الظواهر الجوية المتطرفة

روري والش

الفصل الرابع من كتاب

الجغرافيا التطبيقية : المبادئ والممارسة

أ. م. مانيون

ترجمة بتصرف
أ.د. مضر خليل عمر

مقدمة

تُشكل الظواهر الجوية المتطرفة ، وما قد تُسببه من أحداث مرتبطة بالطقس ، مثل الانهيارات الأرضية والفيضانات والعواصف ، جزءًا هامًا مما يُسمى "المخاطر الطبيعية" . ولها تأثير كبير ليس فقط على المظاهر الطبيعية والمجتمعات البشرية المتضررة منها بشكل مباشر، بل أيضًا على المجتمع الأوسع من خلال تأثيرها على قطاع التأمين وتكاليف المساعدات أو الإغاثة الطارئة . ويتزايد الاعتراف بأن توزيعها في الزمان والمكان ديناميكي أكثر منه ثابتًا ، وتُتوقع تغيرات كبيرة في وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة ، مثل هطول الأمطار الغزيرة يوميًا والجفاف والحرارة والبرودة الشديدة والأعاصير المدارية ، في تنبؤات "الاحتباس الحراري" للقرن المقبل (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 1996؛ مجموعة مراجعة آثار تغير المناخ في المملكة المتحدة 1996؛ هولم وفينر 1998).

يستعرض هذا الفصل الأدوار التي لعبها الجغرافيون في دراسة مناخ الظواهر الجوية المتطرفة ، وتوزيعها المكاني والزماني (بما في ذلك التغيرات الماضية والحالية والمستقبلية) ، وتأثيراتها على النظم الطبيعية والأنشطة البشرية ، وتصميم وفعالية الاستراتيجيات الرامية إلى الحد من آثارها الضارة . وبالإشارة تحديدًا إلى البحوث الجغرافية المتعلقة بالأعاصير المدارية ، يُسلط الفصل الضوء على المشكلات الناجمة عن ندرتها المتأصلة ، مما يُقلل من حجم العينة التي تُبنى عليها الاستنتاجات والنصائح ، وعدم التوافق بين النطاق المكاني الذي يُمكن من خلاله تقديم نصائح موثوقة والمقياس المكاني الأكثر فائدة لأغراض التخطيط، والآثار المترتبة على التغيرات الأخيرة والمتوقعة في وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة وعدم اليقين المرتبط بها.

الظواهر الجوية المتطرفة:

المشاكل التي تُمثلها والأدوار التي يلعبها الجغرافيون

يمكن تقسيم الظواهر الجوية المتطرفة إلى أنواع أحداث مطلقة ونسبية (الشكل 4.1) . تُعد الأحداث المتطرفة المطلقة أحداثًا متطرفة لمجرد حجمها وطبيعتها . وهكذا ، تُعد الأعاصير المدارية ، والأعاصير الحلزونية ، وعواصف البَرَد ، والأحداث المرتبطة بالمناخ ، مثل الانهيارات الجليدية ، والانهيارات الأرضية ، والفيضانات ، أحداثًا متطرفة ، حتى في المناطق التي تتكرر فيها . من ناحية أخرى، تُعد الأحداث المتطرفة النسبية أحداثًا متطرفة بناءً على ندرتها في الموقع المعني ؛ وتُميز عن الأحداث العادية بناءً على احتمالية حدوثها (سميث 1997) وعكسها ، أي فترة العودة أو فترة التكرار، وهي متوسط الفترة الزمنية بين أحداث ذات حجم محد د. إذا نظرنا إلى الأحداث على أنها موزعة إحصائيًا حول قيمة متوسطة طويلة الأجل ، فإن

معظم الأحداث تقع بالقرب نسبيًا من المتوسط ضمن ما يُطلق عليه سميث نطاق التسامح الاجتماعي والاقتصادي ، ويمكن تفسيرها كموارد، لأنها تُشكل الأحداث شبه الطبيعية التي تستند إليها الأنشطة البشرية في ذلك المناخ . يتم قياس الظواهر الجوية المتطرفة مثل البرد غير المعتاد أو الدفء أو الجفاف أو الرطوبة بالنسبة إلى (وبالتالي فهي خاصة بـ) المناخ المحلي ؛ ما يُشكل جفافًا غير عادي ، على سبيل المثال ، سيختلف تبعًا للموقع . تُعد الأحداث المتطرفة ، سواء أكانت نسبية أم مطلقة ، مخاطر مناخية إذا فرضت ضغطًا سلبيًا على الأنشطة البشرية ، وتُعد كوارث إذا تسببت في خسائر فادحة في الأرواح أو خسائر اقتصادية فادحة .

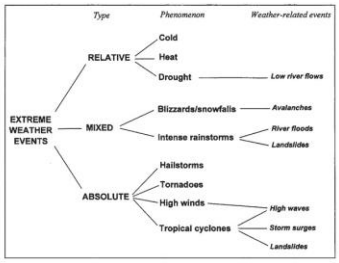


Figure 4.1 A classification of extreme weather and weather-related events.

Source: Based in part on Smith 1997.

تُطرح أحداث الطقس المتطرفة مشاكل مميزة عدة في تحليلها . **أولًا**، بما أن العديد من الأحداث نادرة بحكم التعريف ، فإن أحجام العينات التي تُبنى عليها الحسابات وخرائط مخاطر الكوارث صغيرة ، وتتقلص تدريجيًا كلما زادت شدة الحدث . هذا يُقلل من الدلالة الإحصائية ، وبالتالي من موثوقية وفائدة تحليل المخاطر لأغراض التخطيط ، ويُعيق الكشف عن التغيرات في حجم وتواتر الأحداث المتطرفة مع تغير المناخ والتنبؤ بها . ثانيًا، تميل العديد من أحداث الطقس المتطرفة إلى أن تكون (1) محلية مكانيًا في طبيعتها وتأثيرها، و(2) متغيرة في حجمها وشدتها ، مما يُعقّد التعميمات حول آثارها. **ثالثًا**، تُمثل بعض الكوارث الطبيعية مشاكل كبيرة في التنبؤ بحدوثها وموقعها (كما هو الحال مع الأعاصير والعواصف الثلجية) أو بمسارها الدقيق (كما هو الحال مع الأعاصير المدارية).

رابعًا، تختلف التأثيرات على المظاهر الطبيعية والمجتمعات ليس فقط باختلاف خصائص الحدث ، بل أيضًا باختلاف العديد من المتغيرات البشرية ، مثل استخدام الأراضي ، ومستوى الدخل ، ودرجة تنظيم المجتمعات والأفراد ، وطبيعة المجتمع ، ودقة وتوقيت أنظمة التنبؤ والإنذار والإخلاء ، والوقت المنقضي منذ وقوع الحدث السابق (وبالتالي مدى استعداد المجتمع) . كما يختلف تصميم وملاءمة استراتيجيات الحد من آثار المخاطر والتخفيف من حدتها اختلافًا كبيرًا باختلاف طبيعة المجتمع . وقد قدم الجغرافيون منظورات مكانية وزمانية وتقنيات تحليلية في تحديد مخاطر الطقس ورسم خرائطها ، وفي تقييم التغيرات في المخاطر بمرور الوقت ، مع تزايد استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بُعد.

على سبيل المثال ، فيما يتعلق بالانهيارات الجليدية في جبال الألب ، استخدم جروبر وهافنر (1995) بيانات الاستشعار عن بُعد من جهاز رسم الخرائط المواضيعية Landsat ونموذجًا رقميًا للارتفاعات لتطوير منهجية لإنتاج خرائط أكثر موثوقية لمخاطر الانهيارات الجليدية لأغراض التخطيط، ولتوفير فهم أفضل لتفاعلات مخاطر الغابات والثلوج والانهيارات الجليدية في المظاهر الطبيعية لجبال الألب . تُشكك نتائج جريفز وبريسنوك (1985) في حكمة النهج التقليدي لفترة العودة / الاحتمالية لتقييم الأحداث المتطرفة ، حيث يُفترض غالبًا أن مخاطر الطقس موزعة عشوائيًا في الزمن . مع وقوع الأحداث بشكل مستقل عن بعضها البعض . في الولايات المتحدة ، باستخدام بيانات البَرَد لفترة واحد وعشرين عامًا في عشرين موقعًا وبيانات حدوث الأعاصير للفترة من 1916 إلى 1980، أثبتوا أن كلا الخطرين كانا أكثر احتمالًا للحدوث في عام

معين إذا كانا قد وقعا في العام السابق . وجادلوا بأنه إذا كان الأمر نفسه ينطبق على خطر مثل الصقيع المبكر أو المتأخر ، فإن تناوب المحاصيل لزراعة محصول مقاوم للصقيع في أي عام بعد أضرار الصقيع المبكر أو المتأخر سيوفر ملايين الدولارات من أضرار المحاصيل .

في دراسات الجفاف ، بالإضافة إلى الأبحاث المهمة حول آثار الجفاف واستجابة الإنسان ، لا سيما في منطقة الساحل (مثل تريلسباخ وهولم 1984؛ هولم 1986؛ تريلسباخ 1987؛ والش وآخرون 1988) ، كان من أكثر مساهمات الجغرافيا فائدةً وضع تعريفات للجفاف وفترات الجفاف ذات الصلة بمجتمعات معينة أو قضايا مادية أو بشرية محددة . وهكذا ، حاول هولم (1987) ، عند تعريفه لطول موسم الأمطار وطبيعته ، دمج تصورات المزارعين وقراراتهم بشأن مواعيد زراعة المحاصيل في تحليله لتأثير الجفاف الشديد في المناطق شبه القاحلة بوسط السودان واستجابة نظام إمدادات المياه الريفية . في بيئات الغابات المطيرة ، حيث تُشكل فترات قلة الأمطار الأقصر والأقل كثافة "جفافًا" ، استخدم والش (1996أ) سجلات هطول الأمطار الأرشيفية وتعريفات الجفاف المُصممة خصيصًا لتلبية الطلب النتحي للغابات المطيرة الاستوائية في تحديد التغيرات في وتيرة الجفاف في صباح (بورنيو) على مدى الـ 120 عامًا الماضية واستكشاف آثارها على ديناميكيات الغابات المطيرة .

وقد بحثت دراسات قليلة نسبيًا في التغيرات في وتيرة العواصف الممطرة الغزيرة . وقد ربطت دراسة مبكرة أجراها هاو وآخرون (1967) زيادة وتيرة الفيضانات في نهري واي وسيفرن منذ عشرينيات القرن الماضي بزيادة وتيرة العواصف الممطرة الغزيرة في وسط ويلز . أظهرت دراسات لاحقة زيادةً في وتيرة العواصف المطرية الغزيرة منذ عام ١٩٢٥ على نطاق واسع في جنوب ويلز، وارتبطت بزيادة موازية في وتيرة فيضانات نهري تاو وإيبو (والش وآخرون، ١٩٨٢) . استخدمت مجموعة مراجعة آثار تغير المناخ في المملكة المتحدة (١٩٩٦) ، التي تضم جغرافيين في لجنتها ، مخرجات بيانات محاكاة هطول الأمطار اليومية لنموذج UKTR للإشارة إلى أن فترات عودة هطول الأمطار الغزيرة اليومية في القرن الحادي والعشرين ستقصر بشكل ملحوظ في الصيف في الشمال وفي الشتاء في جميع أنحاء المملكة المتحدة ، وأشارت إلى عواقب الفيضانات وتآكل التربة .

وجد بوردمان وآخرون (1996) أن تآكل التربة الناتج عن عاصفة مطرية (حاليًا) تستمر لمدة 1000 عام ، وهطلت خلالها ما يصل إلى 128.7 ملم من الأمطار على أجزاء من بيركشاير وأكسفوردشاير في وسط إنجلترا في 26 مايو 1993 ، كان شديدًا بشكل خاص في الحقول المزروعة بمحاصيل الربيع ، بمتوسط 66 مترًا مكعبًا للهكتار في حقل ذرة . وحذر الباحثون من أن الاتجاه الحالي نحو زراعة المحاصيل الربيعية (بدلاً من المزروعة شتاءً) سيزيد من خطر التآكل الناتج عن أي زيادة في وتيرة العواصف المطرية الكبيرة.

في المناطق الاستوائية ، رافق الجفاف انخفاض ملحوظ في وتيرة العواصف المطرية الغزيرة منذ عام 1965 في السودان ، وارتبط ذلك بانخفاض في تدفقات الأودية ، وتغذية المياه الجوفية الضحلة ، وإمدادات المياه الريفية (هولمي 1986؛ والش وآخرون 1988) ، وانخفاض ليس فقط في وتيرة الفيضانات ، بل أيضًا في إدراك البشر لمخاطر الفيضانات ، مما أدى إلى فيضانات واسعة النطاق في مستوطنات عشوائية سيئة الموقع للمهاجرين الجدد في الخرطوم وأم درمان خلال عاصفة أغسطس 1988 (والش وآخرون 1994) . في شرق البحر الكاريبي ، ميزت زيادات كبيرة في فترات عودة العواصف المطرية اليومية الكبيرة عصرَي الجفاف 1899-1928 ومنذ عام 1959، مقارنةً بفترتي أواخر القرن التاسع عشر الأكثر رطوبة و1929-1958 (والش 1998).

وأخيرًا ، أولى الجغرافيون المشاركون في الفرق متعددة التخصصات التي تُقيّم الاحتباس الحراري وآثاره اهتمامًا متزايدًا لصياغة سيناريوهات تتعلق بتغيّر وتيرة وتأثيرات الظواهر الجوية المتطرفة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 1996؛ مجموعة مراجعة التأثيرات في المملكة المتحدة 1996؛ هولم وفينر 1998) ، كما أدرج باري وكارتر (1997) معطيات الظواهر الجوية المتطرفة في دليلهم حول تقييم تأثير المناخ والتكيف معه.

أمثلة على دراسات جغرافية حول الأعاصير المدارية وتأثيرها

تُعرف الأعاصير المدارية بأنها أنظمة ضغط منخفض ، ذات دوران مغلق ، دافئة القلب ، ذات سرعة رياح سطحية قصوى مستدامة (بمتوسط دقيقة واحدة) لا تقل عن 39 ميلاً في الساعة ، وتُقسم تقليدياً إلى فئتين من حيث الشدة : العواصف المدارية (بسرعة رياح قصوى تتراوح بين 39 و73 ميلاً في الساعة) والأعاصير المدارية (بسرعة رياح قصوى لا تقل عن 74 ميلاً في الساعة) . وقد قُسِّمت الأعاصير إلى خمس فئات من الأضرار المحتملة ، اعتماداً على أقصى سرعة رياح ، وأدنى ضغط مركزي، وحجم هبوب العواصف ، فيما يُسمى بمقياس سافير-سيمبسون لاحتمالية الأضرار (الجدول 4.1) (سيمبسون وريهل 1981) . على الرغم من أن معظم العمل المتعلق بالأعاصير قد أُنجز من قِبل خبراء الأرصاد الجوية ، وخاصةً في الولايات المتحدة ، فقد ساهم الجغرافيون في أبحاث الأعاصير بأربع طرق رئيسية.

Table 4.1 Classification of tropical cyclones with hurricane classes based on the Saffir-Simpson damage potential scale.

Class	*Maximum sustained surface wind (mph)**	*Central pressure (mb)*	*Surge (metres)*	*Damage class***
Tropical Storm	39–73	> 980	< 1.3	n/a
Tropical Hurricane				
Class 1	74–95	> 980	1.3–1.9	Minimal
Class 2	96–110	965–979	2.0–2.5	Moderate
Class 3	111–130	945–964	2.6–3.9	Extensive
Class 4	131–155	920–944	4.0–5.5	Extreme
Class 5	>155	< 920	> 5.5	Catastrophic

Source: After Simpson and Riehl 1981.
Notes: *100 mph=160.9 kph=86.88 knots.
** For details of damage associated with each class, see Simpson and Riehl 1981: pp. 366–8.

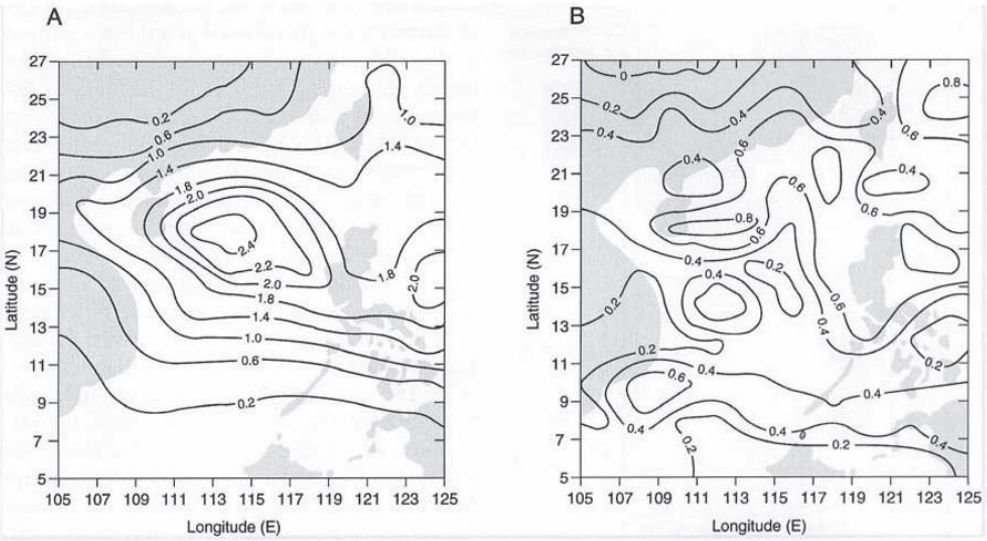
تقييم التوزيع المكاني لخطر الإعصار

ثلاث مشاكل في البيانات تُعيق التقييمات الموضوعية لخطر الإعصار . أولًا، تتفاوت الأعاصير في شدتها وحجمها بين الأعاصير وخلال دورة حياة الإعصار الواحد . ثانيًا، تتعلق بالمقاييس المكانية المتفاوتة (من حيث حجم الوحدة المساحية) التي يُمكن من خلالها دراسة تواتر الأعاصير أو آثارها ومدى ملاءمتها لأغراض مختلفة . ثالثًا، تتمثل المشكلة في البيانات غير المكتملة وغير الدقيقة وغير الموثوقة بشكل متزايد حول حدوث الأعاصير ومساراتها وخصائصها مع العودة إلى الماضي ؛ لم تكتمل تغطية المناطق المحيطية بشكل أو بآخر إلا خلال العقود الثلاثة الماضية مع ظهور صور الأقمار الصناعية ، مما أثار تساؤلات حول جدوى العديد من الخرائط السابقة لتواتر الأعاصير وتقييمات التغيرات في تواتر الأعاصير الإقليمية .

وقد قدم الجغرافيون مساهمات مهمة في تصميم استراتيجيات تحليلية لاستيعاب هذه المشكلات أو التغلب عليها . وقد رسم العديد من الجغرافيين خرائط لجوانب التوزيع المكاني لتواتر الأعاصير داخل المناطق الكبرى من خلال اعتماد نهج المربع الشبكي . على سبيل المثال ، قام ماكجريجور (1995) بتقييم الجوانب المكانية لخطر الإعصار والتغيرات السنوية في نشاطه في بحر الصين من خلال إنشاء وتحليل قاعدة بيانات مربعة شبكية 2°×2° لبيانات مواقع الأعاصير المدارية كل ست ساعات خلال الفترة 1970-1989 للمنطقة 105-125° شرقًا، 5-27° شمالًا . وقد أدى هذا النهج إلى إعداد خرائط من النسبة المئوية لاحتمالية مرور

أي إعصار استوائي يدخل بحر الصين الجنوبي عبر أي مربع مُحدد (الشكل 4.2أ) . تم تحديد منطقة ذات احتمالية ذروة متجهة من الغرب الشمالي الغربي إلى الشرق الجنوبي الشرقي ، تمتد من هاينان وغوانغدونغ وهونغ كونغ في جنوب الصين إلى وسط لوزون في الفلبين . كما أظهرت الدراسة كيف انخفض نشاط الأعاصير في المنطقة بشكل كبير في جميع سنوات ظاهرة النينيو / النينيا خلال الفترة (الشكل 4.2ب)، وهو نمط وُجد أيضًا في منطقة البحر الكاريبي (آير وغراي 1990؛ غراي وشيفر 1991).

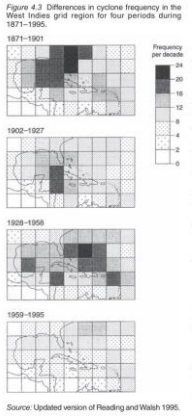
Figure 4.2 Maps of the cyclone hazard in the South China Sea area: (A) percentage chance of a cyclone entering the China Sea affecting different 2×2 degree grid squares; (B) the size of reduction in cyclone frequency (six-hour periods per year) in an ENSO year for 2×2 degree grid squares in the China Sea area.



Source: After McGregor 1995.

التغيرات المكانية والزمانية في حجم الأعاصير وتواترها

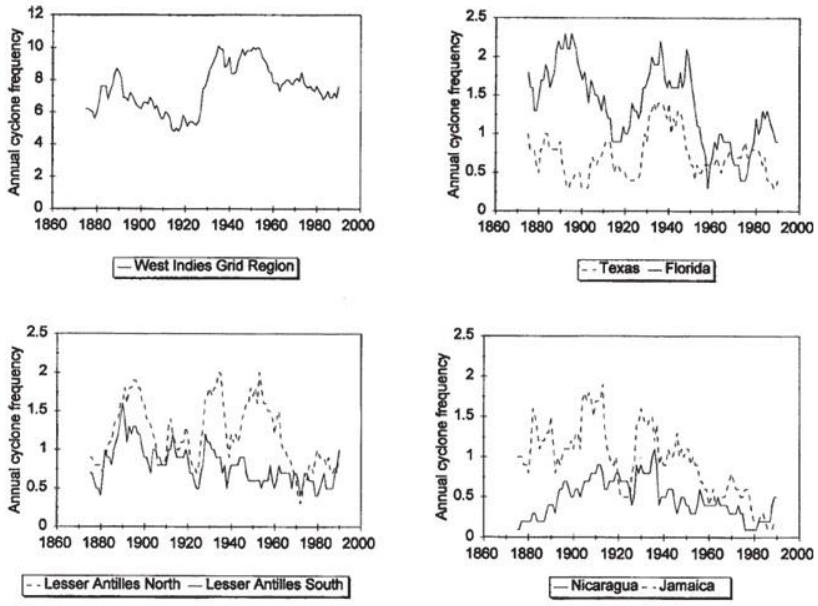
ركزت العديد من الدراسات الجغرافية على التغيرات الحديثة أو التاريخية في تواتر الأعاصير ومساراتها ، وقيّمت مسألة ما إذا كان الاحتباس الحراري ، من خلال ارتفاع درجات حرارة سطح البحر، سيؤدي إلى زيادة تواتر الأعاصير أو شدتها ، كما اقترح بعض علماء المناخ و واضعي النماذج المناخية (مثل إيمانويل 1987). وللتغلب على مشكلة تزايد نقص السجلات التاريخية عبر الزمن ، اقتصرت التحليلات على أجزاء من منطقة جغرافية كبرى ذات فترات زمنية أطول من البيانات الشاملة . الشكل 4.3



تحدّث تحليلات عام 1995 التي أجراها عدد من الجغرافيين لتردد الأعاصير لمصفوفة مربعة شبكية 5°×5° تغطي الجزء الغربي من منطقة شمال الأطلسي / البحر الكاريبي الكبرى ، باستخدام مخططات مكتب الأرصاد الجوية الأمريكي لمسارات الأعاصير منذ عام 1871 (سبنسر ودوغلاس 1985؛ والش وريدينغ 1991؛ ريدينغ ووالش 1995). كان تردد الأعاصير الإقليمي مرتفعًا في الفترة 1871-1901 وفي الفترة 1928-1958 ، ولكنه منخفض في الفترة 1902-1927 ، ومن عام 1959 إلى تسعينيات القرن العشرين ، إلا أن التوزيع المكاني للنشاط في القمتين والقاعين اختلف بشكل ملحوظ . وتباينت التقلبات الزمنية بشكل كبير بين مختلف مربعات 5° (الشكل 4.4).

على طول ساحل تكساس ، بلغ تواتر الأعاصير ذروته في أواخر القرن التاسع عشر، بينما بلغ تواتر الأعاصير في فلوريدا وشمال جزر الأنتيل الصغرى ذروته بين عامي ١٩٢٨ و١٩٥٨. في جامايكا ، سُجِّلَت ذروة التردد فعليًا حوالي عام ١٩١٠، في وقت كان فيه التردد الإقليمي منخفضًا جدًا ، ولم ينخفض تردد الأعاصير في جنوب جزر الأنتيل الصغرى إلا قليلاً في السنوات الأخيرة مقارنةً بالانخفاضات الحادة في فلوريدا وشمال جزر الأنتيل الصغرى وجامايكا .

Figure 4.4 Ten-year running means of cyclone frequency for selected 5°×5° squares in the Caribbean, 1871–1995, and the entire West Indies grid region.

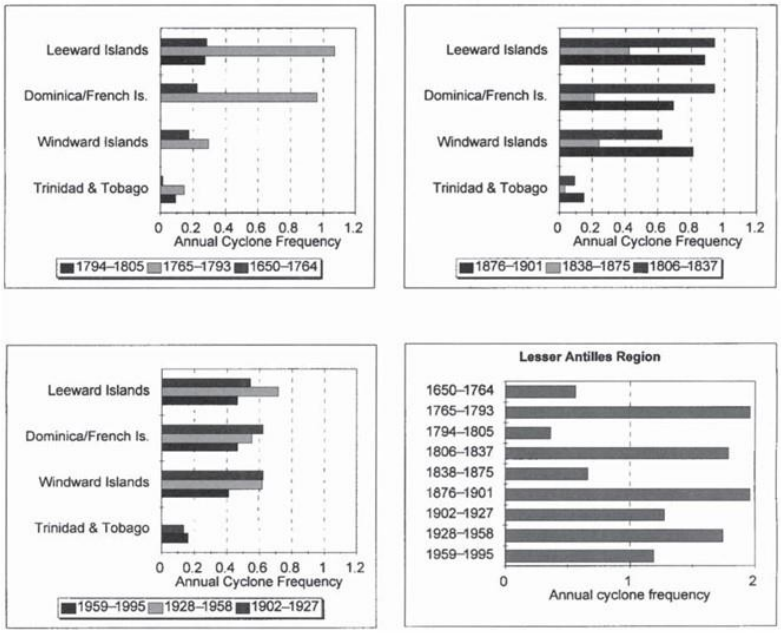


Note: For locations of squares see Figure 4.3.

بالتركيز على مناطق برية فردية في منطقة البحر الكاريبي ، واستخدام مزيج من السجلات الوثائقية والعديد من التسلسلات الزمنية الحالية للأعاصير، ثبت أيضًا إمكانية دراسة تغيرات تردد الأعاصير حتى القرن السابع عشر (والش وريدينغ ١٩٩١؛ ريدينغ ووالش ١٩٩٥؛ والش ١٩٩٨) . في حالة جزر الأنتيل الصغرى ، ثبت أن معدل تكرار الأعاصير كان مرتفعًا أيضًا في أجزاء من أواخر القرن الثامن عشر وأوائل القرن التاسع عشر، ولكنه أقل بكثير مما كان عليه في القرن العشرين في الفترات 1650-1764، و1794-

1805، و1838-1875 (الشكل 4.5). ومع ذلك ، أظهرت الدراسة أيضًا كيف تختلف الاتجاهات على نطاق المجموعة الفرعية للجزر عن بعضها البعض وعن النمط الإقليمي.

Figure 4.5 Changes in cyclone frequency for the Lesser Antilles and its island sub-groups, 1650–1995 (updated to include the 1990s, after Walsh 1998).



بلغ معدل التكرار ذروته في جزر ويندوارد في الفترة 1876-1901، بينما بلغ ذروته في جزر ليوارد في الفترة 1765-1793 ، وفي الجزر الفرنسية / دومينيكا في الفترة 1765-1793، و1806-1837 . أظهرت الدراسة أيضًا أن التغيرات في وتيرة الأعاصير لا يمكن تفسيرها فقط بالتغيرات في درجة حرارة سطح البحر ، بل يبدو أنها مرتبطة بشكل أكبر بالتحولات في العناصر الرئيسية للدورة العامة ، والتغيرات المصاحبة في وتيرة وتوزيع القص الرياحي الرأسي المنخفض ، والتي حددها غراي (1968؛ 1988) كونها أساسية لتطور الأعاصير .

درس آير وغراي (1990) الاتجاهات منذ عام 1962 في وتيرة الأعاصير (كما هو مُفهرس حسب عدد ساعات الإعصار) في شبكات 5 درجات × 5 درجات تغطي ثلاث مناطق : البحر الكاريبي / المحيط الأطلسي ، وشرق المحيط الهادئ ، وجنوب غرب المحيط الهادئ ، ولم يجدا أي دليل على أي زيادة في كل حالة (الجدول 4.2) . كما لم يجدا أي دليل على زيادة في شدة أو حِدة الأعاصير، وهي نتيجة أكدتها لاندسي (1993) فيما يتعلق بشمال المحيط الأطلسي / البحر الكاريبي.

able 4.2 Percentages of the North Atlantic/Caribbean, east Pacific and Australian (southwest Pacific) cyclone areas showing increases, decreases or no change in cyclone activity (a) over 1962–89 (1962– 86 in the Pacific regions) and (b) in 1980–89 (1977–86 in the Pacific regions) compared with the rest of the period.

Cyclone region	*Percentage of cyclone region showing*					
	For the period 1962–89 (or 1962–86)			*1980–89 (or 1977-86) compared with the rest of the period*		
	Persistent increase	*Persistent decrease*	*No consistent change*	*Increase*	*Decrease*	*No change*
North Atlantic/ Caribbean 5–40° N 20–105° W	4	7	89	28	42	30
East Pacific 5–35° N 85–150° W	0	23	77	27	59	14
Southwest Pacific 5–35° S 105–170° E	8	9	83	23	59	18

Source: After Eyre and Gray 1990.

ومع ذلك ، أشارت دراسات أخرى أجراها جغرافيون إلى زيادات محلية حديثة في وتيرة الأعاصير . وهكذا ، أفاد سبنسر (1994) بأن الأعاصير التي تؤثر على فيجي في جنوب المحيط الهادئ قد زادت من 3.1 إعصارًا لكل عقد في الفترة 1941-1980 إلى 11.4 إعصارًا لكل عقد في ثمانينيات القرن العشرين؛ وأفاد نون (1990أ، ب) بزيادة نشاط الأعاصير في مناطق توفالو وجزر سليمان وفانواتو في جنوب المحيط الهادئ . وقد تعكس بعض الزيادات المحلية زيادة وتيرة أحداث النينيو القوية جدًا ، حيث أفاد سبنسر (1994) بستة أعاصير خلال خمسة أشهر فقط خلال فترة النينيو في الفترة 1982-1983 في جزء من بولينيزيا الفرنسية لم يتأثر بالأعاصير منذ عام 1906. بقى السؤال مطروحًا : هل يُنذر التكرار المرتفع جدًا للأعاصير في عام 1995 (والش 1998) وفي عام 1998 في شمال الأطلسي بارتفاع في ظاهرة الاحتباس الحراري ؟

تحليل آثار الأعاصير وسبل التخفيف من آثارها :

تنجم أضرار الأعاصير عن الرياح والأمواج والعواصف (والفيضانات الساحلية المصاحبة لها) والأمطار الغزيرة (التي يمكن أن تؤدي أيضًا إلى انهيارات أرضية وفيضانات الأنهار). تختلف آثار الإعصار باختلاف خصائصه (شدته وحجمه ومساره بالنسبة للمنطقة المتضررة) ، والمظاهر الطبيعية التي يواجهها (التضاريس ، والغطاء النباتي ، واستخدام الأراضي ، وجودة المباني ، وما إلى ذلك) ، وفعالية تحذيرات الأعاصير، والطابع الاقتصادي والاجتماعي للسكان ، وأهمها تجربة السكان السابقة مع الأعاصير والمظاهر الطبيعية . في المناطق المنخفضة ، يتمثل التهديد الرئيسي للحياة في العواصف العاتية ، ولكن في المناطق الجبلية ، ينبع معظم الخطر من الانهيارات الأرضية وفيضانات الأنهار، كما كان الحال مع إعصار جورج في جمهورية الدومينيكان وإعصار ميتش في نيكاراغوا وهندوراس عام ١٩٩٨.

ومن المبادئ الجغرافية الأساسية لأضرار الأعاصير (المادية والبشرية) أن تميل إلى أن تكون مُقسّمة إلى مناطق ، وتتناقص بازدياد المسافة من مسار عين الإعصار (الملحق 4.1). شكّل مبدأ الدور الوقائي (وبناء الأراضي) لأشجار المانغروف حجر الزاوية في الخطط التي وُضعت في ثمانينيات القرن الماضي للمساعدة في حماية ساحل دلتا نهري الغانج وبراهمابوترا في بنغلاديش (ستودارت وبيثيك 1984؛ ستودارت 1987)، حيث أسفرت عاصفة بارتفاع 10 أمتار في إعصار عام 1970 عن وفاة ما يُقدر بنحو 280 ألف شخص في منطقة الدلتا ، ويعزى ذلك جزئيًا إلى فشل مخطط سابق ، تضمن بناء أراضٍ مرتفعة ضخمة محاطة بضفاف ترابية بارتفاع 5 أمتار . وقد ثبت أن هذه الأراضِ مكلفة للغاية ويصعب صيانتها ، وقد تعرّض العديد منها للاختراق أو الانهيار بفعل العاصفة ، مما أدى إلى غرق أولئك الذين ظنوا أنهم محميون بالمخطط .

كانت الأضرار والخسائر في الأرواح أقل في غرب الدلتا ، حيث كانت نباتات المانغروف التقليدية أكثر سلامة . وتمثلت الخطة المعتمدة في ثمانينيات القرن الماضي في حماية الساحل من خلال استعادة الحزام الطبيعي السابق لأشجار المانغروف المحيطة ، حيث زُرعت 65,000 هكتار بحلول عام 1987 (ستودارت 1987) . وإلى جانب توفير الحماية المادية من الأمواج والرياح والعواصف ، وتآكل التربة ، وتعزيز الترسيب ، ستوفر أشجار المانغروف الأخشاب والحطب ، وستُنتج منتجات ثانوية مثل العسل والروبيان والأسماك ، وستساعد في نهاية المطاف على تحويل الأرض (مع الترسيب) من الأخشاب إلى الأرز . وعلى الرغم من هذه التدابير، عندما ضرب إعصار المنطقة عام 1991، كان جزء كبير منها غمرت المياه المنطقة مرة

أخرى بسبب عاصفة عاتية ، مما أسفر عن وفاة 200,000 شخص ، معظمهم في الجزر البحرية للدلتا (سميث 1997).

من المرجح أن تزداد آثار الأعاصير المستقبلية في المنطقة نظرًا لارتفاع معدل الزيادة السكانية (ستودارت 1987) ، وارتفاع معدلات الترسيب مع إزالة الغابات في جبال الهيمالايا ، والارتفاع المتوقع في مستوى سطح البحر مع الاحتباس الحراري (سميث 1997) . تختلف الآثار البشرية للإعصار (كما هو الحال مع معظم الظواهر المناخية المتطرفة) والاستجابات البشرية والتكيفات مع الأعاصير ومخاطرها اختلافًا كبيرًا باختلاف الخصائص الاجتماعية والاقتصادية للبلد (الجدول 4.4) (الملحق 4.2).

Table 4.4 Responses to tropical cyclone hazards in relation to stage of development of a territory.

Response class	*Response type*	*Stage of development of territory*		
		Poor (e.g. Bangladesh)	*Intermediate (e.g. Jamaica)*	*Rich (e.g. USA)*
Reduce the loss	Forecasting and warning systems	No	Yes	Yes
	Evacuation systems	No	No	Yes
	Hurricane-proof design of buildings	None	Minority	Many
	River/sea defences	Few	Inadequate	Widespread
	Land-use planning and regulations	None	Poor	Some
Spread the loss	Hurricane insurance	No	Minority	Considerable
	National emergency aid	Poor	Limited	Good
	External relief	Yes*	Yes*	No
Bear the loss	Bear the loss	Dominant	Considerable	Minor

Source: In part based on Collimore 1995 and Smith 1996, 1997.
Note: *In poorer countries, the significance and effectiveness of external relief varies inversely with the size of population of the territory affected.

تميل الخسائر في الأرواح والإصابات وتدمير المنازل وسبل العيش ، والتعرض لمشاكل طويلة الأجل من المجاعة والمرض وإعادة التكيف ، إلى أن تكون أكبر في المجتمعات الأقل نموًا ذات الكثافة السكانية الريفية العالية ، كما هو الحال في بنغلاديش ؛ في المجتمعات الأكثر تقدمًا ، تكون الخسائر الاقتصادية من الناحية النقدية أكبر بكثير (لأن الأسر والشركات لديها الكثير لتخسره) ، ولكن بفضل أنظمة الإنذار الأفضل وتميل المنازل إلى التضرر بدلاً من الدمار (سميث 1997) . عند تقييم الأضرار الريفية ، من المهم مراعاة ليس فقط قدرة ، و(في الولايات المتحدة) أنظمة الإخلاء الأفضل ، وتصميم المباني الأفضل ، تقل احتمالية فقدان الأرواح ، استخدامات الأراضي المختلفة على تحمل الرياح العاتية ، ولكن أيضًا سهولة إعادة زراعتها والعودة إلى الإنتاج بعد الإعصار.

في جزر الهند الغربية ، تتمثل إحدى مزايا إنتاج الموز، كما يراها المجتمع الزراعي ، في أنه على الرغم من أن الموز هو أسهل المحاصيل تعرضًا للتدمير بفعل الرياح ، إلا أنه يُعاد زراعته بسهولة ، ويمكن أن يُدر دخلًا منتظمًا للمزارع في أقل من عام بعد الإعصار (والش 1998) . وهكذا ، في دومينيكا ، تجاوزت قيمة الصادرات (معظمها من الموز) عقب إعصار ديفيد عام 1979 مستويات عام 1978 بحلول عام 1981 (كوليمور 1995). وفي البلدان الأكثر تقدمًا ، تميل تدابير "توزيع التكلفة" إلى أن تكون أكثر فعالية . ويُعتمد تأمين البناء والمحاصيل على نطاق أوسع ، كما أن الإعانات الوطنية من بقية السكان ، في شكل برامج مساعدات طارئة ، تميل إلى المساعدة في إعادة البناء والتكيف .

لا تكون آثار الأحداث المتطرفة دائمًا سلبية ، إذ يمكن أن توفر فرصة لإعادة توجيه الاقتصاد بالكامل . وهكذا ، في غرينادا ، سرّع إعصار جانيت عام 1955 من انتشار زراعة الموز على نطاق واسع ، حيث دمّر اقتصاد مزارع جوزة الطيب والكاكاو المتعثر في الجزيرة ، مما أدى إلى انخفاض كبير مفاجئ في الناتج المحلي الإجمالي ، ضخّ أموال استثمارية استعمارية (ويفر ١٩٦٨) . في المناطق الداخلية من الجزيرة ، أُعيدت زراعة مناطق الغابات المطيرة غير المُنتجة اقتصاديًا سابقًا ، والتي دمرها الإعصار بشكل كبير،

بمزارع غابات بلو ماهوت التجارية سريعة النمو . كما موّل التمويل الإضافي مرافق ميناء حديثة وصناعة صيد أسماك قائمة على موارد بحرية مُكتشفة حديثًا ، مناطق الصيد . لذلك ، في حالة الجزر الصغيرة أو الدول الجزرية تحديدًا ، يمكن للأعاصير أن تجذب انتباه العالم ومساعداته الاقتصادية إلى منطقة تُعد ، لولا ذلك ، منطقةً اقتصاديةً نائيةً غامضةً .

وأخيرًا، شارك بعض الجغرافيين بشكل مباشر في تطوير وتخطيط وتقييم أنظمة التخفيف . على سبيل المثال ، عمل جيريمي كوليمور، الذي شغل سابقًا مناصب في قسم الجغرافيا بجامعة جزر الهند الغربية ، منذ ذلك الحين في مشروع التأهب للكوارث والوقاية منها في منطقة البحر الكاريبي ، ثم شغل منصب مدير وكالة الاستجابة لحالات الطوارئ في منطقة البحر الكاريبي في باربادوس . في تحليلٍ لمزايا وعيوب مختلف مناهج التخفيف من المخاطر المُطبقة في منطقة البحر الكاريبي (كوليمور، ١٩٩٥) ، أشار إلى قيود المناهج "العقلانية" مثل تحليل التكلفة والفائدة ، عندما يتعذر تحديد تكاليف مثل التفكك الاجتماعي والصدمات النفسية بسهولة من الناحية المالية ، وعندما لا تتوافق تصورات الناس للمخاطر (لدى سكان منطقة البحر الكاريبي ، لأسباب ثقافية وتاريخية ، مستوى عالٍ من تحمل المخاطر) مع النماذج العقلانية. ونتيجةً لذلك ، تتميز أقاليم الكومنولث الكاريبية "الوسيطة" بالاعتماد الكبير على استراتيجيات التخفيف القائمة على المعلومات ، مثل التنبؤ بالأعاصير والتحذيرات منها ومعلومات التأهب لها ، وضعف نسبي في استخدام التأمين ، ونقص في التخطيط الشامل لإدارة المخاطر (انظر الجدول 4.4).

مشاكل ومعضلات تقديم المشورة للمخططين

تنشأ عدد من المشاكل والمعضلات في تقديم المشورة التخطيطية من أبحاث الأعاصير الحديثة (والش، ١٩٩٨) . أحد هذه التحديات هو عدم التوافق بين النطاقين المكانيين الإقليمي وشبه الإقليمي ، اللذين يوفر عندهما الجغرافيون بيانات موثوقة (قد تكون مفيدة لشركات تأمين السفن) ، والنطاق المحلي (أقل من 50 × 50 كم) ، الذي تُطلب عنده البيانات لمعظم أغراض التخطيط . لا تختلف الأنماط الزمنية في تواتر الأعاصير اختلافًا كبيرًا على النطاقات المكانية الإقليمية وشبه الإقليمية ومجموعات الجزر فحسب (ينظر الأشكال 4.3 و4.4 و4.5) ، بل تنخفض أيضًا درجة الموثوقية على النطاقات المحلية مع انخفاض عدد الأحداث التي تستند إليها.

وتتعلق المعضلة الثانية بمجموعات بيانات تواتر الأعاصير الأكثر ملاءمةً لاستخدامها لأغراض التخطيط المستقبلي في مناطق الأعاصير. في منطقة البحر الكاريبي ، نواجه (1) استمرارًا في التنبؤات بزيادة وتيرة الأعاصير (إيمانويل 1987؛ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 1996؛ هولم وفينر 1998) مع الاحتباس الحراري وارتفاع درجات حرارة سطح البحر، ولكن (2) تغييرات ملحوظة في وتيرة الأعاصير وتوزيعها المكاني على مدى السنوات الـ 125 الماضية ، بما في ذلك انخفاض حديث في وتيرة الأعاصير . لذلك ، يُطرح السؤال حول أي من مجموعات البيانات الأربع هي الأنسب للاستخدام في تقديم المشورة بشأن مخاطر الأعاصير المستقبلية (والش 1998):

1- مجموعة البيانات الكاملة منذ عام 1871.
2- سجل "أسوأ حالة" سابق (أي فترات 1876-1901 أو 1928-1958).
3- أحدث فترة منذ عام 1959 - حيث تكون الأعاصير نادرة.
4- سيناريو "الاحتباس الحراري العالمي" المتوقع - بمعدلات أعلى بكثير من الوقت الحاضر.

لا يُصبح الاختيار أسهل نظرًا لانخفاض مستوى الثقة في التنبؤات المستقبلية للنماذج المناخية ، لا سيما فيما يتعلق بالأحداث المتطرفة (مجموعة مراجعة آثار تغير المناخ في المملكة المتحدة، 1996) وعلى المستويين المحلي والإقليمي . بالإضافة إلى ذلك ، تُطرح مشكلة تحديد معدل ارتفاع مستوى سطح البحر الذي يجب اعتماده في المستقبل ، حيث سيؤثر ذلك بشكل كبير على الآثار الساحلية للأعاصير المستقبلية بغض النظر عن التغيرات في وتيرة الأعاصير.

البحث الجغرافي التطبيقي

أولويات المستقبل

ما تزال الأحداث المناخية المتطرفة تُمثل حلقة ضعف مُعترف بها في دراسات تغير المناخ ونمذجة المناخ المستقبلي وآثاره (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 1996؛ هولم وفينر، 1998) . يمكن تحديد ثلاث أولويات للبحوث الجغرافية المستقبلية المتعلقة بهذه الاحتياجات البحثية . على الرغم من وجود الكثير من الأبحاث حول تأثيرات الأحداث المتطرفة الفردية ، إلا أنه لا يُعرف الكثير عن سياقها على المدى الطويل وتأثيرات اختلاف أحجام وتواتر الأحداث على النظم الطبيعية أو البشرية . وقد تناولت بعض الدراسات هذه القضايا ، مثل عمل بايليس سميث (1988) وسبنسر وآخرون (1997) حول تأثيرات التغيرات في وتيرة الأعاصير ونوبات التبييض المرتبطة بظاهرة النينيو، على التوالي، على الشعاب المرجانية وجزرها؛ وعمل علماء البيئة والغابات والجغرافيين حول استجابات الغابات المطيرة للاختلافات والتغيرات في شدة الأعاصير وتواترها (مثل ويتمور 1989؛ والش 1996ب) وشدة الجفاف وتواترها (والش 1996أ؛ كونديت 1998؛ ويتمور 1998).

يجب مواصلة هذا البحث ، ويفضل أن يكون ذلك من خلال مجموعات متعددة التخصصات ، مع مراعاة التفاعلات مع النظم البشرية ، إذا أردنا التنبؤ بالاستجابات البيئية لتغير المناخ في المستقبل . ويرتبط بذلك حاجة ماسة لمزيد من البحث حول التغيرات طويلة المدى في حجم وتواتر بعض الظواهر الجوية المتطرفة ، وخاصة الأعاصير والعواصف المطرية الغزيرة . ويُعد هذا الأمر مهمًا لثلاثة أسباب :

(1) توفير سلسلة البيانات طويلة المدى اللازمة لإنشاء علاقات زمنية أكثر متانة بين متغيرات الدورة الجوية وتواتر الظواهر الجوية المتطرفة وتوزيعها المكاني؛

(2) المساعدة في صياغة نماذج مناخية أكثر رسوخًا ، قادرة على إنتاج تنبؤات أكثر موثوقية لتواتر الظواهر الجوية المتطرفة في المستقبل مقارنةً بالوقت الحاضر؛ و

(3) توفير البيانات اللازمة لتطوير واختبار نماذج تأثير الظواهر الجوية المتطرفة طويلة المدى .

لعلّ أكبر حاجة بحثية تكمن في زيادة مشاركة الجغرافيين البشريين في أبحاث الأحداث المتطرفة:

(1) في تحليل السجلات الوثائقية التاريخية للأحداث المتطرفة وآثارها؛

(2) في تحديد معايير الأحداث المناخية المتطرفة الأكثر صلة بالأنظمة البشرية؛

(3) في تحليل ونمذجة آثار التغيرات في وتيرة الأحداث المتطرفة على المجتمعات المتباينة والمتغيرة؛

(4) في تصميم وتقييم تدابير التخفيف في سياق بيئات ثقافية ومجتمعية شديدة الاختلاف .

في وقتٍ يُولي فيه جزء كبير من تمويل الأبحاث ، وبحق ، تركيزًا أكبر على "البعد الاجتماعي والاقتصادي" . بسبب المشاكل البيئية المادية ، غالبًا ما يظل من الصعب إشراك الجغرافيين البشريين الأكاديميين في فرق بحثية جغرافية أو متعددة التخصصات . وما يزال تحذير ستودارت قبل اثني عشر عامًا

للجغرافيين البشريين : **"العبوا إن شئتم ، ولكن على الأقل كونوا على دراية بأن روما تحترق طوال الوقت"** (ستودارت 1987؛ ص 334)، ذا مصداقية كبيرة .

دليل لمزيد من القراءة

- قدم سميث (1996) معالجة شاملة حديثة للمخاطر المناخية في كتابه "المخاطر البيئية : تقييم المخاطر والحد من الكوارث"، دار نشر روتليدج. ويقدم باري وكارتر (1997) منهجية لتقييم آثار التغير المناخي (بما في ذلك الظواهر المتطرفة) والتكيف معها . و
- قدم هولم وفينر (1998) مراجعة ومناقشة مُحدثة للتغير المناخي المستقبلي في المناطق الاستوائية، بما في ذلك دراسة العواصف الاستوائية والأعاصير.
- ما يزال كتاب سيمبسون وريهل (1981) حول الإعصار وتأثيره سردًا كلاسيكيًا لخطر الأعاصير المدارية .
- قدم والش وريدينغ (1991) سردًا مفصلاً للتغيرات التاريخية في الأعاصير المدارية في شمال الأطلسي / البحر الكاريبي ، بما في ذلك المنهجية المستخدمة وقيودها.