Research Paper ورقة بحثية

منظمة
المجتمع
العلمي
العربي



نحو رؤية استراتيجية لإدارة أخطار تغير المناخ في المنطقة العربية

عادل الصالحي

مختبر الجغرافيا
والتنمية المستدامة
جامعة عبد المالك السعدي

ARAB
Scientific
Community
Organization



Research Paper, 2025

ورقة بحثية

DOI : 10.66030/ARSCO.0009

نحو رؤية استراتيجية لإدارة أخطار تغير المناخ في المنطقة العربية



Adil Salhi

Head of the Geography and Sustainable Development Research Laboratory, Abdelmalek Essaadi University, Morocco

عادل الصالحي

asalhi@uae.ac.ma

رئيس مختبر الجغرافيا والتنمية المستدامة، جامعة عبد المالك السعدي، المغرب

Abstract

This study examines the accelerating climatic transformations across the Arab region and the resulting compound risks manifested in sudden rainstorms, flash floods, and landslides. These hazards stem from a complex interplay between climatic, geomorphological, and human factors. The paper focuses on the phenomenon of "isolated depressions" (DANA) in the Mediterranean Basin, which have become increasingly frequent due to a rise of over two degrees Celsius in sea surface temperature, generating severe atmospheric disturbances that now extend to the southern and eastern shores.

Through the analysis of satellite imagery and big data from 2001 to 2023, the study reveals that more than 15% of high-rainfall-prone lands have entered the medium-to-high flood-risk category as a result of vegetation loss, soil degradation, and unsustainable urban expansion. The paper emphasizes the need to shift from disaster management to proactive risk governance, based on three interconnected pillars: scientific precision, good governance, and societal awareness. It calls for establishing an Arab Observatory for Climate and Environmental Risks, promoting

عن الكـــاتب

الدكتور عادل الصالحي أستاذ جامعي مغربي وخبير دولي معتمد في علوم الأرض والمياه والبيئة وباحث مشارك لدى مؤسسات دولية كبرى، حاصل على شهادتي دكتوراه من جامعة برشلونة ومن جامعة تطوان وعلى ثلاث شهادات ماجستير. يقود ويشارك في أبحاث ومشاريع دولية عديدة وعضو في مجالس وشبكات علمية مرموقة. يقود د. الصالحي شبكة الجامعات المتوسطية للتغير البيئي والمناخي ويمتلك خبرة واسعة في قيادة وتنسيق المشاريع العلمية الدولية التي تتناول قضايا جوهرية كالتغير المناخي وإدارة الموارد المائية واستباق الكوارث وتأثيرها على الأبعاد الاجتماعية والبيئية. حصل على 16 تتويج علمي ومنح تميز من جهات دولية مرموقة، أبرزها تتويجه كأفضل باحث من طرف الوكالة الجامعية الفرنكوفونية. نشر أكثر من 50 مقالاً علميًا محكمًا ومفهرسًا في كبريات المجلات العلمية، إضافة إلى عشرات التقارير

nature-based solutions, and integrating risk indicators into urban and economic planning. The study concludes that addressing climate change transcends technical dimensions to become a civilizational endeavor aimed at redefining the human–environment relationship within a framework of sustainability, resilience, and environmental justice.

الكلمات المفتاحية

#التغير_المناخي، #إدارة_ الأخطار، #الفيضانات_المفاجئة، #البيانات_ الضخمة، #الحلول_القائمة_على_الطبيعة
#Climate_Change, #Risk_Management, #Flash_Floods, #Big_Data, #Nature-Based_Solutions.

البريد الإلكتروني
info@arsco.org

الموقع الإلكتروني
www.arsco-nbras.net

التطبيقية المقدمة لمؤسسات ووزارات في عدة دول. يتميز إنتاجه العلمي بدمج تقنيات متقدمة مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة للأقمار الصناعية لدراسة النظم البيئية والمناخية المعقدة، جنبًا إلى جنب مع التحليل الإحصائي الميداني المتقدم للمجتمعات المختلفة في دول البحر الأبيض المتوسط والمنطقة العربية، مما يجعل أبحاثه مرجعًا علميًا موثوقًا للباحثين والهيئات الدولية على حد سواء.

الخلاصـــــة

تتناول هذه الدراسة التحولات المناخية المتسارعة في المنطقة العربية، وما ينجم عنها من أخطار مركّبة تتجلى في العواصف المطرية المفاجئة والفيضانات والانهيارات الأرضية، باعتبارها نتيجة لتفاعل معقد بين العوامل المناخية والجيومورفولوجية والبشرية. تنطلق الورقة من تحليل ظاهرة "المنخفضات المعزولة" في حوض البحر الأبيض المتوسط، التي أصبحت تتكرر بوتيرة مرتفعة بفعل ارتفاع درجة حرارة مياهه بأكثر من درجتين مئويتين، مما يؤدي إلى توليد اضطرابات جوية حادة تمتد آثارها إلى الضفة الجنوبية والشرقية من المتوسط. ومن خلال تحليل بيانات الأقمار الصناعية والبيانات الضخمة خلال الفترة (2001–2023)، تكشف الدراسة أن أكثر من 15٪ من الأراضي ذات القابلية العالية للهطول أصبحت ضمن نطاق الخطر المتوسط إلى العالي للفيضانات، نتيجة فقدان الغطاء النباتي وتدهور التربة والتوسع العمراني غير المستدام. وتبرز الورقة ضرورة الانتقال من إدارة الكوارث إلى حكامة استباقية للأخطار تقوم على ثلاثية مترابطة: العلم الدقيق، والحكم الرشيد، والوعي المجتمعي، من خلال إنشاء مرصد عربي للظواهر المناخية، وتبني الحلول القائمة على الطبيعة، وإدماج مؤشرات الخطر في السياسات الحضرية والاقتصادية.

تؤكد الدراسة إلى أن مواجهة تغير المناخ ليست تحديًا تقنيًا فحسب، بل مشروعًا حضاريًا شاملًا يعيد بناء العلاقة بين الإنسان وبيئته ضمن إطار من العدالة البيئية والاستدامة التنموية.

الآراء الواردة في هذه الورقة تعبر عن رأي الكاتب وليس بالضرورة عن رأي **منظمة المجتمع العلمي العربي**

أي استغلال تجاري للورقة إلكترونياً أم ورقياً، سيعرض صاحبه للمساءلة القانونية حيث أن جميع الحقوق تعود **لمنظمة المجتمع العلمي العربي**، ولمن يود الاستفادة من هذه الورقة عليه التنويه للمصدر

المقدمة

تشهد المنطقة العربية خلال العقدين الأخيرين تسارعًا واضحًا في تواتر الظواهر المناخية المتطرفة، التي تتجاوز في شدتها وتتابعها السجلات المناخية المألوفة. ويُعدّ من بين أخطر هذه الظواهر ما يُعرف علميًا باسم المنخفض المعزول في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، ويُرمز إليه في الأدبيات المناخية بمصطلح « دانا » (DANA) وهو اختصار لتعبير إسباني يصف اضطرابا جويا شديدا يتكوَّن عندما تنفصل كتلةٌ باردةٌ من الهواء عن التيار النفاث الرئيسي في طبقات الجو العليا، فتتعمق فوق مناطق دافئة وغنية بالرطوبة، مسببةً **عواصفَ مطريةٍ كثيفةً ومركزةً في حيّزٍ مكانيّ محدود**. ويكتسب هذا المنخفض طابعًا تدميريًا خاصة حين يظلّ ساكنًا فوق منطقة معينة لفترات طويلة، فيُفرغ كمياتٍ هائلة من الأمطار في ساعاتٍ معدودة، مسبّبًا فيضاناتٍ مفاجئةٍ وانهياراتٍ أرضيةٍ حادة، وغالبًا ما تزداد حدّته نتيجة التقاء الهواء البارد القادم من الشمال بالهواء الدافئ الرطب المتصاعد من البحر المتوسط.

لقد كان ظهور مثل هذه المنخفضات المعزولة في السابق ظاهرةً موسمية محدودة الحدوث، إلا أنّ التغيرات المناخية الراهنة (وخصوصًا **ارتفاع درجة حرارة سطح البحر المتوسط بما يزيد على درجتين مئويتين مقارنةً بمتوسطات ثمانينيات القرن الماضي**) قد غيّرت طبيعة هذه الظاهرة جذريًا. إذ إنّ المياه الدافئة تُحرّر كمياتٍ أكبر من بخار الماء إلى الغلاف الجوي، مما يُضاعف الطاقة الكامنة في المنظومة الجوية ويزيد من احتمالية نشوء **العواصف شديدة الغزارة** (**شكل 1**). وحين تلتقي هذه الكتلة الرطبة بالهواء البارد القادم من الشمال، تتكوَّن منطقة شديدة الاضطراب في الطبقات العليا من الجو، ينشأ عنها المنخفض المعزول الذي تتجدد فيه عمليات التكاثف والتبخر بشكل متسلسل، مولّدًا أمطارًا متواصلة لا تنقطع لساعاتٍ أو أيامٍ في نطاقٍ ضيقٍ من الساحل أو الجبال القريبة منه[1].

وتُظهر دراسات حديثة في المناخ المتوسطي أن هذا النوع من العواصف لم يعد حكرًا على السواحل الأوروبية، بل أخذ يمتد نحو الضفة الجنوبية والشرقية للمتوسط، حيث أصبحت بلدانٌ عربيةٌ عديدة (منها **ليبيا والجزائر والمغرب وتونس ولبنان**) تواجه آثارًا متزايدة لهذه المنخفضات[2].

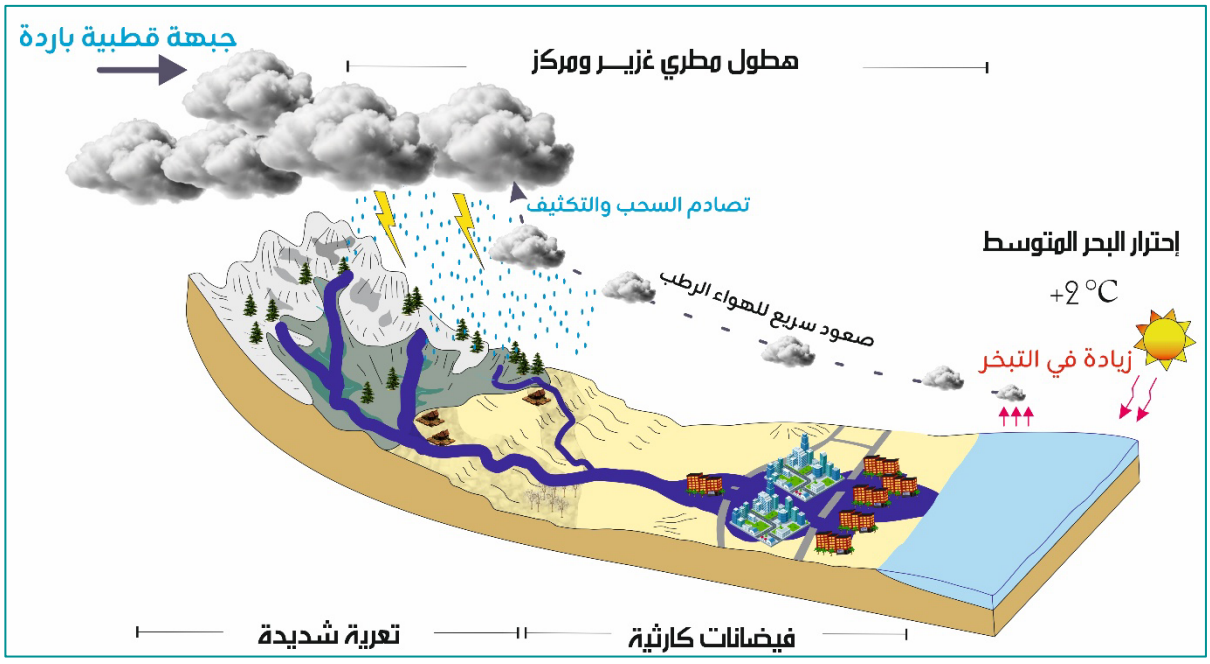
وقد مثّلت **كارثة درنة في سبتمبر 2023** أحد أكثر الأمثلة دلالة على هذه الظاهرة، إذ أدت عاصفة شديدة الغزارة (عُرفت باسم العاصفة دانيال) إلى انهيار سدّين متتاليين وتدمير جزءٍ واسعٍ من المدينة، مخلفةً آلاف الضحايا[3]. كما سُجلت خلال السنوات الأخيرة أحداث مشابهة في **مناطق متعددة شمال ووسط وجنوب المغرب العربي**، و**بيروت وطرابلس** في لبنان، و**جدة** في السعودية، و**دبي** في الإمارات، و**الدوحة** في قطر، كانت جميعها ناتجة عن عواصف مفاجئة تميزت بتجمع كميات غير مسبوقة من المياه في فترات زمنية قصيرة جدًا.

ويُعزى تفاقم حدّة هذه الظواهر إلى مجموعةٍ مترابطةٍ من العوامل المناخية والجيومورفولوجية. فإلى جانب ارتفاع حرارة البحر المتوسط، تسهم **الخصائص التضاريسية المميزة للسواحل العربية** (وجود سلاسل جبلية قريبة من الشواطئ) في تعزيز الصعود السريع للهواء الدافئ الرطب، ما يزيد من احتمالات تشكّل سحبٍ كثيفةٍ تتسبب في أمطارٍ غزيرةٍ ومركزة[4]. كما أنّ **تدهور الغطاء النباتي**

وتعرية التربة في المناطق الجبلية والريفية المحيطة يزيد من هشاشة النظام البيئي ويُقلِّل من قدرته على امتصاص كميات الأمطار المفاجئة، مما يُحوّل العاصفة الجوية إلى سيل كاسحٍ في غضون ساعات[5].

إنّ ما يثير القلق في العواصف شديدة الغزارة ليس فقط قوتها التدميرية، بل كذلك **طابعها المفاجئ وصعوبة التنبؤ بموقع تمركزها ومدتها الزمنية**. فهي غالبًا ما تتكوّن بسرعة وتتحرك ببطء، فيغدو الإنذار المسبق تحديًا حقيقيًا أمام أجهزة الأرصاد. وعلى الرغم من التطور الكبير في نماذج التنبؤ، فإنّ فعالية هذه النماذج تظل رهينةً بالتنسيق المؤسسي والجاهزية الميدانية[6]. وتُظهر التجارب الأوروبية، مثل ما وقع في **إسبانيا** حين تأخرت السلطات الإقليمية في الاستجابة لتحذيرات هيئة الأرصاد، أن **القصور في إدارة الإنذار** قد يكون أخطر من الظاهرة نفسها، إذ يحوّلها من حدثٍ طبيعي إلى كارثةٍ مجتمعية[7].

وعليه، فإنّ تكرار هذه العواصف يفرض على البلدان العربية إعادة النظر جذريًا في سياساتها البيئية والمناخية، من خلال الانتقال من نهج الاستجابة بعد الكارثة إلى **منظومةٍ استباقيةٍ مبنيةٍ على الرصد العلمي والبيانات المفتوحة**. لقد أضحى واضحًا أن العواصف شديدة الغزارة ليست مجرد ظاهرة جوية عابرة، بل **علامةٌ مناخيةٌ مميزةٌ لمرحلة جديدة من تطور المناخ في المنطقة العربية**، حيث يتقاطع التغير الحراري العالمي مع هشاشة النظم البيئية والاجتماعية في توليد أخطارٍ مركّبة تتجاوز قدرة البنى التقليدية على المواجهة.



شكل 1. نموذج مبسط لتكون العواصف شديدة الغزارة يُبرز كيف يُسهم الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة مياه البحر الأبيض المتوسط في تفاقم حدة هذه الظواهر الجوية المتطرفة، وما يترتب عنها من عواقب كارثية على المناطق المتأثرة.

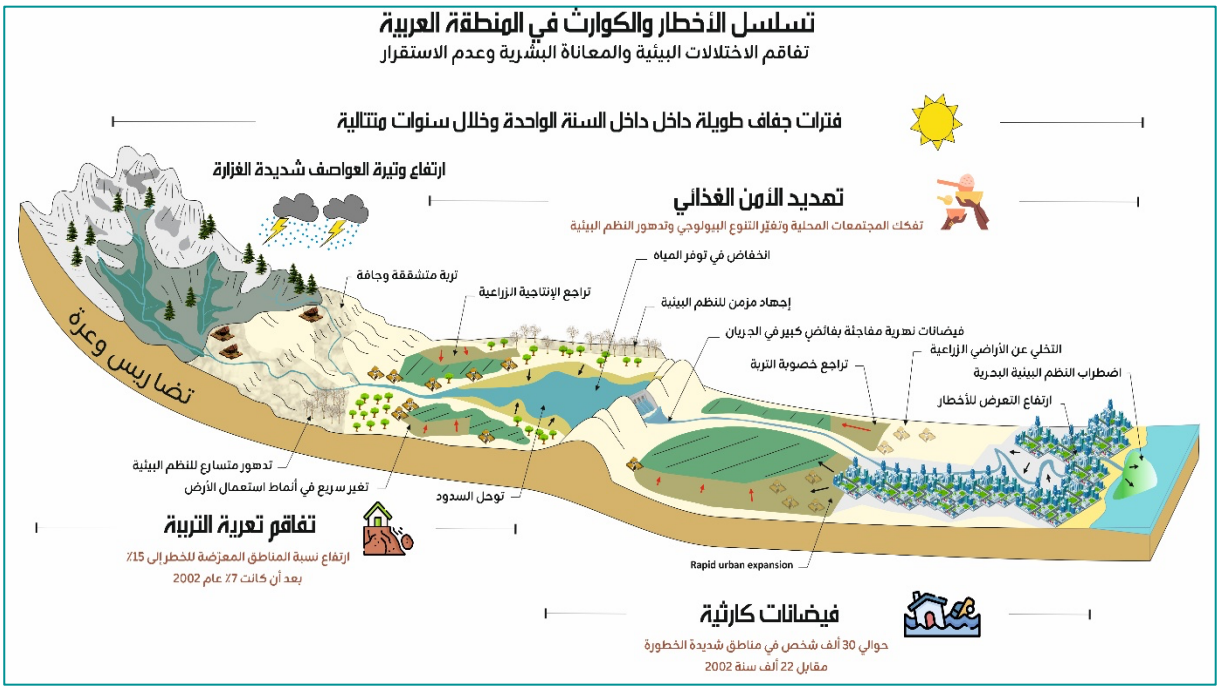
من تدهور الأراضي إلى تسارع الكوارث المناخية

تكشف متابعة الظواهر المناخية الحديثة في المنطقة العربية أنّ العلاقة بين السماء والأرض أصبحت أكثر ترابطًا وتداخلاً مما كان يُظَنّ. فالعواصف شديدة الغزارة لم تَعُد مجرد ظواهر جوية عابرة، بل أصبحت تُعبّر عن تحوّلٍ بيئيّ شاملٍ تمسّ جذوره بنية التربة والنظام البيئي والأنماط الحضرية معًا. ومن خلال تحليل البيانات المكانية الممتدة منذ بداية الألفية، يتضح أنّ **الفيضانات المدمّرة التي اجتاحت مدنًا عربية** ليست سوى المرحلة الأخيرة في سلسلةٍ من العمليات التراكمية التي بدأت بتدهور الأراضي، وفقدان الغطاء النباتي، وتسرّع التعرية (**شكل 2**).

وتبيّن الدراسات الحديثة أن التربة العربية في معظم الأحواض الساحلية فقدت خلال العقدين الأخيرين من قدرتها على امتصاص المياه، بسبب **الضغط العمراني، وإزالة الغابات، والرعي الجائر، والتوسع الزراعي غير المستدام**. وقد أظهرت صور الأقمار الصناعية التي تم تحليلها ضمن قاعدة البيانات الإقليمية أن المساحات المصنفة « عالية القابلية للتعرية » تضاعفت تقريبًا، وأن الأحواض الهيدرولوجية التي تتعرض لهطولات مفاجئة أصبحت أكثر هشاشة من أي وقت مضى[8]. ففي المناطق التي تتكرر فيها العواصف المركزة، خصوصًا على امتداد السواحل الممتدة من شمال غرب إفريقيا إلى المشرق العربي، باتت **الفيضانات الخاطفة** (Flash Floods) حدثًا متوقعًا أكثر من كونها استثناءً، لأنّ الأرض المنهكة لم تَعُد قادرة على استقبال الأمطار أو تنظيم جريانها الطبيعي[9].

إنّ الملاحظة الجوهرية هي أنّ **الفيضانات لم تَعُد نتيجةَ ظاهرةٍ مناخيةٍ واحدة، بل حصيلةَ منظومةٍ بيئيةٍ متدهورةٍ تستجيب بشكلٍ مضاعفٍ للاضطرابات الجوية**. فعندما تضرب عاصفة شديدة الغزارة إحدى المدن العربية، لا يقتصر أثرها على شدة الأمطار، بل يمتد ليشمل الانهيارات الأرضية، وانسداد المجاري المائية، وتكاثف الحمولة الرسوبية في الأودية، وهي جميعها نتائج مباشرة لتعرية التربة وفقدان بنيتها العضوية[10].

وقد وثّقت صور الأقمار الصناعية والأرصاد الميدانية أنّ مناطق الكارثة الكبرى (مثل **درنة في ليبيا**) تقع ضمن أحواضٍ نهريةٍ صغيرةٍ ذات منحدراتٍ حادةٍ وتربةٍ هشةٍ تعرضت لتدهورٍ متواصلٍ خلال السنوات السابقة للعواصف. هذه الخصائص الجيومورفولوجية جعلت تلك المدن بمثابة مستقبل طبيعي للسيول، إذ تتجمع فيها مياه الأمطار المنحدرة بسرعة من المرتفعات لتصبّ في مناطق عمرانية تفتقر إلى البنية التحتية القادرة على التصريف الفعّال[11].



شكل 2. تشهد المنطقة العربية تغيرات مناخية متسارعة وغير مسبوقة أدت إلى تفاقم الفيضانات والجفاف وتدهور الأراضي، وهي ظواهر مترابطة ذات وقع متزايد على الخسائر البشرية ومولدة للاضطرابات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية ومهددة للأمن الغذائي ومحركة للهجرة القسرية.

ويُلاحَظ أنّ هذه الأنماط تتكرّر بنفس الميكانيكية في مناطق عربية أخرى بعيدة عن البحر، مثل واحات الصحراء الكبرى والجزيرة العربية، حيث يؤدي تغيّر أنماط الأمطار نحو **غزارةٍ مفاجئةٍ بعد فتراتِ جفافٍ طويلة** إلى نتائج مشابهة. فالتربة الجافة القاسية وتبليط المدن لا يسمحان بامتصاص الماء، والغطاء النباتي المحدود لا يخفف الجريان، مما يجعل الكميات الهاطلة تتحول مباشرة إلى سيول جارفة. بهذا المعنى، فإنّ التغير المناخي في المنطقة العربية لا يمكن عزله عن **التحولات الأرضية**، إذ يتفاعل المناخ المحموم مع بيئةٍ هشّةٍ ليُنتج ما يمكن تسميته **بالفيضانات المركّبة** التي تُسهم فيها عناصر المناخ والتربة والعمران مجتمعة[12].

تُظهر هذه المعطيات أنّ فهم الأخطار المناخية يتطلب تجاوز المقاربات التقليدية التي تفصل بين العوامل الطبيعية والعوامل البشرية. فالبيئة العربية المعاصرة لم تَعُد تحتمل مثل هذا الفصل. إنّ تعرية التربة ليست ظاهرة جغرافية صامتة، بل مؤشّرٌ على فقدان التوازن البيئي الذي يُحوّل كل عاصفةٍ إلى تهديدٍ إنسانيٍّ واقتصاديّ. وهنا تتقاطع الملاحظة العلمية مع البُعد السياسي والبشري: فالمشكلة لم تَعُد في غزارة المطر وحدها، بل في غياب الأرض القادرة على امتصاصه، والأنظمة المؤسسية القادرة على استيعابه، والمجتمعات المؤهَّلة للتعامل مع نتائجه.

ولذلك، فإنّ القراءة التكاملية للبيانات البيئية في المنطقة العربية تؤكد أنّ **المناخ ليس وحده من يتغير، بل الأرض أيضًا**، وأنّ كليهما يتفاعل ليخلق بيئةً جديدةً من الأخطار تحتاج إلى فهمٍ متعدد المستويات: فيزيائي، وبيئي، ومؤسسي، واجتماعي. هذا الوعي الجديد

يُشكّل الأساس العلمي الذي يسعى إلى الانتقال من توصيف الأخطار إلى إعادة صياغة التفكير في إدارتها على ضوء الأدلة الحديثة المستقاة من تحليل البيانات الضخمة والمراقبة المكانية بعيدة المدى.

الدروس المستخلصة من تحليل البيانات الضخمة

لقد أحدثت الثورة الرقمية في العقدين الأخيرين تحوّلًا جوهريًا في طرق فهم الظواهر البيئية، وأعادت صياغة العلاقة بين الملاحظة الميدانية والمعطى العلمي. فبفضل تقنيات **الاستشعار عن بُعد** والمنصّات السحابية، أصبح بالإمكان تتبّع تطوّر الظواهر المناخية والبيئية عبر الزمن والمكان بدقّةٍ غير مسبوقة. في هذا السياق، اكتسب تحليل البيانات الضخمة في البيئة العربية بعدًا استراتيجيًا، لأنّه مكّن الباحثين من تجاوز ندرة المعطيات الميدانية التي طالما قيّدت الدراسات التقليدية، وأتاح بناء قواعد معرفية شاملة تغطي مساحاتٍ واسعة وممتدة زمنياً، مثل قواعد SESMAR (**شكل 3**) التي تم تطويرها لتحديد القابلية الجغرافية للتعرية وأخطار الفيضانات في الأحواض العربية المتأثرة بالمناخ المتوسطي[8].

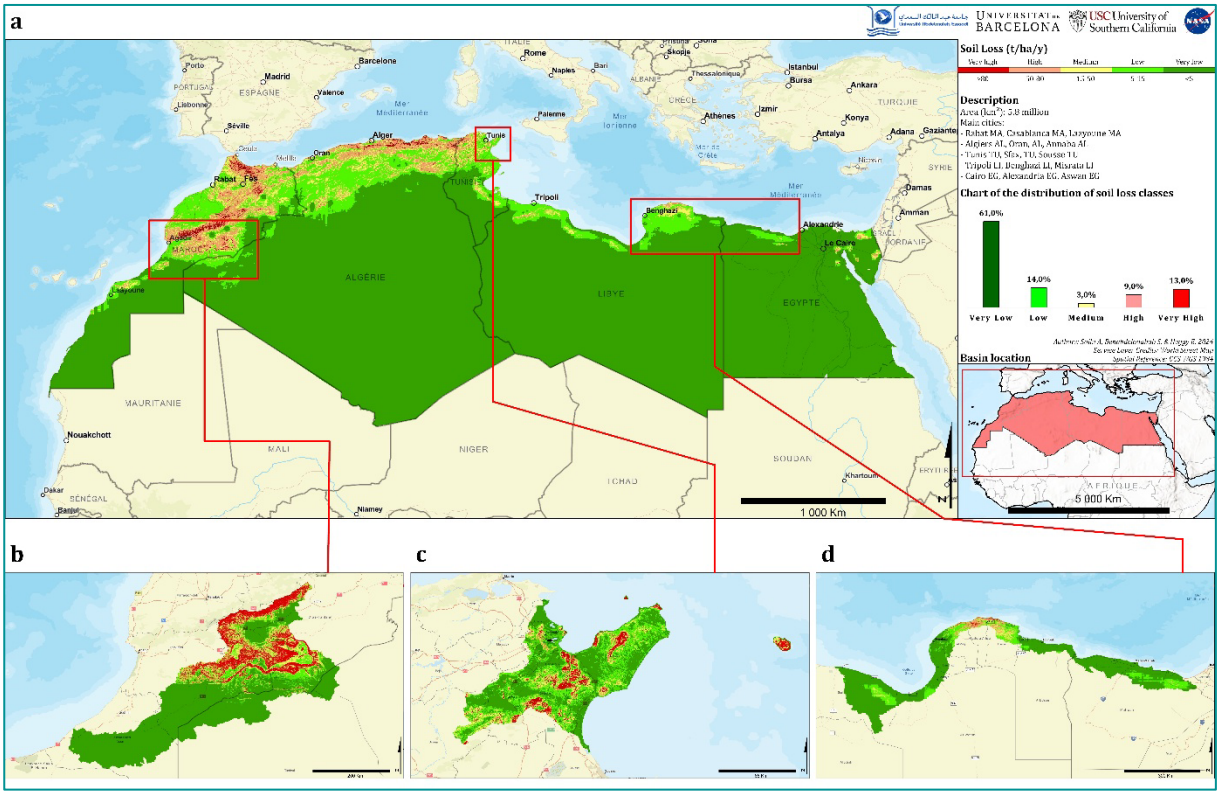
تقوم هذه القواعد على تحليل عشرات الآلاف من الصور الفضائية الممتدة من عام 2001 إلى اليوم، واستخدام مؤشرات طبوغرافية وهيدرولوجية ومناخية متعددة (مثل الغطاء النباتي والانحدار والرطوبة السطحية وشدة الهطول وتغيرات درجة الحرارة). وقد أتاح هذا النهج رؤية مكانية جديدة للمنطقة العربية، إذ أظهرت الخرائط الناتجة عن هذه التحليلات أنّ نحو **15% من المساحات التي تتلقى معدلات هطولٍ كبيرة أصبحت ضمن نطاق الخطر المتوسط إلى العالي**، وأنّ هذا التغير ترافق مع تزايدٍ في التوسع العمراني في المناطق الحساسة فيضانيًا[13].

ولم تقتصر قيمة تحليل البيانات الضخمة على تحديد مناطق الخطر فحسب، بل امتدّت إلى **فهم دينامية تطوّر الأخطار عبر الزمن**. فقد أمكن تتبّع المسارات الزمنية لتدهور الغطاء النباتي وارتباطها بارتفاع وتيرة الفيضانات، وهو ما أتاح لأول مرة بناء سلاسل زمنية تربط مباشرة بين التحولات البيئية والنتائج المناخية. وظهر بوضوح أنّ السنوات التي شهدت ارتفاعًا في معدلات فقدان التربة تتزامن تقريبًا مع الفترات التي سُجّلت فيها كوارث فيضانية كبيرة، مما يعزز الفرضية العلمية التي تربط التعرية بتضخيم أخطار الفيضانات.

ويكتسب هذا الربط بعدًا سياسيًا واستراتيجيًا في **صناعة القرار الوقائي** بحيث يسمح بتوجيه الاستثمارات الحكومية نحو مواقع محدّدة بدقة (الأكثر هشاشة)، بدلًا من السياسات العامة غير الموجهة. وبذلك فإنّ التحليل البيئي القائم على البيانات الضخمة يمثّل أداة للتحول من الإدارة الارتجالية للكوارث إلى الحكامة الاستباقية للأخطار. إنّها نقلة من ردّ الفعل إلى التوقّع، ومن المعالجة بعد الكارثة إلى التخطيط قبلها.

لقد أظهرت مقارنة النماذج المستندة إلى البيانات المفتوحة مع الوقائع الميدانية أنّ **المناطق الحضرية التي تشهد توسعًا سريعًا دون ضوابط** (خصوصًا في السهول والهوامش الجبلية) هي الأكثر عرضة للتأثر بالفيضانات[5]. وفي المقابل، أظهرت المناطق التي حافظت على

غطائها النباتي واستثمرت في البنية الخضراء انخفاضًا ملحوظًا في سرعة الجريان وشدة الانجراف، حتى تحت الأمطار الغزيرة. هذا الدليل المكاني يُظهر أن الحلول الطبيعية ليست نظرياتٍ بيئية فحسب، بل حقائق كمية يمكن قياس أثرها في الحد من الخطر[14].



شكل 3. قاعدة البيانات المفتوحة للأحواض النهريّة بشمال أفريقيا (2001–2023) SESMAR تضم معطيات منهجيّة وخرائط تغطّي الدول العربية الخمس المطلة على البحر الأبيض المتوسط.

الرابط: https://zenodo.org/records/10478966.

ومن الدروس الجوهرية التي كشفتها هذه التحليلات أنّ **المناخ العربي لم يعد متجانسًا** كما كان يُتصوَّر، بل أصبح فسيفساء من التناقضات: مناطق تعرف جفافًا حادًا متتالياً، وأخرى تغمرها أمطار مفاجئة مدمرة، وكلتاهما تخضع للتغير المناخي ذاته[15]. وهذا يستدعي بناء نظم مراقبة عربية مشتركة تسمح بفهم هذه التباينات الدقيقة، وربطها بتغيرات حرارة البحر المتوسط وبالدوائر الجوية العليا المولدة للعواصف شديدة الغزارة .بعبارةٍ أخرى، إنّ قراءة الأخطار المناخية لم تعد شأنًا محليًا، بل عملية معرفية إقليمية عابرة للحدود، تتطلب مشاركة البيانات وتكامل الأبحاث والمؤسسات.

وتؤكد هذه التجربة أنّ **البيانات الضخمة هي وسيلة لإعادة تشكيل علاقة المجتمع بالبيئة** .فهي تعيد تقديم « المعرفة » لتصبح نتاجًا جماعيًا، وتتيح للمؤسسات الحكومية والأكاديمية والمجتمعية أن تتحدث بلغةٍ واحدة قائمة على الأدلة المكانية والعددية، لا على الانطباعات والتقديرات. ومن هنا تبرز الحاجة إلى ترسيخ ثقافة العلم المفتوح في العالم العربي، وتسهيل الوصول إلى المعلومات البيئية الموثوقة، بوصفها حجر الأساس لأي سياسة ناجعة للتأقلم مع التغير المناخي ومواجهة كوارثه.

الفهم المتكامل للأخطار: من الطبيعة إلى المجتمع

إنّ تحليل الظواهر المناخية في المنطقة العربية يكشف عن مفارقةٍ عميقة: فالأخطار الطبيعية في ذاتها لا تتحول إلى كوارث إلا عندما تصطدم بمجتمعٍ غير مهيأ، وبنظامٍ مؤسسيّ عاجزٍ عن التفاعل مع التنبؤات العلمية. بهذا المعنى، لا يمكن فصل فهم الخطر الطبيعي عن السياق الاجتماعي والثقافي الذي يحتضنه، لأنّ كل عاصفةٍ أو فيضانٍ لا يُقاس فقط بشدة المطر أو سرعة الرياح، بل أيضًا بمدى الوعي، والتنظيم، والجاهزية التي يمتلكها المجتمع في مواجهتها[16].

لقد أظهرت الدراسات الميدانية في عددٍ من المدن العربية أنّ **الأخطار الطبيعية تزداد حدّة حين تتقاطع مع الضعف الاجتماعي والإداري**. ففي المدن ذات التوسع العشوائي، حيث تُبنى الأحياء في بطون الأودية أو على سفوح الجبال دون احترامٍ للهندسة الهيدرولوجية، تتحول الأمطار الموسمية إلى فيضاناتٍ قاتلة. وفي المقابل، تُظهر المناطق التي طُبقت فيها مبادئ التخطيط الوقائي وتوزيع البنية التحتية حسب مؤشرات الخطر انخفاضًا واضحًا في الخسائر، حتى في حال وقوع ظواهر مناخية متطرفة[5].

إنّ التجربة الإسبانية في **بلنسية** مثالٌ صارخ على الدور الحاسم للحكامة. فبالرغم من توفر أنظمة إنذار متقدمة، إلا أنّ تجاهل السلطات المحلية لتحذيرات هيئة الأرصاد الوطنية وتأخرها في تفعيل بروتوكول الطوارئ أدى إلى كارثةٍ واسعة النطاق. ويُظهر هذا المثال أن **العنصر البشري في إدارة الخطر لا يقل أهميةً عن العنصر التقني**، إذ لا جدوى من دقّة النماذج التنبؤية إذا لم يُترجم العلم إلى قرارٍ فعّال وسريع.

وتتكرر الصورة في المدن العربية بدرجاتٍ مختلفة حيث **يختلط القصور الإداري بضعف الثقافة الوقائية**. فالمجتمعات المحلية غالبًا ما تتعامل مع الإنذارات الجوية بوصفها إشاعاتٍ أو تهويلًا إعلاميًا، بينما تفتقر الأجهزة الجماعية إلى تدريبٍ مستمرٍ على التدخل السريع وإدارة الإخلاء. وهكذا، تتضاعف آثار الكوارث بسبب حلقةٍ مغلقةٍ تجمع بين المعرفة الجزئية والجاهزية المحدودة والهشاشة الاجتماعية.

في المقابل، تبرز تجارب ميدانية تُظهر أن **المجتمعات التي تمتلك وعيًا بيئيًا مبكرًا تكون أكثر قدرةً على الصمود**[17]. فحملات التثقيف البيئي، ومشاريع المدارس الخضراء، وبرامج الإنذار المحلي التي تعتمد على المشاركة المجتمعية، كلها تسهم في تحويل المواطن من متلقٍ للخطر إلى فاعلٍ في الوقاية. وقد بينت بحوث السلوك البيئي أنّ المجتمعات التي تشعر بالانتماء إلى المكان تتبنى سلوكًا وقائيًا فوريًا، إذ ترتبط درجة الوعي بالمسؤولية المكانية والعاطفية تجاه البيئة. ولذلك، فإنّ بناء الوعي ليس نشاطًا هامشيًا بل **أداة للحدّ من الخطر**، تعادل في أهميتها شبكات التصريف والهندسة المائية.

من جهةٍ أخرى، تكشف التجارب الحديثة أنّ **الفصل بين التخصصات العلمية في دراسة الأخطار لم يعُد مجديًا**[18,19]. فالمناخ والهيدرولوجيا والعلوم الاجتماعية والإدارة الحضرية كلها أصبحت فروعًا من منظومةٍ معرفيةٍ واحدة. فعندما ندرس فيضانًا ناتجًا عن عاصفة شديدة الغزارة، يجب أن نقرأه في ضوء التضاريس والبنية التحتية وأنماط السكن ومستويات التعليم وثقافة الاستجابة، لا في ضوء المناخ وحده. إنّ الفيضان في هذا المعنى ليس حدثًا طبيعيًا، بل *ظاهرة* اجتماعية–بيئية تتجلى فيها تفاعلات الناس مع

المكان. وهذا ما يدفع إلى تبنّي مفهوم **الهشاشة المركّبة**، الذي يرى أن الكارثة ليست نتاج عاملٍ واحد، بل نتيجة تراكم الضعف عبر مستوياتٍ عدة: من الأرض إلى البنية التحتية، ومن السياسات إلى الوعي الفردي.

ولعلّ أبرز ما تعلّمه التجربة العربية الحديثة هو أنّ **الوقاية ليست حكرًا على الدولة وحدها**. فالمجتمع المدني والجامعات والإعلام والمؤسسات التربوية جميعها تمتلك دورًا في بناء ثقافة التنبؤ والتدبير. فحين تتكامل المعرفة العلمية مع المعرفة المحلية، وحين تتحول البيانات إلى لغةٍ مشتركة بين المختبر والمجتمع، تُولد حالة من « **الذكاء السلوكي الجماعي** » التي تسمح بإدارةٍ أكثر رشداً للأخطار. ويُعدّ إشراك المواطن في إنتاج المعرفة البيئية (عبر تطبيقات الهاتف الذكي أو برامج الرصد التطوعي أو منصات الإنذار المجتمعي) أحد المداخل الحديثة التي أثبتت فعاليتها في مناطق عدة من العالم[20].

إنّ التحول من رؤيةٍ طبيعية للأخطار إلى رؤيةٍ اجتماعيةٍ تكاملية يُغيّر جوهر السياسة البيئية في المنطقة العربية. فهو ينقلها من مرحلة الاستجابة البيروقراطية إلى **منظور الوقاية المشتركة**، حيث يُعتبر كل فاعلٍ جزءًا من منظومة الإنذار المبكر: المواطن الذي يبلغ عن تغيرٍ بيئي، والباحث الذي يحلل المعطيات، والمسؤول الذي يتخذ القرار. وفي هذا الإطار، تُصبح الحكامة المناخية مشروعًا تربويًا ومجتمعيًا بقدر ما هي مشروع هندسي أو علمي.

من هنا، فإنّ بناء **نموذجٍ عربيٍ متكاملٍ لفهم الأخطار** يجب أن يستند إلى ثلاثة أسس مترابطة:

- الأول هو **العلم الدقيق** الذي يصف الظاهرة ويقيسها؛
- والثاني هو **المؤسسة المرنة** التي تُحوّل المعلومة إلى قرار؛
- والثالث هو **المجتمع الواعي** الذي يُحوّل القرار إلى سلوك.

وإذا فُقد أحد هذه الأسس، تظلّ الكارثة ممكنة مهما بلغت دقّة الرصد. بهذه الرؤية الشمولية، تُصبح العواصف وتعرية التربة والفيضانات الكبرى في المنطقة العربية ليست مجرد مشاهد طبيعية مأساوية، بل **دروسًا في ضرورة التحول من فهم الظاهرة إلى إدارة السلوك**.

فجوات السياسات والتحديات المؤسسية

على الرغم من التقدم العلمي الذي أحرزته المنطقة العربية في فهم الظواهر المناخية والبيئية، فإنّ **التحوّل من المعرفة إلى الفعل ما يزال محدودًا**، وهو ما يجعل الفارق بين الكارثة المحتملة والكوارث الواقعة مسألةَ إدارةٍ أكثر منها مسألة طبيعة[21]. فالمشكلة الكبرى ليست في قلّة البيانات أو ضعف الرصد، بل في **العجز المؤسسي عن تحويل الأدلة العلمية إلى قراراتٍ تنفيذية فعّالة**. هذه الفجوة بين العلم والسياسة تُشكّل اليوم أحد أكبر التحديات التي تواجه الأمن العربي، وتفسّر استمرار تكرار الخسائر رغم ازدياد الدقة في النماذج والتحذيرات[20].

يُلاحظ أولاً أنّ **الهياكل الإدارية في معظم الدول العربية ما زالت تعمل في جزرٍ منفصلة**. فالأرصاد الجوية ووزارات البيئة والسلطات المحلية والجهات المكلفة بالبنية التحتية، نادرًا ما تتقاسم المعلومات أو تضع خططًا مشتركة لإدارة الأخطار. ويؤدي هذا التشتت إلى إضعاف فعالية الإنذار المبكر، إذ يُفترض أن يكون نظامًا متكاملًا يبدأ من التنبؤ وينتهي بالإخلاء الميداني، بينما هو في الواقع سلسلة من الإجراءات المتقطعة. وقد كشفت تجارب الكوارث الأخيرة أنّ تعدّد المسؤوليات دون وضوحٍ في سلسلة القيادة يؤدي إلى تضاربٍ في القرارات وتأخّرٍ في التدخل، مما يضاعف الأضرار في الساعات الحاسمة. كما يُلاحظ ضعف البنية القانونية التي تُحدّد بوضوح مسؤولية كل جهةٍ في حال الكارثة. فالإطار القانوني للأخطار في معظم الدول العربية ما زال يعتمد على مقاربة « الاستجابة بعد الحدث »، ولا يتضمن بنودًا تُلزم الجهات بتطبيق سيناريوهات المحاكاة أو اختبارات الجاهزية الدورية. وفي غياب المساءلة، تبقى الخطط الورقية شكلية، بينما تظلّ الإجراءات الفعلية رهينة الارتجال الميداني عند وقوع الأزمة.

ومن التحديات البارزة كذلك **غياب الإطار التشريعي الذي يُلزم بتضمين مؤشرات الخطر في التخطيط العمراني**. فالمدن العربية، خصوصًا الساحلية منها، ما زالت تنمو وفق منطقٍ توسعيٍّ « طريقي » يزاحم الأودية والمجاري القديمة دون تقييمٍ منهجي لأخطارها. ولا توجد في معظم الدول العربية قواعد بيانات حضرية محدثة تُظهر حدود مناطق الانجراف أو القابلية للفيضانات، ما يجعل قرارات التوسع العمراني تُتخذ بمعزلٍ عن المعطيات العلمية. وحتى حين تتوافر هذه البيانات عبر الجامعات أو مراكز البحث، فإنّها لا تجد طريقها إلى وثائق التعمير الرسمية بسبب **ضعف قنوات التواصل بين الباحث وصانع القرار**.

تُضاف إلى ذلك **معضلة التمويل**، وهي من أكثر العقبات استمرارية. فالعديد من المبادرات البحثية التي أُطلقت في إطار التعاون لم تصل إلى مرحلة التطبيق بسبب توقف التمويل أو غيابه، كما حدث في عدة مشاريع للأنظمة الذكية للتنبيه والتدخل أثناء الكوارث، التي كان يُفترض أن توفّر نموذجًا استشرافيًا لتوجيه الإنذار إلى السكان وتنسيق عمليات الإنقاذ في الوقت الحقيقي، لكنها لم تر النور نتيجة غياب الدعم المالي والمؤسسي اللازم. ويُظهر هذا أن **غياب الإرادة التمويلية يعادل في أثره غياب المعرفة نفسها**، لأنّ الفكرة العلمية مهما بلغت دقتها تظلّ معلّقة إذا لم تجد حاضنةً تنفيذية[22].

وتُعدّ **محدودية الشفافية وتبادل المعلومات** إحدى أكثر الإشكالات إلحاحًا، إذ تُعامل البيانات البيئية والمناخية أحيانًا بوصفها ملكية إدارية مغلقة لا تُشارك إلا ضمن تقارير رسمية، ما يعيق البحث العلمي والابتكار .غير أنّ مفهوم **العلم المفتوح** (Open Science) أصبح اليوم أحد أعمدة الحكامة البيئية الحديثة، لأنه يربط بين المعرفة والحق العام في الوصول إليها، ويسمح بتكوين شبكات إقليمية من الباحثين والمؤسسات لتبادل الخبرة والرصد اللحظي .ومن دون هذا الانفتاح، سيظل كل بلدٍ عربيٍّ يعيد اكتشاف نفس الخطر الذي اكتشفه جاره، ويكرر نفس الخطأ الإداري في دورةٍ لا تنتهي.

ويضاف إلى ذلك **ضعف دمج التعليم والتكوين في إدارة الأخطار**. فالمناهج الجامعية والتقنية نادرًا ما تتضمن مقرراتٍ تطبيقية حول التنبؤ والإنذار والاستجابة السريعة، مما يُبقي المعرفة العلمية في إطارٍ نظريٍّ غير قابلٍ للتنفيذ. إنّ غياب جيلٍ مؤهَّلٍ علميًا وميدانيًا

في مجال الحكامة المناخية يُعرّض المنطقة العربية لفجوةٍ مستقبليةٍ أكبر، لأنّ الأخطار تتطور بوتيرةٍ أسرع من قدرات المؤسسات على مجاراتها.

كلّ هذه الثغرات تكشف أنّ المشكلة ليست في غياب الرؤية، بل في **ضعف ترجمتها إلى منظوماتٍ تنفيذيةٍ مترابطة**. فالبيانات متاحة والتجارب متكرّرة والمعرفة متراكمة، لكن الحلقة التي تصل بين العلم والفعل لا تزال مفقودة. إنّ بناء منظومة عربية فعّالة لإدارة الأخطار يتطلّب إعادة هيكلةٍ عميقةٍ في طريقة تفكير المؤسسات، بحيث تنتقل من منطق التسيير القطاعي إلى منطق **العمل المتداخل متعدد الاختصاصات**. فالأخطار المعاصرة لا تُدار بوزارةٍ واحدة ولا بميزانيةٍ محددة، بل تُدار بعقلٍ جماعيٍّ يمتدّ من المختبرات إلى البلديات، ومن الفضاء الأكاديمي إلى الإعلام والمجتمع المدني.

إنّ تجاوز هذه التحديات المؤسسية هو الشرط الأول لبناء سياساتٍ وقائيةٍ حقيقية في المنطقة العربية. ولذلك، لا يمكن الحديث عن مواجهة العواصف أو الفيضانات أو التعرية أو الجفاف المتكرّر بمعزلٍ عن إصلاح بنية القرار المناخي ذاته. فحين تُصبح المعرفة العلمية جزءًا من آلية اتخاذ القرار، وحين تتحول مؤشرات الخطر إلى لغةٍ مشتركة بين الوزارات والمجتمع، عندها فقط يمكن القول إنّ المنطقة العربية بدأت تتحرّك من **زمن التبرير إلى زمن الوقاية**.

نحو خارطة طريق عربية لإدارة الأخطار المناخية

تفرض التحولات المناخية الراهنة على المنطقة العربية إعادة صياغةٍ جذريةٍ في أسلوب التعامل مع الظواهر البيئية، بحيث تُبنى السياسات على **الاستباق بدل الاستجابة، وعلى التنبؤ بدل التصحيح، وعلى التعاون بدل الانعزال**. وقد أصبح واضحًا أن التغير المناخي لم يعُد مسألة علمية أو بيئية فحسب، بل تحديًا حضاريًا يختبر قدرة المجتمعات على التكيّف والتخطيط المشترك. ومن هذا المنطلق، نقترح **خارطة طريق عربية** قوامها المعرفة والتنسيق والمواطنة البيئية، من أجل بناء منظومةٍ إقليميةٍ قادرةٍ على إدارة الأخطار المناخية بكفاءةٍ وعدالةٍ واستدامة (**شكل 4**).

إنّ الانطلاقة الحقيقية لأي منظومة وقائية ناجعة تبدأ من **توحيد مصادر البيانات والمراقبة**. فالبيانات الموزعة والمحتجزة في مؤسساتٍ متفرقة تُفقد القدرة على الرصد المتكامل للظواهر المناخية المعقدة. وعليه، يُقترح إنشاء **مرصد عربي للأخطار البيئية والمناخية**، يعمل على جمع المعطيات من شبكات الأرصاد والأقمار الصناعية والمراكز البحثية في قاعدةٍ موحدةٍ مفتوحة الوصول. سيسمح هذا المرصد بتوليد خرائط آنية للهطول والتعرية والفيضانات وتغير الغطاء الأرضي مع إمكانية تتبّع التحولات الزمنية بدقة. وبذلك يصبح القرار البيئي مبنيًا على الأدلة، لا على التقديرات أو ردود الفعل السياسية. ويُستكمل هذا المسار بضرورة إصلاح الإطار المؤسسي العربي للأخطار عبر **هيئةٍ تنسيقيةٍ إقليمية لإدارة الكوارث**، تكون وظيفتها التنسيق بين الدول في أوقات الطوارئ، وتوحيد بروتوكولات الإنذار، وتنظيم تدريباتٍ مشتركةٍ لمحاكاة الكوارث الكبرى. مثل هذا الجهاز لا يهدف فقط إلى التنسيق التقني، بل إلى ترسيخ ثقافةٍ سياسيةٍ جديدة تُدرِك أنّ الأمن المناخي هو امتداد للأمن القومي، وأنّ الخطر الطبيعي في بلدٍ واحد يمكن أن يتردد صداه في كل المنطقة.

وفي موازاة هذا المسار، يجب أن تتبنّى الدول العربية **المنظور القائم على الحلول الطبيعية**. فالخبرة الميدانية، المدعومة بتحليل الصور الفضائية، تُظهر أن المناطق التي تحافظ على غطائها النباتي وتنظم استغلالها الترابي تسجّل انخفاضًا واضحًا في الخسائر الناجمة عن الفيضانات والانجراف. إنّ استعادة التوازن بين الأرض والماء والمجتمع تمر عبر إعادة تأهيل الغابات والمنحدرات، وتثبيت التربة بوسائل بيولوجية وهيدرولوجية، وتوسيع المناطق الخضراء في المدن باعتبارها « **إسفنجًا طبيعياً** » يمتص مياه الأمطار. هذا النهج القائم على الطبيعة لا يقتصر على حماية البيئة، بل يمثل أيضًا **استثمارًا اقتصاديًا طويل الأمد**، لأنه يقلل من كلفة الكوارث ويعزّز الأمن الغذائي والمائي[23].

ويُعدّ دمج مؤشرات الأخطار في **التخطيط الحضري والاقتصادي** خطوة أساسية في هذه الخارطة. فالمدن العربية تشهد توسعًا متسارعًا يفتقر في كثير من الأحيان إلى خرائط الهشاشة البيئية، ما يجعلها عرضةً لتكرار الكوارث نفسها. إنّ تحديث التشريعات العمرانية لإلزام الجهات المحلية باعتماد خرائط الخطر قبل الترخيص للبناء، وإنشاء لجانٍ دائمةٍ لتقييم المشاريع من منظورٍ بيئي، يُعتبران شرطين لا غنى عنهما لحماية السكان والممتلكات. وإن إدراج أخطار المناخ في خطط التنمية الوطنية يجب ألا يُعدّ بندًا شكليًا، بل مسارًا متكاملًا يعيد تعريف علاقة المدينة بالواد، والزراعة بالهيدرولوجيا، والاقتصاد بالبيئة.

وتؤكد التجارب العالمية أنّ **التأقلم الفعّال يبدأ من التعليم والسلوك**. فالتغير المناخي ليس خطرًا يمكن احتواؤه بالبنية التحتية وحدها، بل يحتاج إلى بناء وعيٍ جماعيٍّ جديدٍ يعلم في المدارس والجامعات ويُمارس في الحياة اليومية. إنّ نشر ثقافة الوقاية وتدريب الشباب على فهم الظواهر البيئية وتحفيز المشاركة المجتمعية في رصد الظواهر المناخية، تمثل جميعها أدواتٍ أساسيةٍ لبناء « **المواطن البيئي** » القادر على التفاعل الواعي مع بيئته. وحين تصبح المعرفة المناخية جزءًا من الهوية التعليمية، يتحول التكيّف إلى سلوك يومي لا إلى استجابةٍ طارئة.

ولا يمكن تحقيق هذه الرؤية دون **تفعيل الدبلوماسية العلمية والتعاون الإقليمي**، إذ إنّ المناخ لا يعترف بالحدود السياسية. فالعواصف المتوسطية التي تنشؤ في أوروبا قد تنتهي على الشواطئ العربية، والكتل الهوائية التي تعبر من الأطلسي إلى المشرق تتجاوز جميع خطوط الجغرافيا السياسية. لذلك، فإنّ بناء شراكاتٍ بين الدول العربية ونظيراتها الأوروبية في مجالات الإنذار المبكر، ونمذجة الظواهر الجوية، وتبادل بيانات الأقمار الصناعية، أصبح ضرورةً لا خيارًا. فالتعاون العلمي المشترك كفيلٌ بتقليص فجوة المعرفة وتسريع الاستجابة، كما يُسهم في نقل التكنولوجيا الحديثة الخاصة برصد التغيرات المناخية وإدارتها.



شكل 4. من الطبيعة إلى المجتمع: التفاعل الذي يصنع الكارثة أو الوقاية. تتحول الظواهر المناخية إلى كوارث حين يغيب التفاعل بين العلم والمؤسسات والمجتمع. فالعواصف والفيضانات ليست خطراً في ذاتها، بل تصبح كذلك عندما تواجه حكامةً ضعيفةً ووعياً محدوداً. أما حين يُترجم العلم إلى قرارٍ فعّالٍ وسلوكٍ مجتمعيٍ واعٍ، يتحول الخطر إلى فرصةٍ للوقاية والتأقلم. تُظهر الدوائر الثلاث المتداخلة أنّ العلم الدقيق، والحكامة المرنة، والوعي المجتمعي تشكّل معاً منظومةً تفاعلية تحول مصير الأخطار إلى الصمود والاستدامة.

إنّ بناء هذه الخارطة لا يُمكن أن ينجح دون **إرادةٍ سياسيةٍ عليا** تضع المناخ في قلب القرار التنموي. فالمعرفة العلمية مهما بلغت دقتها تظلّ عاجزةً إذا لم تجد قرارًا شجاعًا يُترجمها إلى فعلٍ ملموس. إنّ ما تحتاجه المنطقة العربية ليس المزيد من التقارير، بل إرادة تنفيذٍ تتعامل مع الكوارث بوصفها قضية حياةٍ وتنميةٍ وعدالةٍ بيئية. وحين تُدار البيئة بروحٍ تشاركيةٍ تجمع بين العلم والمجتمع، يتحول الخطر إلى فرصة لإعادة بناء علاقةٍ جديدة بين الفرد ومجاله الطبيعي.

وبذلك، تُلخّص خارطة الطريق المقترحة رؤيةً ثلاثية الأبعاد: مناخٌ تُدار معارفه بالعلم ومجال يُحمى بالطبيعة، ومجتمع يُعبَّأ بالوعي. هذه هي المعادلة التي يمكن أن تؤسّس لنهضةٍ عربيةٍ جديدة، تتجاوز منطق الكوارث إلى منطق الاستدامة، وتحوّل التحدي البيئي-المناخي إلى مشروعٍ حضاريٍّ مشترك.

الخاتمة

إنّ الرسالة الكبرى لهذه الورقة هي أنّ **إدارة الأخطار المناخية ليست شأنًا تقنيًا بل مشروعًا حضاريًا**. فتغير المناخ ليس عدوًا، بل مرآةٌ لطريقة عيشنا وإدارتنا لمواردنا. وإذا كان تغير المناخ يفرض على العالم أجمع إعادة التفكير في مسارات التنمية، فإنّ المنطقة العربية مطالبةٌ أكثر من غيرها بإعادة صياغة نموذجها في إدارة الأرض والماء والمدينة. ولن يتحقق ذلك إلا عبر ثلاثة مسارات مترابطة :العلم الدقيق، والحكم الرشيد، والوعي المجتمعي. فالعلم يُوفّر الفهم، والحكم يُترجم الفهم إلى قرار، والمجتمع يُحوّل القرار إلى ممارسة.

لقد آن الأوان للانتقال من ثقافة التبرير إلى ثقافة الوقاية، ومن منطق الطوارئ إلى منطق الاستباق، ومن الخوف من الطبيعة إلى التعايش الذكي معها. وذلك يتطلب شجاعةً فكريةً وسياسيةً في إدراك أنّ التغير المناخي ليس خطرًا خارجيًا يمكن تجنّبه، بل **تحدٍ داخليٌّ يمكن ترويضه بالمعرفة والمسؤولية المشتركة**. إنّ بناء مرصدٍ عربي وتفعيل التعاون الإقليمي وتعزيز الحلول القائمة على الطبيعة وتمكين التعليم البيئي، ليست مجرّد توصياتٍ قطاعية، بل مكونات مشروعٍ نهضويٍّ جديد يعيد للعقل العربي دوره الريادي في فهم الأرض وصونها.

في النهاية، يمكن القول إنّ الكارثة، في جوهرها، ليست ما تُسبّبه الطبيعة، بل ما نغفل عن الاستعداد له. فحين تُدار البيئة بالعلم وتُحكم بالمشاركة وتُحترم ككيانٍ حيٍّ يمدّنا بالحياة، يتحوّل السيل الجارف إلى مصدر للنفع والنماء، لا إلى أداة للإضرار والهلاك. وعندها فقط يمكن للمنطقة العربية أن تنتقل من موقع المتأثّر إلى موقع الفاعل، وأن تبني نموذجًا خاصًا بها في **الحكامة المناخية المستنيرة**، يقوم على العلم والتضامن والعدالة البيئية، لتصبح قادرةً على مواجهة قرنٍ سيكون مناخه محكًا حقيقيًا لقدرتنا على البقاء بعقلٍ راشدٍ ومسؤوليةٍ مشتركة.

المراجع

1 Tramblay, Y. & Somot, S. Future evolution of extreme precipitation in the Mediterranean. *Climatic Change* **151**, 289-302.(2018)

2 Mathbout, S. *et al.* Observed Changes in Daily Precipitation Extremes at Annual Timescale Over the Eastern Mediterranean During 1961–2012. *Pure and Applied Geophysics* **175**, 3875-3890, doi:10.1007/s00024-017-1695-7.(2018)

3 Normand, J. C. L. & Heggy, E. Assessing flash flood erosion following storm Daniel in Libya. *Nature Communications* **15**, 6493, doi:10.1038/s41467-024-49699-8 (2.(024

4 Mathbout, S., Lopez-Bustins, J. A., Royé, D. & Martin-Vide, J. Mediterranean-Scale Drought: Regional Datasets for Exceptional Meteorological Drought Events during 1975–2019. *Atmosphere* **12**.(2021)

5 Salhi, A., Larifi, I., Salhi, H. & Heggy, E. Flooding in semi-unformal urban areas in North Africa: Environmental and psychosocial drivers. *Science of The Total Environment*, 172486, doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172486.(2024)

6 Martin-Vide, J. *et al.* The consecutive disparity of precipitation in conterminous Spain. *Theoretical and Applied Climatology* **147**, 1151-1161.(2022)

7 Galvez-Hernandez, P., Dai, Y. & Muntaner, C. The DANA disaster: unraveling the political and economic determinants for Valencia's floods devastation. *International Journal for Equity in Health* **24**, 64, doi:10.1186/s12939-025-02435-0.(2025)

8 Salhi, A., Benabdelouahab, S. & Heggy, E. Soil erosion susceptibility maps and raster dataset for the hydrological basins of North Africa. *Scientific Data* **12**, 65, doi:10.1038/s41.(2025) 0-04406-025-597

9 Borrelli, P. *et al.* Soil erosion modelling: A global review and statistical analysis. *Science of the total environment* **780**, 146494.(2021)

10 Hirabayashi, Y., Tanoue, M., Sasaki, O., Zhou, X. & Yamazaki, D. Global exposure to flooding from the new CMIP6 climate model projections. *Scientific Reports* **11**, 3740, doi:10.1038/s41598-021-83279-w.(2021)

11 Ashoor, A. & Eladawy, A. Watch and Upgrade or Deconstruct and Relocate: Derna Catastrophe Lessons Amid the Climate-change Era of Unpredictable Flash Floods.(2024) .

12 Sebastian, A. in *Coastal Flood Risk Reduction* (eds Samuel Brody, Yoonjeong Lee, & Baukje Bee Kothuis) 77-88 (Elsevier, 2022).

13 Salhi, A., Benabdelouahab, S. & Heggy, E. Growing soil erosion risks and their role in modulating catastrophic floods in North Africa. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* **133**, 104132, doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.104132.(2024)

14 Azadgar, A., Gańcza, A., Asl, S. R., Salata, S. & Nyka, L. Optimizing nature-based solutions for urban flood risk mitigation: A multi-objective genetic algorithm approach in Gdańsk, Poland. *Science of The Total Environment* **963**, 178303, doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178303.(2025)

15 IPCC. Climate change 2 :023synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Report No. 929169164X, 184 (IPCC, Geneva, Switzerland, 2023).

16 Eakin, H. C., Parajuli, J., Hernández Aguilar, B. & Yogya, Y. Attending to the social–political dimensions of urban flooding in decision-support research: A synthesis of contemporary empirical cases. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* **13**, e743.(2022)

17 Khatibi, F. S., Dedekorkut-Howes, A., Howes, M. & Torabi, E. Can public awareness, knowledge and engagement improve climate change adaptation policies? *Discover Sustainability* **2**, 18, doi:10.1007/s43621-021-00024-z .(2021)

18 Burkart, W. Compartmentalization in environmental science and the perversion of multiple thresholds. *Science of The Total Environment* **249**, 63-72, doi:https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00511-2.(2000)

19 Orr, J. A. *et al.* Towards a unified study of multiple stressors: divisions and common goals across research disciplines. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **287**, 20200421, doi:10.1098/rspb.2020.0421.(2020)

20 Salhi, A. *et al.* Pathways for effective engagement of the youth in climate and migration advocacy. *Environmental Development*, 10124 ,2doi:https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101242.(2025)

21 Gaillard, J. C. & Mercer, J. From knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction. *Progress in Human Geography* **37**, 93-114, doi:10.1177/0309132512446717.(2012)

22 McDermott, R. Climate Change, Resulting Natural Disasters and the Legal Responsibility of States: An International Law Perspective, written by Alexandra Birchler. *Yearbook of International Disaster Law Online* **4**, 663-669.(2023)

23 Nguyen, T. T. *et al.* Implementation of a specific urban water management - Sponge City. *Science of The Total Environment* **652**, 147-162, doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168.(2019)