يوري كاليو | Yuri Calleo
فرانشيسكو بيلا | Francesco Pilla

السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي: تحليل كمي إحصائي لدراسات حالة تغير المناخ*

Delphi-based future scenarios: A bibliometric analysis of climate change case studies

الرقم التعريفي DOI
https://doi.org/10.31430/USNA6365

ملخص: تُعدّ عملية تطوير السيناريو طريقة راسخة لتحديد التوقعات المستقبلية في سياق الدراسات المستقبلية، وهي مفيدة لتجنب التهديدات المستقبلية واتخاذ إجراءات متعددة في الوقت الحاضر للتعامل مع تلك التهديدات. وغالبًا ما يُدمج تطوير السيناريوهات المستقبلية مع مناهج تشاركية - تفاعلية مختلفة، منها طريقة دلفي، المعتمَدة على نطاق واسع لطبيعتها المنهجية والتفاعلية. وفي هذا السياق، تقود التحديات المناخية الأخيرة المجتمعاتِ إلى العيش في حالة نمو متسارع من عدم اليقين بشأن المستقبل؛ حيث يمكن أن تكون السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي مفيدة في تحديد التوقعات المثيرة للاهتمام على المديَين المتوسط والطويل. ومن أجل إجراء مراجعة منهجية للسيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي والمطبَّقة في سياق تغير المناخ، استخدمنا تحليلاً كميًا إحصائيًا يهدف إلى فحص مسار الأدبيات العلمية بتوظيف منهجيات: تحليل التناظر المتعدد، وتحليل شبكة المفاهيم ودلالاتها. ونوضح نتائج دراسات الحالة التي تركّز على مزيج من المنهجيات، وعدد جولات العملية، وأخذ عينات من الباحثين المشاركين، والأفق الزمني، والتقنيات المستخدمة، كل ذلك بهدف تأسيس قواعد إرشادية جديدة لمشاريع أبحاث المناخ المستقبلية المبنية على طريقة دلفي.

كلمات مفتاحية: الدراسات المستقبلية، السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي، التغير المناخي، التحليل الكمي الإحصائي.

Abstract: In the Future Studies context, the scenario development process is an established method for the identification of future projections, useful to avoid future threats and take different actions in the present. The development of future scenarios is often combined with different participatory approaches, one among many is the Delphi method, widely adopted for its systematic and interactive nature. In this context, the recent climate challenges lead society to an exponential growth of uncertainty about the future where Delphi-based scenarios (DBS) could be helpful to identify interesting mid and long-term projections. For the purpose of conducting a systematic review of Delphi-based future scenarios applied to climate change context, we used a quantitative bibliometric analysis aimed at investigating the scientific literature path, implementing it with a multiple correspondence analysis and a semantic network analysis. We illustrate the results of the case studies focusing on the combination of methods, rounds of the process, panellists' sampling, time horizon, and techniques used, to establish new guidelines for future Delphi-based climate research projects.

Keywords: Future Studies, Delphi-based Scenarios, Climate Change, Bibliometric Analysis.

* Yuri Calleo & Francesco Pilla, "Delphi-based Future Scenarios: A Bibliometric Analysis of Climate Change Case Studies," *Futures*, vol. 149 (May 2023).

مقدمة

إن تطوير السيناريوهات المستقبلية وتطبيقها هما نهج متعدد التخصصات يُستخدم لإنشاء فرضيات ممكنة حول المستقبل على المدى الطويل لتأسيس تخطيط فعال للتعامل معه[1]. ولا يمكن اعتبار السيناريوهات المستقبلية حقائق موضوعية، بل موضوعات مبتكرة بغرض دراستها؛ لتحديد البدائل المستقبلية الممكنة أو المعقولة[2]. وفي إطار توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، جرى اعتماد منهجيات وطرق تشاركية - تفاعلية متنوعة إحداها طريقة دلفي، التي تُعدّ نهجًا شائعًا وتجريبيًا في الأدبيات العلمية[3]، وهي مفيدة لتطوير السيناريوهات المستقبلية في حالات عدم اليقين[4]. ومن وجهة نظر تاريخية، جرى تطوير طريقة دلفي في خمسينيات القرن الماضي في مؤسسة "راند" (RAND) الأميركية على يد أولاف هيلمار (Olaf Helmar)، ونورمان دالكي (Norman Dalkey)، ونيكولاس ريشر (Nicholas Rescher)[5]، لسدّ العديد من فجوات التنبؤ، والتغلب على النهج الحتمي الكمّي الذي اعتبره المبدعون في مجال التحليل الاستراتيجي نهجًا محدودًا. في البداية، كان الغرض من الدراسة[6] هو تقدير تداعيات الحرب الباردة[7]، لفهم نقاط ضعف الولايات المتحدة الأميركية وكذلك التطبيقات المستقبلية المحتمَلة للتكنولوجيا في الجيش الأميركي[8] على نحو أفضل. لكن طريقة دلفي أصبحت واحدة من أكثر الطرق والمنهجيات استخدامًا في عملية صناعة القرار والأبحاث المرتبطة بعملية التنبؤ. وفي سياق دراستنا، يُفترض أن طريقة دلفي هي طريقة مهمة للتصفية والمراجعة المتكررة لدقة النتائج[9]، وهي

1 H. S. Becker, "Scenarios: A Tool of Growing Importance to Policy Analysts in Government and Industry," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 23, no. 2 (1983), pp. 95-120.

2 F. Berkhout et al., "A. Socio-economic Futures in Climate Change Impact Assessment: Using Scenarios as 'Learning Machines'," *Global Environmental Change*, vol. 12, no. 2 (2002), pp. 83-95.

3 N. Dalkey & O. Helmer, "An experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts," *Management Science*, vol. 9, no. 3 (1963), pp. 458-467; H. A. Linstone, "The Delphi Technique. Handbook of Futures Research," in: J. Fowlers, *Handbook of Futures Research* (Westport, CT: Greenwood Press, 1978), pp. 273-300; P. Bishop et al., "The Current State of Scenario Development: An Overview of Techniques," *Foresight*, vol. 9, no. 1 (2007), pp. 5-25.

4 H. Kosow & R. Gassner, "Methods of Future and Scenario Analysis: Overview," *Assessment, and Selection Criteria*, vol. 39 (2008).

5 T. J. Gordon, "The Delphi Method," *Futures Research Methodology*, vol. 2, no. 3 (1994), pp. 1-30.

6 J. Sossa et al., "Delphi Method: Analysis of Rounds, Stakeholder and Statistical Indicators," *Foresight*, vol. 21, no. 5 (2019).

7 G. Rowe & G. Wright, "The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis," *International Journal of Forecasting*, vol. 15, no. 4 (1999), pp. 353-3755.

8 H. A. Linstone & M. Turoff (eds.), *The Delphi Method* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1975).

9 Simone Di Zio, J. D. Castillo Rosas & Luana Lamelza, "Real Time Spatial Delphi: Fast Convergence of Experts' Opinions on the Territory," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 115 (2017), pp. 143-154.

كذلك "طريقة لاستخدام الذكاء البشري الجماعي"[10]، ومفضَّلة في معظم الأحيان على الاجتماعات التقليدية الوجاهية، حيث يقدم الخبراء تحليلاتهم وتغذيتهم الراجعة المبنية على خبراتهم[11].

بوجه عام، جرى تطوير طريقة دلفي وفقًا لمقاربة منهجية ومنظَّمة للأسئلة والتغذية الراجعة التي تتضمن تحليلات الخبراء[12]، إضافة إلى تطبيق تقنيات نوعية/ كمية مختلفة أثناء العملية. وقد توصلت هذه المقاربة التي تتكون من خطوات متنوعة[13] إلى أن عملية تطوير السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي (DBS)، يمكن تقسيمها إلى أربع مراحل: 1. تعريف واضح لموضوع الدراسة، 2. ملخص لقواعد المعلومات (على سبيل المثال، مجالات المشاكل محل الدراسة، والعوامل الرئيسة المرتبطة بموضوعها، والاتجاهات حول الموضوع، وكذلك الرؤى الاجتماعية السائدة لتصور موضوع الدراسة)، 3. جولات دلفي (عمومًا جولتان، ولكنها يمكن أن تختلف بحسب التقارب بين تحليلات الخبراء الذي يجري التوصل إليه)، مع تحليل النتائج والتطورات التي توصلت إليها ورش عمل بناء السيناريوهات، 4. التوصيات الإجرائية النهائية (تحويل السيناريو إلى توصيات عملية). وبناءً عليه، يصبح تطبيق طريقة دلفي مفيدًا لتطوير توقعات جديدة، ونصائح فورية، ورؤى جديدة للمستقبل؛ ما يوفر مساهمة أساسية في بناء سياساتٍ للتعامل مع الواقع القائم في سياق عملية صنع القرار. إن أطر تطبيق طريقة دلفي عديدة، وقد أُجري العديد من دراسات الحالة لبناء سيناريوهات في الجوانب الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والطبية[14]. ومنذ خمسينيات القرن الماضي، جرى تغيير تقنيات جديدة مع تطبيقات جديدة؛ ما ساهم في تطوير رؤى منهجية مهمة. ومن خلال الأدبيات الموجودة، في سياق تغير المناخ، تُستخدَم عادةً تقنيات مختلفة للتنبؤ الكمي[15] (على سبيل المثال، تحليل الاتجاهات

10 O. S. Rodr.guez Parisca, "Land Use Conflicts and Planning Strategies in Urban Fringes: A Case Study of Western Caracas (Venezuela)," PhD Thesis, Faculty of Sciences, Ghent University, Ghent, Belgium, 1995.

11 V. Balaz et al., "Participatory Multi-criteria Methods for Adaptation to Climate Change," *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 26, no. 4 (2021), pp. 1-22.

12 J. Martino, *Technological Forecasting for Decision Making*, 2nd ed. (New York: Elsevier, 1983); M. Benarie, "Delphi-and Delphilike Approaches with Special Regard to Environmental Standard Setting," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 33, no. 2 (1988), pp. 149-158.

13 I. Belton et al., "Improving the Practical Application of the Delphi Method in Group-based Judgment: A Six-step Prescription for a Well-founded and Defensible Process," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 147 (October 2019), pp. 72-82.

14 A. Toppinen et al., "The European Pulp and Paper Industry in Transition to a Bio-economy: A Delphi Study," *Futures*, vol. 88 (2017), pp. 1-14; R. Bijl, "Delphi in a Future Scenario Study on Mental Health and Mental Health Care," *Futures*, vol. 24, no. 3 (1992), pp. 232-250; S. Lee et al., "Forecasting Mobile Broadband Traffic: Application of Scenario Analysis and Delphi Method," *Expert Systems with Applications*, vol. 44 (2016), pp. 126-137.

15 D. Pulido-Velazquez et al., "The Impact of Climate Change Scenarios on Droughts and their Propagation in an Arid Mediterranean Basin: A Useful Approach for Planning Adaptation Strategies," *Science of the Total Environment*, vol. 820 (2022).

أو التسلسل التاريخي/ الزمني)، ومع انتشار الدراسات المستقبلية والاعتراف بها تخصصًا[16]، تتلقى السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي حاليًا اهتمامًا متزايدًا من الباحثين في مجال المناخ[17].

وفي سياق التكيف مع تغير المناخ واستراتيجيات التخفيف من آثاره، ومع التحديات المناخية المتزايدة باستمرار[18]، نحتاج إلى مزيد من التوقعات والسياسات المستقبلية الطويلة المدى التي يتعيّن اعتمادها في الوقت الحاضر، وفي هذا الصدد يمكن أن يكون اعتماد طريقة دلفي في عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي مفيدًا في تنفيذ هذه العملية، ولا سيما أنّ كوكبنا يواجه حاليًا تهديدات مختلفة مثل التدهور البيئي والتلوث الحضري وارتفاع درجات الحرارة وموجات الحر والعواصف[19]، حيث يصبح توقّع المستقبل أمرًا ضروريًا. وفيما يتعلق بما ورد سابقًا، تهدف هذه الدراسة إلى تقديم نظرة منهجية لتطبيقات السيناريوهات المستقبلية المبنيّة على طريقة دلفي في البحث العلمي لاستراتيجيات التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره.

ولتحقيق هدفنا البحثي، قمنا بتطبيق تحليل كمّي للإنتاج العلمي مع مجموعة من التقنيات الإحصائية التي تهدف إلى فهم المساهمات الإجمالية في هذا المجال. وعلى وجه التحديد، تساهم هذه الدراسة فيما يلي: 1. عرض الإنتاج السنوي للدراسات العلمية خلال الخمسة والعشرين عامًا الماضية، 2. عرض الإنتاج العلمي لكل دولة على حدة والتعاون فيما بينها، 3. تحليل التناظر المتعدد (MCA)؛ وهو التجميع على أساس التسلسل الهرمي، وتحليل الوجود المشترك/ المتزامن لفهم مجموعات المواضيع في الدراسات، 4. مناقشة دراسات الحالة المستخرَجة، وتحديدًا حول الجمع بين الطريقتين؛ أي طريقة بناء السيناريوهات على طريقة دلفي، وطريقة توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، والجولات، وتحديد الباحثين المشاركين، والأفق الزمني والتقنيات المستخدَمة، وتحديد القواعد الإرشادية لمشاريع البحث المستقبلية. تتوزع هذه الدراسة على الأقسام التالية: القسم الأول، مقدمة؛ القسم الثاني يصف الإطار النظري لطريقة دلفي وتوظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، مع التركيز على الأصل، والعملية، والأسئلة المفتوحة؛ القسم الثالث يقدّم نظرة عامة على السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي؛ القسم الرابع يوضح المنهجية المستخدَمة وعملية جمع البيانات؛ القسم الخامس يبين نتائج التحليل الكمي الإحصائي (الببليومتري)؛ القسم السادس يركّز على مناقشة النتائج، وتحليل المتغيرات

16 J. Urry, *What is the future?* (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016).

17 L. O. Mearns et al., *Climate Scenario Development: Climate Change: The Science of Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2001); M. J. Puma & S. Gold, *Formulating Climate Change Scenarios to Inform Climate-resilient Development Strategies: A Guidebook for Practitioners* (New York: United Nations Development Programme, 2011); R. Pielke, Jr. & J. Ritchie, "Distorting the View of our Climate Future: The Misuse and Abuse of Climate Pathways and Scenarios," *Energy Research & Social Science*, vol. 72 (2021).

18 M. I. U. Rahman, "Climate Change: A Theoretical Review; Interdisciplinary Description of Complex Systems," *INDECS*, vol. 11, no. 1 (2013), pp. 1-13.

19 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change," in: C. B. Field et al. (eds.), *Impacts, Adaptation and Vulnerability* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014).

المختلفة بما في ذلك الجمع بين الطريقتين، وعدد الجولات، واختيار الباحثين المشاركين، والأفق الزمني، والتقنيات المستخدمة في دراسات الحالة؛ وأخيرًا في القسم السابع توضيح الاستنتاجات.

تتمثل المساهمة المبتكرة لهذه الدراسة في وضع قواعد إرشادية للسيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي في مجال التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره وتحسين دراسات الحالة، مع تقنيات محتمَلة جديدة.

أولًا: الإطار النظري

1. طريقة دلفي

يُعرِّف نورمن دالكي[20] طريقة دلفي بأنها "عملية معرفية تسمح بتنظيم التواصل بين مجموعة من الخبراء المميزين، من أجل تحويل أحكامهم الفردية فيما يتعلق بالواقع، والتنبؤ بالأحداث، واتخاذ القرار إلى منتَج جماعي متماسك". ويمكننا أن نفترض هنا أن القرارات الجماعية هي في الواقع أكثر دقة من الأحكام الفردية[21]، وكما يؤكد غوردون[22] وجستو[23] أن اجتماعات دلفي تقوم على أسس سليمة، لأنها تتكون من متخصصين في مجالات مختلفة، يدرسون موضوعًا محددًا، من خلال تبادل الآراء، بهدف بناء سيناريوهات ممكنة مشتركة بينهم. ومن هذا المنطلق، يشكِّل عدم الكشف عن هوية الخبراء المميزين قيمة ضمن الإجراء. ويشير ليندمان[24] إلى أن هذه الطريقة تجمع آراءً مختلفة من خبراء منفصلين، من خلال استخدام سلسلة من الأسئلة لإنتاج إجماع أو اختلاف في غالبية القضايا[25]، وتحييد أيّ مواقف متضاربة قد تنشأ في الاجتماعات الوجاهية. يمكن أن تكون طريقة دلفي هي الطريقة المثالية للحالات التي لا تحتوي على وسائل تنبئية لتأكيد قناعات قائمة (كما في حالة التحديات البيئية) وكذلك لتحديد الفجوات أو الابتكارات في مجال معينّ من المعرفة. وتُعدّ طريقة دلفي على وجه التحديد مناسبة للدراسات التي تفتقر إلى

20 N. C. Dalkey, *Delphi* (Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1967).

21 F. Galton, "Vox populi (the wisdom of crowds)," *Nature*, vol. 75, no. 7 (1907), pp. 450-451.

22 T. J. Gordon, "The Real-time Delphi Method," *Futures Research Methodology Version*, vol. 3, no. 19 (2009).

23 C. Justo, "A Tecnica Delphi de formaçao de consensus," *Observatorio Portugues dos Sistemas Délelott Saúde* (2005), pp. 1-10.

24 C. A. Lindeman, "Delphi Survey of Priorities in Clinical Nursing Research," *Nursing Research*, vol. 24, no. 6 (1975), pp. 434-441.

25 K. Cuhls, "Lessons for Policy-making from Foresight in Non-European Countries," *Policy Paper*, The Research, Innovation and Science Policy Experts (RISE) High Level Group, European Commission Directorate-General for Research and Innovation (2015); R. De Loe et al., "Advancing the State of Policy Delphi Practice: A Systematic Review Evaluating Methodological Evolution, Innovation, and Opportunities," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 104 (March 2016), pp. 78-88.

البيانات التاريخية، والتي تتطلب جمع آراء الخبراء[26]. وفقًا للينستون[27]، طريقة دلفي مناسبة للاستخدام عندما لا يمكن الإجابة عن سؤال البحث من خلال التحليل الفني الدقيق، ولكن من خلال الأحكام الجماعية، وتحديدًا عندما "لا يمكن جمع الأفراد الذين يحتاجون إلى تبادل الآراء معًا وجاهيًا، بسبب قيود الوقت أو التكلفة"[28]. ويتفق دالكي[29] وأُول[30] مع الرأي القائل إن هذه الطريقة ليست مثالية في تلك الظروف فحسب، بل هي مفيدة أيضًا عندما لا يكون جمع مجموعة الباحثين وجاهيًا متاحًا، بسبب هيمنة فرد ما، أو مجموعة فرعية، حيث يصبح من المحتَمل وقوع تحيز.

وفقًا لوودنبيرغ[31] ورو وراي[32]، تتميز دلفي بأربعة جوانب أساسية: 1. عدم الكشف عن هوية الباحثين المشاركين، 2. تكرار عملية مراجعة دقة النتائج، 3. التغذية الراجعة الخاضعة للفحص، 4. التجميع الإحصائي. ووفقًا لمارتينو (1983)[33]، إضافة الى الخصائص السابقة، يجب أن نضيف 5. الآراء، 6. أحكام الباحثين المشاركين، وهي أساسية خلال العملية. تخطط عملية دلفي لبناء وإدارة سلسلة من الاستبيانات مع أسئلة محددة لباحثين محددين[34]. ومع ذلك، في الأدبيات العلمية، لا تزال هناك تحديات مفتوحة مختلفة، ولهذه الأسباب، يمكن تحليل واقتراح تطبيقات جديدة. وبناءً على ما ظهر من مراجعتنا، فإن تطبيق دراسة على طريقة دلفي يمكن أن يستغرق وقتًا طويلاً[35]، وذلك بسبب أربع مشكلات رئيسة عملية، وهي تخطيط الاستبيانات والجولات، واتخاذ القرار بشأن عدد الخبراء واختيارهم، وتقييم

26 K. Peffers & T. Tuunanen, "Planning for IS Applications: A Practical, Information Theoretical Method and Case Study in Mobile financial Services," *Information & Management*, vol. 42, no. 3 (2005), pp. 483-501; G. Rowe & G. Wright, *Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique, Principles of Forecasting* (Boston, MA: Springer, 2001); S. E. Ewton, "Assessment of the Impacts of E-commerce Technologies on Overall Business Processes: An Analytic Delphi Process," in: *PICMET'03: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology Technology Management for Reshaping the World* (New York: IEEE Computer Society Press, 2003), pp. 197-207; G. Scott & Z. Walter, "Management Problems of Internet Systems Development," in: *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (New York: IEEE Computer Society Press, 2002).

27 Linstone.

28 Ibid., p. 275.

29 N. C. Dalkey, *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion* (Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1969).

30 N. P. Uhl, "Using the Delphi Technique in Institutional Planning," *New Directions for Institutional Research*, vol. 37 (1983), pp. 81-94.

31 F. Woudenberg, "An Evaluation of Delphi," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 40, no. 2 (1991), pp. 131-150.

32 Rowe & Wright, "The Delphi technique as a Forecasting Tool."

33 Martino.

34 K. Fitch et al., *The RAND/ UCLA Appropriateness Method User's Manual* (Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2001).

35 U. Schmalz, S. Spinler & J. Ringbeck, "Lessons Learned from a Two-round Delphi-based Scenario Study," *MethodsX*, vol. 8 (2021).

الدرجة العلمية، والخبرة، وصعوبة تلقّي الردود في ظل انشغال الخبراء في معظم الأوقات. وعلى وجه التحديد، نظرًا إلى أن طريقة دلفي تتكون من أسئلة مفصّلة ومتعددة، إضافة إلى عدة جولات، فسيتعيّن على الخبراء تخصيص وقت كبير لملء الاستبيانات، وفي الواقع، يلزم ما لا يقل عن 45 يومًا لإجراء دراسة دلفي[36].

في هذا السياق، يبرز أحد الأسئلة الرئيسة المفتوحة وهو: ما الخصائص التي يجب أن يتمتع بها الخبير؟ وكيف يُحدّد مقدار حجم عينة الخبراء المشاركين. علمًا أنه في معظم الأحيان، يجري اعتماد أخذ العينات بطريقة هادفة، أو على الأقل غير عشوائية[37]. يعرّف بيتش[38] وشاركي وشاربلز[39] الخبير بأنه الشخص الذي يقدّم معلومات مفصلة بناءً على درجة خبرته[40] من أجل الحصول على آراء سليمة ومبنية على أدلة. وبما أن الخبراء هم نقطة ارتكاز العملية، فيجب أن يكونوا "على دراية كبيرة أو محترفين في مجال معيّن"[41]. ومع ذلك، قد تبدو هذه التعريفات عامة جدًا. ويرى ساكمان[42] أن الطريقة التي جرى التعبير بها عن التعريفات السابقة تبدو غير مقنعة، لأنها ليست مفصّلة بما فيه الكفاية. وفي الواقع، وفي هذا السياق، "لا توجَد معادلة سحرية لمساعدة الباحثين على تحديد من هم الخبراء وعدد الخبراء الذين يجب أن يشاركوا في العملية"؛ إذ "يعتمد هذا القرار غالبًا على التمويل والخدمات اللوجستية ودقة معايير الإدماج والاستبعاد"[43].

في الآونة الأخيرة، اقترحت لورا ديفاني وميف هينشيون[44] مساهمة مثيرة للاهتمام تهدف إلى فهم مَن هو الخبير الذي يمكن أن يشارك في طريقة دلفي، واعتماد سلسلة مفاهيمية متواصلة من "القرب" من

36 A. L. Delbecq, A. H. Van de Ven & D. H. Gustafson, *Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes* (Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co., 1975); B. Ludwig, "Predicting the Future: Have you Considered Using the Delphi Methodology?" *Journal of Extension*, vol. 35, no. 5 (1997), pp. 1-4; F. L. Ulschak, *Human Resource Development: The Theory and Practice of Need Assessment* (Reston, VA: Reston Publishing Company, 1983).

37 L. Devaney & M. Henchion, "Who is a Delphi 'Expert'? Reflections on a Bioeconomy Expert Selection Procedure from IRELAND," *Futures*, vol. 99 (May 2018), pp. 45-55.

38 B. Beech, "The Delphi Approach: Recent Applications in Health Care," *Nurse Researcher*, vol. 8, no. 4 (2001).

39 S. B. Sharkey & A. Y. Sharples, "An Approach to Consensus Building Using the Delphi Technique: Developing a Learning Resource in Mental Health," *Nurse Education Today*, vol. 21, no. 5 (2001), pp. 398-408.

40 G. Rowe et al., "Difficulties in Evaluating Public Engagement Initiatives: Reflections on an Evaluation of the UK GM Nation? Public Debate about Transgenic Crops," *Public Understanding of Science*, vol. 14, no. 4 (2005), pp. 331-352.

41 C. Soanes & A. Stevenson (eds.), *The New Oxford English Dictionary*, 2nd ed. (Oxford: Oxford English Press, 2003).

42 H. Sackman, "Summary Evaluation of Delphi," *Policy Analysis*, vol. 1, no. 4 (1975), pp. 693-718.

43 S. Keeney, F. Hasson & H. McKenna, "Consulting the Oracle: Ten Lessons from Using the Delphi Technique in Nursing Research," *Journal of Advanced Nursing*, vol. 53, no. 2 (2006), pp. 205-212.

44 Devaney & Henchion.

موضوع الاقتصاد الحيوي، من أجل النظر في أنواع مختلفة من الخبرة (على سبيل المثال، الأكاديميون، الفاعلون في القضية، والسلطات المحلية ... إلخ). ومع ذلك، كما هو محدد على نحو أفضل في القسم التالي، فإن التحدي الرئيس هو القياس الكمّي الحقيقي والموضوعي لدرجة الخبرة، حيث تُستخدم أساليب التقييم الذاتي حاليًا، ويمكن أن تحدث تحيزات إدراكية مختلفة (مثل المبالغة في التقدير أو التقليل من درجة الخبرة).

وفي هذا الصدد، تؤكد بابرا لاد ويج[45] أن عدد الخبراء الذين يجري تحديدهم في دراسة دلفي يجب أن يكون، عمومًا، عينة تمثيلية يمكنها صياغة الأحكام والمعلومات التي تحتفظ بها مجموعة البحث، وتَستعين معظم الدراسات بنحو 15 إلى 20 خبيرًا. ومع ذلك، ليس هناك إجماع يضيّق نطاق العدد في الأدبيات المتعلقة بطريقة دلفي، ومن ثم فإن حجم عينة الخبراء المشاركين في طريقة دلفي يخضع للحكم الشخصي للباحثين. يؤكد ويتكين وألتشولد[46] أن لجنة دلفي التي تضم أقل من 50 خبيرًا يمكن أن تكون كافية، ولكن من ناحية أخرى يرى ديلبيك وفان دي فين وغوستافسون[47] أنه إذا توافر التجانس بين الخبراء، فيكفي 10-15 خبيرًا.

قدّم إيان بيلتون وآخرون[48] إرشادات منهجية لتصميم وإدارة استبيان دلفي، موضّحين أن عدد أعضاء فريق الخبراء يمكن أن يختلف طبقًا للأهداف المحدَّدة، وكذلك سياق الدراسة. فإذا كان هناك عدد صغير من الخبراء[49]، فيمكن أن يكون لدينا مجموعة تمثيلية من الأحكام ليست سليمة ودقيقة بما فيه الكفاية. ومن ناحية أخرى، إذا كان حجم العينة كبيرًا جدًا، فيمكننا الحصول على استجابة أقل من الخبراء مقارنةً بعدد الدعوات[50] المرسَلة؛ ما يؤدي إلى عدم تحقيق نتائج مهمة من حيث عدد الخبراء الذين استجابوا للدعوة.

2. تطوير السيناريوهات المستقبلية

نظرًا إلى كون طريقة دلفي نهجًا تشاركيًا في اتخاذ القرار، فإنها تُستخدم في سياقات تطبيقية مختلفة. نركّز في هذه الدراسة على دمجها ضمن توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، وهو أحد الأساليب الرئيسة المعتمَدة لدراسة المستقبَلات المختلفة، ما يدل على فائدة توظيفه في سياق التكيف مع تغيّر المناخ

45 Ludwig.

46 B. R. Witkin & J. W. Altschuld, *Planning and Conducting Needs Assessments: A Practical Guide* (Thousand Oaks/ London: Sage Publications, 1995).

47 Delbecq, Van de Ven & Gustafson.

48 Belton et al.

49 Ibid.

50 C. C. Hsu & B. A. Sandford, "The Delphi Technique: Making Sense of Consensus," *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, vol. 12, no. 1 (2007).

والتخفيف من آثاره. في عام 1985، عرّف مايكل بورتر[51] السيناريوهات المستقبلية بأنها: "رؤية متسقة داخليًا لما يمكن أن يكون عليه المستقبل، وهي ليست توقعات، بل نتيجة مستقبلية محتمَلة". ويُعدّ توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي جزءًا مهمًا من عملية التخطيط الاستراتيجي لفهم الأدوات والتقنيات اللازمة لإدارة حالات عدم اليقين المستقبلية[52]. وكما وصف كوسوف وغاسنر[53]، فإن تطوير السيناريو ليس منهجية مفاهيمية؛ فهو لا يصف حقائق مجردة، بل يصف التطورات والديناميكيات ومحركات التغيير لمخرَجات مستقبل نظري مُتَخيَّل محدَّد[54]. في هذه الحالة، يكون المستقبل غير قابل للتنبؤ به، ويتكون من منعطفات مفاجئة، وتغيرات خفية، حيث يمكن فعلاً بسيطًا أو تحولاً بسيطًا أن يغيّر السيناريو المُتخيَّل المحدد مسبقًا[55]، ولهذا السبب يجب أن نشير هنا إلى مصطلح "المستقبَلات"؛ إذ إن المسارات المستقبلية ستكون متعددة، ولن يكون هناك توقّع واضح وقطعي للآفاق المستقبلية[56].

وبناء عليه، فإن الغرض الرئيس من توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي هو تَمَثُّل مستقبل افتراضي ومحاكاته من خلال ملاحظة بعض عوامل التأثير ورصدها؛ فليس لدينا رؤية دقيقة للمستقبل، بل لدينا توقعات مختلفة للمستقبل. وهو ما يذهب إليه هيرمان خان وأنتوني ج. وينر[57] من أنّ "السيناريوهات هي تسلسلات افتراضية للأحداث التي جرى بناؤها وتخيّلها من أجل تركيز الاهتمام على العمليات السببية وجملة الظروف التي تحتّم في نقطة معيّنة اتخاذ القرار أثناء تطور القضية محل الدراسة". وفي عملية تطوير السيناريو، يجب التركيز على تحليل جميع العوامل الرئيسة؛ لأن الهدف النهائي ليس صياغة فكرة مفصلة عن المستقبل، بل "التوجه نحو المستقبل المُفترَض"[58]. وطبقًا لهذه الشروط، يمكن اعتبار محركات التغيير ذات صلة أو غير ذات صلة إلى الحد الذي يجري فيه توظيفها

51 M. E. Porter, *Competitive Advantage* (New York: Free Press, 1985).

52 G. Ringland, *Scenario Planning: Managing for the Future* (Chichester, England: Wiley, 1998); P. Schwartz, *The Art of the Long View: Patterns to Strategic Insight for Yourself and Your Company* (London: Doubleday, 1991).

53 Kosow & Gassner.

54 S. C. Greeuw et al., *Cloudy Crystal Balls* (Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, 2000); U. Gotze, "Cross-impact-analyse zur Bildung und Auswertung von Szenarien," in: F. E. P. Wilms, *Szenariotechnik: Vom Umgang Mitosz der Zukunft* (Bern: Haupt Verlag, 2006), pp. 145-181.

55 Kosow & Gassner.

56 T. J. Chermack, S. A. Lynham & W. EA Ruona, "A Review of Scenario Planning Literature," *Futures Research Quarterly*, vol. 17, no. 2 (2001), pp. 7-32; C. Fritschy & S. Spinler, "The Impact of Autonomous Trucks on Business Models in the Automotive and Logistics Industry-a Delphi-based Scenario Study," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 148 (November 2019); P. J. Schoemaker, "Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking," *Sloan Management Review*, vol. 36, no. 2 (1995), pp. 25-50.

57 H. Kahn & A. J. Wiener, "The Next Thirty-three Years: A Framework for Speculation," *Daedalus*, vol. 96, no. 3 (1967), pp. 705-732.

58 J. E. Nurmi, "Planning, Motivation, and Evaluation in Orientation to the Future: A Latent Structure Analysis," *Scandinavian Journal of Psychology*, vol. 30, no. 1 (1989), pp. 64-71.

ضمن الإجراء في سياق علاقات التأثير المتبادَلَة، حيث تتطلب هذه العملية منهجيات محددة[59]. باختصار، يمكننا الآن أن نؤكد أن المستقبل له ثلاث خصائص أساسية: 1. في المقام الأول، يمكن التنبؤ به، 2. أنه تطوري، 3. وأخيرًا، أنه مرن[60]، وكلما زادت درجة عدم اليقين بالمستقبل، زادت الحاجة إلى تحليله.

في سياق دراستنا، لا توجَد منهجية واحدة لتطوير السيناريوهات المستقبلية، فهي تختلف باختلاف الهدف النهائي للمشروع البحثي. يقترح بيشوب وهاينز وكولينز[61] نهجًا واسع النطاق في الاستشراف الاستراتيجي، ولكنه مفيد أيضًا لتطوير السيناريوهات المستقبلية[62]. يحدد المؤلفون ست مراحل رئيسة في العملية: 1. التأطير، حيث يتم بذل الجهود لتحديد بيئة الدراسة وأهدافها وفريق العمل، 2. المسح، الذي يتتبع تاريخ موضوع الدراسة، ومسح معلومات الحاضر لتحديد القضايا المستقبلية في وقت لاحق، 3. التنبؤ، ويحدد أوجه عدم اليقين ومحركات التغيير، والأدوات والمنهجيات الصالحة للدراسة، والبدائل المختلفة، 4. بناء الرؤية، وتحدد التوقعات والنتائج المستقبلية، 5. التخطيط وإدارة السياسات والإجراءات الممكن اتخاذها بناءً على الرؤى السابقة، 6. التنفيذ؛ أي رفع النتائج إلى الجهة المستهدَفَة، واقتراح التوصيات العملية في الوقت الحاضر وتطويرها في إطار التفكير الاستراتيجي.

بوجه عام، لا يجري دائمًا اتباع المراحل الست في عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي بترتيب زمني، وقد يحذف العديد من العلماء بعد مرحلة التأطير مرحلتَي المسح والتنبؤ، وينتقلون إلى مرحلة بناء الرؤية[63].

في سياق الدراسات البيئية والمناخية، يصبح تحليل المستقبَلات المختلفة أمرًا أساسيًا على نحو متزايد، حيث يمكن أن تدعم الدراسات المستقبلية عملية صنع القرار، لتحديد الفرص والتهديدات التي يمكن أن تنشأ في السنوات أو العقود القادمة[64]. لهذا السبب، يوصَى باستخدام طريقة دلفي حيث يمكن استخدامها في مرحلة أو أكثر من مراحل عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي[65].

59 K. Van Der Heijden, "Scenarios and Forecasting: Two Perspectives," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 65, no. 1 (2000), pp. 31-36.

60 Kosow & Gassner.

61 Bishop et al.

62 M. Nowack et al., "Review of Delphi-based Scenario Studies: Quality and Design Considerations," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 78, no. 9 (2011), pp. 1603-1615; A. Hines & P. Bishop, *Thinking about the Future: Guidelines for Strategic Foresight*, 2nd ed. (Huston, TX: Hinesight Edition, 2015); S. Di Zio, M. Bolzan & M. Marozzi, "Classification of Delphi Outputs through Robust Ranking and Fuzzy Clustering for Delphi-based Scenarios," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 173 (December 2021).

63 A. Hines, "Strategic Foresight: The State of the Art," *The Futurist*, vol. 40, no. 5 (2006).

64 Hines & Bishop.

65 Di Zio, Bolzan & Marozzi.

ثانيًا: السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي

تتبع السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي إجراءً بإرشادات محددة، قد يتنوع فيما يتعلق بالأسئلة وأهداف البحث. وباتباع ترتيب زمني، يمكن استخدام مخرجات السيناريوهات مدخلاتٍ لدراسة دلفي، أو يمكن أن تكون جولات دلفي داعمة لتطوير سيناريوهات مختلفة[66]. يُعرف هذا النهج الثاني بالسيناريوهات المبنية على طريقة دلفي[67] وهو مفيد هنا بوجه خاص؛ لأن طريقة دلفي مثالية لتحديد المتغيرات والاتجاهات الرئيسة وتقييمها[68]. وقد قُدّمَت مراجعة مثيرة للاهتمام لتطبيقات السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، والتحقيق في كيفية دمج طريقة دلفي في عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، مع التركيز على ثلاثة معايير رئيسة: الإبداع، والصدقية، والموضوعية. وبدءًا من خط البحث الذي اقترحه بيشوب وآخرون[69]، فقد حدد المؤلفون ثلاث مراحل يمكن فيها تطبيق تقنيات دلفي: 1. المسح، 2. التنبؤ، 3. مرحلة بناء الرؤية.

في مرحلة المسح، ينبغي مراجعة جميع المعلومات المتعلقة بالقضية محل الدراسة وتاريخها وسياق الدراسة. وفي إطار أفق التخطيط الطويل المدى، يتعيّن على الخبراء تحديد الاتجاهات والتحديات المستقبلية المحتملة، بدءًا من دراسة الأدبيات الموجودة، ما يوفر قدرًا أكبر من الإبداع لهذه العملية. فضلاً عن أن إدراج طريقة دلفي في هذه المرحلة يحلّ بعض التحيزات الإدراكية عمومًا وبعض التحيزات الإدراكية المرتبطة بعملية التواصل التي قد تقود إلى سوء الفهم أو التشوه في الإدراك. ففي الواقع، يمكن أن يؤدي عدم الكشف عن هوية الخبراء المشاركين في العملية إلى تقليل عوائق التواصل أمام المشاركين، ويمكن أن يعزز عملية تكرار تصفية ومراجعة دقة النتائج والتغذية الراجعة أثناء الجولات. وبالنسبة إلى المؤلفين، في مرحلة المسح، يمكن أن يؤدي الجمع بين الطريقتين (توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، وبناء السيناريوهات على طريقة دلفي) إلى تعزيز الإبداع والموضوعية والصدقية لمحركات التغيير محل الدراسة. ومع ذلك، نظرًا إلى أنه في هذه المرحلة يُطلَب من الخبراء مراجعة الأدبيات، والإشارة إلى مجموعة كبيرة من الوثائق حول موضوع الاهتمام أو المشاركة في ورش عمل مختلفة، فإن أحد التحديات الرئيسة هو تقليل الوقت الذي تستغرقه العملية. وللتغلب على هذا التحدي وتبسيط العملية، جرى في السنوات الأخيرة اقتراح أساليب جديدة، فطوّر كايسر وشالا[70] نهجًا جديدًا، بدءًا من استخراج مجموعة بيانات من التغريدات في سياق الموضوعات المرتبطة بالتكنولوجيا، واعتماد رسم خرائط للمفاهيم وطريقة نمذجة الموضوع؛ ما يُسهِّل بناء نظرة عامة سهلة للأدبيات المتعلقة

66 Ibid.; A. Heiko & I. L. Darkow, "Scenarios for the Logistics Services Industry: A Delphi-based Analysis for 2025," *International Journal of Production Economics*, vol. 127, no. 1 (2010), pp. 46-59.

67 Heiko & Darkow.

68 Nowack et al.

69 Bishop et al.

70 V. Kayser & E. Shala, "Scenario Development Using Web Mining for Outlining Technology Futures," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 156 (July 2020).

بالموضوع؛ الأمر الذي يوفّر للخبراء نقاط بداية قيّمة. في الواقع، قام كاليو ودي زيو[71]، اللذان يدرسان مستقبل فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19)، بتطوير تطبيق للطريقة السابقة، واستخراج مجموعة من التخريدات التي تضمنت الموقع الجغرافي، واعتماد استخراج البيانات المكانية غير الخاضعة للرقابة ونمذجة الموضوع للحصول على المزيد من المعلومات حول الموضوع، بما في ذلك التوزيع المكاني لآراء المستخدمين. ويمكن أن تكون هذه الأساليب مفيدة في المراحل الأولى من عملية السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، حيث يمكنها تقليل الوقت اللازم للحصول على الأدبيات، أو توجيه النقد إلى ورش عمل متعددة، حيث يمكن أن يكون لدى الخبراء بالفعل عناصر مهمة تحت تصرفهم ويقررون تحديد العناصر التي سيأخذونها في الاعتبار.

استنادًا إلى نهج نواك وآخرين[72]، يمكن اعتماد طريقة دلفي أيضًا في مرحلة التنبؤ، حيث يمكن أن يقدّم الخبراء الدعم لتحديد وتقييم العوامل الرئيسة ومواضع عدم اليقين وتجنب إمكانية تأجيل القرار بشأن اختيار محركات التغيير التي تؤثر في القضية محل الدراسة من أجل تزويد فريق البحث بها، مع ما يترتب على ذلك من زيادة في الموضوعية. ومع ذلك، كما ذكر نواك وآخرون[73]، يؤدي الإبداع والصدقية هنا دورًا ثانويًا، حيث إن هدف المشاركين هو تحديد الاتجاهات المهمة، وتحديد أولويات فحص محركات التغيير. وأخيرًا، في مرحلة بناء الرؤية، بعد تطوير مجموعة من السيناريوهات، يمكن أن يقيّم الخبراء مدى معقولية السيناريوهات، وإعداد الإجراءات العملية الممكنة للتعامل معها. وفي هذا الصدد، هناك تعزيز للإبداع والصدقية والموضوعية. وفي السنوات الأخيرة، اقترح العديد من المؤلفين مجموعة من دراسات الحالة، واعتمدوا فيها عمومًا النهج التالي: 1. صياغة التوقعات، 2. تحديد فريق الخبراء، 3. تقييم التوقعات السابقة في جولات دلفي، 4. تطوير السيناريوهات. تبنّى كل من كولوت وأورزيس وسارتور ونسيمبيني[74]، الذين يدرسون مستقبل التصنيع، طريقة دلفي لبناء السيناريوهات، وقسموا البحث إلى أربع مراحل، وبدؤوا في تطوير التوقعات من خلال تطبيق تقنية النموذج المفاهيمي ثم اختيار لجنة من الخبراء. بدأ اختيار الخبراء هنا من تحليل قاعدة بيانات (Scopus)، وفهم الشبكات الشخصية المحتمَلة. وبالنسبة إلى الخبراء غير الأكاديميين، فقد أخذوا في الاعتبار "الأفراد الذين يتحملون على الأقل مسؤولية على مستوى المدير في الصناعات الموجودة في النطاق، أو عملهم مع اللاعبين الرقميين ومزودي التكنولوجيا والشركات الاستشارية الرقمية الصغيرة، إضافةً إلى المستشارين في إدارة الشركات". وفي هذه الحالة، جرى تطبيق استطلاع الرأي طبقًا لطريقة دلفي في المرحلة الثالثة، حيث

71 Y. Calleo & S. Di Zio, "Unsupervised Spatial Data Mining for the Development of Future Scenarios: a Covid-19 Application," in: B. Bertaccini, L. Fabbris & A. Petrucci (eds.), *ASA 2021 Statistics and Information Systems for Policy Evaluation: Book of Short Papers of the on-site conference*, vol. 132 (Firenze, Italy: Firenze University Press, 2021).

72 Nowack et al.

73 Ibid.

74 G. Culot et al., "The Future of Manufacturing: A Delphi-based Scenario Analysis on Industry 4.0," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 157 (August 2020).

أُجريت جولتان للحصول على التقارب وتحديد الدوافع والاتجاهات. هذا وقد درس كل من بيبل ورينغبيك وسبنلر[75] عملية "تسليم الميل الأخير"[76] في عام 2040 من خلال تطوير سيناريوهات تعتمد على طريقة دلفي، بدءًا من صياغة التوقعات المستقبلية، مع تنفيذ مراجعة للأدبيات حول القضية، وصياغة مجموعة من التوقعات، والتحقق من صحتها من خلال ورشة عمل الخبراء. وقد أُجري استطلاع دلفي من أجل الحصول على تقارب في الآراء في جولتين، ثم تطوير سيناريوهات مستقبلية تعتمد التحليل النوعي السردي وعملية التجميع، وتحديد متغيرين مختلفين: المعقولية والاتساق. أخيرًا، درس بيدربك وآخرون[77] تأثير كوفيد-19 في النظام البيئي لكرة القدم الأوروبية، وطوّروا السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي، بدءًا من نهج روسمان وآخرين[78]. قسّم المؤلفون الدراسة إلى ثلاث مراحل: 1. تطوير التوقعات، مع ورش عمل مختلفة، وأبحاث مكتبية، ومقابلات مع الخبراء، وجلسات صياغة مع مسودة قائمة التوقعات، 2. اختيار الخبراء على أساس مجموعة غير متجانسة من الخبراء، بما في ذلك المشاركون من خلفيات مختلفة ومن بلدان مختلفة مع مجموعة متنوعة من الجنس والعمر، 3. التحليل، مع الإحصاءات الوصفية، بما في ذلك التحليل النوعي (أي تحليل المحتوى) والتحليل الكمي (الوضع، والقيم المتوسطة الحسابية، والنطاقات الربعية، وتحليل التأثير المتبادَل وما إلى ذلك). أيضًا، قدّم المؤلفون تحليلاً حسابيًا مثل "تحليل المعارضة" وتحليل المشاعر لتطبيق خوارزمية تجميع قواعد البيانات المتداخلة؛ لتطوير السيناريوهات المستقبلية.

وكما رأينا سابقًا، على الرغم من اختلاف طرق التطبيق، فإن العملية تتطلب جهودًا مختلفة، ويمكن استخدام بعض الأساليب الجديدة لتقليل هذه التأثيرات. على سبيل المثال، فإن طريقة دلفي في الوقت الحقيقي، أثناء وقوع الأحداث[79]، هي تطبيق مفيد، يجري تطبيقه على نحو متكرر في سياقات الدراسات المستقبلية لتطوير السيناريوهات المستقبلية. وباستخدام هذا النهج، يمكن الخبراء رؤية اتجاه الاستجابات أثناء وقوع الأحداث من دون انتظار تحليل النتائج من فريق البحث. وبناءً على ذلك، وفي إطارنا المناخي، جرى اقتراح تنفيذ تحليل شبكة التفاعلات مكانيًا بواسطة دي زيو وروزاس ولاميلزا[80] باستخدام تقنية دلفي التي تعتمد على شبكة خبراء يتفاعلون عبر الإنترنت لتحليل تطور قضيةٍ ما في

75 M. Peppel, J. Ringbeck & S. Spinler, "How will Last-mile Delivery be Shaped in 2040? A Delphi-based Scenario Study," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 177 (April 2022).

76 تشير عملية "تسليم الميل الأخير" (Last Mile Delivery) إلى الخطوة الأخيرة من عملية التسليم، عندما يتم نقل الطرد من مركز النقل إلى وجهته النهائية، والتي عادة ما تكون مسكنًا شخصيًا أو متجر بيع بالتجزئة. وهذه هي الخطوة الأكثر أهمية في عملية التسليم، خاصة في التجارة الإلكترونية.

77 D. Beiderbeck et al., "The impact of COVID-19 on the European Football Ecosystem-A Delphi-based Scenario Analysis," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 165 (April 2021).

78 B. Rossmann et al., "The Future and Social Impact of big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi Study," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 130 (2018), pp. 135-149.

79 T. J. Gordon, "Substitution Analysis," *Futures Research Methodology*, vol. 3 (2009).

80 Di Zio, Castillo Rosas & Lamelza.

مكان معيّن أثناء وقوع الأحداث مع دمج آرائهم مع التحليل المحوسَب، وهي معتمدة في عدد قليل من الدراسات، بسبب عدم وجود منصات مخصصة للتحليل المحوسَب. وطبقًا لما انبثق من التجربة، يمكن في سياق الدراسات المستقبلية الجمع بين اعتماد الطريقتين بطرق مختلفة[81]؛ ما يؤدي إلى تحسين جودة المخرجات النهائية[82]. ومع ذلك، فإن هذا المزيج يؤدي إلى أسئلة مفتوحة مختلفة قادمة من الطريقتين. نلخص بعض الأسئلة المفتوحة في طريقة السيناريو المبنية على دلفي في الجدول (1). يجري تناول الأسئلة السابقة وتحليلها بوصفها جزءًا من الدراسة الببليومترية (الكمية الإحصائية) وفي قسم النتائج.

الجدول (1)

الأسئلة المفتوحة في السيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي

الرقم	السؤال	المراجع
1	كيف تقلل من استهلاك الوقت وتزيد من دوافع المشاركين على نحو مرتفع؟	G. Rowe & G. Wright, "The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis," *International Journal of Forecasting*, vol. 15, no. 4 (1999), pp. 353-375; T. J. Gordon, "Energy Forecasts Using a 'Roundless' Approach to Running a Delphi Study," *Foresight*, vol. 9, no. 2 (2007); M. R. Geist, "Using the Delphi Method to Engage Stakeholders: A Comparison of Two Studies," *Evaluation and Program Planning*, vol. 33, no. 2 (2010), pp. 147-154; U. Schmalz, S. Spinler & J. Ringbeck, "Lessons Learned from a Two-round Delphi-based Scenario Study," *MethodsX*, vol. 8 (2021).
2	ما الأساليب الجديدة التي يمكن اعتمادها لاستخراج محركات التغيير الرئيسة مع تجنب استهلاك الوقت؟	M. Nowack et al., "Review of Delphi-based Scenario Studies: Quality and Design Considerations," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 78, no. 9 (2011), pp. 1603-1615; V. Kayser & E. Shala, "Scenario Development Using Web Mining for Outlining Technology Futures," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 156 (July 2020); Y. Calleo & S. Di Zio, "Unsupervised Spatial Data Mining for the Development of Future Scenarios: A Covid-19 Application," in: B. Bertaccini, L. Fabbris & A. Petrucci (eds.), *ASA 2021 Statistics and Information Systems for Policy Evaluation: Book of Short Papers of the on-site conference*, vol. 132 (Firenze, Italy: Firenze University Press, 2021).

81 Kosow & Gassner.

82 Nowack et al.

الرقم	السؤال	المراجع
3	ما عدد الخبراء الذين يجب اختيارهم لتشكيل فريق العمل؟	H. A. Linstone & M. Turoff (eds.), *The Delphi Method* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1975); J. Baker, K. Lovell & N. Harris, "How Expert are the Experts? An Exploration of the Concept of 'Expert' within Delphi Panel Techniques," *Nurse Researcher*, vol. 14, no. 1 (2006); I. Belton et al., "Improving the Practical Application of the Delphi Method in Group-based Judgment: A Six-step Prescription for a Well-founded and Defensible Process," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 147 (October 2019), pp. 72-82.
4	ما الطريقة الجديدة لتحديد الخبراء واختيارهم؟	G. Culot et al., "The Future of Manufacturing: A Delphi-based Scenario Analysis on Industry 4.0," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 157 (August 2020); S. Di Zio, M. Bolzan & M. Marozzi, "Classification of Delphi Outputs through Robust Ranking and Fuzzy Clustering for Delphi-based Scenarios," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 173 (December 2021); M. Peppel, J. Ringbeck & S. Spinler, "How will Last-mile Delivery be Shaped in 2040? A Delphi-based Scenario Study," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 177 (April 2022).
5	ما المناهج التي يمكن استخدامها لقياس درجة الخبرة؟	J. Bedard, "Expertise in Auditing: Myth or Reality?" *Accounting, Organizations and Society*, vol. 14, no. 1-2 (1989), pp. 113-131; J. M. Barroso-Osuna & J. Cabero-Almenara, "La utilizacion del juicio de experto para la evaluacion de TIC: El coeficiente de competencia experta," *Bord on Revista Délelott Pedagogía*, vol. 65, no. 2 (2013), pp. 25-38; L. Devaney & M. Henchion, "Who is a Delphi 'Expert'? Reflections on a Bioeconomy Expert Selection Procedure from Ireland," *Futures*, vol. 99 (May 2018), pp. 45-55; A. Bonaccorsi, R. Apreda & G. Fantoni, "Expert Biases in Technology Foresight: Why they are a Problem and How to Mitigate them," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 151 (2020).

الرقم	السؤال	المراجع
6	ما أفضل أفق زمني لفحص المستقبل؟ وكيف يختاره الباحثون؟	H. Kosow & R. Gassner, "Methods of Future and Scenario Analysis: Overview," *Assessment, and Selection Criteria*, vol. 39 (2008); M. Amer, T. U. Daim & A. Jetter, "A Review of Scenario Planning," *Futures*, vol. 46 (February 2013), pp. 23-40.
7	ما التقنيات والمؤشرات الإضافية التي يمكن تنفيذها في هذه العملية؟	V. Kayser & K. Blind, "Extending the Knowledge Base of Foresight: The Contribution of Text Mining," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 116 (March 2017), pp. 208-215; J. Sossa et al., "Delphi Method: Analysis of Rounds, Stakeholder and Statistical Indicators," *Foresight*, vol. 21, no. 5 (2019); Di Zio, Bolzan & Marozzi.

ثالثًا: الطريقة وجمع البيانات

1. البيانات الببليوغرافية

لتحقيق هدف هذه الدراسة، اعتمدنا التحليل الكمي الإحصائي (الببليومتري) من أجل فهم إنتاج دراسات الحالة العلمية المتعلقة بسيناريوهات تغيّر المناخ المبنية على طريقة دلفي. وفي سياق دراستنا، يسمح لنا التحليل الببليومتري باستكشاف كميات كبيرة من البيانات العلمية والمعرفة العلمية التراكمية وتحليلها، لفهم المزيد عن اتجاهات البحث والاستشهادات وشبكات التعاون والدول الرئيسة والمؤسسات واستكشاف البنية المعرفية في الأدبيات الموجودة[83].

ولتحقيق أهداف دراستنا، نريد أولاً مقارنة عدد الدراسات التي تتبنى توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي في عملية تطوير السيناريوهات المستقبلية في سياق تغيّر المناخ، مع الأخذ في الاعتبار المصطلحات التالية كلماتٍ رئيسةً: "توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي"، "سيناريوهات المستقبل"، و"تغير المناخ". ولكن لتحقيق أهدافنا البحثية، وبمجرد الحصول على النتائج، نقوم بتصفية الأوراق باستخدام المصطلح "دلفي" و"المبني على طريقة دلفي" لتحقيق أهداف الدراسة فحسب، مع اعتماد طريقة دلفي في هذه العملية. وفي هذه الحالة، سيجري تحديد كل موضوع في الملخص و/ أو

83 S. Verma & A. Gustafsson, "Investigating the Emerging COVID-19 Research Trends in the Field of Business and Management: A Bibliometric Analysis Approach," *Journal of Business Research*, vol. 118 (2020), pp. 253-261; M. Aria & C. Cuccurullo, "A Brief Introduction to Bibliometrix," *Journal of Informetrics*, vol. 11, no. 4 (2017), pp. 959-975.

العنوان و/ أو الكلمات الرئيسة للإسهام العلمي، وذلك عن طريق إدخال حرف "و" للحصول على جميع المصطلحات في الورقة نفسها. وقد اتخذ فريق البحث قرار استخدام هذه الكلمات الرئيسة بدلاً من غيرها، وذلك لتشمل مجموعة واسعة من موضوع البحث.

لاستخراج المعلومات الإحصائية ذات الصلة، قمنا أولاً بمقارنة قاعدتَي بيانات علميتَين مستخدمتَين على نطاق واسع في الأدبيات العلمية: (Scopus) و(Web of Science). قررنا استبعاد (Google Scholar) لأنه يقدّم أيضًا نتائج غير منشورة في المجلات العلمية، مثل الصحف الإلكترونية والمجلات غير الخاضعة لمعايير علمية صارمة، وما إلى ذلك، ثم قررنا بعد ذلك استخدام قاعدة بيانات (Web of Science) في آب/ أغسطس 2021؛ لأنها قدمت مساهمات أكثر مقارنة بـ (Scopus) (49 مساهمة مقابل 37). تنتج شركة التحليلات (Clarivate Analytics) قاعدة بيانات (Web of Science)، وتشمل التغطية المتعددة التخصصات 12000 مجلة عالية التأثير، و160000 وقائع مؤتمرات (آخر تحديث هو 24 شباط/ فبراير 2017) مع أكثر من 12 مليون مقال.

عادة، تكون البيانات المتوافرة على قواعد البيانات العلمية عديدة، وتتجاوز في بعض الأحيان آلاف المساهمات، وفي حالتنا، نطبّق التحليل على دراسات الحالة، ولهذا السبب، لدينا عدد قليل من الأوراق البحثية. ومع ذلك، تصبح هذه التقنية مفيدة بالقدر نفسه في سياقنا، لأنها توفّر نظرة عامة منهجية على إطار دراسات الحالة من خلال التحليلات الكمية والتقنيات الإحصائية.

بمجرد استخراج المعلومات العامة، لدينا تفاصيل محددة متاحة لكل مساهمة (على سبيل المثال، العنوان، والملخص، والمؤلفون، وما إلى ذلك)، بتنسيق (BibText). ولاستخراج البيانات ذات الصلة من المصفوفة الخاصة بنا، نستخدم حزمة (Bibliometrix R)[84]، وهي أداة متاحة مجانًا للبيانات الكمية التي يمكن أن تشمل جميع الأساليب الببليومترية الرئيسة، وإجراء التحليل الببليومتري، وبناء مصفوفات البيانات للاقتباس المشترك، والاقتران، وتحليل التعاون العلمي، والتعاون بين البلدان، وتحليل الكلمات المشتركة.

2. تحليل التناظر المتعدد ومسح المستندات ضوئيًا

لإجراء بحثنا، قمنا بتطبيق تحليل التناظر المتعدد (MCA)[85]. وهو يستند على تحليل التناظر (CA). وتُعدّ التقنية الإحصائية المتعددة المتغيرات مفيدة لتلخيص البيانات وإخراجها في مخطط متعدد الأبعاد. وطبقًا لمنطق التحليل المتناظر، عندما يكون هناك متغيرات اسمية (K)، يتوافق كل منها مع مستويات (Jk)، وحاصل جمع مستويات (Jk) يساوي (J). وعلى وجه التحديد، في تحليل التناظر المتعدد، يجري تمثيل البيانات الأصلية في تمثيل إقليدي منخفض الأبعاد، ورسم الكلمات المفتاحية للمستندات، في

84 Aria & Cuccurullo.

85 M. Greenacre & J. Blasius (eds.), *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods* (Florida: CRC Press, 2006).

خريطة ثنائية الأبعاد. ثم يُعمَد إلى خط الكلمات المفتاحية على خريطة ثنائية الأبعاد، حيث يجري أثناء التوزيع بين المستندات المختلفة تحديد أقرب الكلمات بناءً على المسافة بينها.

ونقوم هنا بتنفيذ تحليل تجميعي هرمي للحصول على مجموعات من الإسهامات العلمية المرتبطة بمصطلحات مشتركة، ودمجها مع تحليل شبكة المفاهيم ودلالاتها استنادًا إلى الملخصات لفهم الوجود المشترك للمصطلحات. وبدءًا من هذه النقطة، نمضي قدمًا في مسح محدد لدراسات الحالة، والتحقيق في المنهجيات المستخدمة في دراسة دلفي، بما في ذلك الجمع بين الطريقتين، والجولات، وعدد أعضاء فريق الخبراء وتحديدهم، والأفق الزمني، والتقنيات المستخدمة.

رابعًا: النتائج

يوضّح هذا القسم نتائج التحليل الكمي الإحصائي (الببليومتري)، وينقسم إلى ثلاثة أجزاء: يصف الجزء الأول تحليلاً عامًا للإنتاج العلمي، ويوضح النشاط البحثي السنوي ومعلومات الاستشهادات، في حين يحلل الجزء الثاني معدل الإنتاج العلمي لكل دولة والمراجع الرقمية لبياناتها، وأخيرًا يقدم الجزء الثالث رسمًا بيانيًا متعدد الأبعاد للبيانات التي تحتوي على أكثر من متغيرين مع تحليل المواضيع الرئيسة، واعتماد تحليل التناظر المتعدد والتجميع الهرمي؛ ما يوضح العلاقات الدلالية بين الكلمات الرئيسة القريبة من بعضها في الشبكة. وفي القسم الخامس من هذه الدراسة، ومن أجل مسح جميع المستندات والحصول على رؤية تفصيلية للإسهامات العلمية، نواصل مناقشة النتائج التي حصلنا عليها.

1. النشاط البحثي السنوي

من النتائج الأولى التي جرى الحصول عليها أن عدد الأوراق التي تناقش توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي في سياق تغير المناخ بلغ 5027 ورقة، مع 943 دراسة حالة؛ ما يدل على اهتمام قوي بتطوير السيناريوهات المستقبلية في سياق تغير المناخ. ومع ذلك، اعتمدت 49 دولة فقط طريقة دلفي في مرحلة واحدة أو أكثر؛ ما أدى إلى تشكيل العديد من التصورات (الجدول 2).

ومما سبق وصفه، جرى تحديد 49 دراسة حالة، خلال فترة زمنية قدرها 25 عامًا (1997-2022)، أغلبيتها عبارة عن مقالات (45)، وفصول كتاب (2)، وأوراق متابعة (2). وعُثر على إجمالي 198 مؤلفًا، بمتوسط عدد المؤلفين لكل وثيقة (x = 4). وقد جرت كتابة المساهمات ذات المؤلف الواحد بواسطة 4 مؤلفين مختلفين، بمتوسط عدد وثائق لكل مؤلف (x = 0.251).

من منظور عام للنشاط البحثي السنوي لقاعدة بيانات (Web of Science)، فمن الواضح وجود اتجاه متقلب خلال السنوات، ويبدو أنه بدأ في التحسن فقط في السنوات الأخيرة. وكما هو مُوضَّح في الشكل (1)، نُشرت دراسة الحالة الأولى في عام 1997. وفي الواقع، قبل هذا العام، لم تكن هناك مساهمات جديدة في أيّ إسهام علمي جرى نشره حتى عام 2005. لكن بدءًا من عام 2005، أصبح لدينا وضع متقلب يبدأ

بنشر مقال واحد في عام 2005، مع وضع مستقر حتى عام 2012 (العدد = 4). ومع ذلك، منذ عام 2013، انخفض نشر الإسهامات العلمية بثلاث مقالات في عام 2013، ثم انخفض مرة أخرى في عام 2014. وبعد عام 2014، يبدو للعيان أن الوضع العام بدأ يتحسن، مع زيادة مطّردة في التوقعات الخطية. وفي عام 2017، بلغ الإسهام العلمي ذروته، حيث جرى نشر 7 مقالات، ثم انخفض مرة أخرى في عام 2019، ليصبح العدد 4 منشورات. وفي عام 2020، زادت بـ 6 مقالات منشورة. والخلاصة أن اتجاه الإسهام والنشر العلمي كان متقلبًا وغير متجانس خلال السنوات محل اهتمام الدراسة، ولكنه في الوقت نفسه في تزايد مستمر، وبمعدل نمو سنوي (x = 7.43%) وبمتوسط سنوات النشر يساوي 5.59 سنوات.

بعد أول تحليل للمعلومات الرئيسة للإنتاج السنوي، من الشكل (2)، من الممكن فهم الاستشهادات السنوية لكل سنة على حِدة، ويُعدّ هذا التحليل مهمًا لأنه يُمكّننا من فهم عدد المساهمات المستشهَد بها في المزيد من الأوراق العلمية، وهو أمر مفيد لمراجعة الأدبيات لدينا. وتُظهِر النتائج التي جرى الحصول عليها تصورات متنوعة؛ فبدءًا من عام 2005 يمكننا أن نرى اتجاهًا متزايدًا ببطء، ولكنه متقلب على مر السنين، والذي يبدأ بمتوسط استشهاد واحد، ثم يبلغ الذروة على مدى سنوات مختلفة؛ في 2008 و2011 و2013 و2015، وفي 2019 بمتوسط استشهادات (MeanTCperYear = 8.67)، حيث (TC) = مجموع الاستشهادات. عمومًا، وباعتبار الإنتاج السنوي فلدينا هنا سيناريو متقلب على نحو متزايد.

الجدول (2)

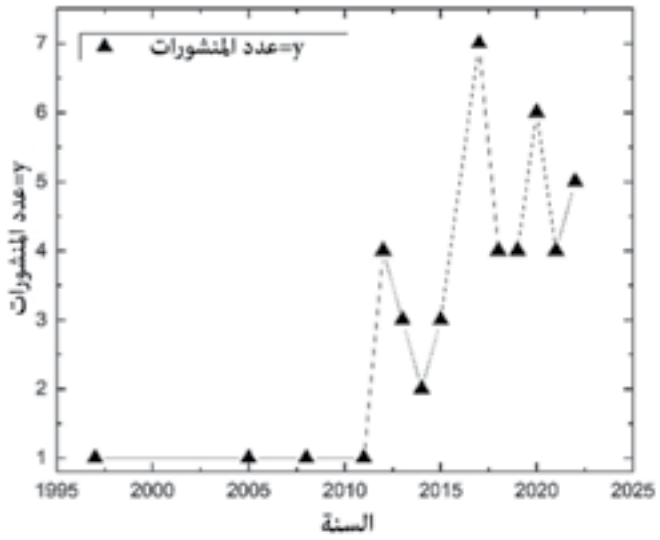
الإسهامات العلمية التي تبنت توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي أو طريقة دلفي لبناء السيناريوهات

الطريقة	التكرار	الفترة الزمنية	المؤلفون	المقالات	أعمال المؤتمر المنشورة	فصول الكتاب
توظيف السيناريوهات	943	2022-1995	450	880	55	8
طريقة دلفي لبناء السيناريوهات	49	2022-1997	198	45	2	2

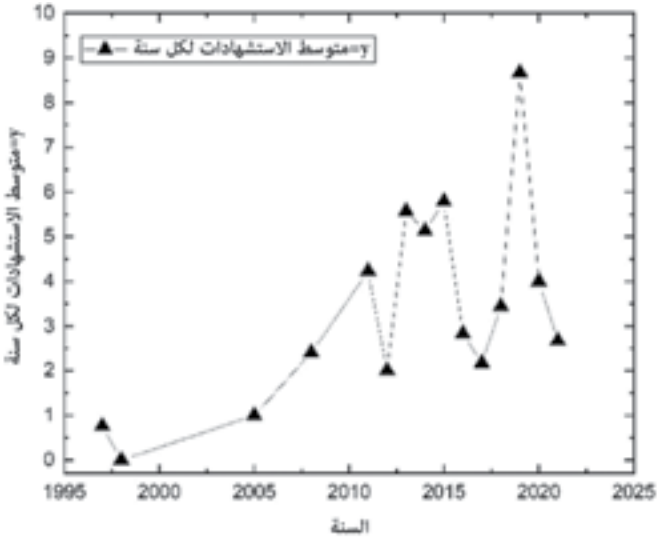
2. النشاط بحسب الدولة

بعد إلقاء نظرة أولية على الأدبيات العلمية السنوية، ننتقل في هذا الجزء إلى عرض نتائج الدول الأكثر إنتاجية وتوضيحها، وكذلك روابط التعاون والتنسيق فيما بينها لتحقيق الأهداف المشتركة باستخدام تحليل التكرارات المطلقة. يتيح لنا تطبيق هذه التقنية الحصول على معلومات مهمة حول مشاركة بعض البلدان في مواضيع المناخ المستقبلية مقارنة بغيرها والتعاون الذي جرى تطويره لتحقيق أهداف

الشكل (1): الإنتاج السنوي العلمي



الشكل (2): معدل الاقتباس لكل سنة



مشتركة بين مختلف البلدان الواقعة في قارات مختلفة. وانطلاقًا من النتائج التي جرى الحصول عليها، ننتقل إلى مناقشة الدول الخمس الأكثر إنتاجية من خلال دراسة دوافع المناقشة وموضوعاتها.

واستنادًا إلى تلك النتائج، فقد أنتجت المملكة المتحدة أكبر عدد من دراسات الحالة بواقع 36 دراسة حالة. وطبقًا للمؤشرات الواقعية، ونتيجةً لتغير المناخ، فقد زاد هطول الأمطار ودرجات الحرارة وسطوع الشمس في المملكة المتحدة. يزعم بعض العلماء أنه على مدار 30 عامًا، أصبحت المملكة المتحدة أكثر دفئًا بنسبة 0.9 درجة، وأكثر رطوبة بنسبة 6 في المئة، ويقدّر أن 3400 شخص ماتوا بسبب ارتفاع درجات الحرارة في الأعوام 2016-2019[86].

قدّمت كوريا الجنوبية 30 ورقة، ومن النتائج الآخذة في التشكل، تنتشر المزيد والمزيد من التحديات بسبب تغير المناخ، وتقوم العديد من الدول بتطوير مشاريع تخطيط مستقبلية لمحاربته. ويُعدّ تغير المناخ أحد التهديدات الرئيسة في كوريا الجنوبية الذي أدى إلى أحداث مناخية مختلفة لها عواقب اجتماعية واقتصادية وإنتاجية وثقافية. وقد جرت دراسة العديد من العوامل، بما في ذلك درجة الحرارة السنوية وكمية هطول الأمطار. ووفقًا لمؤشر الأداء البيئي، تحتل كوريا الجنوبية المرتبة 173 من بين 180 دولة من حيث الجودة في المنطقة، حيث يتعرض أكثر من 50 في المئة من السكان لاستنشاق كثيف للغبار الناعم. نحن نعلم في الواقع أن كوريا الجنوبية لديها العديد من القوانين البيئية، مع قيود مختلفة على الانبعاثات، وعلى استعمال الأراضي الواقعة في نطاق الأحزمة الخضراء، ومع ذلك، فهي في الواقع واحدة من أكثر الدول تلوثًا في العالم من حيث جودة الهواء[87]. ولهذه الأسباب، أُجريت العديد من الدراسات بمشاركة خبراء لمنع الكوارث المستقبلية.

وبالانتقال إلى الجزء الأوروبي الشمالي، تساهم فنلندا في النقاش حول تغير المناخ من خلال 25 دراسة. ونحن نعلم من خلال المجتمع العلمي الاهتمامات البحثية لفنلندا في سياق تغير المناخ[88]، التي يعكسها الواقع العملي؛ فهناك تركيز بيئي كبير، مع تطوير استراتيجيات وسياسات جديدة لمكافحة مشاكل المناخ منذ ظهور القانون الذي دخل حيز التنفيذ في 1 حزيران/ يونيو 2015. وفي هذا الصدد، يذهب العلماء[89] إلى أنه يجب على فنلندا خفض انبعاثات الغازات التي تساهم في الاحتباس الحراري بنسبة 80 في المئة على الأقل بحلول عام 2050 مقارنةً بمستويات عام 1990، وإلا سترتفع درجات الحرارة وهطول الأمطار وسيرتفع مستوى سطح البحر في بحر البلطيق؛ ما يؤدي إلى انخفاض الغطاء الجليدي الشتوي.

86 M. Cotton & E. Stevens, "Mapping Discourses of Climate Change Adaptation in the United Kingdom," *Weather, Climate, and Society*, vol. 11, no. 1 (2019), pp. 17-32.

87 C. C. Lim et al., "Mapping Urban Air Quality Using Mobile Sampling with Low-cost Sensors and Machine Learning in Seoul, South Korea," *Environment International*, vol. 131 (2019).

88 T. R. Carter & S. Kankaanpaa, "A Preliminary Examination of Adaption to Climate Change in Finland," *SYKE-JULK*, no. 640, The Finnish Environment Institute (2003).

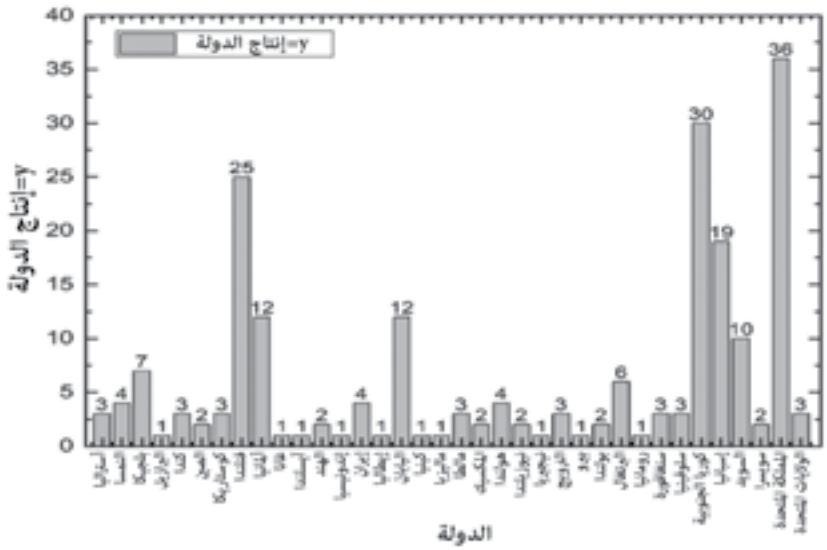
89 M. Forsius et al., "Impacts and Adaptation Options of Climate Change on Ecosystem Services in Finland: A Model Based Study," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 5, no. 1 (2013), pp. 26-40.

وفي سياق الإنتاج العلمي، تساهم إسبانيا بـ 19 دراسة، وفي هذا تطوّر سيناريوهات لمخرجات مهمة على صعيد أطر العمل البيئية والمناخية، كما سنرى لاحقًا في تحليل عمليات التعاون والتنسيق بين الدول لتحقيق الأهداف المشتركة. وما يثير القلق بوجه خاص على أرض الواقع، وطبقًا لما أعلنه الاتحاد الأوروبي، هو أن متوسط درجة الحرارة في إسبانيا في عام 2020 بلغ 1.7 درجة مئوية، وهو ما زاد زيادة كبيرة على مر السنين، وكان أعلى كثيرًا مما كان عليه في نهاية عام 1900. تقول وكالة البيئة الأوروبية (EEA) ومركز الأبحاث المشترك (JRC)، إن إسبانيا هي واحدة من الدول الأكثر عرضة لتغير المناخ في أوروبا، حيث تسارع معدل الاحترار في العقود الأخيرة، فزاد بمعدل تراكمي قدره 1.3 درجة في 60 عامًا.

تحتل اليابان الدولة الخامسة من حيث الإسهامات العلمية بـ 12 مساهمة. وبما أنها تكافح تغير المناخ بصعوبة بالغة، حيث ارتفعت درجات الحرارة وهطول الأمطار ارتفاعًا كبيرًا قبل عام 2020، فقد نُشر العديد من الدراسات. وتؤكد بعض التوقعات أن درجات الحرارة في اليابان سترتفع في المستقبل بنحو 4 درجات، ما سيؤدي إلى كوارث بيئية محتملة (الشكل 3).

بعد التحليل الأول، ننتقل إلى تحليل التعاون والتنسيق بين الدول لتحقيق الأهداف المشتركة لفهم المزيد عن العلاقة بين الدولة الرئيسة والدولة التابعة. ومما ظهر، فإن معظم الروابط هي بين إسبانيا والبرتغال، بعدد مساهمات = 4. وقد ساهمت فنلندا وألمانيا، وفنلندا وإسبانيا، والمملكة المتحدة ونيوزيلندا، والمملكة المتحدة وإسبانيا، بعملين حول هذا الموضوع. في حين تعاونت الدول المتبقية مرة واحدة فقط

الشكل (3): النشاط بحسب الدولة



مع الدول الأخرى. ومن ناحية أخرى، إذا نظرنا إلى روابط التعاون العامة، يمكننا أن نرى بعض النتائج المختلفة، الموضحة في الجدول (3).

الجدول (3)

الإسهامات العلمية بحسب الدولة

الدولة	العدد الإجمالي
أستراليا، آيسلندا، كوريا، المكسيك، هولندا، سلوفينيا، الولايات المتحدة	1
كوستاريكا، إيران، إيطاليا، مالطا، نيوزيلندا، البرتغال، رومانيا، السويد	2
بلجيكا	4
كينيا	12
النمسا، البرازيل، ألمانيا، غانا، إندونيسيا، اليابان، ماليزيا، النرويج، بيرو، سنغافورة	14
كندا، فنلندا	15
إسبانيا	17
المملكة المتحدة	22

وكانت الدولة التي تتعاون وتنسق لتحقيق أهداف مشتركة على نحو متكرر مع دولة أخرى على الأقل هي المملكة المتحدة، بإجمالي 22 تعاونًا، مقارنة بإسبانيا بإجمالي 17 تعاونًا، وكندا وفنلندا بإجمالي 15 تعاونًا، والنمسا والبرازيل وألمانيا وغانا وإندونيسيا واليابان وماليزيا والنرويج وبيرو وسنغافورة بإجمالي 14 إسهامًا.

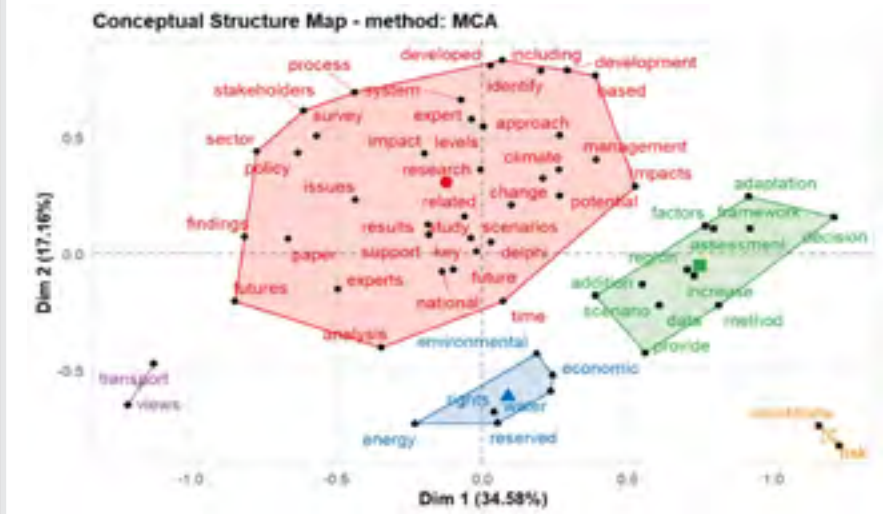
3. التحليل العاملي وخريطة المواضيع

بعد إلقاء نظرة عامة أولية على النشاط البحثي، يهدف هذا الجزء إلى تجميع الموضوعات الرئيسة للوثائق من أجل الحصول على منظور عام - وفوري - لإطار العمل المدروس. ولتحقيق هدفنا، قمنا هنا بتطبيق التحليل العاملي وتحليل شبكة الوجود المشترك/ المتزامن. أما بالنسبة إلى تصوير خريطة البنية المفاهيمية، فقد قررنا الاعتماد على ملخَّصات المؤلفين، بما يسمح بعرض النتائج على المستوى الثنائي الأبعاد لتحليل التناظر المتعدد. لقد قررنا تطبيق التقنية على الملخص باستثناء الكلمات الرئيسة

للمؤلفين، لأنه مع هذا النهج لا تظهر الكلمات الرئيسة المستخدَمَة في الاستخراج الأولي في النتائج؛ ما يؤدي إلى نتائج أكثر تفصيلاً.

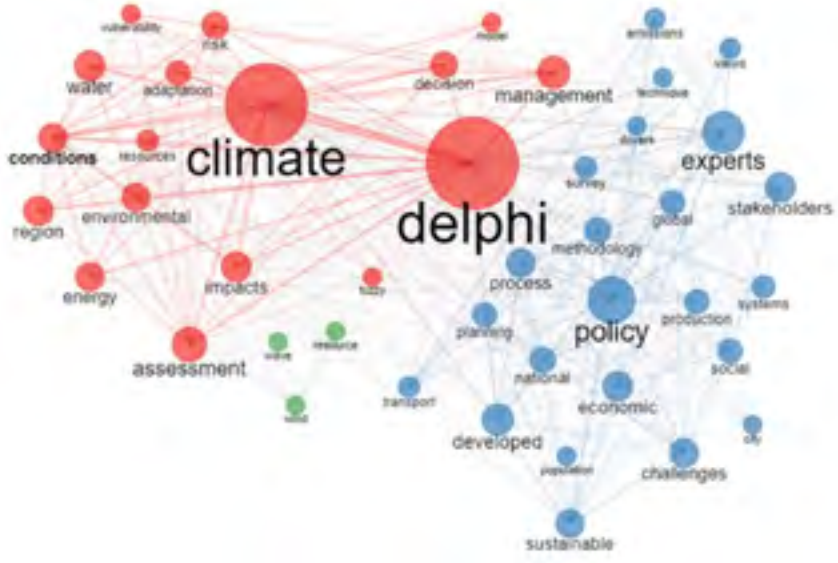
تُعدّ النتائج المُتحصَّل عليها مهمة. ومن وجهة نظر عامة، فالبعد الأفقي يفصل بين المصطلحات المتصلة بالسيناريوهات المستقبلية وطريقة بنائها، وبين كلمات الطاقة، مع تباين بنسبة 34.58 في المئة. في حين أن البعد الثاني يفصل بين السياسات وسياقات صنع القرارات وبين التقييم والتكيف (ينظر الشكل 4).

الشكل (4): مخرجات تحليل نمط العلاقات بين المتغيرات التابعة في فئات مختلفة



ومن التجمع الهرمي، تظهر مجموعات مهمة يمكننا التعرف إليها من خلال اللون الأحمر والأخضر والأزرق والبنفسجي والأصفر. أما في المجموعة الحمراء، فيمكننا وصف مصطلحات مختلفة، وفي الربع الأول لدينا كلمات تتعلق بسياق اتخاذ القرار، خاصةً التي تحيل إلى طريقة دلفي، وإشراك الخبراء وإدارة المسوحات، وهي موضوعات مهمة جرت مناقشتها على نطاق واسع في الأدبيات العلمية في السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي. أما في الربع الثاني، فلدينا مصطلحات تتعلق بسيناريوهات تغيّر المناخ وإدارة التأثيرات الطويلة المدى، وهي مهمة للتنبؤ بالمستقبل في السياقات البيئية. ومن ناحية أخرى، في الربعين الثالث والرابع، هناك مصطلحات مختلفة تتعلق بالمستقبل الوطني وتحليله.

الشكل (5): تحليل شبكة المفاهيم ودلالاتها من الملخصات العلمية



في المجموعة الثانية (باللون الأخضر)، جرى تحديد المنطقة بالربعين 3 و4، وفي المجموعة الأولى لدينا موضوعات تتعلق بسياق صنع القرار مع التركيز أكثر على التقييم والتكيف ("التقييم"، "التكيف" و"القرار")، كما يُناقَش المزيد من المصطلحات المتعلقة بالمنهجية والبيانات في الربع الرابع. وترتبط المجموعة الزرقاء التي تضم الربعين الثالث والرابع بالمجالات الاقتصادية والبيئية والطاقة، ما يدل، كما سنرى لاحقًا، على اهتمام بالغ بتطوير السيناريوهات المستقبلية فيما يتعلق بمنسوب المياه ومخاطر الفيضانات. وأخيرًا، أنتج التحليل مجموعتين صغيرتين، إحداهما تتعلق بظروف المخاطر (ينظر المجموعة الصفراء)، والأخرى تتعلق بموضوع النقل (ينظر المجموعة البنفسجية).

يعتمد تحليل شبكة الوجود المشترك/ المتزامن على الملخصات الموضّحة في الشكل (5) والتي تسلّط الضوء على الروابط والعلاقات بين الكلمات الرئيسة. وكما هو واضح، فهناك ثلاث مجموعات متصلة: المجموعة الحمراء تصور موضوعات مختلفة مترابطة: 1. العقدة المركزية "دلفي"، وهي متصلة بكلمات مفتاحية مختلفة، بما في ذلك "القرار" و"الإدارة" و"النموذج" و"غير واضح"، 2. من ناحية أخرى، ترتبط عقدة "المناخ" بمواضيع بيئية مختلفة، بما في ذلك الطاقة والتأثيرات، واستدامة المياه، والمخاطر ومكامن الضعف.

في حين تصور المجموعة الزرقاء موضوعين مختلفين: 1. تطوير السياسات، مع متغيرات فرعية مختلفة مثل الاقتصادية والاجتماعية ووسائل النقل والعامل السكاني والاستدامة، 2. ترتبط عقدة الخبراء بكلمات

مفتاحية مختلفة، بما في ذلك الفاعلون، وتحديد محركات التغيير في الاستطلاع وتنفيذ وجهات النظر والتقنيات في العملية. أما المجموعة الثالثة (المجموعة الخضراء) فتتعلق بالكلمات المفتاحية المتعلقة بالبيئة، بما في ذلك "الرياح" و"الموجة" و"الموارد"، وترتبط بتأثيرات تغير المناخ، وتخطيط السياسات المختلفة لتجنب التهديدات المستقبلية.

خامسًا: مناقشة النتائج

أتاحت لنا النتائج التي جرى التوصل إليها سابقًا الحصول على نظرة عامة على الإنتاج العلمي، وفهم الموضوعات الرئيسة التي تناولها العلماء؛ حتى يتسنى لنا تشكيل نظرة أولية للأدبيات العلمية. في هذا القسم، ركزنا على إدارة العملية المبنية على طريقة دلفي، واقترحنا مراجعة لمراحل دراسات الحالة التي بين أيدينا، مع اهتمام خاص بالمنهجيات والطرائق المستخدمة. وعلى وجه التحديد، قمنا بتحليل الجمع بين الطريقتين، وفهم أين يجري اعتماد طريقة دلفي في تطوير السيناريوهات المستقبلية والتقنيات المستخدمة في الجولات المختلفة، ثم ناقشنا اختيار الخبراء وحجم العينة. علاوةً على ذلك، أولينا اهتمامًا خاصًا لاختيار الأفق الزمني والتقنية المستخدمة لتنفيذ مخرجات السيناريو النهائية. تهدف نتائج هذا التحليل إلى إنتاج نظرة عامة على أفضل الممارسات التي يمكن استخدامها للسيناريوهات المستقبلية المبنية على طريقة دلفي في سياقات تغير المناخ.

1. توليفة من الطرائق

إن الجمع بين الطريقتين مرن، لأنه يسمح عمومًا بتطبيق طريقة دلفي في مرحلة واحدة أو أكثر من مراحل توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي. وفي سياق التطبيق الخاص بنا، طبّق معظم المؤلفين طريقة دلفي في المراحل الأولى من العملية، من أجل إنجاز أول عملية تحديد التوقعات والاتجاهات. على سبيل المثال، في عمل ريكونن[90]، كانت طريقة دلفي مفيدة في تطوير "سيناريوهات مصغرة" للزراعة المستقبلية في فنلندا، مع الأخذ في الاعتبار البيانات التاريخية المناخية، ثم المضي قدمًا في جولات دلفي، التي تصف السيناريو الأمثل والسيناريو الأسوأ المرتبطين بالموضوع.

في عام 2012، قام بيلوسلافو وغريبنك بدمج كل من مجموعة دلفي، وعملية التحليل الهرمي، ورسم الخرائط الديناميكية لعلاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم؛ من أجل تطوير سيناريو إنذار مرتبط بالمناخ. يعتمد النموذج على رسم خرائط إدراكية (النماذج العقلية) المرتبطة بـ 28 عاملاً، مع عاملَين مستقلَين (أي الوعي البشري ومستوى المعيشة)، وهو مفيد لتطوير سيناريوهات مستقبلية يتم تنفيذها مع تطبيق طريقة رسم خرائط لعلاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم ورسم خرائط ديناميكية لعلاقات التأثير المتبادَل

90 P. Rikkonen, "Scenarios for Future Agriculture in Finland: a Delphi Study Among Agri-food Sector Stakeholders," *Agricultural and Food Science*, vol. 14, no. 3 (2005), pp. 205-223.

بين المفاهيم[91]. كما قام بيلوسلافو وغريبنك بدمج مسح دلفي في عملية توظيف السيناريو للتخطيط الاستراتيجي للطاقة المتجددة في الصين، وبدآ أولاً بفهم التوقعات الرئيسة من نتائج الجولات، باستخدام مخطط مفاهيمي للعلاقة السببية المحتملة، ثم وصف السيناريوهات باستخدام منطق حدسي. اعتمد المؤلفان أسلوب السرد، واصفَين 5 سيناريوهات: 1. السيناريو الأمثل للبلاد، 2. السيناريو الأفضل والأمثل للصناعة المتجددة، 3. السيناريو المعتدل لدورة اقتصادية إيجابية، 4. السيناريو الأسوأ في ظل السياسات المُتَّبعَة، 5. السيناريو الأسوأ. وقد قدَّم داجوستينو وآخرون[92] دراسةَ حالةٍ مهمة، اعتمدت "نهجًا ثلاثي المراحل قائمًا على تحديد وتحليل الفاعلين/ المؤثرين في صناعة القرار". في المرحلة الأولى، يُستخدم تحليل دلفي لتحديد "القيود الرئيسة" على إدارة المياه، ومن ثم تطبيق طريقة رسم خرائط لعلاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم بهدف توظيف النماذج العقلية للفاعلين من أجل توصيف العلاقة المفاهيمية والسببية للتوقعات. وفي هذه الحالة، تُصاغ السيناريوهات من خلال تطبيق تمرين التنبؤ العكسي. وقد طوَّر ليماتاينين وآخرون[93] سيناريوهات مستقبلية لانبعاثات الكربون من عملية النقل البري للبضائع في فنلندا، باستخدام طرق دلفي لجمع العوامل والمؤشرات، ثم استخدام تحليل المجموعات العنقودي لبناء ستة سيناريوهات باستخدام نهج سردي. في حين استخدم ميلاندر وآخرون[94] السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي لتحليل مستقبل نقل البضائع في السويد، إضافة إلى إدارة مسح دلفي بناءً على الاحتمالية والتأثير والاحتمالية مع الجاذبية لمختلف محركات التغيير الرئيسة المحدَّدة مسبقًا.

وفي إطار الجمع بين الطريقتين، أخذ عدة مؤلفين في الاعتبار البيانات المفتوحة/ المتاحة للجميع في هذه العملية. فقد حلَّل جون وآخرون[95] البيانات الرقمية المتعلقة بمخاطر الفيضانات في كوريا الجنوبية، وفي هذه الحالة، جرى استخدام توقعات دلفي لتحديد جميع المتغيرات الوسيطة على نحو موضوعي في الجولة الأولى، ثم إعطاء أوزان للقيم في الجولتين الثانية والثالثة. وبعد ذلك، تم إجراء عملية توحيد قياسي للبيانات وإعادة ترتيبها باستخدام طريقة الحد الأدنى - الحد الأعلى، ثم وزن القيم باستخدام مثلث الأرقام التقريبية (TFN). وعلاوة على ذلك، قاموا بقياس مخاطر الفيضانات باستخدام تقنية ترتيب التفضيلات المتشابهة بمطابقتها مع الحلول المثالية (Fuzzy TOPSIS)، ومقارنة التصنيفات

91 Z. Chen et al., "Sustainable Supplier Selection for Smart Supply Chain Considering Internal and External Uncertainty: An Integrated Rough-fuzzy Approach," *Applied Soft Computing*, vol. 87 (2020).

92 D. D'agostino et al., "Multi-stakeholder Analysis to Improve Agricultural Water Management Policy and Practice in Malta," *Agricultural Water Management*, vol. 229 (2020).

93 H. Liimatainen et al., "Decarbonizing Road Freight in the Future: Detailed Scenarios of the Carbon Emissions of Finnish Road Freight Transport in 2030 Using a Delphi Method Approach," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 81 (2014), pp. 177-191.

94 L. Melander et al., "Future Goods Transport in Sweden 2050: Using a Delphi-based Scenario Analysis," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 138 (2019), pp. 178-189.

95 K. S. Jun et al., "A Fuzzy Multi-criteria Approach to Flood Risk Vulnerability in South Korea by Considering Climate Change Impacts," *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 4 (2013), pp. 1003-1013.

باستخدام تقنيات تحليل القرار المتعدد المعايير (MCDM) من أجل تطوير السيناريوهات الأربعة ذات الارتباط بالمخاطر. طبَّق كيم وآخرون[96] مسح دلفي في الحصول على قائمة المتغيرات والبيانات الفعلية والأوزان، وتقييم مدى الضعف بناءً على قواعد بيانات البيانات الكمية. وأخيرًا، اعتمد بيلي وآخرون[97] منهجية تبدأ من تقدير الانبعاثات المحلية لعام 2005، باستخدام قواعد البيانات المناخية، من أجل تطبيق نهج التنبؤ والتنبؤ العكسي، إضافة إلى إقامة ورشة عمل. في هذه الحالة، وبعد ثلاث جولات من دلفي، يجري تطوير السيناريوهات فقط بعد إقرارها في ورشة العمل.

في مجموعة البيانات الخاصة بدراستنا، جرى أيضًا اعتماد طريقة دلفي في المراحل الأخيرة لتطوير السياسات (تحويل السيناريو إلى توصيات عملية). وفي دراسة حديثة جالبة للاهتمام نشرها أنتونيلي وآخرون[98]، استخدم العلماء دلفي باعتبارها "فاحصًا" للاتجاهات التي ستشكّل مستقبل نظام الأغذية الزراعية في البحر الأبيض المتوسط. وفي الجزء الثاني من الدراسة، اعتمدوا مصفوفة مجموعة بوسطن الاستشارية (BCG)، لفهم تدخلات السياسة، وفهم مدى الرغبة والجدوى بناءً على أحكام جولات دلفي. في هذا السياق، يصور علي زاده وآخرون[99]، "محاور عدم اليقين" التي ظهرت في الجولات من أجل استخدام تعليقات الخبراء من اللجنة لاستخلاص السيناريوهات باستخدام نهج شبكة الأعمال العالمية (GBN) كما يلي: 1. تحديد القضية التي علينا استكشافها، 2. استكشاف العوامل ومحركات التغيير التي تؤثر في القضية المحدَّدة، 3. بناء السيناريوهات عبر فحص تأثير العوامل ومحركات التغيير، 4. تحديد التداعيات العملية على الواقع القائم لكل سيناريو.

2. عدد الجولات

من منظور عام، ذكرت معظم دراسات الحالة التي جرى تحليلها عدد الجولات في العملية. وصل المتوسط الإجمالي لعينتنا إلى إجماع في جولتين من دلفي، ومع ذلك، لم تجد جميع الحالات إجماعًا في جولتين، ولهذا السبب، جرى تطبيق جولة أخرى (الجدول 4).

قدَّم بيجمان وآخرون[100] دراسة مثيرة للاهتمام حول مستقبل إزالة الغابات وتدهورها نتيجة لتغير المناخ، متسائلين عن المنهجية التي يجب استخدامها لاختيار عينة من الخبراء. وفي هذا الصدد، ومن

96 H. G. Kim et al., "Finding Key Vulnerable Areas by a Climate Change Vulnerability Assessment," *Natural Hazards*, vol. 81 (2016), pp. 1683-1732.

97 R. Bailey et al., "Exploring a City's Potential Low Carbon Futures Using Delphi Methods: Some Preliminary Findings," *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 55, no. 8 (2012), pp. 1022-1046.

98 M. Antonelli et al., "The Future of the Mediterranean Agri-food Systems: Trends and Perspectives from a Delphi Survey," *Land Use Policy*, vol. 120 (September 2022).

99 R. Alizadeh et al., "An Integrated Scenario-based Robust Planning Approach for Foresight and Strategic Management with Application to Energy Industry," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 104 (March 2016), pp. 162-171.

100 A. Begemann et al., "Quovadis Global Forest Governance? A Transdisciplinary Delphi Study," *Environmental Science & Policy*, vol. 123 (September 2021), pp. 131-141.

أجل تحديد الخبراء، يجري تخصيص الجولة الأولى للمقابلات المنظَّمة وستة اختبارات مسبقة للمقابلات من أجل جمع وتصنيف معرفة الخبراء ودرجة خبرتهم منهجيًا. في حين اعتمدت سوريا لارا وبانيستر[101] طريقة دلفي التقليدية من أجل استخلاص التوقعات المستقبلية حول قطاع النقل في الأندلس (إسبانيا)، وتتميز الجولة الأولى بتبادل وجهات النظر بين المشاركين مع عدم الكشف عن أسمائهم، وفي الجولة الثانية، يمكن المشاركين مراجعة وجهات النظر الأولية بناءً على التغذية الراجعة من الجولة الأولى.

ونجد في الورقة التي نشرها علي زاده وآخرون[102] دراسة حالة تهدف إلى تطوير سياسات محدَّدة لصناعات الطاقة، استخدموا فيها جولتين من دلفي، وطبّقوا تقنيات مختلفة بما فيها إدارة الاستبيانات عبر البريد الإلكتروني. ومن أجل تطوير السيناريوهات المستقبلية، جرى تطبيق تحديد "معايير عدم اليقين" في الجولة الأولى من أجل استخلاص محركات التغيير ذات الصلة، وفي الجولة الثانية، اعتُمد تحليل التأثير المتبادل (CIA) لشرح وتفصيل محركات التغيير التي جرى تحديدها، من أجل فهم درجة تأثيرها. وكما ذكرنا سابقًا، طبّقت بعض الدراسات طريقة دلفي الثلاثية الجولات لسببين رئيسين، الأول هو أنه في معظم الأحيان لم يجرِ التوصل إلى توافق في الآراء، وخلافًا لذلك وفي حالات أخرى كانت الجولة الأخيرة مفيدة لتحسين العملية وتطوير سياسات مستقبلية. وطبقًا لهذه المواضعات، اقترح داجوستينو وآخرون[103]، دراسة مبنية على طريقة دلفي لتحسين سياسة وممارسات إدارة المياه الزراعية في مالطا، بدءًا من رسم خرائط لعلاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم واستبيان عبر الإنترنت من غير الكشف عن أسماء المشاركين، يتضمن ورشة عمل مع الفاعلين المؤثرين في صناعة سياسات مستقبلية جديدة.

ومما اتضح لنا، فقد جرى اختيار عدد الجولات في المراحل المبكرة. وكدليل عملي، فقد طوّر سايتو وآخرون[104] سيناريوهات مستقبلية لتقييم رأس المال الطبيعي وخدمات النظام البيئي في اليابان في عام 2050، وذلك بتطبيق جولتين من دلفي إضافة إلى عقد ورشة عمل. ومن ناحية أخرى، استكشف تابيو وآخرون[105] مستقبل الطاقة في المزارع في عام 2030 ضمن نموذج دلفي من جولتين، أولاً باستخدام استبيانات ومقابلات من غير الكشف عن أسماء المشاركين، ثم من خلال إدارة استبيان عبر الإنترنت. وأخيرًا عقدوا ندوة مع الفاعلين المؤثرين في صناعة السياسات تهدف إلى تطوير السياسات الممكنة.

عادةً، لا تتجاوز دراسة دلفي ثلاث جولات، وقد أدرج بعض المؤلفين ورش العمل والمقابلات النهائية بوصفها جولة من العملية. ومع ذلك، في هذه الدراسة، نشير إلى الجولات باسم "جولات مراجعة

101 J. A. Soria-Lara & D. Banister, "Participatory Visioning in Transport Backcasting Studies: Methodological Lessons from Andalusia (Spain)," *Journal of Transport Geography*, vol. 58 (January 2017), pp. 113-126.

102 Alizadeh et al.

103 D'agostino et al.

104 O. Saito et al., "Co-design of National-scale Future Scenarios in Japan to Predict and Assess Natural Capital and Ecosystem Services," *Sustainability Science*, vol. 14, no. 1 (2019), pp. 5-21.

105 P. Tapio et al., "Pump, Boiler, Cell or Turbine? Six Mixed Scenarios of Energy Futures in Farms," *Futures*, vol. 88 (April 2017), pp. 30-42.

وتحسين جودة ودقة النتائج" (على سبيل المثال، المراجعة الأولى للاستبيان والتحليل الأولي، والمراجعة الثانية للاستبيان). وكتطبيق عملي، درس ستيفنسون وآخرون[106] المستقبل المحتمَل لنظام النقل في نيوزيلندا، من خلال ثلاث جولات من دلفي. في الجولة الأولى، طُلب من المشاركين في دلفي سلسلة من الأسئلة المفتوحة من أجل استكشاف وجهات نظرهم فيما يتعلق بالاتجاهات. وفي الجولة الثانية، طُلب منهم ترجيح احتمالية الاتجاهات والابتكارات والتغيرات السابقة التي يمكن أن تحدث في نظام النقل في نيوزيلندا على المدى الطويل. وفي الجولة الثالثة، طُلب من أعضاء اللجنة الإجابة، على مقياس ليكرت، عن مستوى اتفاقهم مع بيانات النص الحر المختارة من الجولة الثانية. وفي الجولة الثالثة، دعوا أيضًا لجنة دلفي لترشيح ثلاثة اتجاهات وابتكارات وتغييرات تدريجية للتدخلات التي أُخذت في الاعتبار فعلاً. وأخيرًا، اختار الخبراء المجالات العشرة ذات الأولوية القصوى ووصفوا التدخلات الممكنة التي نُظر فيها سابقًا.

الجدول (4)

عدد جولات مراجعة جودة النتائج ودقتها

عدد الجولات	العدد الإجمالي
2	38
3	11

كما طوّر هوبكنز وآخرون[107] منظورًا إضافيًا. وفي الواقع، اعتمد المؤلفون ثلاث جولات من دلفي من أجل تطوير سيناريوهات مستقبلية في سياق النظم البيئية البحرية لتغير المناخ، مضيفين مجموعة تركيز جولةً رابعة من أجل تشجيع المشاركين لإنتاج مساهمات جماعية بدلاً من الأفكار الفردية. ومما جرى وصفه حتى الآن، فإن دراسات الحالة للأدبيات المستخرجة متجانسة مع 38 مساهمة اعتمدت جولتَي دلفي، و11 مساهمة اعتمدت بدلاً من ذلك ثلاث جولات.

3. الباحثون المشاركون: تحديد عينة مهمة

يضطلع الخبراء بدور رئيس في السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، حيث يمكن أن يكونوا أكاديميين أو فاعلين مؤثرين في صناعة القرار وخبراء في الموضوع. وكما جرى اعتماده في بعض الدراسات، يمكن أيضًا مشاركة المواطنين في العملية. ومما سبق، يصبح تحديد الخبراء أمرًا ضروريًا، حيث إن مخرجات السيناريو ستعتمد على درجة خبرة أعضاء اللجنة. ومن هذا المنطلق، أنتجت الأدبيات العلمية آراءً

106 J. Stephenson et al., "Deep Interventions for a Sustainable Transport Future," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 61 (2018), pp. 356-372.

107 C. Hopkins et al., "Navigating Future Uncertainty in Marine Protected Area Governance: Lessons from the Scottish MPA Network," *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 207 (2018), pp. 303-311.

مختلفة بشأن عدد الخبراء الذين سيجري إشراكهم، إضافة إلى نوعيتهم، وفي هذا الجزء، تحققنا من اختيار العلماء من عينة الخبراء المختارين وتقييم خبراتهم (الجدول 5).

استنادًا إلى نظرة أولية، تُظهِر النتائج قرارات مختلفة في اختيار الخبراء، حيث اعتمد كل إسهام علمي أساليب مختلفة في تحديد حجم العينة، فقد اقترح ريكونن وآخرون[108] فريقًا من الباحثين يقومون بمهماتهم على مدار جولتين من أجل تحديد مسارات الانتقال إلى مستقبل الطاقة المتجددة، بمشاركة 67 من الفاعلين المؤثرين في صناعة القرار في الجولة الأولى. وفي الجولة الثانية، انخفض معدل الحضور، ويؤكد المؤلف أنه لم يتلقّ إلا 21 إجابة على 100 رسالة بريد إلكتروني. وكما وصف المؤلفون، فإن التحدي الأول المفتوح في السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، كما في جميع العمليات التشاركية، هو ضيق الوقت لدى الخبراء؛ لأنهم لا يملكون الوقت الفعلي للإجابة على المقابلات أو الاستبيانات، وفي كثير من الأحيان، يغادرون العملية في الجولة الثانية. وقام بيجمان وآخرون[109] بدراسة التوجهات المستقبلية المحتمَلة لتقييم إدارة الغابات العالمية في عام 2030، شارك فيها 38 ممارسًا وباحثًا في الجولة الأولى، و32 في الجولة الثانية.

في حين ضمّ داجوستينو وآخرون[110] شخصيات مختلفة، وتألف الفريق من صُنّاع سياسات، وناشطين بيئيين، ومزارعين، ومنظمي المياه، وباحثين أكاديميين. وعلى مدار العملية كلها، شارك 40 من الفاعلين المؤثرين في صناعة القرار، وعلى وجه التحديد، شارك 22 من الفاعلين المؤثرين في صناعة القرار في الجولة الأولى، وفي الجولة الثانية 44 من الفاعلين المؤثرين في صناعة القرار، و24 في الجولة النهائية.

ومع مواصلة مراجعتنا، قدّمت بعض الدراسات طرقًا مثيرة للاهتمام لاختيار الخبراء، على سبيل المثال، اقترح كاتيرتزي ووينسكيل[111] ابتكارًا جديدًا لتجنّب استهلاك الوقت المفرط في الاختيار التفصيلي. وقد هدفت دراسة الحالة إلى تطوير مخرَجات السيناريوهات المتعلقة بالطاقة في المملكة المتحدة من خلال جولتَي دلفي إلى توظيف 127 مشاركًا من ثلاثة مجتمعات: 1. مركز أبحاث الطاقة في المملكة المتحدة، 2. ممثلون عن الهيئات الحكومية والبرلمانية وقطاع صناعة الطاقة، 3. المنظمات غير الحكومية. وعلى نحو مماثل، اقترح غودينيز زامورا وآخرون[112] دراسة حالة تهدف إلى فهم تأثير قطاع النقل والطاقة الخالي من الكربون في كوستاريكا، وتشكيل لجنة واسعة النطاق تضم 154 مشاركًا في الجولة الأولى و192 في الجولة الثانية، وفي كثير من الأحيان، فإنَّ بناء أفرقة كبيرة يمكن أن يتطلب درجة أكبر من الخبرة، ولكنه يتطلب قدرة قوية على إدارة العملية. تُستخدم

108 P. Rikkonen et al., "Five Transition Pathways to Renewable Energy Futures: Scenarios from a Delphi Study on Key Drivers and Policy Options," *European Journal of Futures Research*, vol. 9, no. 1 (2021), pp. 1-12.

109 Begemann et al.

110 D'agostino et al.

111 M. Kattirtzi & M. Winskel, "When Experts Disagree: Using the Policy Delphi Method to Analyse Divergent Expert Expectations and Preferences on UK Energy Futures," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 153 (April 2020).

112 G. Godínez-Zamora et al., "Decarbonising the Transport and Energy Sectors: Technical Feasibility and Socioeconomic Impacts in Costa Rica," *Energy Strategy Reviews*, vol. 32 (November 2020).

تقنيات مختلفة في البحث عن الخبراء واختيارهم، ومن بين التقنيات الأكثر استخدامًا، عندما يصعب تحديد المهمة، يجري اعتماد نهج غير احتمالي يسمى "أخذ عينات مثل كرة الثلج". يُستخدم هذا النهج على نطاق واسع في عملية تطوير السيناريو، ويتطلب تحديد خبير أولاً من طرف العلماء، وبعد ذلك، سيُطلب من الخبراء أنفسهم تحديد - بناءً على معرفتهم - شخصيات أخرى لها السمات نفسها حتى تصبح العينة ذات كفاية وأهمية. وفي هذا الصدد، وفي معظم الأحيان، ولإنجاح إدارة مسح دلفي، يختار الباحثون عددًا أكبر من الخبراء مما هو مطلوب، حيث من المحتمَل أن يرفضوا في آخر لحظة، أو لا يجيبوا، أو يطلبوا رسومًا عالية.

الجدول (5)

الخبراء والباحثون المشاركون

عدد الخبراء	العدد الإجمالي
غير متوافر	8
20-0	11
40-21	13
60-41	4
70-61	2
80-71	1
90-81	3
100-91	2
100+	5

وقد كشف عن هذه المشكلة بالتفصيل سايتو وآخرون (2019)[113]، في عملية شارك فيها 27 خبيرًا، منهم 21 باحثًا، و3 مستشارين بيئيين، وفي الورشة الأولى ثلاثة من واضعي السياسات من وزارة البيئة في اليابان. وقد أقروا أنهم، في الجولة الأولى من دلفي، دعوا 104 خبراء، لكنهم تلقّوا 94 إجابة فقط، وفي الجولة النهائية دعوا 94 خبيرًا، وتلقوا 86 إجابة.

وفيما يرتبط بعملية اختيار الخبراء، طوّر بعض العلماء اهتمامًا بقياس كفاءات الخبراء باستخدام مُعامِلات جديدة (على سبيل المثال، باروسو أوسونا وكابيرو ألمينارا[114])، وفي الحالة التي بين أيدينا، لم يُجرَ قياس حقيقي للخبرة من خلال المُعامِلات، ومع ذلك، طبَّق جورن وآخرون[115] نهجًا مثيرًا للاهتمام.

113 Saito et al.

114 J. M. Barroso-Osuna & J. Cabero-Almenara, "La utilizacion del juicio de experto para la evaluacion de TIC: El coeficiente de competencia experta," *Bord on Revista Délelott Pedagogía*, vol. 65, no. 2 (2013), pp. 25-38.

115 L. Gorn, J. Kleemann & C. Fürst, "Improving the Matrix-assessment of Ecosystem Services Provision: The Case of Regional Land Use Planning under Climate Change in the Region of Halle, Germany," *Land*, vol. 7, no. 2 (2018).

وفي تحديد الخبراء، قسّم الباحثون كفاءة الخبرات إلى فئتين: 1. صنف الخبير (أ)، 2. صنف الخبير (ب). الصنف (أ) هو خبير يتمتع بكفاءة محدَّدة وخبرة عملية في التخطيط الإقليمي وخدمات النظام البيئي (ضم الفريق 8 أعضاء من هذا الصنف)، والصنف (ب) هو خبير يتمتع بالمعرفة النظرية للتخطيط المكاني والبيئي، والجغرافيا الإقليمية، وخدمات النظام البيئي (ضم الفريق 39 خبيرًا من هذا الصنف).

يتضح مما سبق عمومًا أنّ الأشخاص المشارِكين في البحث التشاركي هم في الغالب أشخاص لديهم خبرة في مجال معيّن من مجالات الدراسة. ومع ذلك، في بعض الأحيان، من الممكن دمج المواطنين الأفراد الذين ليس لديهم درجة عالية جدًا من الخبرة في عملية تخطيط السيناريو، ولكنهم يساهمون في تقديم مصدر معرفي قيّم. وفي سياق تغير المناخ، يصبح من الضروري تحديد رؤية المواطنين لفهم أفكارهم وتصوراتهم واهتماماتهم وشكوكهم بشأن المستقبل. ولهذا الغرض، اقترح سوريا لارا وبانيستر[116] طريقة تشاركية مختلفة، بهدف دراسة قطاع النقل الأندلسي في عام 2050، تشمل ثلاث فئات من المشاركين: 1. الجمهور، 2. الممارسون وصناع القرار، 3. الأكاديميون والمنظرون. تشمل الفئة الأولى مواطنين "من خلفيات مجتمعية وثقافية متنوعة"، وعلى وجه الخصوص، كما ذكر المؤلفون، فقد شُمل الشباب (14-16 سنة)، في المشاركة بسبب عقولهم المنفتحة والمبدعة[117]. ومن أجل تجنيد هذه الفئات، فقد أشاروا إلى قائمة بريدية من جمعيات المواطنين الأندلسيين والمدارس الثانوية. وجرى تحديد الممارسين وصناع القرار في قائمة بريدية من الجمعيات المهنية، وتشمل مخطّطين بيئيين وحضريين وخبراء في الهندسة وجغرافيين وسياسيين. وأخيرًا، جرى تحديد الأكاديميين والمنظّرين من القائمة البريدية للجامعات ومراكز البحوث الرئيسة، التي تضم أساتذة الجغرافيا، والهندسة المدنية، والهندسة المعمارية، وما إلى ذلك. وباختصار، ظهرت مناهج جديدة مثيرة للاهتمام مما جرى تنقيحها، واقتراح تطبيقات جديدة للخبراء في مجال المناخ في المستقبل.

4. الأفق الزمني

ومن أجل فهم المستقبل، يصبح من الأساسي تحديد الأفق الزمني؛ إلى أي مدى زمني تحيل المخرجات تحديدًا. وفي هذا الصدد، ليس من الممكن إيجاد منهجية موحدة لاتخاذ قرار تحديد الأفق الزمني. ومع ذلك، يؤكد كوسو وغاسنر[118] أنه يمكننا تطبيق المنطق الاحتمالي الدقيق. وفي الواقع العملي لاختيار الأفق الزمني، كلما امتدَّ الأفق الزمني في رؤيتنا المستقبلية للدراسة المعنية، قلت المعرفة بالمستقبل والتنبؤات نفسها، وكذلك بالاحتمالات التنبئية. وبناءً على نتائج مراجعتنا، استشهد جميع المؤلفين تقريبًا بالأفق الزمني المحدد. ومع ذلك، لم تذكر بعض الدراسات الفترة المختارة، لأن الهدف من دراسة الحالة كان تطوير وجهات نظر مستقبلية عامة لا تنطبق

116 Soria-Lara & Banister.

117 A. Tuominen et al., "Pluralistic Backcasting: Integrating Multiple Visions with Policy Packages for Transport Climate Policy," *Futures*, vol. 60 (2014), pp. 41-58.

118 Kosow & Gassner.

على أيّ أفق زمني. قام كولمان وآخرون[119]، من أجل تحديد التأثيرات المحدَّدة لانخفاض مستوى المياه في ترينت سيفرن وتقييمها، بإدارة عملية دلفي من جولتين. وفي المخرجات النهائية، جرى تحديد سيناريو واحد للوضع القائم، إضافة إلى سيناريوهين مستقبليين عامين من دون أفق زمني محدد (الجدول 6).

وبوجه عام، في الحالات التي جرت مراجعتها، وظّف معظم الباحثين (على سبيل المثال، بيجمان وآخرون)[120] السيناريو المتوسط المدى في عملية التخطيط للمستقبل. على سبيل المثال، حلّل كاتيرتزي ووينسكيل[121] مستقبل التدفئة في المباني ومستقبل وسائل النقل الشخصية في أفق زمني مدته 20 عامًا (2040). في حين قدّمت إسهامات الباحثين الآخرين دراسات بسيناريوهات أفق زمني مدته 30 عامًا[122]، بهدف فهم أنظمة النقل في السويد واستخلاص المخرجات المستقبلية لعام 2050. وفي الختام، اقترح ريبيرو وآخرون[123]، نهجًا مختلفًا لتقييم جدوى مزرعة طاقة الأمواج مع التركيز على استغلال الحاضر والمستقبل القريب والمستقبل البعيد، وطبّقوا دلفي من جولتين مع 15 خبيرًا في طاقة الأمواج والمهندسين في الأفق الزمني التالي: 1979-2005، 2026-2045، و2081-2100.

الجدول (6)

الأفق الزمني

الأفق الزمني	التكرر
غير متوافر	9
2025	3
2030	13
2040	3
2050	10
آفاق زمنية متعددة	11

119 J. M. Coleman et al., "Assessing Stakeholder Impacts and Adaptation to Low Water-levels: The Trent-Severn Waterway," *Climatic Change*, vol. 134, no. 1-2 (2016), pp. 115-129.

120 Begemann et al.

121 Kattirtzi & Winskel.

122 Melander et al.

123 A. S. Ribeiro et al., "A Delphi Method to Classify Wave Energy Resource for the 21st Century: Application to the NW Iberian Peninsula," *Energy*, vol. 235 (2021).

الجدول (7)

التقنيات الإحصائية الكمية

التقنيات المستخدمة	التكرر
المؤشرات الإحصائية	48
التسلسل الزمني	4
محاكاة مونتي كارلو (CTMC)	1
تحليل العلاقات بين إجابات المشاركين	1
عملية التحليل الهرمي (AHP)	1
التقنيات المستخدمة للتعامل مع عدم اليقين والغموض (DFCM, TFN, TOPSIS, VIKOR)	5
تحليل نظام المعلومات الجغرافية	7
تقنيات تحليل القرار المتعدد المعايير	2
تقنية بناء السيناريوهات باستخدام المنهجين النوعي والكمي (Q2)	1
تحليل التأثير المتبادل (CIA)	1
تحليل العوامل السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية والتكنولوجية (PEST)	1
تحليل العشوائية وعدم اليقين في مجموعة بيانات معينة	1

5. التقنيات المستخدَمة

من أجل الحصول على نتائج ذات معنى، في عملية السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، تُستخدم مؤشرات وتقنيات إحصائية كمية ونوعية مختلفة من أجل تقييم إجابات الخبراء. وفي دراستنا، قدّمت إسهامات علمية عديدة معلومات حول المؤشرات الإحصائية المستخدَمة (على سبيل المثال، المتوسط، والوسيط، والربعيات ... إلخ)، ولكن لا يجري دمج جميع النتائج في كثير من الأحيان في الأوراق.

اعتمدت بعض دراسات الحالة تحليل المجموعات العنقودي أثناء مرحلة الجولات. على سبيل المثال، استخدم ريكونن وآخرون[124]، لإجراء أبحاثهم، تحليل المجموعات العنقودي الهرمي. والتحليل العنقودي هو تحليل استكشافي للبيانات بهدف تجميع نقاط تقاطع البيانات ضمن مجموعات، لقياس التشابه بينها. وفي عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، يعتمد التحليل العنقودي الهرمي على فكرة أن الارتباط بين نقاط تقاطع البيانات القريبة أكبر من الارتباط بين نقاط تقاطع البيانات البعيدة. ووفقًا للمؤلفين، فهو مفيد في جولات دلفي، لأن آراء الخبراء منظّمة في مخرجات متميزة (المجموعات)

124 Rikkonen et al.

من خلال منهج متعدد النظريات. وقد اقترح نيغرين وآخرون[125] دلفي من جولتين، لدراسة إدارة البحيرات في عام 2030، مع تطبيق تحليل المجموعات العنقودي، مؤكدين أنه من المهم أن نأخذ في الاعتبار أن تحليل المجموعات العنقودي لا يحدد عدد المجموعات الموجودة في البيانات، ولكنه يوضح فقط كيفية تقسيم الوحدات إلى أيّ عدد من المجموعات.

أصبحت منهجية رسم خرائط علاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم، التي قدّمها بارت كوسكو[126]، مناسبة لحساب "قوة تأثير" العناصر العقلية. وفي الحالة التي بين أيدينا، طبّق داجوستينو وآخرون[127]، منهجية رسم خرائط علاقات التأثير المتبادَل بين المفاهيم (FCM) بمنهجية شبه نوعية؛ من أجل جمع المعلومات المتعلقة بتصورات الفاعلين المؤثرين في صناعة القرار ومشاعرهم تجاه المشاكل والمخاطر المتعلقة بالمياه التي تواجه القطاع الزراعي المروي (الجدول 7).

استخدم كيرنز وآخرون[128] نهجًا جديدًا مثيرًا للاهتمام، بهدف تطوير نهج "السيناريو المتفرع"، وهو مفيد في السياقات التشاركية التي فيها تداخل وتشابك. ووفقًا للباحثين، شارك العديد من الشخصيات المتخصصة في موضوع الدراسة في العملية، ويمكن أن يدخل النهج الجديد في مرحلة توليد السيناريوهات. وفي الواقع العملي، وخلال الجولة الثانية من العملية، عرض نهج السيناريو المتفرع "الأفضل" و"الأسوأ" للناتج المستقبلي.

يُعَدُّ تحليل التأثير المتبادل (CIA) تحليلاً مفيدًا في عملية تطوير السيناريو، الذي طوره ثيودور جاي جوردون وأولاف هيلمر، في عام 1966، والذي غالبًا ما يستخدم لتحديد العلاقات الاحتمالية السببية (يُعرّف تعريفًا أفضل هنا على أنه "المعقولية") للأحداث المستقبلية، ويتكون من الخطوات التالية: 1. الخطوة الأولى هي تحديد القيم المحتمَلة للعوامل الرئيسة (وتسمى هنا الأحداث)، 2. بعد ذلك، تُحسب احتمالية كل حدث على نحو مستقل عن الأحداث الأخرى، 3. تُشكّل مصفوفة التأثير المتبادَل للاحتمالات المشروطة، بناءً على احتمال وقوع الحدث (A) في حالة وقوع الحدث (B)، أو وقوع الحدث (A) والحدث (B). وقد طبَّق علي زاده وآخرون[129] تحليل التأثير المتبادل باستخدام برنامج (MICMAC) للاستشراف ودمجه مع تحليل (PEST) (تحليل العوامل السياسية والاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية) باعتباره "أداة لوصف إطار من العوامل على المستوى الكلي".

---

125 N. A. Nygren, P. Tapio & Y. Qi, "Lake Management in 2030: Five Future Images Based on an International Delphi Study," *Futures*, vol. 93 (2017), pp. 1-13.

126 B. Kosko, "Fuzzy Cognitive Maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1 (1986), pp. 65-75.

127 D'agostino et al.

128 G. Cairns et al., "'Branching Scenarios' Seeking Articulated Action for Regional Regeneration: A Case Study of Limited Success," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 124 (November 2017), pp. 189-202.

129 Alizadeh et al.

الشكل (6): منهجية بناء السيناريوهات على طريقة دلفي

6. دليل إرشادي لمشاريع أبحاث سيناريوهات المناخ

في سياق الدراسات المستقبلية، فإنّ تطوير السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي يُحيل إلى منهجيات محددة جيدًا. ولهذا السبب، من المهم الحصول على المعرفة الكافية بالطريقتين؛ أي طريقة السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي، وطريقة توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي. وفي سياق تغير المناخ، فإن اعتماد هذا النهج لتطوير السيناريوهات المستقبلية يعدّ مفيدًا لتنفيذ العملية. ولمواصلة هدف هذه الدراسة، في هذه الفقرة الأخيرة، سيُوضع دليل إرشادي لتطوير السيناريوهات المناخية باستخدام طريقة دلفي في مرحلة أو أكثر من مراحل توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي. ونحدد في هذا الدليل الإرشادي ست مراحل لبناء السيناريو على طريقة دلفي، كما هو موضح في الشكل (6).

المرحلة الأولى: تصميم البحث

تُعدّ الخطوة الأولى تحضيرية وتهدف إلى تطوير مشروع بحثي على أسس سليمة ومُحسّنة؛ وذلك باتباع الدليل الإرشادي لنموذج البحث العلمي الجيد. بوجه عام، تميل الدراسات أو الدليل الإرشادي إلى عدم تضمين هذه المرحلة في الإرشادات الخاصة بمناهجها، ولكننا نعتقد أنها ضرورية للبناء الجيد لسيناريوهات المناخ المبنية على طريقة دلفي. عمليًا، وفي هذه المرحلة، يجب على الباحثين أن يدرسوا دراسة معمقة الطريقتين (توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي، وطريقة دلفي) والجمع بينهما لتجنّب الأخطاء المحتمَلة واعتماد التطبيقات الممكنة والمفيدة في العملية.

يجب أن تؤخذ جميع المعلومات في الاعتبار؛ فيجري تحديد الموضوع محل الاهتمام وأسئلة البحث وأهدافه وفقًا لخطة بحث منظَّمة جيدًا. وتخضع صياغة أسئلة البحث لتقدير فريق البحث. وفي الواقع، يمكن صياغة الأسئلة صياغة مختلفة (على سبيل المثال: "كيف سيؤثر تغير المناخ في المستقبل في عام 2030؟"، أو من وجهة نظر معقولية السيناريو: "كيف سيتشكل سيناريو معقول في عام 2030 لتزايد الفيضانات في أراضينا؟"). يجب تحليل الغرض من المشروع بعناية، وفهم مدى ملاءمة الدراسة وحدودها، وتجنّب تعدّي حدود مجالات التطبيق الأخرى، ولكن يتعين فهم السياقات الخارجية التي

قد تؤثّر أو لا تؤثّر في الموضوع قيد النظر. وفي هذا السياق، وفيما يتعلق بأهداف البحث، ينبغي تقييم اختيار الأفق الزمني بعناية، مع الأخذ في الاعتبار أنه "كلما كان خط النهاية الزمني المختار للدراسة أبعد في المستقبل، قلَّ مدى المتاح من المعرفة الدقيقة حول المستقبل"[130].

يجب على الباحثين تقييم بيئة العمل (على سبيل المثال، قاعات اجتماعات ورش العمل، وقاعات المؤتمرات، ومختبرات الكمبيوتر، وما إلى ذلك)، والإخطار المسبق وطلب المشاركة في الدراسة للهيئات المحلية والحكومية، وإمكانية - بناءً على المشروع البحثي - توظيف البيانات البيئية الممكنة لتطوير التسلسل الزمني، أو تحليل الاتجاهات دعمًا لعملية بناء السيناريوهات على طريقة دلفي. وفي إطار السيناريوهات المناخية، حتى مع طريقة دلفي، يصبح تنفيذ البيانات الكمية ضمن العملية أمرًا أساسيًا، ويمكن أن يكون داعمًا في تصحيح الأدبيات وفي تطوير السيناريوهات باستخدام الأساليب الكمية (على سبيل المثال، تحليل الاتجاهات) من أجل مقارنة النتائج التي جرى الحصول عليها باستخدام الأساليب التشاركية (DBS). أخيرًا، يعود القرار بشأن أيٍّ من طرق دلفي سيجري استخدامها لفريق البحث، باستخدام طريقة دلفي الكلاسيكية، سيكون المدى الزمني المغطَّى أوسع، ولكن من خلال تطبيق طريقة دلفي التي تهدف إلى تحليل قضيةٍ ما أثناء وقوع الأحداث[131]، يقل المدى الزمني أكثر. وفي السياق المناخي، إذا كان الهدف الرئيس هو تطوير السيناريوهات المكانية، فنوصي بتطبيق طريقة دلفي التي تناقش قضيةً ما في مكانٍ محدد، وكذلك طريقة دلفي التي تهدف إلى تحليل قضيةٍ ما في مكانٍ محدد أثناء وقوع الأحداث[132].

المرحلة الثانية: تطوير التوقعات

في هذه المرحلة، يجري الحصول على التوقعات أو "الأوصاف النوعية للحالة المستقبلية" لفهم المتغيرات والاتجاهات التي لها تأثير في موضوع الدراسة. في هذه المرحلة، يجب تقييم حاضر الموضوع وماضيه، مع تتبع الأدبيات وتحليل دقيق لمجموعة الوثائق. عمليًا، يمكن تصنيف نهجين رئيسين: 1. التوقعات، يجب أن تدرجها فرق البحث بناءً على خبرات أعضائها، وفي هذه الحالة، يجب على فريق البحث إجراء فترة أولية مكثفة من التحليل التجريبي والنظري (البحث المكتبي)، تعتمد اعتمادًا أساسيًا على بيانات من قواعد البيانات الرسمية، بما في ذلك (Google Scholar) أو (Web of Science) أو (Scopus)، ولكن أيضًا من قاعدة بيانات المناخ والتقارير والسياسات (على سبيل المثال، تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC). في هذه المرحلة، نوصي بتحليل أيّ بيانات جرى الحصول عليها مسبقًا، بما في ذلك البيانات المتعلقة بالاتجاهات المبنية على المنهج الكمي؛ بهدف فهم التوقعات

130 Kosow & Gassner.

131 Di Zio, Castillo Rosas & Lamelza.

132 S. Di Zio & A. Pacinelli, "Opinion Convergence in Location: A Spatial Version of the Delphi Method," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 78, no. 9 (2011), pp. 1565-1578.

الطويلة المدى للبيانات الموجودة ومساعدة الخبراء، أو 2. يمكن إنشاء مسودة قائمة عامة في عملية تشاركية من خلال ورش العمل أو الدراسات الاستقصائية. وفي هذه الحالة، يجب إشراك الخبراء في إدارة الاستبيانات التحضيرية (يدير بعض الباحثين طريقة دلفي الجدلية في هذه المرحلة).

ومع ذلك، ونظرًا إلى أن هذه المرحلة تتضمن جهودًا محدَّدة، كما يجب على الخبراء تتبّع تاريخ الموضوع وحاضره، فيمكن تنفيذ طرق مختلفة للحصول على التوقعات وتصنيفها على نحو أفضل. ويُعدّ النهج الذي اقترحه كيزر وشالا[133] وكاليو ودي زيو[134] لمرحلة المسح هذه بمنزلة أداة عملية مفيدة للحصول على قائمة من التوقعات والاتجاهات، وكذلك اعتماد تقنيات التنقيب في النص من أجل استخراج المواضيع من مجموعة البيانات النصية (في دراستنا، الأوراق العلمية، والتقارير المناخية، والسياسات، وما إلى ذلك).

ولأن مسودة القائمة الأولى تتكون في معظم الأحيان من توقعات متعددة، فيجب إجراء تنقيح للتوقعات قبل إرسالها إلى الخبراء لاختبار مدى دقتها عبر جولات دلفي: 1. يمكن أن يحسّن الباحثون التوقعات بناءً على خبراتهم، وفي هذه الحالة، يجب أن يكون لدى فريق البحث معرفة مهمة في سياق التطبيق، 2. ومع ذلك، نوصي بتنظيم ورش عمل لتحسين التوقعات. وفي هذه الحالة، يمكن اختيار خبراء مختلفين من الأكاديميين والسلطات المحلية والفاعلين المؤثرين في صناعة القرار والمواطنين، 3. لتسريع العملية وتجنب تنظيم ورشة عمل، يمكن استخدام تقنية إحصائية مثيرة للاهتمام، وهي تقنية عملية التحليل على أساس التسلسل الهرمي (AHP) (راجع هذه الأداة المثيرة للاهتمام عبر الإنترنت[135] والتي اقترحها غوبل)[136].

المرحلة الثالثة: اختيار الفريق المشارك

قبل تحديد أعضاء الفريق المشارك لدراسة دلفي، يجب تقييم بعض المعايير المسبقة. وبما أن طريقة دلفي هي عملية إبداعية، يجب أن تؤخَذ الخبرات والخلفيات المختلفة في الاعتبار. ويمكننا أن نأخذ في الاعتبار أيضًا الخبراء الأكاديميين والفاعلين المؤثرين في صناعة القرار من القطاعات الصناعية والشركات في مجال المناخ، وناشطي المناخ والسلطات المحلية والحكومية، مع مراعاة المساواة بين الجنسين والأصل الجغرافي ونوع الخبرة.

وفيما يتعلق بحجم العينة، فإنَّ عدد 15-30 خبيرًا يُعدّ كافيًا، ولكننا نوصي بتحديد عينة أكبر من المشاركين؛ حيث قد لا يستطيع جميعهم المشاركة في الدراسة، أو قد ينسحب بعضهم على مدار

133 Kayser & Shala.

134 Calleo & Di Zio.

135 "AHP Online System - AHP-OS," *Business Performance Management Singapore (BPMSG)*, accessed on 15/12/2023, at: https://shorturl.at/tHQ12

136 K. D. Goepel, "Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS)," *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, vol. 10, no. 3 (2018), pp. 469-487.

الجولات. ولاختيار فريق المشاركين، تُستخدم الأساليب غير الاحتمالية بوجه عام (على سبيل المثال، أخذ عينات مثل كرة الثلج). ومما ظهر، نوصي باستخدام الأساليب الحسابية من أجل جعل العملية أقل استهلاكًا للوقت وأكثر كفاءة. تُعدّ شبكات التواصل الاجتماعي عبر الإنترنت قناة مناسبة لتحديد الخبراء (صفحات فيسبوك، ResearchGate، LinkedIn، وما إلى ذلك)، ويمكن في الواقع التعرف إلى الخبراء والاتصال بهم عبر البريد الإلكتروني. أيضًا، قد يكون التحليل الكمي الإحصائي (الببليومتري) أسلوبًا عمليًا مفيدًا لاستخراج المؤلفين ذوي الخبرة الأكبر في موضوع يبدأ من قواعد البيانات العلمية (على سبيل المثال، Google Scholar، Web of Science، Scopus).

بمجرد تحديد الخبراء، نحصل على قائمة محتمَلة (أو مسوّدة قائمة) للفريق المشارك. وفي هذه الحالة، وفي معظم الأحيان، يقيّم الباحثون درجة الخبرة باستخدام نهج التقييم الذاتي[137]. ومن خلال إدارة استبيان يُطلب من المشاركين المحتمَلين تقييم خبراتهم في موضوع معين (على سبيل المثال، اعتماد مقياس ليكرت). ومع ذلك، يمكن أن يؤدي التقييم الذاتي إلى تحيزات إدراكية مختلفة، مثل المبالغة في تقدير درجة الخبرة والتقليل منها. ولهذا السبب، نقترح اختيار الخبراء بناءً على متغيرات مختلفة من الاهتمامات (مؤشر H لعرض إنتاج وتأثير الباحث المشارك، والمنشورات، والمشاريع، والسياسات، والخطابات في المؤتمرات وما إلى ذلك) وتقييمهم بناءً على هذه المتغيرات (على سبيل المثال، كم عدد المنشورات لدى هذا الخبير حول هذا الموضوع؟ كم عدد السياسات التي طوّرها هذا الخبير حول هذا الموضوع؟).

المرحلة الرابعة: تقييم التوقعات (جولات دلفي)

تتضمن هذه المرحلة إدارة جولات دلفي، حيث يجري تقييم محركات التغيير وحالات عدم اليقين. وبالنسبة إلى جولات دلفي، التي جرى تعريفها هنا على أنها جولات مكررة لتحسين جودة النتائج ودقتها، يمكن أن تكون جولتَين أو أكثر، حيث يمكن إعداد الاستبيانات على نحو مختلف اعتمادًا على أهداف البحث. ويجب على المؤلفين أن يأخذوا في الاعتبار أن إجراء دراسة دلفي هي عملية بطيئة، لذلك نقترح استخدام دلفي أثناء وقوع الأحداث[138].

في كثير من الأحيان، تقوم الاستبيانات أساسًا بالتحقيق في احتمالية وقوع حدث ما خلال فترة زمنية معينة ومدى تأثيره ومعقوليته والمرغوبية فيه. على سبيل المثال، يمكن استخدام مقياس ليكرت المكون من 5 نقاط، بناءً على المتغيرات المذكورة سابقًا، حيث يُطلب من الخبراء الإجابة عن مجموعة الأسئلة وتسويغ ملاحظاتهم في التعليقات المفتوحة. وبغضّ النظر عن النهج المستخدَم، يجب على الباحثين أن

137 Barroso-Osuna & Cabero-Almenara.

138 على سبيل المثال، يقترح مشروع الألفية هذه المنصة لطريقة دلفي (*Real Time Delphi*) التي تناقش قضيةً ما في مكان محدد، شوهد في 2023/12/15، في: https://shorturl.at/myCHI؛ وكذلك طريقة دلفي التي تهدف إلى تحليل قضية ما في مكان محدد أثناء وقوع الأحداث (*Real-Time Geo-Spatial Consensus System*)، شوهد في 2023/12/15، في: https://shorturl.at/kAJY1

يأخذوا في حسبانهم أن الوقت مهم، مع الأخذ في الاعتبار أوقات السنة (على سبيل المثال، يمكن تجنب إرسال استبيان خلال فترة عطلة من السنة).

بعد الجولة الأولى، يمكن إجراء تحليلات مختلفة من خلال الإحصائيات الوصفية (التحليل المبكر)، على سبيل المثال، المتوسط، والوسيط، والانحراف المعياري، والمدى الربيعي (IQR)، واختبار (x^2)، وما إلى ذلك لإدارة جولة ثانية من دلفي، حيث يمكن أن يتلقّى الخبراء إجابات الجولات الأولى، بما في ذلك الرسوم البيانية والتقديرات وملخص استجابة المجموعة وما إلى ذلك. ونوصي هنا باستخدام البرامج الإحصائية مثل برنامج (R) لتحليل البيانات النصية المستمدة من أسئلة مفتوحة.

المرحلة الخامسة: تطوير السيناريوهات

في سياق تغير المناخ، تتضمن هذه المرحلة جهودًا محدَّدة، لأنها يمكن أن تختلف فيما يتعلق بأهداف البحث. ومن هذا المنطلق، لا يوجَد إجماع بين الخبراء على عدد السيناريوهات التي سيجري تطويرها. ومع ذلك، نقترح المُضي قدمًا في تصنيف السيناريوهات، على أن تكون ما بين 4 إلى 5 سيناريوهات[139].

يمكن أن تكون مخرجات دلفي مفيدة لتطوير السيناريوهات المستقبلية، بما في ذلك السيناريوهات المحتملة والمتطرفة وغير المتوقعة[140]. وبوجه عام، بدءًا من توقعات دلفي، يجري في معظم الأحيان اعتماد الأساليب النوعية. ويمكن أن يحدّد الباحثون في مجال المناخ ما وصفه الخبراء حدسيًا في إجاباتهم باستخدام نهج حدسي وسردي. ومع ذلك، في حالتنا، يمكن أن يوفر النهج الكمي رؤى مثيرة للاهتمام حول العملية. وفي الواقع، يمكن استخدام خوارزميات تجميع قواعد البيانات المتداخلة (FCM) وطريقة تجميع العناصر المتشابهة في مجموعات (K-means)، وخوارزمية تجميع نقاط تقاطع البيانات الفعلية داخل المجموعة ((Medoids (PAM Clustering)، والتجميع على أساس التسلسل الهرمي (HC). أيضًا، بالنسبة إلى السيناريوهات التي جرى تطويرها باستخدام تحليل الاتجاهات أو التسلسل الزمني، فيمكن توظيف كل من تحليل (TOPSIS)[141] للتعامل مع مشاكل صناعة القرار المتعددة السمات أو المتعددة المعايير، وتحليل (VIKOR) لتصنيف واختيار البدائل بناءً على معايير متضاربة. نوصي هنا بمقارنة تحليل التنبؤات بنتائج السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي للحصول على نظرة عامة أوسع للدراسة.

المرحلة السادسة: تحويل السيناريوهات إلى توصيات عملية

توفر هذه المرحلة الاختيارية الأخيرة رؤى مثيرة للاهتمام، لأنه يتم "تحويل" نتائج العملية إلى السلطات المحلية والمنظمات والباحثين لإبداء رأيهم، من أجل تطوير المزيد من السياسات. ومع الانتشار الكبير

139 D. Velte et al., *The EurEnDel Scenarios Europe's Energy System by 2030* (Berlin: Bericht, 2004).

140 Heiko & Darkow.

141 D. Jaroszweski, *The Impacts of Climate Change on the National Freight Sector. Transport and Climate Change* (Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited, 2012).

للأحداث الجوية والمناخية في عالمنا، فإن دراسة السيناريوهات المستقبلية لا تدّعي أنها تقدّم توقعات أكيدة، بل تبحث في المستقبلات المختلفة. ولهذه الأسباب، فإن هذا التحويل مفيد لاتخاذ إجراءات في الحاضر. في هذه المرحلة، وفيما يتعلق بالأهداف، يمكن عقد ورشة عمل مع الخبراء، أو يمكن إجراء مسح (لا نوصي بإجراء مسح دلفي آخر لأغراض التوقيت). كما نوصي في هذه المرحلة، بدلاً من مسح دلفي، بأن يشارك المواطنون أيضًا في الاجتماعات، بحيث يجري عرض النتائج التي تم الحصول عليها وشرحها، لأن الهدف النهائي للعملية هو التواصل أيضًا.

استنتاجات

قدّمت هذه الدراسة لمحة عامة عن آخر دراسات الحالة وأحدثها في سياق تغير المناخ التي اتبعت طريقة دلفي في بناء السيناريوهات، باستخدام التحليل الكمي الإحصائي (الببليومتري). وفي سياق دراستنا، كان من الممكن، من خلال التحليل السنوي للإنتاج العلمي، فهم المزيد عن الجوانب المختلفة المتعلقة بتطور السيناريوهات المستقبلية. قد يستتبع استخدام التحليل الببليومتري بعض القيود فيما يتعلق بتحديد العدد المرجعي الإجمالي للإسهامات العلمية، وعدم التطابق المحتمَل للكلمات الرئيسة في الورقة. ومع ذلك، فإن نتائج التحليل الببليومتري تشكّل وجهة نظر أولية للموضوع المدروس، لكن وفقط من خلال المراجعة الفردية للإسهامات العلمية، والإسهامات المحتمَلة غير المفهرسة، سيكون من الممكن الحصول على أحدث المستجدات على نحو أكثر دقة.

من النظرة العامة الأولى للإنتاج العلمي، جرت مراجعة 49 إسهامًا علميًا موجودًا في قاعدة بيانات (Web of Science)، تُظهِر مدى اهتمام المؤلفين بالقضايا البيئية والمناخية. ومع ذلك، فإن تضاؤل استخدام طريقة دلفي في عملية توظيف السيناريوهات للتخطيط الاستراتيجي يمكن أن يثير اعتبارات محتملة: 1. يمكن توظيف استخدام الأساليب الكمية في مجال المناخ للتنبؤ على المدى الطويل من خلال تفعيل العمليات التشاركية (بما في ذلك السيناريوهات المبنية على طريقة دلفي)، من أجل تحسين عملية التنبؤ، 2. بالنسبة إلى الدراسات المستقبلية، فإن التوظيف المنخفض لطريقة دلفي يمثّل فرصة غير مُستغلَّة للاعتراف بالأساليب الموحَّدة ونشرها لدراسة التحديات في مجتمعنا.

بناءً على التحليل الإحصائي، وعلى الرغم من الاتجاه المتقلب في المنشورات على مر السنين، فإنّ خط التوقعات يُظهِر في السنوات الأخيرة تناميًا في الحالات ذات الصلة المباشرة بموضوع المناخ. فقد ساهمت بلدان مختلفة وباحثون مختلفون في تعزيز التصورات المناخية المستقبلية. أما البلدان الأكثر مساهمة في إنتاج الدراسات فهي البلدان الأكثر انخراطًا في تغير المناخ، والتي نعرف أنها نشطة بوجه خاص في مكافحة التهديدات البيئية. ومن خلال تطبيق تحليل نمط العلاقات بين المتغيرات التابعة في فئات مختلفة، يمكننا الحصول على نظرة عامة على المواضيع الرئيسة الممثلة في المجموعات، بما في ذلك: 1. عملية تطوير السيناريو وطرق التطبيق، 2. عملية التكيف والتقييم وصنع القرار، 3. قضايا البيئة

والطاقة، 4. إدارة المخاطر، 5. سياق النقل. ومن دراسات الحالة، استخرجنا معلومات محدَّدة تتعلق بالجولات والفريق المشارك والمؤشرات الإحصائية من أجل المساهمة في مراجعة الأدبيات الجديدة في سياق تغير المناخ وتقديم معلومات للأبحاث الجديدة في المستقبل.

من قبيل الاستعراض الشامل، قمنا بتنفيذ جميع العمليات لتحليل كل مساهمة على حدة، من أجل فهم الكيفية التي جرى فيها تطوير طريقة دلفي وتوضيح النتائج، وتحديدًا في أحدث الدراسات، من خلال إسهامات علمية مهمة للدراسات المستقبلية، ودمج العديد من الأساليب الجديدة في الجولات، وتحديد الخبراء والعدد الذي سيجري اختياره، وكذلك في الأفق الزمني وفي التقنيات الجديدة المطبّقة في الدراسات.

ومع ذلك، وبما أنه أُولي اهتمام خاص لتغير المناخ في العقد الماضي، فمن الضروري إنتاج المزيد من الإسهامات العلمية لتحليل المسارات البعيدة المدى من أجل تنفيذ خطط مختلفة في الوقت الحاضر. وفي هذا الصدد، ومن بين المواضيع التي جرت دراستها في قاعدة البيانات لدينا، هناك نقص في الأبحاث حول موضوعات مختلفة: 1. لم تجرِ معالجة تأثير تغير المناخ في المجتمع (على سبيل المثال، ما مدى تأثير تغير المناخ في المواطنين؟ ماذا يمكننا أن نفعل لمنع ذلك؟)، 2. في الإسهامات العلمية، لم تحقّق أيُّ عملية دلفي في مستقبل المدن الواقعة في المناطق الحضرية والساحلية، 3. لا توجَد توقعات دلفي أو تغذية راجعة تتعلق بالتطبيقات التكنولوجية المستقبلية المفيدة لمكافحة تغير المناخ.

بوجه عام، لم تواجه معظم الدراسات مشاكل خاصة في التوصل إلى توافق في الآراء بين الخبراء. ومع ذلك، من بين المشاكل الرئيسة التي جرت مواجهتها هو التناقض بين أعضاء اللجنة الذين تم الاتصال بهم والإجابات التي حصلوا عليها، وكما نعلم فإنها نقطة ضعف في العمليات التشاركية. وفيما يتعلق باختيار الأفق الزمني المناسب، لم يذكر الباحثون كيفية اختيار ذلك التاريخ، وهذا نقص خطير ينبغي الانتباه إليه عمليًا في الخطط البحثية المستقبلية. كما ناقشنا في الجزء الأول من قسم مناقشة النتائج، استُخدمت أساليب مختلفة لتطوير سيناريوهات مستقبلية باستخدام تقنيات مثيرة للاهتمام أيضًا. ومع ذلك، يمكننا أن نؤكد أنه في الأدبيات التي جرت مراجعتها تم تطبيق طريقة دلفي لسببين رئيسين، هما: 1. تحديد محركات التغيير، 2. تطوير السياسات بعد بناء السيناريوهات.

ويمكن في الدراسات المستقبلية تنفيذ تحديد الخبراء واختيارهم، على سبيل المثال من خلال استخدام المعامِلات لقياس درجة الخبرة[142]، ويمكن استخدام منهجيات مبتكرة جديدة (ولكن جرى دمجها فعلًا في الأدبيات) لتطبيق بناء السيناريوهات على طريقة دلفي. على سبيل المثال، يمكن أن تكون

142 Barroso-Osuna & Cabero-Almenara.

طريقة دلفي أثناء وقوع الأحداث (RTD)، أو تكون طريقة دلفي أثناء وقوع الأحداث في مكان محدد (RTSD) أداةً عملية؛ لأنها تتضمن "جولات" متسلسلة، وتتجنب العمليات الطويلة الأمد[143].

أخيرًا، هناك جانب مهم آخر يتعلق بمنهجية بناء السيناريوهات. في الواقع، وكجزء من هذه الدراسة، لم تُذكر مراجعة الأدبيات (مرحلة المسح) وطرق استخلاص الاتجاهات الرئيسة ومحركات التغيير الرئيسة على نحو كافٍ. تُعدّ مرحلة المسح، في منهجية بناء السيناريوهات، مرحلة مهمة، وفي الأبحاث المستقبلية، يمكن استخدام أساليب مختلفة لتقليل الوقت، مثل الطرق المُحوسبَة[144].

عمومًا، ومن خلال ما جرى وصفه، فمن الممكن الحصول على رؤية كاملة للدراسات حول السيناريوهات المستقبلية، جنبًا إلى جنب مع طريقة دلفي في السياق المناخي، وهي مفيدة للدراسات والتطبيقات القادمة.

143 T. J. Gordon & A. Pease, "RT Delphi: An Efficient, 'Round-less,' Almost Real Time Delphi Method," *Journal of Technological Forecasting and Social Change*, vol. 73, no. 4 (2006), pp. 321-333; Di Zio, Castillo Rosas & Lamelza.

144 Calleo & Di Zio; Kayser & Shala.

المراجع

Alizadeh, R. et al. "An Integrated Scenario-based Robust Planning Approach for Foresight and Strategic Management with Application to Energy Industry." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 104 (March 2016).

Amer, M., T. U. Daim & A. Jetter. "A Review of Scenario Planning." *Futures*. vol. 46 (February 2013).

Antonelli, M. et al. "The Future of the Mediterranean Agri-food Systems: Trends and Perspectives from a Delphi Survey." *Land Use Policy*. vol. 120 (September 2022).

Aria, M. & C. Cuccurullo. "A Brief Introduction to Bibliometrix." *Journal of Informetrics*. vol. 11, no. 4 (2017).

Bailey, R. et al. "Exploring a City's Potential Low Carbon Futures Using Delphi Methods: Some Preliminary Findings." *Journal of Environmental Planning and Management*. vol. 55, no. 8 (2012).

Baker, J., K. Lovell & N. Harris. "How Expert are the Experts? An Exploration of the Concept of 'Expert' within Delphi Panel Techniques." *Nurse Researcher*. vol. 14, no. 1 (2006).

Balaz, V. et al. "Participatory Multi-criteria Methods for Adaptation to Climate Change." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. vol. 26, no. 4 (2021).

Barroso Osuna, J. M. & J. Cabero Almenara. "La utilizacion del juicio de experto para la evaluacion de TIC: El coeficiente de competencia experta." *Bord on Revista Délelott Pedagogía*. vol. 65, no. 2 (2013).

Becker, H. S. "Scenarios: A Tool of Growing Importance to Policy Analysts in Government and Industry." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 23, no. 2 (1983).

Bedard, J. "Expertise in Auditing: Myth or Reality?" *Accounting, Organizations and Society*. vol. 14, no. 1-2 (1989).

Beech, B. "The Delphi Approach: Recent Applications in Health Care." *Nurse Researcher*. vol. 8, no. 4 (2001).

Begemann, A. et al. "Quovadis Global Forest Governance? A Transdisciplinary Delphi Study." *Environmental Science & Policy*. vol. 123 (September 2021).

Beiderbeck, D. et al. "The Impact of COVID-19 on the European Football Ecosystem-A Delphi-based Scenario Analysis." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 165 (April 2021).

Belton, I. et al. "Improving the Practical Application of the Delphi Method in Group-based Judgment: A Six-step Prescription for a Well-founded and Defensible Process." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 147 (October 2019).

Benarie, M. "Delphi-and Delphilike Approaches with Special Regard to Environmental Standard Setting." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 33, no. 2 (1988).

Berkhout, F. et al. "A. Socio-economic Futures in Climate Change Impact Assessment: Using Scenarios as 'Learning Machines'." *Global Environmental Change*. vol. 12, no. 2 (2002).

Bertaccini, B., L. Fabbris & A. Petrucci (eds.). *ASA 2021 Statistics and Information Systems for Policy Evaluation: Book of Short Papers of the on-site conference*. Firenze, Italy: Firenze University Press, 2021.

Bijl, R. "Delphi in a Future Scenario Study on Mental Health and Mental Health Care." *Futures*. vol. 24, no. 3 (1992).

Bishop, P. et al. "The Current State of Scenario Development: An Overview of Techniques." *Foresight*. vol. 9, no. 1 (2007).

Bonaccorsi, A., R. Apreda & G. Fantoni. "Expert Biases in Technology Foresight: Why they are a Problem and How to Mitigate them." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 151 (2020).

Cairns, G. et al. "'Branching Scenarios' Seeking Articulated Action for Regional Regeneration: A Case Study of Limited Success." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 124 (November 2017).

Carter, T. R. & S. Kankaanpaa. "A Preliminary Examination of Adaption to Climate Change in Finland." *SYKE-JULK*. no. 640. The Finnish Environment Institute (2003).

Chen, Z. et al. "Sustainable Supplier Selection for Smart Supply Chain Considering Internal and External Uncertainty: An Integrated Rough-fuzzy Approach." *Applied Soft Computing*. vol. 87 (2020).

Chermack, T. J., S. A. Lynham & W. EA Ruona. "A Review of Scenario Planning Literature." *Futures Research Quarterly*. vol. 17, no. 2 (2001).

Coleman, J. M. et al. "Assessing Stakeholder Impacts and Adaptation to Low Water-levels: The Trent-Severn Waterway." *Climatic Change*. vol. 134, no. 1-2 (2016).

Cotton, M. & E. Stevens. "Mapping Discourses of Climate Change Adaptation in the United Kingdom." *Weather, Climate, and Society*. vol. 11, no. 1 (2019).

Cuhls, K. "Lessons for Policy-making from Foresight in Non-European Countries." *Policy Paper*. The Research, Innovation and Science Policy Experts (RISE) High Level Group. European Commission Directorate-General for Research and Innovation (2015).

Culot, G. et al. "The Future of Manufacturing: A Delphi-based Scenario Analysis on Industry 4.0." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 157 (August 2020).

D'agostino, D. et al. "Multi-stakeholder Analysis to Improve Agricultural Water Management Policy and Practice in Malta." *Agricultural Water Management*. vol. 229 (February 2020).

Dalkey, N. & O. Helmer. "An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts." *Management Science*. vol. 9, no. 3 (1963).

Dalkey, N. C. *Delphi*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1967.

_____. *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1969.

De Loe, R. et al. "Advancing the State of Policy Delphi Practice: A Systematic Review Evaluating Methodological Evolution, Innovation, and Opportunities." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 104 (March 2016).

Delbecq, A. L., A. H. Van de Ven & D. H. Gustafson. *Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes*. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co., 1975.

Devaney, L. & M. Henchion. "Who is a Delphi 'Expert'? Reflections on a Bioeconomy Expert Selection Procedure from Ireland." *Futures*. vol. 99 (May 2018).

Di Zio, S. & A. Pacinelli. "Opinion Convergence in Location: A Spatial Version of the Delphi Method." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 78, no. 9 (2011).

Di Zio, S., J. D. Castillo Rosas & Luana Lamelza. "Real Time Spatial Delphi: Fast Convergence of Experts' Opinions on the Territory." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 115 (February 2017).

Di Zio, S., M. Bolzan & M. Marozzi. "Classification of Delphi Outputs through Robust Ranking and Fuzzy Clustering for Delphi-based Scenarios." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 173 (December 2021).

Field, C. B. et al. (eds.). *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014.

Fitch, K. et al. *The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2001.

Forsius, M. et al. "Impacts and Adaptation Options of Climate Change on Ecosystem Services in Finland: A Model Based Study." *Current Opinion in Environmental Sustainability*. vol. 5, no. 1 (2013).

Fowlers, J. *Handbook of Futures Research*. Westport, CT: Greenwood Press, 1978.

Fritschy, C. & S. Spinler. "The Impact of Autonomous Trucks on Business Models in the Automotive and Logistics Industry-a Delphi-based Scenario Study." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 148 (November 2019).

Galton, F. "Vox Populi (The Wisdom of Crowds)." *Nature*. vol. 75, no. 7 (1907).

Geist, M. R. "Using the Delphi Method to Engage Stakeholders: A Comparison of Two Studies." *Evaluation and Program Planning*. vol. 33, no. 2 (2010).

Godínez-Zamora, G. et al. "Decarbonising the Transport and Energy Sectors: Technical Feasibility and Socioeconomic Impacts in Costa Rica." *Energy Strategy Reviews*. vol. 32 (November 2020).

Goepel, K. D. "Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS)," *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. vol. 10, no. 3 (2018).

Gordon, T. J. & A. Pease. "RT Delphi: An Efficient, 'Round-less', Almost Real Time Delphi Method." *Journal of Technological Forecasting and Social Change*. vol. 73, no. 4 (2006).

Gordon, T. J. "The Delphi Method." *Futures Research Methodology*. vol. 2, no. 3 (1994).

_____. "Energy Forecasts Using a 'Roundless' Approach to Running a Delphi Study." *Foresight*. vol. 9, no. 2 (2007).

_____. "Substitution Analysis." *Futures Research Methodology*. vol. 3 (2009).

_____. "The Real-time Delphi Method." *Futures Research Methodology Version*. vol. 3, no. 19 (2009).

Gorn, L., J. Kleemann & C. Fürst. "Improving the Matrix-assessment of Ecosystem Services Provision: The Case of Regional Land Use Planning under Climate Change in the Region of Halle, Germany." *Land*. vol. 7, no. 2 (2018).

Greenacre, M. & J. Blasius (eds.). *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods*. Florida: CRC Press, 2006.

Greeuw, S. C. et al. *Cloudy Crystal Balls*. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, 2000.

Heiko, A. & I. L. Darkow. "Scenarios for the Logistics Services Industry: A Delphi-based Analysis for 2025." *International Journal of Production Economics*. vol. 127, no. 1 (2010).

Hines A. & P. Bishop. *Thinking about the Future: Guidelines for Strategic Foresight*. 2nd ed. Huston, TX: Hinesight Edition, 2015.

Hines, A. "Strategic Foresight: The State of the Art." *The Futurist*. vol. 40, no. 5 (2006).

Hopkins, C. et al. "Navigating Future Uncertainty in Marine Protected Area Governance: Lessons from the Scottish MPA Network." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. vol. 207 (2018).

Hsu, C. C. & B. A. Sandford. "The Delphi Technique: Making Sense of Consensus." *Practical Assessment, Research, and Evaluation*. vol. 12, no. 1 (2007).

Jaroszweski, D. *The Impacts of Climate Change on the National Freight Sector. Transport and Climate Change*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited, 2012.

Jun, K. S. et al. "A Fuzzy Multi-criteria Approach to Flood Risk Vulnerability in South Korea by Considering Climate Change Impacts." *Expert Systems with Applications*. vol. 40, no. 4 (2013).

Justo, C. "A tecnica Delphi de formaçao de consensus." *Observatorio Portugues dos Sistemas Délelott Saúde* (2005).

Kahn, H. & A. J. Wiener. "The Next Thirty-three Years: A Framework for Speculation." *Daedalus*. vol. 96, no. 3 (1967).

Kattirtzi, M. & M. Winskel. "When Experts Disagree: Using the Policy Delphi Method to Analyse Divergent Expert Expectations and Preferences on UK Energy Futures." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 153 (April 2020).

Kayser, V. & E. Shala. "Scenario Development Using Web Mining for Outlining Technology Futures." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 156 (July 2020).

Kayser, V. & K. Blind. "Extending the Knowledge Base of Foresight: The Contribution of Text Mining." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 116 (March 2017).

Keeney, S., F. Hasson & H. McKenna. "Consulting the Oracle: Ten Lessons from Using the Delphi Technique in Nursing Research." *Journal of Advanced Nursing*. vol. 53, no. 2 (2006).

Kim, H. G. et al. "Finding Key Vulnerable Areas by a Climate Change Vulnerability Assessment." *Natural Hazards*. vol. 81 (2016).

Kosko, B. "Fuzzy Cognitive Maps." *International Journal of Man-Machine Studies*. vol. 24, no. 1 (1986).

Kosow, H. & R. Gassner. "Methods of Future and Scenario Analysis: Overview." *Assessment, and Selection Criteria*. vol. 39 (2008).

Lee, S. et al. "Forecasting Mobile Broadband Traffic: Application of Scenario Analysis and Delphi Method." *Expert Systems with Applications*. vol. 44 (2016).

Liimatainen, H. et al. "Decarbonizing Road Freight in the Future: Detailed Scenarios of the Carbon Emissions of Finnish Road Freight Transport in 2030 Using a Delphi Method Approach." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 81 (2014).

Lim, C. C. et al. "Mapping Urban Air Quality Using Mobile Sampling with Low-cost Sensors and Machine Learning in Seoul, South Korea." *Environment International*. vol. 131 (2019).

Lindeman, C. A. "Delphi Survey of Priorities in Clinical Nursing Research." *Nursing Research*. vol. 24, no. 6 (1975).

Linstone, H. A. & M. Turoff (eds.). *The Delphi Method*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1975.

Ludwig, B. "Predicting the Future: Have you Considered Using the Delphi Methodology?" *Journal of Extension*. vol. 35, no. 5 (1997).

Martino, J. *Technological Forecasting for Decision Making*. 2nd ed. New York: Elsevier, 1983.

Mearns, L. O. et al. *Climate Scenario Development: Climate Change: The Science of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Melander, L. et al. "Future Goods Transport in Sweden 2050: Using a Delphi-based Scenario Analysis." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 138 (2019).

Nerem, R. S. et al. "Climate-change-driven Accelerated Sea-level Rise Detected in the Altimeter Era." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. vol. 115, no. 9 (2018).

Nowack, M. et al. "Review of Delphi-based Scenario Studies: Quality and Design Considerations." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 78, no. 9 (2011).

Nurmi, J. E. "Planning, Motivation, and Evaluation in Orientation to the Future: A Latent Structure Analysis." *Scandinavian Journal of Psychology*. vol. 30, no. 1 (1989).

Nygren, N. A, P. Tapio & Y. Qi. "Lake Management in 2030: Five Future Images Based on an International Delphi Study." *Futures*. vol. 93 (2017).

Peffers, K. & T. Tuunanen. "Planning for IS Applications: A Practical, Information Theoretical Method and Case Study in Mobile Financial Services." *Information & Management*. vol. 42, no. 3 (2005).

Peppel, M., J. Ringbeck & S. Spinler. "How will Last-mile Delivery be Shaped in 2040? A Delphi-based Scenario Study." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 177 (April 2022).

PICMET'03: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology Technology Management for Reshaping the World. Portland, OR: IEEE, 2003.

Pielke, R, Jr. & J. Ritchie. "Distorting the View of our Climate Future: The Misuse and Abuse of Climate Pathways and Scenarios." *Energy Research & Social Science*. vol. 72 (2021).

Porter, M. E. *Competitive Advantage*. New York: Free Press, 1985.

Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. New York: IEEE Computer Society Press, 2002.

Pulido-Velazquez, D. et al. "The Impact of Climate Change Scenarios on Droughts and their Propagation in an Arid Mediterranean Basin: A Useful Approach for Planning Adaptation Strategies." *Science of The Total Environment*. vol. 820 (2022).

Puma, M. J. & S. Gold. *Formulating Climate Change Scenarios to Inform Climate-resilient Development Strategies: A Guidebook for Practitioners*. New York, NY: United Nations Development Programme, 2011.

Rahman, M. I. U. "Climate Change: A Theoretical Review; Interdisciplinary Description of Complex Systems." *INDECS*. vol. 11, no. 1 (2013).

Ribeiro, A. S. et al. "A Delphi Method to Classify Wave Energy Resource for the 21st Century: Application to the NW Iberian Peninsula." *Energy*. vol. 235 (2021).

Rikkonen, P. "Scenarios for Future Agriculture in Finland: a Delphi Study among Agri-food Sector Stakeholders." *Agricultural and Food Science*. vol. 14, no. 3 (2005).

Rikkonen, P. et al. "Five Transition Pathways to Renewable Energy Futures: Scenarios from a Delphi Study on Key Drivers and Policy Options." *European Journal of Futures Research*. vol. 9, no. 1 (2021).

Ringland, G. *Scenario Planning: Managing for the Future*. Chichester, England: Wiley, 1998.

Rodríguez Parisca, O. S. "Land Use Conflicts and Planning Strategies in Urban Fringes: A Case Study of Western Caracas (Venezuela)." PhD Thesis. Faculty of Sciences. Ghent University. Ghent, Belgium, 1995.

Roßmann, B. et al. "The Future and Social Impact of Big Data Analytics in Supply Chain Management: Results from a Delphi Study." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 130 (2018).

Rowe, G. & G. Wright. "The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis." *International Journal of Forecasting*. vol. 15, no. 4 (1999).

_____. *Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique; Principles of Forecasting*. Boston, MA: Springer, 2001.

Rowe, G. et al. "Difficulties in Evaluating Public Engagement Initiatives: Reflections on an Evaluation of the UK GM Nation? Public Debate about Transgenic Crops." *Public Understanding of Science*. vol. 14, no. 4 (2005).

Sackman, H. "Summary Evaluation of Delphi." *Policy Analysis*. vol. 1, no. 4 (1975).

Saito, O. et al. "Co-design of National-scale Future Scenarios in Japan to Predict and Assess Natural Capital and Ecosystem Services." *Sustainability Science*. vol. 14, no. 1 (2019).

Schmalz, U., S. Spinler & J. Ringbeck. "Lessons Learned from a Two-round Delphi-based Scenario Study." *MethodsX*. vol. 8 (2021).

Schoemaker, P. J. "Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking." *Sloan Management Review*. vol. 36, no. 2 (1995).

Schwartz, P. *The Art of the Long View: Patterns to Strategic Insight for Yourself and Your Company*. London: Doubleday, 1991.

Sharkey, S. B. & A. Y. Sharples. "An Approach to Consensus Building Using the Delphi Technique: Developing a Learning Resource in Mental Health." *Nurse Education Today*. vol. 21, no. 5 (2001).

Soanes C. & A. Stevenson (eds.). *The New Oxford English Dictionary*. 2nd ed. Oxford: Oxford English Press, 2003.

Soria-Lara, J. A. & D. Banister. "Participatory Visioning in Transport Backcasting Studies: Methodological Lessons from Andalusia (Spain)." *Journal of Transport Geography*. vol. 58 (January 2017).

Sossa, J. et al. "Delphi Method: Analysis of Rounds, Stakeholder and Statistical Indicators." *Foresight*. vol. 21, no. 5 (2019).

Stephenson, J. et al. "Deep Interventions for a Sustainable Transport Future." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. vol. 61 (June 2018).

Tapio, P. et al. "Pump, Boiler, Cell or Turbine? Six Mixed Scenarios of Energy Futures in Farms." *Futures*. vol. 88 (April 2017).

Toppinen, A. et al. "The European Pulp and Paper Industry in Transition to a Bio-economy: A Delphi Study." *Futures*. vol. 88 (2017).

Tuominen, A. et al. "Pluralistic Backcasting: Integrating Multiple Visions with Policy Packages for Transport Climate Policy." *Futures*. vol. 60 (2014).

Uhl, N. P. "Using the Delphi Technique in Institutional Planning." *New Directions for Institutional Research*. vol. 37 (1983).

Ulschak, F. L. *Human Resource Development: The Theory and Practice of Need Assessment*. Reston. VA: Reston Publishing Company, 1983.

Urry, J. *What is the future?* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016.

Van Der Heijden, K. "Scenarios and Forecasting: Two Perspectives." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 65, no. 1 (2000).

Velte, D. et al. *The EurEnDel Scenarios Europe's Energy System by 2030*. Berlin: Bericht, 2004.

Verma, S. & A. Gustafsson. "Investigating the Emerging COVID-19 Research Trends in the Field of Business and Management: A Bibliometric Analysis Approach." *Journal of Business Research*. vol. 118 (2020).

Wilms, F. E. P. *Szenariotechnik: Vom Umgang Mitosz der Zukunft*. Bern: Haupt Verlag, 2006.

Witkin, B. R. & J. W. Altschuld. *Planning and Conducting Needs Assessments: A Practical Guide*. Thousand Oaks/ London: Sage Publications, 1995.

Woudenberg, F. "An Evaluation of Delphi." *Technological Forecasting and Social Change*. vol. 40, no. 2 (1991).