الفصل الثامن

العواصف العاتية : ملاحظات وضوابط

توطئة

يعتبر الغلاف الجوي مولداً ضخماً للتسخين وتظهر الطاقة الداخلية خلال فترة زمنية في صورة عواصف عاتية قد تفوق الخيال. ويمكن التنبوء بمثل هذه العواصف من خلال تحليل خصائصها الفيزيائية التي تعد ضرورية لفهم الأحوال الجوية لهذه العواصف ، أما التحليلات المناخية ، فترتكز على أشكال وخصائص العواصف المحتملة ، وتوزيعها ومخاطرها لمحاولة فهم كلٍ من تلك العواصف واستيعابها.

مقدمة

تتغير طبيعة الطقس من يوم لآخر ومن فصل لآخر بدرجة محسوسة نتيجة التغير في خصائص الكتل الهوائية السائدة والمسيطرة. وتتنوع خصائص الكتل الهوائية وفقاً لمنطقة المنشأ التي تحدد درجة حرارتها ورطوبتها تلك التي تحدد في النهاية ملامح الطقس. وفي العروض الوسطى ، فإن موقع الخط الفاصل (الجبهة) بين كتلين هوائيتين مختلفتين في خصائصهما ، يعد هو المتحكم الرئيس في تغيرات الطقس . أما في العروض الدنيا ، فيتضاءل تأثير تصارع الكتل الهوائية لكون هذه الكتل الهوائية متشابهة في خصائصها من حيث درجة الحرارة ، ومن ثم تصبح خصائص الطقس أقل تغيراً بصفة عامة .

وبصفة دورية ، فإن الظروف المتغيرة في نطاقات العروض الوسطى مقابل الظروف الأكثر استقراراً في العروض الدنيا ، تجعل من خصائص الغلاف الجوي المتسبب الرئيس في حدوث العواصف العاتية Violent Storms . وتختلف هذه العواصف فيما بينها بشكل جوهري ، إذ تنشأ العواصف في العروض الوسطى نتيجة تصارع كتل متباينة الخصائص والتحامهما معاً في كتلة هوائية واحدة . وتظهر هذه العواصف في شكل عواصف البرد Hailstorms ، والترنادو Tornado ، والهاركين Hurricanes، وتعد في مجملها عواصف عاتية تختلف فيما بينها في مخاطرها وأثارها التدميرية . ويوضح شكل (٨-١) أكبر كتلة برد سقطت في الولايات المتحدة الأمريكية في القرن العشرين ، وقد

سقطت في كوفي فيل Coffeyville في كانساس خلال شهر سبتمبر ١٩٧٠ ، وقد بلغ وزنها ٧٦٦ جرام .

مخاطر البرد

إن سحب السمحاق الركامي الهرمية العملاقة هي المسئولة عن البرق والرعد ، وتصبح مصدراً للبرد ، وهو أحد مظاهر التساقط الذي له تأثيراته ومخاطره العنيفة . وإذ يعرف البرد بأنه قد يكون أحد أسباب الوفاة ، فإنه يهلك أيضاً المحاصيل الزراعية كأحد أبرز مخاطره البيئية .

ويظهر البرد في ثلاثة أشكال . أحدها الجربل Graupel أي البرد الخفيف ، وهو ما يبلغ عادةً قطر حباته ¼ بوصة ، وله نسيج هش مما يجعله سهل الإزاحة حينما يتراكم على سطح الأرض . ويعتبر هذا الشكل من البرد نواة لتكون البرد الصغير Small Hail الذي غالباً ما يسقط مع المطر . وتصل حبات البرد سليمة الشكل بسبب الطبقة الرقيقة لمظهر الثلج الخارجي . وتتميز حبات الجربل أو البرد الخفيف – وكلاهما له نفس الحجم – بكونها صغيرة إلا إنها تعد كبيرة بدرجة كافية للتدمير . إما الشكل الثالث من البرد فيطلق عليه البرد الحقيقي True Hail أو البرد العنيف ، ويتميز بحجمه الكبير ، وهو نفس النوع والحجم الذي سقط في كوفي فيل بولاية كانساس بوزن ٧٦٦ جرام كما في شكل (٨-١) . ويرتبط شكل البرد الذي يسقط من سحب السمحاق الركامي على الفترة الزمنية التي تتطور خلالها كتل البرد في السحاب . ويوضح شكل (٨-٢) أن المفتاح الرئيس وراء تكون ونمو البرد هو شدة برودة الماء في السحب.

توزيع البرد

ترتبط كتل البرد سواء من حيث الحجم أو العدد بتساقط البرد العنيف الذي تم رصده بانتظام في الولايات المتحدة الأمريكية . وقد أوضح شانجنون ١٩٧٧ Changnon، أن أكبر سقوط لكتل ضخمة من البرد قد حدث عند منحدر جبلي في كلورادو ، بينما أصغر كتل البرد هي الأكثر شيوعا في ولاية أليفوي ، وولاية نيوإنجلند ، وفي جبال ولاية أريزونا . ويبلغ معدل سقوطه في أليفوي ٢٤ كتلة / قدم مربع ، ويزيد قطر ٢% منها فقط عن ½ بوصة ، بينما في شمال شرق كلورادو فيبلغ ٢٠٢ كتلة / قدم مربع ، ويزيد قطر ٥١% منها عن ½ بوصة .

وجدير بالذكر ، أنه لا يوجد جزء في الولايات المتحدة الأمريكية يعتبر في منأى عن الآثار التدميرية للبرد . ولإلقاء الضوء على توزيع البرد، فإن هناك عدداً من الخرائط تم إعدادها وفقاً لمصادر متعددة ستعرض في الصفحات التالية. وتعد السجلات الميتورولوجية للبرد من حيث توزيعه الجغرافي وتكراره هي المصدر الأول لإنشاء مثل تلك الخرائط. أما المصدر الثاني لتلك الخرائط فيعتمد على توزيع البرد ومخاطره الاقتصادية التي تعكس الخسائر الناتجة عن تساقطه.

سجلات تكرارية البرد

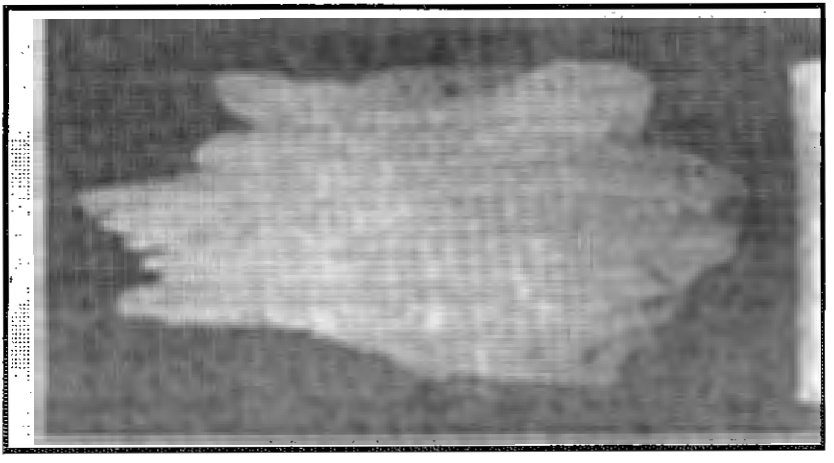
تعد خريطة معدل عدد أيام البرد هي الخريطة الأكثر شيوعاً لتوزيع البرد ، ويتضح هذا المعدل في شكل (٨-٣أ) . وتعتمد هذه الخريطة على بيانات ٢١٩ محطة خلال الفترة الزمنية ١٩٠٤-١٩٤٣ للبرد المتساقط سواء إن كان كبيراً أو صغيراً . ويتضح من هذا الشكل أن أعلى معدل لعدد أيام البرد في جنوب شرق يومينج Wyoming مقارنة بأي منطقة أخرى في الولايات المتحدة الأمريكية . حيث يسقط على هذا القطاع حبات البرد الأكبر حجماً والأثقل وزناً، كما يشهد أقصى معدل تكراري للبرد سنوياً إذ يبلغ معدله ٩ أيام عاصفة / سنوياً.

أما المنطقة الأخرى التي تشهد مثل هذا التكرار في الولايات المتحدة الأمريكية هي منطقة شمال غرب الباسيفيكي حيث يبلغ المعدل ٧ أيام عاصفة / سنوياً . إذ يوضح شكل (٨-٣ب) التوزيع العددي للمعدل الطبيعي لعواصف البرد خلال فصل النمو للمحاصيل الزراعية . ويشير ذلك التوزيع إلى أن أكبر تكرارية محتملة للآثار التدميرية للبرد على المحاصيل في أثناء فصل النمو يحدث في ولايات كانساس وشرقي نبراسكا وإيوا .

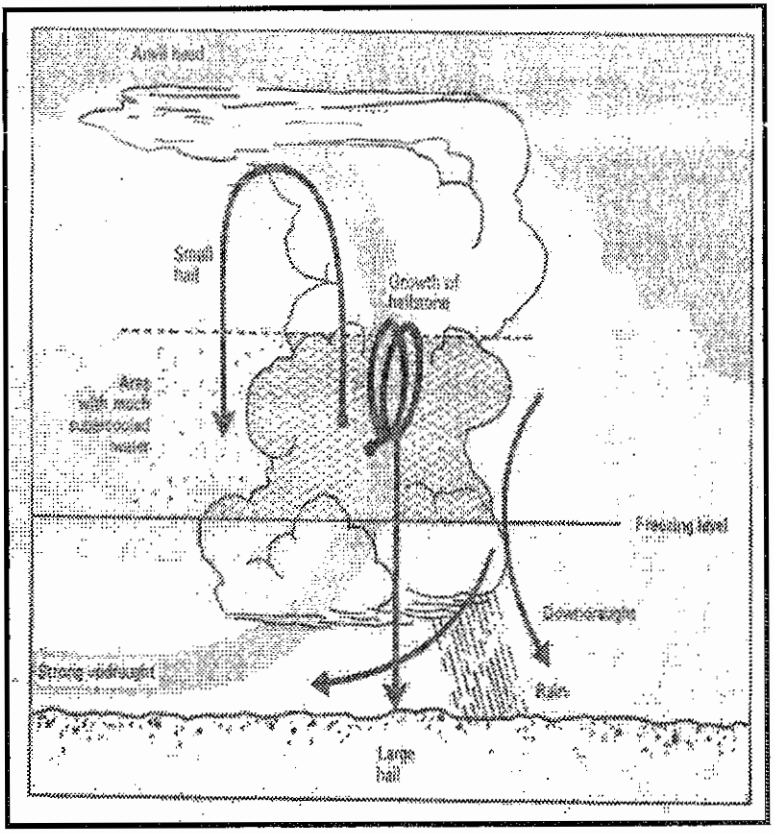
وقد شهدت هذه المناطق الثلاث مجتمعة عواصف برد بمعدل ٢٠ عاصفة / سنوياً . ويبدو من ذلك الشكل أن كل من هذه المناطق الثلاث قد شهدت عواصف برد بمعدل ٢٠ عاصفة / سنوياً. ويتضح من هذ الشكل أيضاً ، أن هناك اختلافاً مكانياً وزمانياً واسعاً فيما يتعلق بخصائص البرد ، فضلاً عن أن إعداد خرائط توزيعات البرد ليست بالمهمة السهلة . وتبعاً لذلك ، يتم رصد وتسجيل بيانات البرد بصورة مركزية منذ ١٩٥٤ في مركز الهيئة القومية للتنبوء بالعواصف في الولايات المتحدة الأمريكيةNational Severvice Storm Forecast Center وتتبعها وحدة العواصف المحلية العاتية (Severe Local Storms Unit

(SLS) . وحينما نذكر أن هناك برد عنيف - فإن ذلك يعني أن قطر حبات البرد يبلغ ¾ بوصة ، والمصدر الأساسي لمثل هذه المعلومات هو وحدة العواصف المحلية العاتية (SLS). ويعد هذا المصدر هو أفضل مصدر لبيانات البرد العنيف ، إذ تعتمد المعلومات على الملاحظات الشخصية والخبرات البشرية ، ومن ثم فإن جميع العواصف العاتية التي وقعت بالفعل لا يتم تسجيلها كلها ، بل والأكثر من ذلك ، أن تصنيف تلك العواصف ليس تصنيفا دقيقا لأنه يعتمد في المقام الأول على الوصف البشري والملاحظات الشخصية . وتستقبل عدة ولايات : تكساس ، أوكلاهوما ، كانساس ، والميسوري تستقبل ½ إجمالي البرد العنيف الذي سقط في ٤٨ ولاية متجاورة خلال الفترة ١٩٥٥-١٩٦٧ . وتشير الدراسات إلى أن أعلى تركيز للتوزيع اليومي لعواصف البرد يحدث خلال ٣ ساعات من الساعة ٣ – ٦ صباحا بالتوقيت المحلي لهذه الولايات. وقد حدث أن ٤٠% من البرد العنيف الذي سقط في تلك الولايات خلال تلك الساعات الثلاث.

شكل (٨-١) : أكبر كتلة برد سقطت في الولايات المتحدة الأمريكية في القرن العشرين ، وقد سقطت في كوفي فيل Coffeyville في كانساس خلال شهر سبتمبر ١٩٧٠ ، وقد بلغ وزنها ٧٦٦ جرام



شكل (٨-٢) : يعتمد حجم البرد المتساقط من سحب السمحاق الركامي الهرمية العملاقة على الرحلة التي يقطعها البرد ومدة بقائه في السحب



وتناقش تلك التوزيعات التناقضات والاختلافات في تكرارية حدوث البرد على المستوى القومي . وتعتمد تلك التسجيلات على تكرارية الظاهرة في نقطة ما ، والسجلات التكرارية لعدد مرات الظاهرة في النقطة التي تمثل محطة أرصاد جوية. وتشير الخرائط إلى أن هناك اختلافات واسعة في تكرارية ظاهرة البرد في الولايات المتحدة ، وعلاوة على ذلك ، أن هذه الاختلافات تحدث على مسافات متقاربة جداً . وهكذا ، فإنه من الضروري أن تناقش خرائط توزيع البرد ما هو أبعد من مجرد تكرارية الظاهرة . إذ تعكس الآثار التدميرية للبرد بالضرورة أعداد كتل البرد وحجمها وكذلك الرياح المصاحبة لعواصف البرد . وقد ركز كل من شانجنون وستوت ١٩٦٧ على الدراسات الخاصة بتدمير المحاصيل ، وقد استنتجا أن فصل الخسارة بفعل عواصف البرد في شرقي كلورادو ينتج عن عواصف تزيد بمقدار

١٨ مرة عن توزيعها العادي في غرب الوسط الأمريكي . وقد أستنتج الباحثان أيضا أن هناك تناقضا سريعاً وواضحا في تكرارها بالابتعاد عن نطاق السهول العظمى.

الأضرار الاقتصادية

يؤثر البرد الكثيف بوضوح في المحاصيل وما يرتبط بذلك من خسائر مادية ، ويعبر عنها بمجموعة الخرائط التالية تلك التي تصنف على كونها خرائط اقتصادية . وتركز تلك الخرائط على توزيع الآثار الاقتصادية لظاهرة البرد من خلال وحدات العملة. وتعرض تلك الخرائط بيانات تتعلق بمفاهيم الخسائر المادية المكانية والزمنية . ويتم إنتاج هذه الخرائط وتطويرها من خلال شركات تأمين برد المحاصيل Crop – Hail Insurance Companies ، وتستند هذه الشركات على قاعدة بيانات تضم سجلات لأحداث البرد لمدة تزيد عن ٤٠ سنة . وتقدم الهيئة الأكتوارية لتأمين برد المحاصيل Crop – Hail Insurance Actuarial Associationفي شيكاغو جميع البيانات الخاصة بذلك كمساهمة للأبحاث المتعلقة بالأبعاد الاقتصادية لظاهرة البرد. وهذه الهيئة عبارة عن مجموعة مندمجة من الشركات يصل عددها إلى ١٠٠ شركة تغطي من ٦٠% إلى ٧٠% من قيمة تأمين المحاصيل في الولايات المتحدة . وعلى أية حال ، قد تم تأمين ١٥% فقط من محاصيل الولايات المتحدة سواء عن طريق شركات خاصة أو وكالات حكومية مثل " التعاون الفيدرالي لتأمين المحاصيل Federal Crop Insurance Corporation " في عام ١٩٦٤.

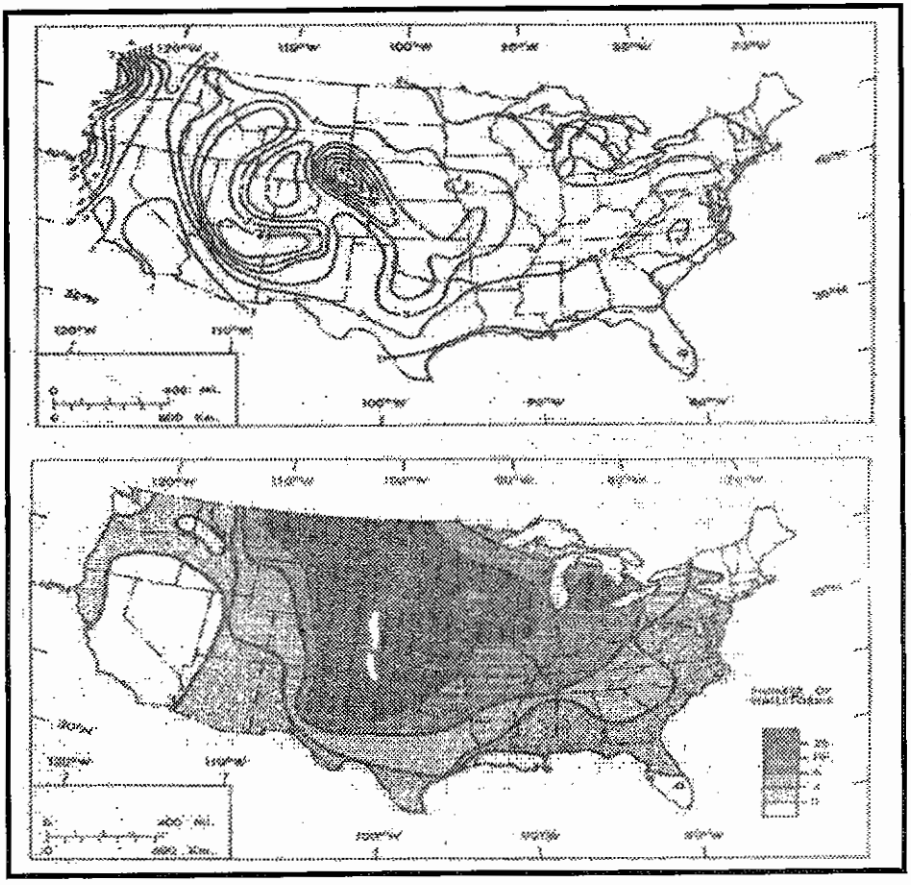
ويوضح جدول (٨–١أ) بيانات خسائر البرد في بعض الولايات كما أوضحها شانجنون ١٩٧٢ . وتعد بيانات العشرة ولايات الأكثر خسارة نتيجة تكرار ظاهرة البرد مؤشراً عن الخسائر النسبية الناتجة عن حجم الديون التي تغطيها شركات التأمين، وكذلك أقساط التأمين، وتكلفة خسائر التأمينات.

وتعتبر ولاية نورث داكوتا هي الأعلى من حيث الخسائر الإجمالية كما يتضح في جدول (٨–١أ) الذي يوضح معدل عدد أيام خسائر البرد بالنسبة لمحصول القمح . ونلاحظ من هذا الجدول أن ،هناك ارتفاعاً في قيمة خسائر البرد خلال الفترة من شهر مايو حتى شهر يونيو في الولايات الجنوبية ، بينما في الولايات الأكثر توغلاً جهة الشمال تمتد تلك الفترة من شهر يونيو حتى شهر أغسطس . ويتضح التوزيع المكاني لخسائر البرد حين دراسته على المستوى

الإقليمي كما في شكل (٨-٤) حيث تقسم الولايات المتحدة الأمريكية إلى أقاليم مع تقسيم كل إقليم إلى فئات على أساس الرتب. وتحدث أعلى الخسائر في ولايات السهول الوسطى (رتبة ١) حيث تبلغ ٨٦,٧ مليون دولار. وتصبح كاليفورنيا خارج ذلك الترتيب للولايات المتضررة (التي تقتصر على ١٠ رتب فقط) حيث تبلغ خسارتها ١,٤ مليون دولار فقط . هذا ، وإن كانت خسائر ولاية كاليفورنيا في حد ذاتها مرتفعة ، ولكنها تتضاءل حين مقارنتها بالخسارة في تلك الولايات العشرة الأكثر تضرراً من ظاهرة البرد .

شكل (٨-٣) : أ : المعدل السنوي لعدد أيام البرد ١٩٠٤/١٩٤٣

ب : عدد عواصف البرد خلال فصل النمو



جدول (٨-١ا) بيانات العشرة ولايات الأعلى نصيباً من خسائر البرد وفقاً للهيئة الأكتوارية لتأمين برد المحاصيل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦٩

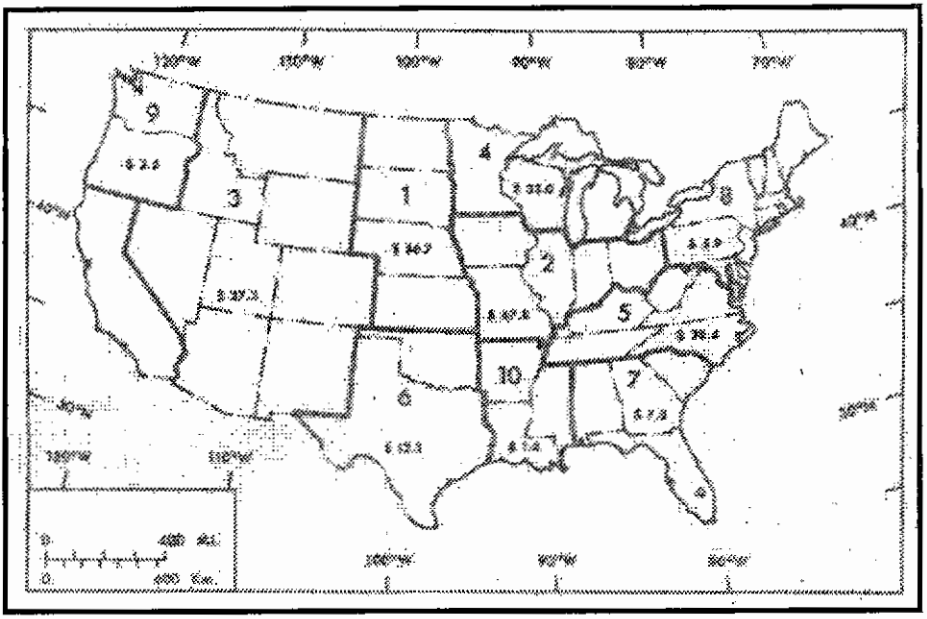
الترتيب	الولايات ومعدل القيم السنوية									
	الديون مليون دولار		أقساط التأمين مليون دولار		عدد الخسائر المدفوعة ألف دولار		الخسائر الشخصية المدفوعة ألف دولار		إجمالي الخسائر مليون دولار	
١		٣١٥,١	سوث كارولينيا	٩,٠	سوث كارولينيا	١٠,٨	ايداهو	١,٨	نورث داكوتا	٥,٥
٢	نورث كارولينيا	١٩٠,٨	سوث داكوتا	٨,٤	كنتاكي	٩,٨	نيويورك	١,٧	نورث كارولينيا	٥,٠
٣	ايوا	١٦١,٥	تكساس	٦,٣	سوث داكوتا	٩,٣	أوريجون	١,٦	تكساس	٤,٦
٤	نورث داكوتا	١١٢,٦	نبراسكا	٦,٢	ايوا	٨,٢	فيلادلفيا	١,٥	ايوا	٣,٩
٥	نبراسكا	٩١,٥	كانساس	٥,٨	كانساس	٧,٨	كاليفورنيا	١,٤	نبراسكا	٣,٧
٦	كانساس	٨٦,٠	ايوا	٥,٤	نبراسكا	٧,٧	أريزونا	١,٤	كانساس	٣,٥
٧	تكساس	٨٤,٤		٥,٠	سوث داكوتا	٥,٤	بنسلفانيا	١,٣		٢,٤
٨	مينسوتا	٧٣,٧	منيسوتا	٤,٥		٥,٠	واشنطن	١,٢	سوث داكوتا	٢,٤
٩	واشنطن	٦٤,٢	مونتانا	٤,١	تكساس	٤,٥	مونتانا	١,١	منيسوتا	٢,٢
١٠	كنتاكي	٥٩,٩	ثوث داكوتا	٣,٥	مينسوتا	٤,٤	كلورادو	١,٠	كنتاكي	١,٩

المصدر: Changnon ١٩٧٧

جدول (٨-١ب) المعدل السنوي لعدد أيام خسائر البرد لمحصول القمح ١٩٦٨/١٩٥٧

الولاية	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	الإجمالي
نورث داكوتا	٠	٣	٢٣	٢٩	٢٦	٦	٨٧
نيبراسكا	٢	١٩	٢٨	٢٤	٤	٠	٧٧
كانساس	٩	٣٠	٢٢	١٥	٠	٠	٧٦
ثوث داكوتا	٠	٦	٢٣	٢٨	١٥	١	٧٣
مونتانا	٠	٢	٢٠	٢٥	٢٠	٤	٧١
تكساس	٨	٢٤	٢٦	٥	٠	٠	٦٣
أوكلاهوما	١١	٢٦	٢٢	٣	٠	٠	٦٢
كلورادو	٠	١٣	٢١	٢٠	٤	٠	٥٨
مينسوتا	٠	١	١٣	٢٠	١٣	٢	٤٩
ايداهو	٠	١	٧	٩	١٠	٤	٣١

شكل (٨-٤) المعدل السنوي لخسائر المحاصيل بفعل البرد وفقا لترتيب الولايات المضارة على المستوى الإقليمي خلال الفترة ١٩٤٨/١٩٦٧



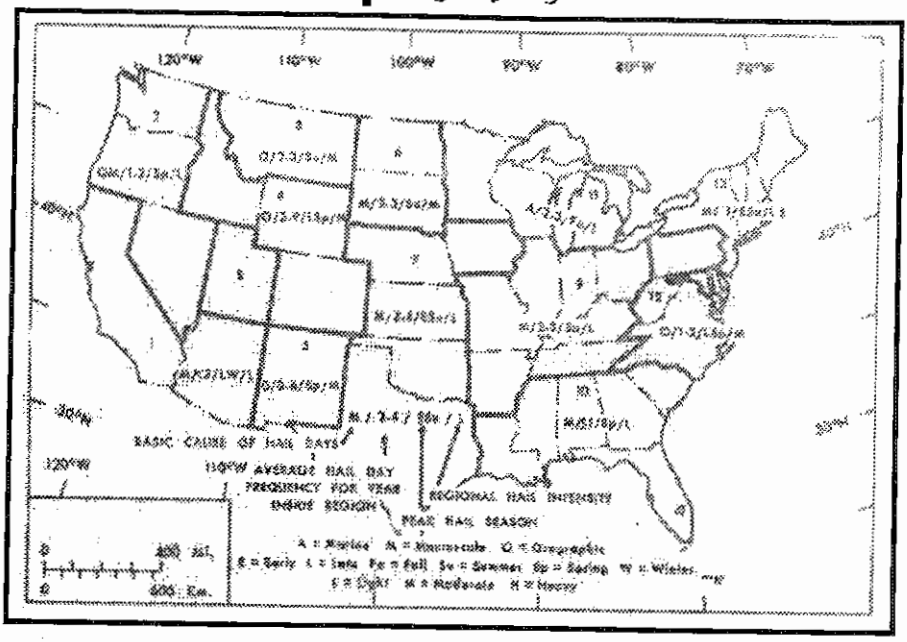
المصدر: Changnon ١٩٧٧

أقاليم البرد في الولايات المتحدة الأمريكية

يمكن تقسيم الولايات المتحدة الأمريكية إلى أقاليم برد على أساس التكرارات الميتورولوجية والأعتبارات الاقتصادية وفقا ل ١: معدل التكرار ٢: فصل قمة البرد ٣: السبب الرئيس لظاهرة البرد ٤: الكثافة الإقليمية للبرد . وتتحكم هذه العوامل الأربعة في حجم الخسائر المادية بفعل ظاهرة البرد . هذا ، ويجب التنويه إلى اختلاف كثافة البرد في السهول العظمى عن مثيلتها في الأجزاء المرتفعة في إقليم غرب الوسط كنتيجة للاختلافات الجغرافية فيما بينهما .

واستنادا إلى تلك الاعتبارات ، فقد قسم شانجنون الولايات المتحدة الأمريكية إلى ١٣ منطقة برد ، ووضع الحدود الإقليمية فيما بينها على أساس إحصائي .

شكل (٨-٥) : مناطق البرد في الولايات المتحدة وفقاً لمسببات البرد ، وتكراره ، وفصليته ،وكثافته



المصدر: Changnon ١٩٧٧

إدارة مخاطر البرد

إن لمخاطر البرد عواقبها الاقتصادية الواضحة . وحينما يدرك المزارع المشكلة ، فإنه لمن الضروري أن يأخذ بعض الاحتياطات . وفي الواقع ، إن المزارعين لديهم رؤى متنوعة في تلك الاحتياطات بهدف الحد من خسائر البرد وتقليصها قدر الإمكان ، ويتضمن بعضاً منها تعديلات بيئية أو تعديلات في السلوك البشري .

إذ يتجه المزارعون على المستوى المحلي في المناطق كثيرة التعرض لحدوث البرد إلى زراعة المحاصيل الأقل حساسية للتدمير بفعل البرد . وعلى أية حال ، يبدو أن هناك اتفاقا عاما بين المزارعين يشتمل في مضمونه على أن زيادة صافي العائد كنتيجة لتقليص خسائر البرد يمكن أن يصبح أعلى من العائد عن طريق خفض الإنتاج أو عن طريق زيادة تكاليف مدخلات العملية الزراعية . ولا يعير أحد المزارعين بالاً بقائمة المناطق الأكثر تعرضاً للبرد في نورث داكوتا

بمقاومة المحاصيل للبرد ، أو التركيز على مدى المقاومة كوسيلة فاعلة لإدارة التحكم في مخاطر البرد .

أما الطريقة الثانية لمكافحة البرد، فتعتمد على تحديد اتجاه نمو المحصول بحيث يتجه إلى الشرق، ومن ثم ينمو النبات موازيا لاتجاه تساقط كتل البرد Hail Stone. ويمنع هذا التوجه نحو الشرق صفوف المحاصيل من حماية بعضها البعض كما تسمح لبعض البرد بالتساقط في خطوط متوازية فيما بين صفوف النبات على الأرض .

وتعتبر مثل تلك التعديلات أو الاحتياطات متاحة وسهلة بل وملائمة اقتصاديا أيضا . وعلى أيه حال ، ففي العديد من المناطق يصبح توجيه الحقول نحو الشرق لا يناسب الظروف الطبيعية الأخرى ، كما أن الحقول التي تتوجه شرقاً تقع تحت وطأة النحت بفعل الرياح . يضاف إلى ذلك، خضوع المزارعين للتعامل يوميا مع سرعة الرياح واتجاهها ومن ثم نحتها وتعريتها للتربة فضلاً عن إضرارها بالمحاصيل، بينما يكون التعامل مع البرد خلال عدد قليل من الأيام كل سنة. ومن ثم، فإن أي محاولة لمقاومة البرد ينبغي أن تأخذ في الاعتبار عوامل الطقس الأخرى السائدة على مدار أيام السنة.

أما الطريقة المحتملة الثالثة فتتعامل مع الموقع النسبي للأرض. وتهدف هذه الطريقة إلى تشتيت الأرض المستأجرة بهدف تفريقها على المنطقة المعرضة للبرد . حيث يمكن لهذه البقع المتناثرة أن تقلل من الخسائر الشخصية للمزارع الواحد مهما كانت المنطقة تعاني في حد ذاتها من نفس مقدار الخسارة الإجمالية، بمعنى توزيع الخسارة على المزارعين حتى مع بقاء الخسارة الإجمالية ضخمة. وهناك من يبرهن على أن تفتيت الأراضي المستأجرة بغرض خفض الخسارة بفعل البرد، يعد اتجاها متزايداً على مستوى الولايات الأمريكية.

وفي العديد من مناطق الولايات الأمريكية ، تقسم المزارع المستأجرة إلى أربعة أقسام بحيث تبلغ مساحة كل قسم منها ¼ ميل مربع أي ١٦٠ هكتاراً (٠,٦٥ كيلو متر مربع) . وقد اتسعت بعض المزارع الاقتصادية القابلة للتطوير لتبلغ مساحتها ٤٠٠ هكتاراً أي ١,٦ كيلو متر مربع . ويشتري بعض المزارعين أو يستأجروا مزارع متقاربة بحيث تصبح مساحتها الإجمالية عدة أميال مربعة . وتعد مثل تلك المزارع المتناثرة بمثابة السياج الذي يحول دون خسائر البرد. وعلى أية

حال ، وجدير بالذكر، أن التكلفة الإنتاجية المرتبطة بتلك المزارع المستأجرة والمتناثرة تعتبر مرتفعة بعض الشيء .

أما الطريقة الرابعة لمجابهة خسائر البرد، فتتعلق بشخص المزارع وحرصه على التأمين ضد البرد. وإن كان التأمين على المستوى الشخصي يعني بديل ضئيل ، ودفعات مالية محددة للحصول على تعويض مالي أكبر ، وإن كانت الخسارة ليست حتمية خاصة مع استحالة التنبوء بها . وعلى مستوى الدولة، فإن التأمين هو الأكثر شيوعا واستخداما على نطاق واسع لمجابهة مخاطر البرد. وقد أثبت شانجنون أن مزارع من بين كل ستة مزارعين في الولايات المتحدة لديه تأمين ضد البرد ، وأن حوالي ٣٠٠ مليون دولار ، قد أنفقت على تأمين المحاصيل خلال عام ١٩٧٥ . ولسوء الحظ، في مناطق خسائر البرد المرتفعة، ترتفع قيمة التأمين " لتتراوح من ٢٥% إلى ٣٠% من قيمة المحصول " لدرجة أن العديد من المزارعين لا يستطيعون دفعها.

أما الطريقة الخامسة لمجابهة البرد تتضمن تعديل البيئة بهدف خفض معدل الخسارة بدلاً من الحسرة عليها، وتعني ببساطة الاتجاه إلى التأمين ضد البرد. وتصنف تلك التوجهات لخفض كثافة الخسارة بفعل البرد على أنها مشروعات مقاومة البرد، وقد حققت فاعلية ملموسة على المستوى الإقليمي.

وتعد أولى التجارب التي ركزت على تحجيم الآثار المدمرة للبرد في شمال شرق كلورادو ١٩٥٩ ، وقد كانت نتائج تلك المحاولة المبكرة غير مقنعة أو حاسمة . وخلال الستينات ، كانت هناك العديد من شركات تعديل الطقس تعمل من أجل الحد من تكرار ظاهرة البرد في ولايات كلورادو وكنساس وتكساس ونورث داكوتا وسوث داكوتا كما يتضح في جدول (٨-٢) .ولكن ، لم يكتب النجاح لأي من تلك الجهود وإن اعتمدت بعضاً من تلك الشركات على أسس علمية. ومنذ ذلك الحين، تواصلت مشروعات مجابهة مخاطر البرد بالتعاون مع الاتحاد السوفيتي " روسيا حالياً " خلال الخمسينيات والستينيات. وقد نجحت في خفض خسائر المحاصيل بفعل البرد فيما بين ٥٠-٨٠%. وقد دعا السوفيت إلى توفير ٢٥ مليون دولار لبرنامج مكافحة البرد في الولايات المتحدة ضمن برنامج تجارب الأبحاث القومية للبرد(NHRE) Hail Research Experiment. . وجدير بالذكر، أن هذا البرنامج لم يتفوق عليه أي برنامج آخر لما حظي به من مناقشات واهتمامات على المستوى الاجتماعي والاقتصادي. وفي أوضحت دراسة تبحث في الضمانات

الاجتماعية لمجابهة البرد أن الاستقصاء الذي أستغرق ١٠ سنوات في مرحلة الإعداد فقط يعد وسيلة غير ضرورية. يضاف لما سبق، محاولات خفض احتمالات البرد عن طريق عملية حقن السحب، إلا أنه مازال مبكراً أن نتمكن من التقويم الإحصائي لتلك المحاولات وتقديم بيان حاسم حول نتائج مثل هذه المشروعات البحثية.

تهديد التورنادو

التورنادو Tornado هو عبارة عن دوامة هوائية شديدة السرعة . ويمكن إدراكه من شكله المعروف على هيئة مدخنة مخروطية " قمع " حينما يشتد تركيزه أو حينما يقذف الصخور والحطام من سطح الأرض ليلقي بها عالياً في الهواء على شكل حلزوني . وتظهر تلك المدخنة أو القمع وكأن قاعدتها هي السحاب، وفي وقت ما تصل للأرض، ولكنها تلمسها في برهة زمنية وجيزة لتعاود الارتفاع ثانية. وحيثما تلمس المدخنة السطح، يحدث تحطم عنيف للصخور في ثوانٍ معدودةٍ.

ولحسن الحظ ، فإن نطاق أو ممر التحطم هذا يعد محدوداً ، وعادةً ما يبلغ عرضه ¼ ميل وطوله نادراً ما يتجاوز ١٦ ميلا . ويتضح من السجلات أن ، معدلات تلك الظروف تختلف بدرجة هائلة . وقد تحرك في شهر مايو ١٩١٧ التورنادو لمسافة ٢٩٣ ميلا عبر ولاية أنديانا إلى ولاية أليوني وأستمر لمدة ٧ ساعات و٢٠ دقيقة .

وتختلف رحلته ومساراته اختلافات كبيرة . إذ يبلغ معدل سرعته في وسط الغرب الأمريكي ٤٠ متر /ساعة ، ولكن بلغت سرعته في حالات أخرى ٧٠ متر /ساعة ، بينما بعضها الآخر يبقى ساكناً ثابتاً . وفي حالة ظهور تلك المدخنة ، تقدر سرعة دوران الرياح بأكثر من ٤٠٠ متر/ساعة . ويستند تقدير سرعته على تأثيرات الرياح ، ويعد قياس سرعة التورنادو ممكنة ، وإن كانت الأجهزة والآلات التي تقع في مساره غالباً ما تتحطم . ويعد الدليل الأكيد على شدة سرعة الرياح هي قدرتها علىَ تحريك مساند الطائرات من مواقعها .

جدول (٨-٢) تاريخ حقن السحب خلال الفترة ١٩٥٨/١٩٧٥

الولاية	عدد المشروعات			
	التجريبية	العملية	الإجمالي	البرد الساقط
أريزونا – كاليفورنيا	١٩	٢٩	٤٨	٠
نيفادا – أريجون – واشنطن	١١	٣٩	٥٠	١
مونتانا	٥	٩	١٤	٠
كلورادو – إيداهو – يومنج	١٣	٣٣	٤٦	٧
نيومكسيكو	٥	٩	١٤	٠
نورث داكوتا – سوث داكوتا	١٤	٣١	٤٥	١٩
إيوا – كانساس – نبراسكا – أوكلاهوما – تكساس	١٢	٣٦	٤٨	٦
مينسوتا – ويسكونسن	٢	٨	١٠	٠
أركنساس – ألينوي – أنديانا – كنتاكي – أوهايو – تينسي	٥	١٢	١٧	٠
ألباما – فلوريدا – جورجيا – لويزيانا – مسيسبي – داكوتا الجنوبية	٤	١٢	١٦	٠
متشجن	٠	١٧	١٧	٠
نورث كارولينا – بنسلفانيا – فيرجينيا – غرب فيرجينيا	٤	٥	٩	١
كونتكنت – ماين – ميريلاند – ماساتشوست – نيوجرسي – نيويورك – فيرمونت	١١	١٢	٢٣	١
الإجمالي	١٠٥	٢٥٢	٣٥٧	٣٥
النسبة المئوية	%٢٩	%٧١	%١٠٠	%٩

المصدر: Changnon ١٩٧٧

إن الآثار التدميرية الناتجة عن التورنادو ليست ناجمة عن شدة سرعة الرياح فقط في مركز الدوامة ، إذ ينخفض الضغط الجوي إلى أقل من ٨٠٠ ملليبار . وإذ يبلغ معدل الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر ١٠١٤ ملليبار ، فإن ٨٠٠ ملليبار هي متوسط وزن الهواء على ارتفاع عدة أقدام فقط من سطح الأرض . وحينما يصطدم التورنادو بأي مبنى ، يحدث هبوطاً سريعاً في الضغط الجوي وكأنه تم سحب نفس الوزن من تحت المبنى فينهار سطحه وجدرانه مباشرة. وعلى الرغم من أن مثل ذلك التأثير يؤدي إلى زيادة الآثار التدميرية للتورنادو ، فقد توصلت الأبحاث الحديثة إلى أن انخفاض الضغط ربما لا يعتبر ذو قيمة أو أهمية

فعلية واضحة . وفي الواقع ، أتضح أن المساحة التدميرية بفعل التورنادو قد تبدو ضئيلة عند مقارنتها بالآثار الأخرى ، إذ يرتبط ذلك بكون نشاط التورنادو نفسه يختلف في مستوى شدته ، فعلى سبيل المثال ، المسافة التي يمكن أن يقطعها تورنادو قد لا تتأثر كثيراً بينما نفس المسافة في تورنادو أخر قد يتم تدميرها كلياً ، ويفسر ذلك بكون المسافة التي يقطعها التورنادو في الحالة الثانية قد وقعت في مواجهة الجزء العنيف منه .

وقد ترتبط نشأة التورنادو بالدفء والهواء الرطب الذي ينزلق أسفل كتلة هواء بارد متقدمة . ومبدئياً ، يتبع ذلك حدوث العواصف الرعدية ، ويؤدي ذلك إلى تشكيل قاعدة السحب الرعدية Thunder Cloudsالتي تؤدي إلى تلاشي الدوامة . وتتكرر مثل هذه الظروف في وسط الولايات المتحدة في الربيع والصيف ، ولكن قد لا تؤدي مثل هذه الظروف بالضرورة إلى حدوث التورنادو .

وتتوقع الاحتمالات الحسابية بأن الموقع الذي يضربه التورنادو هو صغير المساحة جداً ، وواقعياً ، فإن المواقع التي كثيراً ما تعرضت لدمار التورنادو ، فإنه وفقاً للاحتمالات الحسابية لتكرار تعرضها ثانية يعادل مرة واحدة / ٢٥٠ سنة . وعلى أية حال ، فإن الاحتمالية الحسابية لا يمكن تطبيقها على مدينة أوكلاهوما التي ضربها التورنادو ٢٦ مرة منذ ١٨٩٢ حتى ١٩٨٠ ، وكذلك الحال بالنسبة لمدينة كودل ، وكنساس التي تعرضت للتورنادو خلال ثلاث سنوات متلاحقة : ١٩١٦ ، ١٩١٧ ، و١٩١٨ .

ردود أفعال الإنسان " تصرفات – سلوكيات " والتورنادو

وإن كان لا يمكن استثناء ولاية أمريكية واحدة من التعرض للتورنادو ، فإن بعض المناطق هي الأكثر عرضة للتورنادو من غيرها . ويمكن أن نستخلص بعض الحقائق من دراسة وتحليل البيانات الخاصة بحدوث التورنادو وإعداد الوفيات الناتجة عنه . ويوضح جدول (٨–٣) عدد من ظاهرات التورنادو ، وإجمالي الوفيات ،وعدد الوفيات / ١٠,٠٠٠ ميل مربع خلال الفترة ١٩٥٦/١٩٧٤ . ويعرض العمود الأخير من هذا الجدول مؤشر عام للخطر النسبي للآثار التدميرية للتورنادو في بعض الولايات الأمريكية المختارة .

ويتضح من هذا الجدول ارتفاع أعداد الوفيات في الولايات الجنوبية مثل المسيسبي وألباما وهما ولايتين لم يتم إدراجهما ضمن الولايات العشرة الأكثر

تعرضاً لتكرار التورنادو . وتقودنا مثل تلك الملاحظة إلى دراسة بحثية قام بها سيمس Sims وبومان Bauman حيث أهتمت هذه الدراسة بشرح هذا الوضع غير العادي .

وسيتم وصف نتائج هذه الدراسة في الصفحات التالية دون التعرض لتفاصيلها أو التدقيق في نتائجها لكونها اعتمدت على عينة صغيرة العدد . وعلى أية حال ، فقد امتدت هذه الدراسة لحوالي عقدين من الزمان ، وتعد مثالاً جيداً لتأثير الموقع بالنسبة لدوائر العرض ، كما توضح إلى أي مدى يمكن أن يؤثر تشابه البيانات المناخية بأساليب مختلفة .

ومبدئياً ، فقد أهتم الباحثان بالعوامل المؤدية إلى ارتفاع أعداد الوفيات بفعل التورنادو في الولايات الجنوبية .

وتتضمن هذه العوامل :

أ – هناك إمكانية عالية لحدوث أغلب التورنادو خلال ساعات الليل . إذ يحدث ليلاً بنسبة ٣٠,٦% في ٥ ولايات شمالية، وبنسبة ٣٣,٧% في ٥ ولايات جنوبية . ولا يعد ذلك مؤشراً واضحاً للاختلاف .

ب – ينبغي أن نعترف بأن قوة التورنادو وقدرته التدميرية تزداد جنوباً . وثانية، يمكن القول بأن، ذلك يعد توافقاً مزيفاً، فإذا كانت قوته ترتبط بطول مسار رحلته، فإن معدل طوله يبلغ ٩,٣ ميل في ألينوي مقابل ٨,٢ ميل فقط في ألباما.

جدول (٨-٣) تكرار التورنادو وإعداد الوفيات في بعض الولايات الأمريكية المختارة ١٩٥٦/١٩٧٤

العدد الكلي			إجمالي إعداد الوفيات			الوفيات/ ١٠,٠٠٠ ميل	
الترتيب	الولاية	العدد	الترتيب	الولاية	العدد	الترتيب	الولاية
١	تكساس	٢,٢٦٧	١	المسيسبي	٢٥٤	١	المسيسبي
٢	أوكلاهوما	١,٠٨١	٢	أنديانا	١٩٠	٢	أنديانا
٣	كانساس	٨٩٦	٣	ألباما	١٥٦	٣	أوهايو
٤	فلوريدا	٦٧٠	٤	تكساس	١٥١	٤	ألباما
٥	نبراسكا	٢٢	٥	أوكلاهوما	١٣٠	٥	كنتاكي
٦	ميسوري	٦١٣	٦	أوهايو	١٢٨	٦	ألينوي
٧	ألينوي	٥٦٩	٧	ألينوي	١١٣	٧	أوكلاهوما
٨	إيوا	٥١٢	٨	ميسوري	١٠٨	٨	أركنساس
٩	سوث داكوتا	٤٦٦	٩	كنتاكي	٩٧	٩	ميتشجان
١٠	أنديانا	٤٤٠	١٠	أركنساس	٩٧	١٠	تينسي

المصدر: NOAA

ج – في حالة ما إذا كانت المباني في الولايات الجنوبية هي في مجملها أقل ضخامة ومتانة من تلك التي في الشمال ، فهل يؤدي ذلك إلى زيادة حالات الوفاة ؟ والإجابة هنا بالنفي ، لأن تحليل بيانات تدمير التورنادو تظهر أن المباني التي يدخل فيها الحديد بنسبة أقل (باستثناء الإنشاءات في المباني المتحركة) تصمد وتبقى بصورة أفضل في أثناء مرور العاصفة .

د – هناك اختلاف في كفاءة أنظمة التحذير من التورنادو . وواقعياً ، لا يثبت دليل على وجود نظام تحذير قومي فيما قبل ١٩٥٢. وحتى الآن ،يمكن القول بأن أعلى تكرارية للتورنادو وما ينتج عنه من الوفيات تحدث في الولايات الجنوبية .

ومما يذكر، أن هناك بعض الإنذارات الكاذبة لحدوث التورنادو ، وقد وجد الباحثون أنفسهم أمام خيار يبحث في مدى إمكانية التصديق بالمقولة : " إن تحدي الإنسان لبيئته الطبيعية قد تأثر ليس فقط بالحقائق البيئية ، ولكن أيضاً بأفكاره ومشاعره تجاهها ، وفي المقابل ، فقد تأثرت البيئة بشخصية الإنسان وثقافته " . ومن أجل دراسة وتقييم هذه الإمكانية، لجأ الباحثون إلى دراسة ردود أفعال الإنسان خاصة سلوكياتهم وتصرفاتهم. وقد اعتمدوا على تحليل ردود أفعال الإنسان من خلال الإجابة على الاستبيان التالي الذي قسم الناس إلى مجموعات صغيرة ، وتم تطبيقه على سكان ولايتي ألينوي وألباما .

ويوضح جدول (٨-٤) المجموعة الأولى من أسئلة الاستبيان وتركز على قياس مدى سيطرة الإنسان وتحكمه في مخططات حياته. وقد أوضحت ردود أفعال المستبينين في ولاية ألباما – من خلال إجاباتهم على ثلاث أسئلة – أنهم يؤمنون بوجود قوى خارجية تتحكم في حياتهم . إذ يرى ما تتراوح نسبته بين ٣٦%-٥٩% أن الله هو قوة فاعلة متحكمة ، أما هؤلاء الذين يفقدون القدرة على التحكم في حياتهم أو السيطرة عليها فيؤمنون بأن الحظ يلعب الدور الأكبر في حياتهم وتتراوح نسبتهم بين ٦%-٢٩ % . أما هؤلاء الذين يعيشون في ولاية ألباما ويخططون لحياتهم ويتحكمون فيها لحدٍ بعيد ، فيعتمدون على القوى الخارجية مثل مشيئة الله أكثر من جهودهم الشخصية وتتراوح نسبتهم بين ٩% - ٤٦% .

أما المجموعة الأخرى من الأسئلة فترتبط بالتورنادو ويوضحها جدول (٨-٥) . ويضع الباحثان عدد من البيانات المبدئية بالإضافة إلى نمط استجابات المستبينين . إذ يبدو واضحاً أن المستبينين في ولاية ألينوي يعتمدون على الوسائل التكنولوجية المتاحة في ردود أفعالهم تجاه أحداث التورنادو ، كما أنهم أكثر تركيزاً وثقة في تعاملهم أثناء الأحداث الكارثية للتورنادو .

ومن خلال تحليل إجابة مجموعات الأسئلة سواء الخاصة بالسمات الشخصية أو تلك الخاصة بردود الأفعال تجاه الكوارث، قد توصل الباحثان إلى النتائج التالية:

أ – يعتقد الأشخاص الذين أجابوا على الاستبيان ومن هم على شاكلتهم في ولاية أليوني بأنهم يسيرون حياتهم ، وأن ما يفعلونه يؤثر في مستقبلهم ، وأنهم يواجهون إمكانية تعرضهم لأحداث التورنادو . ويستخدمون أفكارهم والتكنولوجيا المتاحة لهم في مجتمعهم ، ومن ثم يبنون عليها ردود أفعالهم . وبعد انتهاء التورنادو وظهور آثاره التدميرية ، يعتقد هؤلاء أن الناجون من الكارثة محظوظين " من منطلق أن نجاتهم كانت محض صدفة " ، ويذهبوا لمساعدة الآخرين المحتاجين ، ويروا أنفسهم وأمثالهم بأنهم أناس خلاقون وساحرون .

ب – المستبينين في ولاية ألباما ومن شابهم ، يعتقدون أن الله " أو القضاء والقدر أو الحظ " يصرف ويدير شؤون حياتهم ، وهؤلاء أقل اقتناعا بقدرتهم في التأثير في واقعهم ، أو أن يحدثوا أي تغيير في حياتهم ، ويواجهون التورنادو بسلوك يعكس ردود أفعالهم . وهؤلاء يولون ثقة أقل في الجوانب المعرفية وأنظمة التحكم ، وينتظر هؤلاء القضاء والقدر ، ومن ثم يراقبون الأحداث ولكنهم يتسموا بالسلبية . ويشعر هؤلاء في أثناء كارثة التورنادو ، بأنهم ضحايا ولكن بفضل العناية الإلهية يتغلبوا على أوجاعهم ويكملوا حياتهم بشكل جيد .

جدول (٨–٤) استبيان قياس الاستجابة الشخصية تجاه تجربة التورنادو

ردود الأفعال – نمط الاستجابة	النسبة المئوية المستبينين	
	٣٣ مستبيناً في أليوني	٢٤ مستبيناً في ألباما
• في أثناء حدوث التورنادو		
- أنتبه لأحوال الطقس " أراقب السماء "	٩,١	٢٩,٠
- أنتبه وأركز على أخبار الإعلام –أشاهد التليفزيون	٢٤,٢	٠,٠
- أعمل رد فعل " أحذر الآخرين "	١٨,٢	٤,٠
- أخرى	٢١,٢	١٧,٠
- لا إجابة	٢٧,٣	٥٠,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠

• أفضل وسيلة لتحديد الطقس المصاحب للتورنادو		
- أستخدم الوسائل التكنولوجية مثل الاستماع للراديو – البارومتر	٤٢,٤	٤,٠
- الاعتماد على الاجتهاد الشخصي مثل شكل السحب	٩,١	٣٣,٠
- أخرى	٣٠,٣	٢٥,٠
- لا إجابة	١٨,٢	٣٨,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠
• أداء الأرصاد الجوية فيما يتعلق بالتنبوء بالتورنادو		
- يتم بسرعة " ممتاز "	٤٦,٠	١٢,٥
- جيد	٢٤,٠	٤١,٧
- ليس سيئاً	٢١,٠	١٦,٧
- أخرى	٦,٠	١٢,٥
- لا إجابة	٣,٠	١٦,٦
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠
• الناجون من التورنادو		
- يحتاجون للمساعدة	٢٤,٣	٨,٠
- مشاعر سلبية مثل " حالتهم سيئة "	٣,٠	٢١,٠
- محظوظون	٣٦,٤	٢٥,٠
- أخرى	١٢,١	١٢,٥
- لا أشخاص آخرون	١٢,١	١٢,٥
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠
• استجابة المجتمع لكارثة التورنادو		
- يقدمون المساعدة مثلاً " مساعدة المحتاجين "	٥٥,٠	٧٩,٠
- يتعاملون وكأنهم معالجون نفسيين مثلاً " يجمعون الناس "	٢١,٠	٠,٠
- آخرين	٩,٠	١٣,٠
- لا إجابة	١٥,٠	٨,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠

جدول (٨-٥) استبيان التحكم الداخلي والخارجي

الإجابة	النسبة المئوية للمستبينين	
	٣٣ مستبيناً في ألينوي	٢٤ مستبيناً في ألباما
• إلى أي مدى تعتمد حياتي على الله		
- الله يتحكم في حياتي	٣٦,٠	٥٩,٠
- يحميني ويراقبني	٣٠,٠	٨,٠
- أخرى	٢٥,٠	٢٥,٠
- لا إجابة	٩,٠	٨,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠
• أنا أعتقد أن الحظ		
- له أهمية أساسية – مهم جداً بالنسبة لي	٦,٠	٢٩,٠
- له بعض الأهمية – يلعب دورا صغيرا في حياتي	٢٧,٣	١٧,٠
- ليس له وجود في حياتي – لا يوجد ما أعتبره حظ	٢١,٢	٨,٠
- أخرى	٣٦,٤	٤٢,٠
- لا إجابة	٩,١	٤,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠
• مسار حياتي يعتبر نتيجة ل		
- القوة الدينية – مشيئة الله	٩,٠	٤٦,٠
- إرادة الله	٦٧,٠	٢٩,٠
- العمل الشاق	١٢,٠	١٢,٠
- لا إجابة	١٢,٠	١٣,٠
- الإجمالي	١٠٠	١٠٠

المصدر: Sims & Bauman ١٩٧٢

تحتاج دراسة العواصف إلى وسائل وأساليب احصائية مناسبة لدراسة العلاقات . وعلى أية حال ، فإن أي بحث أصيل يعتمد على حجم قاعدة البيانات المستخدمة . وهنا،تندت الدراسة التي قام بها سيمس Sims وبومان Bauman على قائمة من المنشورات عن أعداد الوفيات بسبب أحداث التورنادو كنقطة أساسية ومحورية . وهنا ، يطفو على السطح السؤال الجوهري ، ألا وهو هل هذه البيانات صحيحة ؟ ويعتقد كلٍ من كسلر Kessler وليي Lee بأنها غير صحيحة . وسنحاول توضيح وجهة نظرهم .

فقد انتهت الوسائل الإحصائية إلى أن العديد من النتائج غير مؤكدة حول ردود الأفعال غير العادية تجاه التورنادو . فقد لاحظ الباحثان ارتفاع معامل الوفيات لارتباطها بتكرار التورنادو في الولايات الجنوبية الشرقية ، وكذلك بعض السمات الشخصية وسلوكيات الأفراد وطبائعهم في هذه المنطقة . وعند مقارنة معامل الوفيات الطبيعي مع معامل التدمير للممتلكات ، فإن ذلك يعكس بعض الاستنتاجات على نحو ما . وفي أثناء الفترة ١٩٥٣/١٩٧٤ ، فإن بيانات وفيات التورنادو ودمار الممتلكات قد تم حصرها بواسطة NOAA's Environmental Data Service في نيوجرسي ، وقد كانت الأعداد متجانسة مع بيانات الولاية من حيث عدد سكانها – عدد مرات تكرار التورنادو – كثافة السكان – اتساع مساحة الولاية . ويوضح شكل (٨-٦أ) معدل المناطق المدمرة بفعل كل تورنادو بالاعتماد على إحصائيات الوفيات ، وعدد الضحايا في كل منطقة لكل ولاية على حدة .

وعلى الرغم من كون هذا الشكل يظهر بعض الخصوصية " على سبيل المثال ، ارتفاع الضحايا في ولايتي واشنطن ونورث داكوتا لتأثرهما بواحد أو اثنين من أسوء أحداث التورنادو على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية " ، إذ يظهر ارتفاع الوفيات في كلٍ من أركنساس – المسيسبي – ألباما ، وهي مناطق شبيه بتلك التي درسها سيمس وبومان . وحينما نربط بين ذلك وبين التوزيعات التي يعكسها شكل (٨-٦ب) التي ترجع أيضا إلى أحداث التورنادو ، سيتضح العلاقة بين مؤشرات التدمير والوفيات ، وبما أن ذلك التوزيع لا يرتبط بالاختلاف في الخصائص والمعتقدات والسمات الشخصية ، فمن ثم ، لا يعكس مؤشرات ترتكز على القيم العددية المادية . ويوضح شكل (٨-٦ب) نتائج تقديرات الخسائر الاعتبارية " على سبيل المثال، قسمة اتساع- الامتداد العرضي – الولاية على القيمة

التقديرية لإجمالي الممتلكات في نفس الولاية، مع حصر إجمالي الضرائب على الممتلكات بما في ذلك إجمالي الممتلكات المعفاة من الضرائب ". وقد تم ترسيم حدود الولايات وفقاً لتقديرات الخسائر المادية في شكل (٨-٦ب) وهي شبيه بحدود الولايات كما جاءت في شكل (٨-٦أ) ، وعليه فإن الارتفاع النسبي في معدل الوفيات من أحداث التورنادو في بعض الولايات الجنوبية ليس نتيجة الاختلافات الثقافية بين الشمال والجنوب ، وإنما يرتبط باتساع الولاية . وفي الواقع ، فإن معاملات الارتباط بين بيانات شكلي (٨-٦أ-٦ب)تظهر أن هناك ٤ ولايات هى الأعلى في إعداد الوفيات لأرتباط تلك الوفيات بفقدان الممتلكات " بمعنى تهدم المباني على قاطنيها " ، وهذه الولايات هي : كنتاكي – ماساشوست – نيومكسيكو – المسيسبي على التوالي بالترتيب التنازلي .

ويعتقد كلٍ من كسلر Kessler وليي Lee أن تلك البيانات تؤكد شكوكهما ، وأن الاختلافات فيما بين الولايات عشوائية ومن مصادر متعددة " بعضها ناقشها سيمس وبومان ، وبعضها الآخر مصادرها مبهمة " ، وهي في مجملها لا تثبت أو تدلل على الاستنتاج القائل بأن الوفيات أعلى في الولايات الجنوبية مقارنة بكثافة وتكرار ظاهرة التورنادو فيها . كما أنها لا تبرهن على أن الاختلافات الثقافية في أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية تؤثر بدرجة يمكن أثباتها إحصائيا في وفيات التورنادو .

ولبناء وتكوين نظرة شمولية عن أبعاد تهديد ظاهرة التورنادو ، ولتوضيح مخاطره ، كان لابد من ضرب كلٍ من بيانات شكل (٨-٦أ) و شكل (٨-٦ب) في كثافة التورنادو ، فينتج شكل (٨-٦ج) الذي يمثل محصلة هذه العملية الحسابية " مع الأخذ في الاعتبار أن شكل(٨-٦أ) هو تكرارية التورنادو . ويوضح شكل (٨-٦ د) معامل التهديد الشامل للتورنادو وهو ناتج عن قسمة البيانات الأساسية التي اعتمد عليها شكل (٨-٦أ) أي تكرارية التورنادو ، وكذلك بيانات شكل (٨-٦ب) على متوسط كلٍ منهما ، وعندئذٍ يتم حساب متوسط المعدلين المتماثلين ، وأخيراً يتم الضرب في بيانات التماثل الطبيعي الذي نحصل عليه من شكل (٨-٦ج) .

وبالرغم من اتساع عدم الثقة لدرجة تصل إلى٥٠% ، فإنه تفحص الأعداد الواردة في شكل (٨-٦ د)، وتحليل أحد الاستنتاجات التي قد تبدو وهمية وتتمثل في أن مركز تهديد التورنادو يقع شرق مركز تكرار التورنادو ، وأن الاتساع

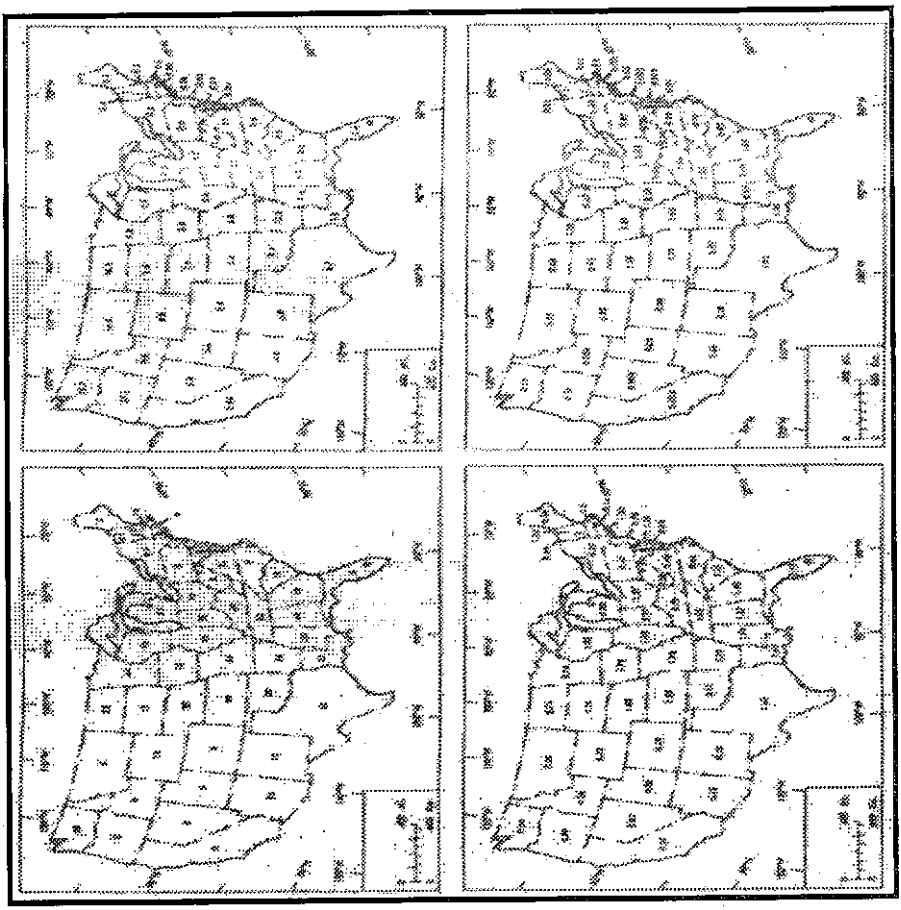
النسبي لعديد من تقارير التورنادو الخاصة بأوكلاهوما وكنساس تشير إلى الانخفاض في كليهما .

وجدير بالذكر ، أن هناك العديد من الملاحظات التي تبسط الأبحاث المناخية المثيرة للاهتمام ومنها وجود أفكار مختلفة ، تناقضات متعددة ، استنتاجات متنوعة فيما يتعلق بالموضوع الواحد . أما النتيجة التي تخلص إليها فترجع إليك بعد أن تدرس وتتفحص الحقائق والملاحظات وربما في النهاية قد تخلص إلى مزيج من الأفكار .

مخاطر الهاركين

يظهر الترافرس أو القطاع العرضي للهاركين Hurricane أن السحب المرتفعة والرياح شديدة السرعة قد تبعد ٣٠٠ ميل أمام مركز العاصفة كما في شكل (٨-٧) . ويتبع التحرك في اتجاه عين الإعصار ارتفاع تدريجي في سرعة الرياح لتتراوح بين ١٥-٢٠ ميل بالقرب من عين الإعصار ، ثم سرعان ما تهبط ليسود سكون غريب . لترتفع ثانية سرعة الرياح في أقل من ½ دقيقة . وتضعف سرعة الرياح كلما ابتعدنا أكثر عن عين الإعصار إلى أن تنتهي العاصفة. ويمكن الحصول على بيانات الهاركين من مناطق حدوثها في المحيطات وارتباطها بأحد فصول السنة . وتعد المياه ودرجة حرارتها عنصراً حيوياً وأساسياً لحدوث العاصفة . وقد أظهرت الملاحظات أنه حينما تنخفض درجة حرارة مياه البحار عن ٨٠° ف (٢٧ °م) ، فإن تكون الهاركين لا يصبح سهلاً (بمعنى يندر حدوثها حيثما تنخفض درجة الحرارة) . إذ يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة سرعة التبخر لكمية أكبر من المياه . وحينما تتكاثف تلك المياه، تنطلق الحرارة الكامنة في بخار الماء لتضيف طاقة حرارية للعاصفة. وعلى أية حال ، فإن درجة حرارة المحيطات غالباً ما ترتفع لأكثر من ٢٧ °م (٨٠ °ف) فوق مساحة واسعة من المحيطات المدارية ، وهناك أيضاً ظروف أخرى لابد من توافرها لتتكون الهاركين ، وتتضمن بعض الظروف الخاصة بالغلاف الجوي.

شكل (٨-٦) عاصفة التورنادو



شكل(٨-٦أ) : مساحة الدمار الناتج عن ظاهرة التورنادو خلال الفترة ١٩٥٣/١٩٧٤ ، محسوبة ب ١٠,٠٠٠ ميل مربع . وقد اشتقت من معدل الوفيات لكل تورنادو على حدة ، وتحسب بالقسمة على عدد الوفيات / ١٠ ^{٤} ميل مربع . ثم تضرب في ٢,٥٩ لنحصل على الوحدة في ١٠ $^{-٤}$ كيلومتر مربع .

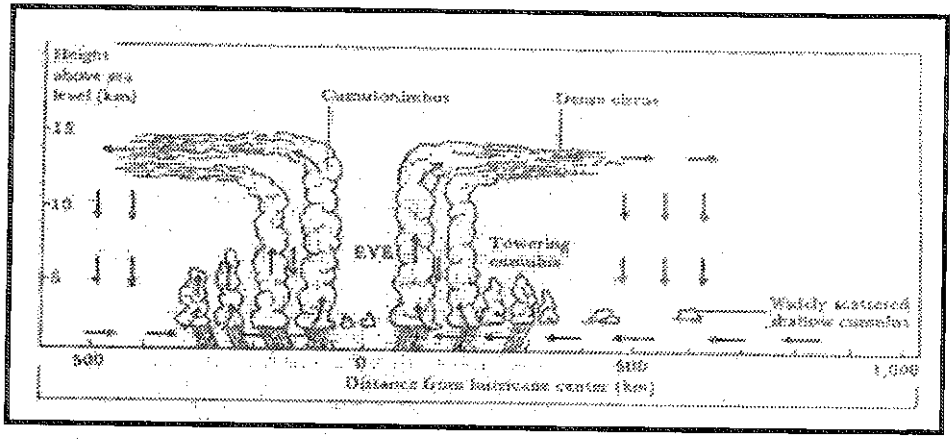
شكل (٨-٦ب) : مساحة الدمار الناتج عن ظاهرة التورنادو خلال الفترة ١٩٥٣/١٩٧٤ محسوبة بوحدة الميل المربع . ويتم حسابها من خلال تقارير معدل الخسارة لكل تورنادو على حدة مقسومة على القيمة التقديرية للممتلكات لكل ميل مربع . ثم تضرب في ٢,٥٩ لنحصل على الوحدة في كيلومتر مربع .

شكل (٨-٦ج) : المعدل العددي للتورنادو لكل ١٠ ^{٤} كيلومتر مربع لكل سنة خلال الفترة ١٩٥٣/١٩٧٤ . ثم تضرب في ٢,٥٩ لنحصل على الوحدة في ١٠ $^{-٤}$ ميل $^{-٢}$

شكل (٨-٦د) : النسبة محسوبة بضرب تكرارية التورنادو في شكل (٨-٦ج) بعد قسمة القيم على معدلها

المصدر: Lee & Kessler ,١٩٧٧

شكل (٨-٧) : قطاع رأسي لنموذج الهاريكين



ومبدئياً ، ترتبط الهاركين بحدوث تقاطع أو تعارض في النموذج " الشكل " الطبيعي لخطوط الضغط المتساوي " الايزوبار " . إذ يتمثل النموذج العادي في وجود خلية للضغط المرتفع تقع حول دائرة عرض ٣٠ درجة شمال وجنوب خط الاستواء مع انخفاض الضغط الجوي من مركزه في اتجاه خط الاستواء . وهذا الوضع، ويظهر عبر قطاع من الغلاف الجوي تطور ونمو سحب رأسية مقيدة ومحصورة بانقلاب الرياح التجارية Trade Wind Inversion. وفي هذه الأثناء، يتقطع غطاء الانقلاب حينما تتشكل الموجات الشرقية. وتؤدي هذه الموجات الشرقية إلى حدوث تعديلات في الانسياب الطبيعي للهواء وتتكاثر السحب لارتفاعات هائلة . وينتج عن ذلك حدوث اضطراب مصحوباً بأمطار غزيرة ، وهي

العواصف المدارية Tropical Storms . وإذا ما توافرت هذه الظروف بدرجة مثالية ، تتكون الهاركين . وفي خضم هذه الظروف وفي هذه المرحلة ، تكون الصورة غير واضحة ، ولكنها تدلل على تكون عين الإعصار كعامل حدي وقاطع. ويهبط الهواء أكثر من صعوده في عين الإعصار فينتج عن ذلك سخونة الهواء. ويتبع ذلك ارتفاع شديد في درجة الحرارة في المركز مع تطور مظاهر الضغط الجوي المنخفض في الهاريكين .

الهاركين مثلها مثل غيرها من العواصف العاتية Violent Storm ، وإن كانت تختلف في كثافتها وتركيزها . وللتعرف على العواصف، فأن هناك مقياس لتحديد العواصف وفقا للضغط المركزي، وسرعة الرياح، واندفاع أمواج العاصفة في المناطق الساحلية. وكما يشير جدول (٨-٦) ، الذي يوضح مقياس الهاركين كما حدده سافيرSaffir وسيمبسون Simpson الذي يصف امتداد واتساع الدمار المرتبط بكل فئة في هذا المقياس . فإذا كانت درجة الهاركين ٤ أو ٥ ، فإن ذلك يعني تولد نظام طاقة يزيد عن الطاقة العظمى للقنبلة النووية . وكما أتضح من قبل ، فإن هذه الطاقة يدعمها التبخر المستمر من المحيطات الدفيئة ، ثم تتحرك بعيداً عن مصدر الطاقة ، وعندئذٍ يبدأ الهاركين في الضعف والانتهاء . وحينما تمر بعيداً عن مصدر الطاقة فوق اليابس، تضعف شدتها وقوتها، ومن ثم يمكن القول بأن شريط ضيق من الأراضي الساحلية تلك التي تتعرض للتأثر الشديد بعاصفة الهاريكين .

جدول (٨-٦) مقياس سافير / سيمبسون للهاركين

المقياس العددي الفئات	الضغط المركزي		سرعة الرياح ميل/ساعة	ارتفاع الموجة قدم	مستوى الدمار
	ملليبار	بوصة			
١	أكبر أو = ٩٨٠	٢٨,٩٤	٧٤- ٩٥	٤ - ٥	ضئيل
٢	٩٦٥ -٩٧٩	٢٨,٥٠ - ٢٨,٩١	٩٦ - ١١٠	٦ - ٨	متوسط
٣	٩٤٥ - ٩٦٤	٢٧,٩١ - ٢٨,٤٧	١١١ - ١٣٠	٩ - ١٢	كثيف
٤	٩٢٠ - ٩٤٤	٢٧,١٧ - ٢٧,٨٨	١٣١ - ١٥٥	١٣ - ١٨	عنيف
٥	أقل من ٩٢٠	أقل من ٢٧,١٧	أكبر من ١٥٥	أكبرمن ١٨	كارثي

إنه في يوم ٢٣ سبتمبر ١٩٧٥ تحرك هاركين إليوسي Hurricane Eloise على شواطئ فلوريدا كما يتضح في شكل (٨-٨) فحطم العديد من المباني " تلك التي من المفترض إنها ضد الهاركين لكونها مصممة خصيصاً لمقاومتها " . كيف ولماذا استطاع الهاركين تحطيم منطقة ساحلية ؟ وقد كان ذلك محوراً لدراسة قام بها نيل فرانك Neil Frank ١٩٧٦ ، الذي يشغل منصب مدير المركز القومي للهاركين Director of National Hurricane في فلوريدا . وقد استنتج أن المساحة التي تحيط بمدينة بنما .م تتعرض لمعظم الهاركين التي حدثت في القرن العشرين { تصنف الهاركين إلى ٥ أنواع ، أعنفها رقم ٥ ورقم ٤ كما أتضح في جدول (٨-٦) } . ولم يتعرض معظم سكان هذه المدينة من قبل للهاركين ، بل ويعتقدون بأنهم لن يتعرضوا لها أبداً . ومن واقع خبراتهم فيما يتعلق بالهاركين بأنها جزء من بعض الأحداث الماضية خلال الفترة ١٨٨٥/١٨٩٦ حينما تعرضوا لتسع عواصف الهاركين .

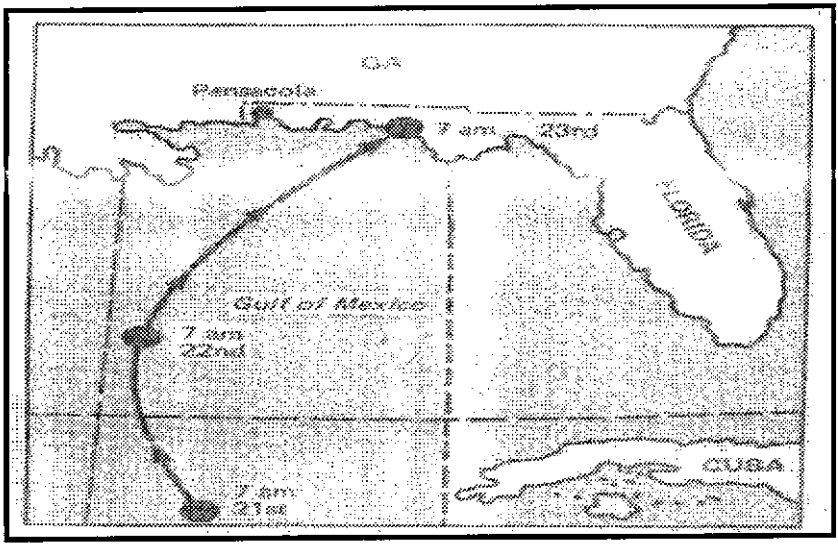
واعتماداً على مجموعة من الاستنتاجات ، فقد توصل نيل فرانك إلى أن مثل تلك الأحداث الماضية تعد بمثابة خبرة معرفية ، وبناء على تلك الخبرة التي يمكن اعتبارها بمثابة دروس أساسية ومبدئية حول الهاركين .

وقد أستنتج الدروس التالية :

الدرس الأول : كن مستعداً

إن معظم الهاركين هي أحداث نادرة نسبياً يمكن أن تحدث في أي مكان ، وأن المستوطنات الساحلية قد تحظى بفرصة أن تبقى لسنوات طويلة دون أن تتعرض لأحد الهاركين . ولكن ، الأراضي الساحلية الشرقية في الولايات المتحدة الأمريكية تقع في مناطق مستثناه من تلك الفرصة ، وأن أغلب الهاركين يمكن أن تحدث في أي مكان على طول الساحل من برونسفيل Brownsville و تكساس Texas ، إلى إيستبورت Eastport وميانى Mainne . ولذا ينبغي على المواطنين أن يكونوا مستعدين حينما تنطلق إشارات بداية قدوم الهاركين .

شكل (٨-٨) مسار هاركين إليوسي خلال الفترة ٢١-٢٣ سبتمبر ١٩٧٥



الدرس الثاني: ضرورة التخطيط

قد أصبحت المناطق الساحلية من مدينة بنما حتى مدينة بنسكولا Pansacola من مناطق الجذب السياحي الصيفي حيث تجذب إعداد هائلة من المصطافين في الجنوب الشرقي . وقد تطورت الواجهة الشاطئية بصورة متشعبة . ولسوء الحظ، فإن هذا النمط من التنمية عادةً ما يصاحبه فقدان نسبي في السيطرة العامة، وحينما تسعى الحكومات المحلية للمحافظة على الأمن في ظل تزايد الضغوط البشرية سواء من حيث الكثافة العددية أو العمرانية، غالباً ما تصل الشرطة متأخرة. وهذا ما يحدث في شمال غرب ولاية فلوريدا وهي محل هذه الدراسة .

وتفقد المناطق الساحلية حينئذٍ جميع المقومات والمظاهر التي تجعلها واحدة من أفضل المناطق الشاطئية في العالم . وإذ تمتد الكثبان الرملية لمسافة حوالي ٥٠ قدم فوق مستوى خط المياه العالية High – water line بمحاذاة الشاطئ لمسافة تتراوح من ١٠ إلى ٢٠ قدم. وتعد تلك الكثبان وسيلة طبيعية للحماية الشاطئية ،ويحرص القائمين بالتنمية على تركها لتصبح واجهة للموتيلات الشاطئية التي تمتد عادة حتى المحيط . وفي أحد تلك الموتيلات ذات الملكية المشتركة ، تحركت موجة عاصفة حطمت الحائط البحري فخلفت حمامات السباحة جافة على الشاطئ وكأنها مواسير حمامات عملاقة كما سقط جزءاً من سطح المبنى.

ولحسن الحظ ، في ذلك الوقت ، كانت المباني الفندقية خالية من النزلاء ، ومن ثم لم تحدث إصابات بشرية . وقد بدا واضحاً أن التخطيط لم يكن كافياً لمنع البناء بالقرب من المياه. وبعد مرور عدة سنوات على ذلك الحدث ، عاد البناء ثانية ، ووضع حاكم فلوريدا وطاقمه ومساعديه حداً معيناً بعيداً عن البحر بمسافة كافية ينبغي عدم تجاوزه. وقد تبع ذلك حدوث جدلاً واسعاً في سنة ١٩٧٤ ، إذ أن الخطوط التي تم ترسيمها في خليج الدونة قد تم تدميرها بسبب هاركين إليوسي . وبصفة عامة، قد تم تشييد عدد من المباني في خطوط متوازية بعيداً عن الساحل وموازية للشاطئ. وقد تأكدت الحكمة من قرار حاكم فلوريدا عند حدوث هاركين إليوسي ، حين استقبلت مواقع عديدة مستوى دمار أقل مقارنة بالمباني الأخرى المتاخمة مباشرة لخط الساحل . وحتى الآن، وفي خضم هذه الأطلال والحطام، فإن هناك ضغطاً كبيراً للسماح بإعادة البناء في المواقع الأصلية في اتجاه البحر أمام خطوط الدفاع التي تمثل عوائق وعقبات أمام توغل مياه البحر في اتجاه المباني.

الدرس الثالث: إرساء دعائم قانون البناء

قد تم التحكم في البناء في فلوريدا من خلال قانون البناء للبنيات الجنوبية Southern Building Code ، ولكن لم يوفر هذا القانون الحماية الكافية للوحدات السكنية الساحلية في نطاق الهاركين . وعلى سبيل المثال، لا يلزم قانون المباني في الولايات الجنوبية بوجود أسطح لاصقة بالحوائط أو الأعمدة أو الدعائم لكونها غير مطلوبة في أغلب المباني ذات الواجهات الساحلية حيث يتم تغطية الأسطح ببلاط فوق أسطح الكثبان الرملية. ومن المؤسف أن ملاك هذه الوحدات قد وجدوا منازلهم وقد تداعت للسقوط والانهيار بعد تهدمها التدريجي .

الدرس الرابع: رصد قانون البناء

لا يزال الرصد الهزيل للقوانين المطبقة قائماً . وقد نتج عن الموجات العاصفة حدوث انهيار تدريجي في المباني كما تأثر طلاء واجهات العديد من المباني ، فسنحت الفرصة لتقويم مهارة البناءين . حيث تهشم الحائط المواجه للبحر في فندق هوليداي إن وتعرضت أعمدته للانهيار التدريجي . ويعتقد المهندسون المعماريون أنه من الحكمة أن يتم استبدال الحوائط بالأعمدة في تلك المباني. وتبعاً لذلك ، تخلو الحوائط من الأعمدة بالقرب من أسطح المبنى .

هذا، وهناك اهتماما متزايدا بالتحذيرات من الهاركين ، وإن كان الوقت لا يسمح بإجراء دراسة مسحية لجميع المناطق الساحلية . وعلى سبيل المثال ، يعيش ٥٠,٠٠٠ نسمة في جزر ينخفض منسوبها لأقل من مستوى سطح البحر كما هو في سانت كلير واتر .Clear Water – St وبيتسبرج Petersburg وفلوريدا . وحينما تحدث العواصف العاتية، يصبح العديد من الناس معزولين. وعندما يتعذر هروبهم، فهل يصبح من السهل تسلقهم ووصولهم للمباني المرتفعة بحثا عن النجاة من الموت ؟ ويعد ذلك سؤلا جوهريا : فهل المباني العالية القريبة من المحيط في نطاق الهاركين يمكن أن تكون آمنة ؟ قد قدم هاركين إليوسي الدليل على أن المباني العالية في نطاق الهاركين قد تعرضت لأخطار ارتفاع أمواج الهاركين . وهناك حكاية عن أربعة مباني تقع على مسافة أقل من ١٠٠ قدم من مياه المحيط ، وقد بقيت دون أن تتعرض لخسائر ضخمة . فقد تم تحطم الحائط البحري، وتعرضت المباني للانهيار التدريجي ولم يتبقَ منها سوى الأعمدة. وعلى أية حال ، فإن التخمين الأقرب للتصديق يظهر الحقيقة المزعجة بأن الأسمنت مختفي في قمة العديد من الأعمدة ، فإنكشفت بالتالي القضبان المعدنية .

ويضم هذا المبنى ٩٠ عاموداً خرسانياً تمثل دعامات مغطاة بطبقات أسمنتية، وقد اختفى ٣٠ عاموداً منها. وهنا السؤال الذي يطرح نفسه ، ماذا لو أن هاركين إليوسي قد تحرك ببطء وارتفع عالياً ليجتاز البحر ؟ هل ستنهار المباني ؟ لا أحد يعرف ، ولكن ما يدعو للخوف والقلق هو التوقع بأن عدة آلاف من البشر سينعزلون في الطوابق العليا ؟

قد تمتد دراسة وتحليل العواصف العاتية لما هو أبعد من التفسير الفيزيائي فيما يتعلق بأسباب حدوثها . أما البرد، فهناك ضرورة ملحة لمعرفة ماهية توزيع عواصف البرد في الولايات المتحدة الأمريكية. وعلاوة على ذلك، فإن التوزيع الجغرافي يمكنه شرح المصطلحات الاقتصادية ويتعامل معها تماماً مثل المصطلحات الفيزيائية. وينبغي على أي مزارع يواجه البرد أن يقرر ماهية الوسائل التي يحتاجها لمواجهة أخطاره. وأن البحث في هذا المضمار قد يمنحنا خبرات قيمة.

يعد تهديد التورنادو بمثابة حالة جيدة للتناقضات العلمية حول الأحداث . وينصب اختلاف الآراء حول تحليل البيانات الذي يضع التصور العام للأبحاث المستقبلية، كما يضع تصنيفات أكثر دقة لمحاولة إيجاد تفسيرات أكثر قبولاً وتوافقاً.

ويحتاج حصر الهاركين ودراستها إلى تطبيقات عملية ترتكز على كل من المخاطر المحتملة والفعلية للعواصف لكي تؤخذ في الحسبان عند تطوير المناطق الساحلية وتنميتها. وستستمر الهاركين في مضاعفة التكلفة والخسائر الاقتصادية في الولايات المتحدة الأمريكية ، وإذا لم تؤخذ في الاعتبار عدة محاذير ، قد تؤدي تنمية المناطق الساحلية إلى خسائر اقتصادية فادحة . وتفرض مخاطر المناخ مبادئ أو قوانين تشريعية حساسة، ينبغي تفعيلها خاصة فيما يتعلق بقانون البناء.

تؤثر العواصف العاتية تأثيراً ملموساً ومتشعباً في الناس وأسلوب حياتهم . وتمثل تلك العواصف حيزاً ضمن علوم الغلاف الجوي حيث مجال عمل وبحث المناخيين الذين يضعون مفاهيمها الأساسية . وتحتم تلك العواصف على المناخيين العديد من الدراسات والأبحاث المتعمقة والتفصيلية . وتعتبر دراسة طبيعة العواصف العاتية في المنطقة التي نعيش فيها مساهمة ضرورية لتحقيق الفهم والتخطيط نحو أكثر الأساليب فاعلية لمجابهة مخاطرها.