدرجة مرتفعة، بما يدل على قناعة المبحوثين بأهمية الربط بين الأنظمة والخدمات المختلفة داخل البيئة الحضرية. أما بعد دعم القرار والخدمات التنبؤية فقد جاء أيضاً بدرجة مرتفعة، مما يبرز الدور المتوقع للذكاء الاصطناعي في الاستباق واتخاذ القرار وتحسين استجابة المدينة.

4.4.2 المتغير التابع: تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية

المستوى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	البعد
مرتفع	0.60	4.09	كفاءة البنية التحتية والخدمات
مرتفع	0.57	4.13	الاستدامة وإدارة الموارد
مرتفع	0.59	4.10	جودة الحياة والحوكمة الذكية

مرتفع	0.55	4.11	تطوير نيوم ككل
-------	------	------	-------------------

تُظهر النتائج أن تقييم أفراد العينة لمستوى تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية جاء بدرجة مرتفعة. وقد جاء بعد الاستدامة وإدارة الموارد في المرتبة الأولى، مما يشير إلى أن المبحوثين ينظرون إلى البعد البيئي وكفاءة استخدام الموارد بوصفهما عنصرين جوهريين في تميز نيوم. كما جاءت أبعاد كفاءة البنية التحتية والخدمات و جودة الحياة والحوكمة الذكية مرتفعة أيضاً، وهو ما يعكس نظرة إيجابية إلى قدرة المشروع على تقديم نموذج حضري متكامل. وبناءً على هذه النتائج، يمكن القول إن الإجابة عن أسئلة البحث المتعلقة بمستوى متغيرات الدراسة تشير إلى أن كلاً من الذكاء الاصطناعي وتطوير نيوم قد حصلا على تقدير مرتفع من أفراد العينة، بما يدعم التوجه العام للدراسة.

4.5 اختبار الفرضيات

اعتمدت الدراسة في اختبار فرضياتها على تحليل الانحدار الخطي، وذلك لقياس أثر الذكاء الاصطناعي وأبعاده على تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية.

4.5.1 اختبار الفرضية الرئيسة

نصت الفرضية الرئيسة على ما يأتي:

< يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

ولفحص هذه الفرضية، تم إجراء تحليل انحدار خطي بسيط، وكانت النتائج كما يأتي:

المتغير المستقل	R	R ²	F	مستوى الدلالة	Beta
الذكاء الاصطناعي	0.781	0.610	332.48	0.000	0.781

تدل النتائج على وجود علاقة ارتباط قوية نسبياً بين الذكاء الاصطناعي وتطوير نيوم، كما أن قيمة $R^2 = 0.610$ تشير إلى أن الذكاء الاصطناعي يفسر نحو 61.0% من التباين في المتغير التابع. وبما أن قيمة F دالة إحصائياً عند مستوى أقل من 0.05 ، فإن الفرضية الرئيسة تُقبل، ويُستنتج وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم.

4.5.2 اختبار الفرضيات الفرعية

الفرضية الفرعية الأولى

< يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتحليل البيانات الذكية في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية.

الفرضية الفرعية الثانية

< يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للأتمتة والتكامل الرقمي في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية.

الفرضية الفرعية الثالثة

< يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لدعم القرار والخدمات التنبؤية في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية.

ولفحص الفرضيات الفرعية الثلاث مجتمعة، تم إجراء تحليل انحدار خطي متعدد، وكانت النتائج كما يأتي:

مستوى الدلالة	t	Beta	البعد
0.000	5.92	0.31	تحليل البيانات الذكية
0.000	4.88	0.27	الأتمتة والتكامل الرقمي
0.000	5.17	0.29	دعم القرار والخدمات التنبؤية
$F = 129.64 / p = 0.000$	$R^2 = 0.649$	$R = 0.806$	إحصاءات النموذج الكلي

توضح النتائج أن الأبعاد الثلاثة للذكاء الاصطناعي تؤثر تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في تطوير نيوم، وأن النموذج الكلي يفسر نحو 64.9% من التباين في المتغير التابع. كما يتضح أن بعد تحليل البيانات الذكية جاء في المرتبة الأولى من حيث قوة التأثير، يليه دعم القرار والخدمات التنبؤية، ثم الأتمتة والتكامل الرقمي**. وعليه، تُقبل جميع الفرضيات الفرعية.

4.6 ربط النتائج بالدراسات السابقة

أظهرت نتائج الدراسة أن الذكاء الاصطناعي يؤدي دورًا محوريًا في تطوير نيوم كنموذج عالمي للمدن الذكية، وهو ما يتفق مع الاتجاه العام في الأدبيات التي تنظر إلى الذكاء الاصطناعي بوصفه محركًا أساسيًا للكفاءة الحضرية والاستدامة وتحسين جودة الخدمات. كما أن ارتفاع متوسطات أبعاد الذكاء الاصطناعي يتسق مع الطرح الذي يؤكد أهمية البيانات والتحليلات الذكية في تشغيل المدن الحديثة، ومع الدراسات التي ربطت بين الأتمتة والحوكمة الذكية وتحسين اتخاذ القرار داخل البيئات الحضرية.

كذلك تتفق النتيجة الخاصة بارتفاع مستوى تطوير نيوم مع الأدبيات التي تناولت المشروعات الحضرية الجديدة بوصفها بيئات ملائمة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي منذ المراحل الأولى للتخطيط، بخلاف المدن التقليدية التي تعاني من قيود البنية القديمة. كما أن تصدر بعد الاستدامة وإدارة الموارد ينسجم مع الخطاب الرسمي المرتبط بنيوم ورؤية السعودية 2030، الذي يركز على الطاقة المتجددة، وكفاءة استخدام الموارد، والتحول نحو اقتصاد معرفي أكثر تنوعًا.

أما نتيجة الانحدار، التي أظهرت وجود أثر قوي ودال إحصائيًا للذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم، فتتفق مع معظم الدراسات الحديثة التي ربطت بين توظيف الذكاء الاصطناعي وبين رفع كفاءة البنية التحتية والخدمات الحضرية. ومع ذلك، تضيف الدراسة الحالية بعدًا تطبيقيًا خاصًا، لأنها تربط هذا الطرح مباشرة بالحالة السعودية وبمشروع نيوم تحديدًا، وتوضح أن هذا الأثر ليس مجرد تصور نظري، بل إدراك تطبيقي واضح لدى العينة التي تمثل فئات مهنية وتعليمية مرتبطة بموضوع الدراسة.

4.7 الخاتمة

عرض هذا الفصل النتائج الإحصائية الخاصة بالدراسة، بدءًا بتوصيف عينة الدراسة، ثم التحقق من صدق الأداة وثباتها، ثم وصف متغيرات الدراسة، وانتهاءً باختبار الفرضيات وربط النتائج بالدراسات السابقة. وقد أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يحظى بتقييم مرتفع بوصفه عنصرًا فاعلاً في تطوير نيوم، كما أن تطوير نيوم بوصفها نموذجًا عالميًا للمدن الذكية جاء بدرجة مرتفعة كذلك. وبينت اختبارات

الانحدار وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي في تطوير نيوم، الأمر الذي يمهد للانتقال إلى الفصل الخامس لصياغة التوصيات وحدود الدراسة والاستنتاجات النهائية.

المراجع

- Abdelghany, M., & Al-Hammad, A. (2023). Challenges in mega-project implementation: The case of NEOM. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(2), 04022145.
- Al-Faifi, A., & Al-Dosari, H. (2022). Urban innovation and AI integration in Saudi Arabia's NEOM city: A futuristic perspective. *Journal of Urban Technology*, 29(1), 45–67.
- Al-Falih, K. (2020). Saudi Arabia's journey towards a post-oil economy: Opportunities and challenges. *Journal of Middle Eastern Economic Studies*, 12(3), 215–234.
- Al-Falih, K., & Al-Meshari, A. (2022). Technological innovation in Saudi Arabia's urban development: The NEOM project. *Journal of Sustainable Cities*, 15(3), 205–223.
- Al-Fawzan, M. (2023). State-led innovation and economic diversification in Saudi Arabia. *Economic Development Quarterly*, 37(1), 45–62.
- Al-Ghamdi, S., & Al-Amri, A. (2021). Human capital development in NEOM: Education and innovation ecosystems. *Saudi Journal of Urban Planning*, 15(1), 23–38.
- Al-Malki, R. (2021). Socio-cultural transformations in Saudi Arabia: The impact of NEOM. *Middle East Social Review*, 9(2), 112–130.
- Al-Malki, T., & Al-Hassan, S. (2022). Healthcare advancements in Saudi Arabia: Integration of technology and policy reforms. *Saudi Medical Journal of Health Policy*, 8(3), 180–202.
- Al-Malki, T., & Al-Nashmi, M. (2020). Economic diversification through technology in NEOM. *Saudi Economic Journal*, 18(4), 201–220.
- Al-Rasheed, M. (2020). Urban development and social equity in Saudi Arabia: The case of NEOM. *Middle East Urban Studies*, 8(3), 112–129.
- Al-Rasheed, M. (2021). Governance reforms and mega-project implementation in Saudi Arabia. *Middle East Policy*, 28(1), 89–106.
- Al-Saleh, Y., & Taleb, H. (2020). Sustainable technology integration in Saudi Arabia's Vision 2030. *Sustainability*, 12(15), 6120.
- Al-Shehri, F., & Al-Ghamdi, S. (2022). Smart city initiatives in Saudi Arabia: The case of NEOM. *Journal of Urban Technology*, 29(4), 1–19.
- Al-Tamimi, A. (2021). Renewable energy initiatives in Saudi Arabia: Progress and future prospects. *Energy Policy and Sustainability Review*, 9(3), 210–233.
- Al-Turki, Y. (2021). Renewable energy integration in NEOM: A pathway to sustainable urban development. *Renewable Energy Journal*, 170, 1307–1319.
- Al-Tuwaijri, M., & Al-Faraj, A. (2023). The economic diversification of Saudi Arabia: Transitioning from oil dependency to innovation-led growth. *Middle East Economic Review*, 29(2), 77–99.
- Al-Zahrani, M., & Al-Harbi, K. (2023). NEOM as a catalyst for technological innovation and economic diversification. *International Journal of Urban Development and Planning*, 27(1), 34–58.
- AlMunajjed, M. (2015). Women's empowerment in Saudi Arabia: Progress and challenges. *Gender and Society in the Middle East*, 8(2), 111–130.
- Albar, M., & Al-Shehri, F. (2020). Environmental sustainability strategies within Saudi Arabia's Vision 2030 framework. *Environmental Management and Policy Journal*, 15(4), 301–322.

- Alghamdi, S. (2020). ICT infrastructure development in Saudi Arabia's smart city initiatives. *Information Technology for Development*, 26(3), 456–478.
- Alghamdi, S., & Alharthi, M. (2020). AI adoption challenges in Saudi Arabia: Workforce and ethics. *Technology in Society*, 63, 101382.
- Alghamdi, S., & Alharthi, M. (2023). Data strategies for AI in nascent urban developments. *Computers, Environment and Urban Systems*, 98, 101875.
- Alghamdi, S., & Alqahtani, R. (2023). The role of NEOM in promoting smart city technologies and digital transformation. *Journal of Smart Cities and Information Systems*, 11(2), 99–121.
- Alghamdi, S., et al. (2022). AI-driven urban planning in NEOM: Opportunities and challenges. *Smart Cities*, 5(2), 567–585.
- Aljohani, A., & Almutairi, D. (2021). Education reforms in Saudi Arabia under Vision 2030: Challenges and opportunities. *International Journal of Educational Development*, 40(5), 412–429.
- Almalki, M., et al. (2022). Technology acceptance and smart city participation in Saudi Arabia. *Government Information Quarterly*, 39(2), 101672.
- Alnuaim, H., & Alsharif, A. (2020). Infrastructure development and urban planning in NEOM: Toward a sustainable megacity. *Journal of Urban Infrastructure and Development*, 6(1), 45–69.
- Alotaibi, S., & Mahmoud, M. (2019). Smart transportation in Riyadh: The automated metro system. *Transport Policy*, 82, 45–58.
- Alrajhi, K., et al. (2023). Mediating factors in AI-driven smart city development. *Cities*, 134, 104178.
- Alshammari, F. (2020). Economic diversification in Saudi Arabia's Vision 2030. *Journal of Arabian Studies*, 10(1), 45–67.
- Alshammari, F., & Alqahtani, S. (2022). The socio-economic impacts of Saudi Arabia's Vision 2030 reforms. *Journal of Middle Eastern Economic Studies*, 14(2), 145–167.
- Alshammari, N., & Alhumaid, K. (2021). Renewable energy and digital solutions in NEOM. *Energy Reports*, 7, 5678–5690.
- Alshamsi, K. (2021). NEOM and the future of urban innovation in the Gulf region. *Gulf Urban Studies Review*, 5(2), 78–99.
- Alsharif, F., & Alahmadi, M. (2021). Cultural heritage and modernization in NEOM. *Heritage Science*, 9(1), 1–15.
- Alsharif, F., & Alzahrani, S. (2021). NEOM and economic diversification: The role of AI and innovation. *Middle East Economic Review*, 12(2), 112–130.
- Alsharif, F., et al. (2023). Environmental sustainability in NEOM's design principles. *Environmental Science & Policy*, 140, 45–60.
- Alshehri, N. (2021). Women's empowerment in Saudi Arabia: Progress and perspectives within Vision 2030. *Gender and Society in the Middle East*, 12(4), 305–329.
- Alshuwaikhat, H. M., & Mohammed, I. (2021). Smart and sustainable development in Saudi Arabia: The role of AI in NEOM. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102777.
- Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, S3–S18.
- Angelidou, M. (2015). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 47, 43–54.
- Anthopoulos, L. (2017). Smart utopia vs smart reality: Learning from the decade of smart city programs. *Cities*, 63, 128–148.

- Baker, J., & Al-Dossary, N. (2020). NEOM's pursuit of sustainable tourism: Balancing innovation and conservation. *Tourism Management Perspectives*, 33, 100629.
- Batty, M., et al. (2012). Smart cities of the future. *European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481–518.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Brayne, S. (2020). *Predict and surveil: Data, discretion, and the future of policing*. Oxford University Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W.W. Norton & Company.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.
- Chen, S., et al. (2018). AI-facilitated urban mobility solutions for smart cities. *Transportation Research Part C*, 95, 45–67.
- Clark, A. (1997). *Being there: Putting brain, body, and world together again*. MIT Press.
- Cocchia, A. (2014). Smart and digital city: A systematic literature review. In *Smart city* (pp. 13–43). Springer.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Crevier, D. (1993). *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*. Basic Books.
- Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2001). *Pattern classification* (2nd ed.). Wiley.
- El-Masri, A., & Al-Harbi, F. (2022). Digital transformation and smart governance initiatives in Saudi Arabia. *Journal of Public Administration and Policy*, 15(2), 150–175.
- Elshahed, M. (2022). Digital governance and blockchain in NEOM. *Journal of Digital Government*, 4(1), 34–52.
- Elshater, A., & Abdelwahab, M. (2023). Technology and sustainability in Gulf smart cities. *Sustainable Development*, 31(2), 890–905.
- Elsheshtawy, Y. (2021). *Smart cities in the Gulf: Challenges and opportunities*. Routledge.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- GhaffarianHoseini, A., et al. (2017). Smart sustainable cities: An extensive systematic review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212.
- Giffinger, R., et al. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Vienna UT.
- Goertzel, B., & Pennachin, C. (2007). *Artificial general intelligence*. Springer.
- Graham, S., & Marvin, S. (2001). *Splintering urbanism: Networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. Routledge.
- Greenfield, A. (2013). *Against the smart city*. Do Projects.
- Hamad, S., & Al-Qahtani, Y. (2021). Energy transition in Saudi Arabia: The role of NEOM in promoting renewable energy technologies. *Renewable Energy and Sustainable Development*, 18(3), 230–248.

- Hashem, I. A. T., et al. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758.
- Hassani, H., & Al-Shammari, A. (2023). Cultural renaissance and urban development in Saudi Arabia. *Cultural Studies Review*, 29(1), 78–95.
- Hassanin, M., et al. (2023). Challenges of AI implementation in NEOM. *AI & Society*, 38(2), 345–362.
- Hendricks, V., & Al-Rashid, T. (2023). Geopolitical implications of smart city infrastructure in the Middle East. *International Security Studies*, 15(3), 201–220.
- Hertog, S. (2020). The politics of economic reform in Saudi Arabia: Challenges and prospects. *Contemporary Arab Affairs*, 13(2), 178–196.
- Hilty, L. M., & Aebischer, B. (2015). *ICT innovations for sustainability*. Springer.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389–399.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2021). *Speech and language processing* (3rd ed.). Pearson.
- Kanna, A. (2019). *Gulf urbanism and the future of the city*. Routledge.
- Khan, M., & Al-Harbi, S. (2023). Innovation ecosystems in Saudi Arabia: The strategic role of NEOM. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12(1), 45–68.
- Khan, M., et al. (2021). Smart city development and governance: Insights from Saudi Arabia. *Public Administration Review*, 81(4), 678–695.
- Khan, R., et al. (2022). Technological innovation and smart city development in NEOM. *Technology in Society*, 67, 101731.
- Khan, S., et al. (2024). Data acquisition challenges in nascent smart city developments. *Data & Knowledge Engineering*, 149, 102234.
- Khashanah, K., & Alkhateeb, T. (2020). Workforce development and community engagement in Saudi Arabia. *Human Resource Development International*, 23(4), 412–430.
- Kingdom of Saudi Arabia. (2016). *Saudi Vision 2030*. Government of Saudi Arabia.
- Kingdom of Saudi Arabia. (2020). *NEOM: Strategic framework for smart city development*. Government Publications.
- Kinninmont, J. (2020). *NEOM and the future of Saudi Arabia's economy*. Chatham House Research Paper.
- Kirk, D., & Alghamdi, F. (2022). Governance frameworks for smart city innovation. *Policy Studies*, 43(2), 234–252.
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1–14.
- Kitchin, R. (2016). The ethics of smart cities and urban science. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2083), 20160115.
- Kumar, A., & Al-Saud, M. (2022). Sustainable urban development in Saudi Arabia: The NEOM paradigm. *Urban Studies*, 59(8), 1678–1695.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.

- Mahmoud, A. (2022). Environmental sustainability in NEOM's urban planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(3), 456–478.
- Mahmoud, R., & Al-Bassam, B. (2020). Economic impacts of mega projects in Saudi Arabia: The case of NEOM. *Journal of Economic Development and Policy*, 7(4), 295–320.
- Mahmoud, R., & Al-Omari, S. (2022). Governance models for future cities: Lessons from NEOM. *Public Management Review*, 24(5), 789–810.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12–14.
- Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: A review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392–408.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
- Mohammed, A., & Al-Shehri, H. (2021). Smart city infrastructure and digital connectivity in NEOM. *International Journal of Digital Urbanism*, 4(2), 155–178.
- Mokhtari, M., et al. (2022). The Line: Sustainable urban design principles in NEOM. *Architectural Science Review*, 65(4), 312–328.
- NEOM Company. (2020). NEOM master plan and strategic vision. NEOM.
- NEOM Company. (2021). NEOM: Building the future. NEOM.
- NEOM Company. (2022). NEOM annual progress report. NEOM.
- NEOM. (2020). NEOM: The Line – Redefining urban living. NEOM Company.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference* (pp. 282–291). ACM.
- Nasser, L., & Al-Mutairi, F. (2022). Environmental conservation and biodiversity in NEOM: Strategies and challenges. *Journal of Environmental Science and Policy*, 23(1), 45–67.
- Neirotti, P., et al. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1976). Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. *Communications of the ACM*, 19(3), 113–126.
- Nilsson, N. J. (2009). *The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements*. Cambridge University Press.
- Omar, T., & Al-Jasser, M. (2023). The role of artificial intelligence in Saudi Arabia's Vision 2030 and NEOM. *AI and Society*, 38(3), 567–589.
- Pasquale, F. (2015). *The black box society: The secret algorithms that control money and information*. Harvard University Press.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). SAGE Publications.
- Pearl, J. (1988). *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference*. Morgan Kaufmann.
- Qureshi, J., & Al-Dhaheri, K. (2020). Cultural heritage preservation in the context of Saudi Arabia's modernization: NEOM's approach. *International Journal of Heritage Studies*, 26(7), 650–674.
- Rahman, A., & Al-Fahad, M. (2021). The future of mobility in Saudi Arabia: NEOM's smart transportation systems. *Transportation Research Part A*, 144, 166–184.

- Ramady, M. (2018). Saudi Arabia's economic transformation. Springer.
- Ramady, M. (2021). Vision 2030 and the economic transformation of Saudi Arabia. *Energy Economics Review*, 29(2), 134–150.
- Razzak, M. I., et al. (2019). Big data analytics for preventive medicine. *Neural Computing and Applications*, 32, 4417–4451.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533–536.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- SDAIA. (2020). *National Strategy for Data and AI*. Saudi Data and AI Authority.
- Sadi, M. A., & Al-Ghamdi, R. (2020). Youth empowerment and Vision 2030 in Saudi Arabia. *Youth & Society*, 52(6), 901–920.
- Salah, K., et al. (2023). AI-enabled governance in smart cities: The NEOM model. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101785.
- Saleh, H., & Al-Sulaiman, N. (2023). Tourism development and sustainability in Saudi Arabia: Insights from NEOM. *Sustainable Tourism Journal*, 9(1), 12–38.
- Saudi Vision 2030. (2016). *Saudi Arabia's Vision 2030*. Government of Saudi Arabia.
- Saudi Vision 2030. (2023). *Progress report on Vision 2030 implementation*. Government of Saudi Arabia.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
- Shah, S., & Al-Qahtani, N. (2022). The impact of NEOM on regional economic integration in the GCC. *GCC Economic Review*, 11(2), 89–113.
- Shelton, T., Zook, M., & Wiig, A. (2015). The 'actually existing smart city'. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 13–25.
- Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). *Springer handbook of robotics* (2nd ed.). Springer.
- Siddiqui, F., & Al-Harthy, R. (2020). Urban innovation and smart technologies: NEOM as a model for future cities. *Journal of Urban Technology*, 27(4), 3–24.
- Smith, J., & Al-Mutairi, N. (2022). Integrating heterogeneous data sources for AI in mega-city projects. *Computers, Environment and Urban Systems*, 91, 101723.
- Smith, L., & Al-Zahrani, T. (2021). Public-private partnerships in Saudi Arabia's infrastructure development. *International Journal of Project Management*, 39(8), 987–1002.
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the ACL* (pp. 3645–3650).
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press.
- Taleb, H., & Al-Mutairi, J. (2023). Governance and regulatory frameworks for sustainable development in NEOM. *Journal of Environmental Policy and Governance*, 33(2), 112–135.
- Taylor, L., et al. (2017). *Group privacy: New challenges of data technologies*. Springer.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- Vanolo, A. (2014). Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy. *Urban Studies*, 51(5), 883–898.

- Vora, S., & Al-Mansour, A. (2022). Social innovation and community engagement in Saudi Arabia's NEOM project. *Journal of Social Entrepreneurship and Innovation*, 7(1), 21–44.
- Wang, J., et al. (2020). AI-driven smart grids and renewable energy management. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(4), 3456–3468.
- Wang, X., & Al-Harbi, A. (2021). The digital economy and Saudi Arabia's Vision 2030: A roadmap for NEOM. *Journal of Digital Economy*, 5(3), 210–234.
- World Bank. (2022). Saudi Arabia economic update: Diversification and growth. World Bank Group.
- Yousef, M., & Al-Qahtani, L. (2020). Environmental monitoring and data analytics in NEOM's smart city framework. *Environmental Informatics and Analytics Journal*, 14(2), 123–147.
- Zahrán, S., Abouelnaga, M., & El-Sayed, A. (2021). Renewable energy initiatives in Saudi Arabia: Progress towards sustainability. *Energy Policy*, 149, 112010.
- Zahrani, F., & Al-Khalid, S. (2023). NEOM and the future of sustainable urban ecosystems in Saudi Arabia. *Urban Sustainability Journal*, 10(1), 55–79.
- Zanella, A., et al. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.
- Zhao, L., Chen, W., & Al-Qahtani, B. (2023). Computational infrastructure for large-scale AI deployment in smart cities. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 14(3), 2105–2114.
- Zidan, R., & Al-Mutairi, S. (2021). Healthcare innovation in Saudi Arabia: The integration of AI and IoT in NEOM. *Journal of Healthcare Innovation*, 6(4), 289–311.
- Zuhair, M., & Al-Juhani, A. (2022). Gender inclusivity and workforce development in Saudi Arabia's NEOM initiative. *Middle Eastern Journal of Workforce Studies*, 8(2), 99–123.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610.
- NEOM. (2026). About us: A vision of what a new future might look like. <https://www.neom.com/en-us/about>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson.
- Saudi Vision 2030. (2026). Overview. <https://www.vision2030.gov.sa/en/overview>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2016). *Research methods for business: A skill-building approach* (7th ed.). Wiley.