الوحدة

6

أحوال الطقس القاسية

علوم الأرض

(توجيهي 2005)

أ. رمزي القرالة

0788801226

الدرس 1 قياس عناصر الطقس

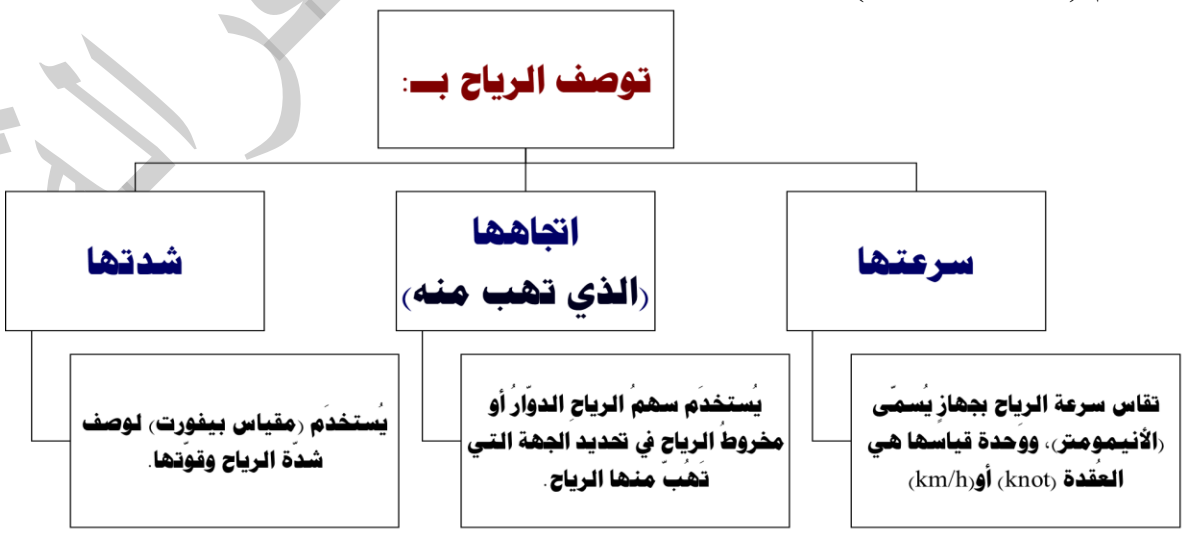
الفكرة الرئيسة: يستخدم علماء الأرصاد الجوّية أجهزة خاصة لجمع البيانات المتعلّقة بالأحوال الجوّية والتنبّؤ بحالة الطقس، مثل: سرعة الرياح، وكمّية الأمطار.

الرياح وكمّيات الهطول:

- الطقس: هو وصفٌ للحالة الجوية في منطقةٍ ما خلال يوم أو أكثرَ من حيث درجة الحرارة، والضغط الجوي، والرياح، والهطول، والرطوبة. وأنّه يتغير من مكان لآخر.
- إنّ زيادة كلٍّ من سرعة الرياح وكمّيات الأمطار عن الحدّ الطبيعي لها تؤدي إلى حدوث ظواهر عنيفة للطقس، مثل: العواصف، والأعاصير.

الرياح:

- تتشكّل الرياح نتيجةً **لاختلاف قِيَم الضغط الجوّي** على سطح الأرض، إذ تتحرك من مناطق الضغط الجوّي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوّي المنخفض.
- تزداد حركة الرياح وسرعتها حينما يكون **الفرق بين قِيَم الضغط الجوّي** في المناطق المتجاورة **كبيرًا**.
- توصف الرياح **بسرعتها** و**اتجاهها** الذي تَهُبّ منه و**شدّتها**، وتقاس سرعة الرياح بجهازٍ يُسمّى (**الأنيمومتر**)، ووَحدة قياسها هي **العُقدة** (**knot**) أو(**km/h**)، وأمّا اتجاهها فيُستخدَم سهمُ الرياحِ الدوّارُ أو مخروطُ الرياح في تحديد الجهة التي تَهُبّ منها، ولوصف شدّة الرياح وقوّتها يُستخدَم (**مقياس بيفورت**).



مِخروط الرياح الذي يُصنَع من قماش خاص بحيث تمر الرياح خلاله، ويشير ذيله إلى اتجاه الرياح.

الشكل (1): أحدّد اتجاه الرياح في المنطقة التي أخذت فيها الصورة.
باتجاه الغرب.

مقياس بيفورت للرياح:

- ابتكر الأدميرال سير فرانسيس بيفورت **مقياس بيفورت للرياح** عام 1805 م، وصمّمه لوصف الرياح أثناء حركة السفن الشراعيّة.
- يُعَدُّ هذا المقياس وسيلة لتصنيف **قوّة الرياح** يتراوح من **0** (هادئة) إلى **12** (إعصار)، عبر ملاحظة تأثير الرياح على أجسام موجودة في البحر وعلى اليابسة وبسرعات مختلفة.

الجدول (1)*: مقياس بيفورت للرياح.

قوّة الرياح بحسب مقياس بيفورت	معدَّل سرعة الرياح (km/h)	وصف الرياح
0	<1	هادئةٌ
1	1-5	هواءٌ خفيفٌ
2	6-11	نسيمٌ خفيفٌ
3	12-19	نسيمٌ لطيفٌ
4	20-29	نسيمٌ معتدلٌ
5	30-38	نسيمٌ منعشٌ
6	39-50	رياحٌ قويةٌ
7	51-61	قريبٌ من العاصفة
8	62-74	عاصفةٌ خفيفةٌ جدًّا
9	75-87	عاصفةٌ خفيفةٌ
10	88-101	عاصفةٌ
11	102-117	عاصفةٌ عنيفةٌ
12	>118	إعصارٌ

* الجدول للمطالعة الذاتية.

مقياس بيفورت للرياح:

رياح هادئة-هواء خفيف	نسيم (خفيف – مُنعِش)	رياح قويّة - عاصفة عنيفة	إعصار
القوة (0-1)	القوة (2-5)	القوة (6-11)	القوة (12)

أفكر

ما العوامل التي تتأثر بها حركة الرياح السطحية؟

1. قيم الضغط الجوي في المنطقة
2. درجة الحرارة
3. قوة كوريوليس.

أتحقَّق: ما الأجهزة المستخدمة لقياس سرعة الرياح واتجاهها؟

- لقياس سرعة الرياح يستخدم جهاز الأنيمومتر.
- اتجاه الرياح فيقاس بجهاز مخروط الرياح أو سهم الرياح الدوار.

الهطول:

- الهطول عملية تصل من خلالها أشكال المياه المختلفة (مطر أو ثلج أو برَد) إلى سطح الأرض، حيث **تحدّد درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض نوعَ الهطول** الذي يسقط عليه.
- يستخدم العلماء طرقًا متعدّدة لقياس كمّية المطر أو الثلج، مثل: مقياس المطر، ومسطرة القياس.

قياس المطر:

- تُقاس كمّية المطر باستخدام **مقياس المطر** وهو أنبوب زجاجي مدرَّج بالسنتيمتر والمليمتر، ولزيادة دقّة القياس يحتوي مقياس المطر على قمع يجمع عشرة أضعاف كمّية المطر التي يجمعها الأنبوب الزجاجي وحدَه؛ ويحتوي مقياس المطر أيضًا على اختناقٍ يقلّل من كمّية المياه المتبخِّرة، ويوضع في مكان مكشوف بعيدًا عن المباني والأشجار.

قياس تساقط الثلج:

- تُقاس كمّية الثلج باستخدام **مقياس المطر** نفسه، ولكن تكون **فوهته واسعة** ليهوي الثلج إلى القاع مباشرة ثم ينصهر، وتُقاس كمّية المياه الناتجة عن انصهار الثلج بالطريقة السابقة نفسها.
- يُقاس سُمك الثلج المتساقط والمتراكم خلال (**24 h**)، باستخدام **مسطرة مِترية** توضع رأسيًّا في الثلج المتراكم على سطح الأرض، التي تُعرف باسم **مسطرة القياس.**

مقياس المطر.

مسطرة الثلج.

الربط بالتكنولوجيا

هناك تقنيات حديثة عديدة تُستخدَم في قياس كمّية المطر والتنبؤ بها غير التي وردت في الدرس، مثل: مقياس المطر ذي العوامة، حيث يجمع ماء المطر في وعاء محدود السعة تطفو فوقه عوامة، وعندما يرتفع منسوب الماء في الوعاء فإنه يدفع العوامة إلى الأعلى بحيث يشير المؤشر المرتبط بالعوامة إلى كمية الأمطار الهاطلة، ويسجلها على ورقة رسم بياني ملفوفة حول أسطوانة تدور باستمرار. ويمكن التخلص من الكميات الزائدة من المياه في الوعاء عن طريق جمعها في وعاء آخر أكبر ليستفاد منها في استعمالات عدة.

أشكالُ الهطول:

يحدث الهطول بأشكال عدّة، هي:

- **المطرُ**:

حين يتصاعد بخار الماء إلى الأعلى في طبقة التروبوسفير، فإنّه يتكاثف حول نُويّات صُلبة مثل ذرّات الغبار، أو حبوب اللقاح، أو البلّورات الجليدية الصغيرة، ويتحوّل من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصُّلبة مكوّنًا الغيومَ، ومع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيًّا ويزداد حجمها، ومن ثمّ يزداد وزنها، ثم تستمرّ عملية التكاثف حتّى تُصبح الغيمة مشبَعةً تمامًا بقطرات الماء وثقيلة جدًّا، فتتخلّص من حمولتها على شكل **مطر.**

- **الثلج**:

- ❖ حين تنخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى (**0°C**) أو أقلّ، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكوّنًا بلورات من **الثلج** على النّوى المتوافرة، وتتصادم هذه البلورات وتتّحد معًا مكوّنة بلّورات أكبرَ حجمًا، لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.
- ❖ يتكوّن الثلج عند بداية سقوطه على سطح الأرض من رقائق هشّة خفيفة الوزن، بحيث يكون محتواها من الرطوبة قليلً، ونظرًا لانخفاض درجة حرارة تكوّنها، تتطاير في الجوّ كالقطن المندوف، ثم يتراكم الثلج على السطوح التي يسقط عليها.

- **البرَد** :

- ❖ **البرَد:** هي حبّات الثلج المستديرة التي يبلغ قُطرها (**1.5 cm**) تقريبًا، وقد تزيد على ذلك فيزداد قُطرها إلى أكثر من (**10 cm**).
- ❖ يتكوّن البرَد عندما تحمل التيارات الهوائية الصاعدة قطرات المطر إلى الأعلى وتتجمّد؛ لذا فإن البرَد حين تساقطه تغلّفه قطرات الماء. ويمكن لتيار هوائي صاعد آخَر أن يحمل البرَد ويعيده إلى الأعلى، وفي هذه الحالة تتجمّد قطرات الماء التي تجمّعت على حبّات البرَد لتكوّن طبقة أُخرى من الجليد عليها. ويمكن أن تحدث هذه العملية مرات عدّة، وفي النهاية تصبح حبّات البرَد أثقلَ وزنًا من قدرة التيارات الصاعدة على حملها، فتتساقط على سطح الأرض.

أفكر

لماذا لا يسقط البرد في المناطق الاستوائية؟

لأن البرد سوف ينصهر قبل الوصول الى سطح الأرض، بسبب ارتفاع درجة الحرارة في تلك المناطق؛ أي أن درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض في تلك المناطق لا تنخفض إلى أقل من (0°c)

الرّبط بالبيئة

يصل وزن بعض حبات البرَد أحياناً إلى (60 gm)، ويتسبّب هذا بكثير من المخاطر على البيئة مثل إتلاف المحاصيل الزراعية، وهدم البيوت البلاستيكية، والإضرار بأسقف البنايات والسيارات، وحدوث فيضانات عارمة.

تصنيف أشكال هطول المطر:

تُصنَّف أشكال هطول المطر بناءً على **معدّلات هطولها.**

أشكال الهطول

(رَذاذ - رَذاذ كثيف)	(مطر - أمطار غزيرة جداً)	زخّات مطر خفيفة
إذا كان على شكل قطرات ماء، أو أصبح يقلّل من وضوح الرؤية.	يزيد معدّل هطولها على (8 mm/h)	يقلّ معدّل هطولها عن (2 mm/h) إلى زخّات مطر شديدة جداً يزيد معدّل هطولها على (50 mm/h)

أتحقّق: ما الأساس المعتمد في تصنيف أشكال هطول المطر؟

بناءً على معدلات هطولها.

الجدول (2) *: تصنيف بعض أشكال هطول المطر.	
أشكال هطول المطر	الوصف
الرَّذاذ	يكون على شكل قطرات ماء صغيرة جدًّا.
الرَّذاذ الناعم	يكون على شكل قطرات ماء، ويمكن الشعور به عند سقوطه على الوجه.
الرَّذاذ المعتدل	يملأ النوافذ والسطوح الأُخرى بصورة واضحة.
الرَّذاذ الكثيف	يقلّل من وضوح الرؤية.
الأمطار الخفيفة	يقلّ معدّل هطولها عن (0.5 mm/h).
الأمطار المعتدلة	يتراوح معدّل هطولها بينَ (0.5 mm/h – 4 mm/h).
الأمطار الغزيرة	يتراوح معدّل هطولها بينَ (4 mm/h – 8 mm/h).
الأمطار الغزيرة جدًّا	يزيد معدّل هطولها على (8 mm/h).
زخّات المطر الخفيفة	يقلّ معدّل هطولها عن (2 mm/h).
زخّات المطر المعتدلة	يتراوح معدّل هطولها بينَ (2 mm/h – 10 mm/h).
زخّات المطر الغزيرة	يتراوح معدّل هطولها بينَ (10 mm/h – 50 mm/h).
زخّات المطر الشديدة جدًّا	يزيد معدّل هطولها على (50 mm/h).

* الجدول للمطالعة الذاتية.

مراجعة الدرس1

1. **الفكرة الرئيسة:** أصف بعض الأجهزة التي يستعين بها خبراء الأرصاد الجوّية لجمع البيانات المتعلقة بالأحوال الجوّية والتنبّؤ بحالة الطقس.

- **قياس سرعة الرياح**: **جهاز الأنيمومتر** .
- **تحديد اتجاه الرياح**: **مخروط الرياح أو سهم الرياح الدوار**.
- **وصف شدة الرياح وقوتها**: **مقياس بيفورت**.
- **قياس كمية المطر**: **مقياس المطر**.
- **قياس كمية الثلج**: **مسطرة القياس** .

2. أقارن بينَ المطر والثلج، من حيث آليةُ التكوّن.

المطر: يتكون حين يتصاعد بخار الماء إلى الأعلى في طبقة التروبوسفير، فإنه يتكاثف حول أنوية صلبة؛ كذارت الغبار، أو حبوب اللقاح، أو البلورات الجليدية الصغيرة، ويتحول من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكونا الغيوم، و مع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيا ويزداد حجمها وبالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تُصبح الغيمة مشبعة تماما بقطرات الماء وثقيلة جدا فيتم التخلص من الحمولة على شكل هطول مطري .

الثلج: يتكون حين تنخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأر ض إلى أقل من (0 °C)، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكاونا بلورات من الثلج على النوى المتوافرة، وتتصادم هذه البلورات وتتحد معها مكونة بلورات أكبر حجاما لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.

3. أتتبّع مسار تكوُّن البرَد.

يتكون البرد عندما تحمل التيارات الهوائية الصاعدة قطرات المطر عالياً و تتجمد؛ لذا فإن البرد عندما يتساقط تغلفه قطرات الماء، ويمكن لتيار هوائي صاعد آخر أن يحمل البرد ويعيده إلى الأعلى، وفي هذه الحالة تتجمد قطرات الماء التي تجمعت على حبات البرد لتكون طبقة أخرى من الجليد عليها. ويمكن أن تحدث هذه العملية مرات عدة، وفي النهاية تصبح حبات البرد أثقل وزانا من قدرة التيارات الصاعدة على حملها، فتتساقط على سطح الأرض.

4. أفسّر سبب تكوُّن الثلج عند بداية سقوطه على سطح الأرض من رقائق هشّة خفيفة الوزن.

لأن محتواها من الرطوبة قليل، ونظارا لانخفاض درجة حرارة تكونها، تتطاير في الجو كالقطن المندوف.

5. أحدّد أشكال نُويّات التكاثف.

ذرات غبار، أو حبوب لقاح، أو بلورات جليدية صغيرة .

6. أشرح كيف يحدث الهطول.

يحدث الهطول بأشكال عدة وهي: المطر، والثلج، والبرد، وعند تتبع هطول المطر على سبيل المثال، نجد أنه حين يتصاعد بخار الماء إلى الأعلى في طبقة التروبوسفير، فإنه يتكاثف حول أنوية صلبة؛ كذرات الغبار، أو حبوب اللقاح، أو البلورات الجليدية الصغيرة، ويتحول من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكونا الغيوم، و مع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيا ويزداد حجمها وبالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تصبح الغيمة مشبعة تماما بقطرات الماء وثقيلة جدا فيتم التخلص من الحمولة على شكل هطول مطري .

7. أوضّح كيف يتم وصف الرياح.

يتم وصف الرياح بسرعتها و اتجاهها الذي تهب منه وشدتها.

8. أصف أهمّية مقياس بيفورت للرياح.

يُعد وسيلة لتصنيف قوة الرياح يتراوح من (0) (هادئ) إلى (12) (إعصار)، عبر ملاحظة تأثير الرياح على أجسام موجودة في البحر وعلى اليابسة وبسرعات مختلفة.

9. أستنتج: كيف تحدد درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض نوع الهطول الذي يسقط عليه؟

عندما تكون درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض أكبر من (0 °C) فسيكون نوع الهطول مطر، أما إذا انخفضت درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى (0 °C) أو أقل فسيكون نوع الهطول ثلجا أو بردا.

الدرس 2 الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية

الفكرة الرئيسة:

تُعَدّ الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية من مظاهر الطقس القاسية، وتختلف عن بعضها البعض في خصائص عدّة من حيث: آليةُ نشأتها، وقوّتُها التدميرية.

الأعاصير القُمعية:

تتغيّر عناصر الطقس، مثل درجة الحرارة والرياح والضغط الجوّي، في خصائصها، وقد يكون هذا التغيّر كبيرًا بحيث يؤدي إلى تكوين بعض مظاهر الطقس القاسية (الخطرة)، مثل الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية التي تُلحِق آثارًا تدميرية كبيرة في المناطق التي تحدث فيها.

مفهوم الأعاصير القُمعية:

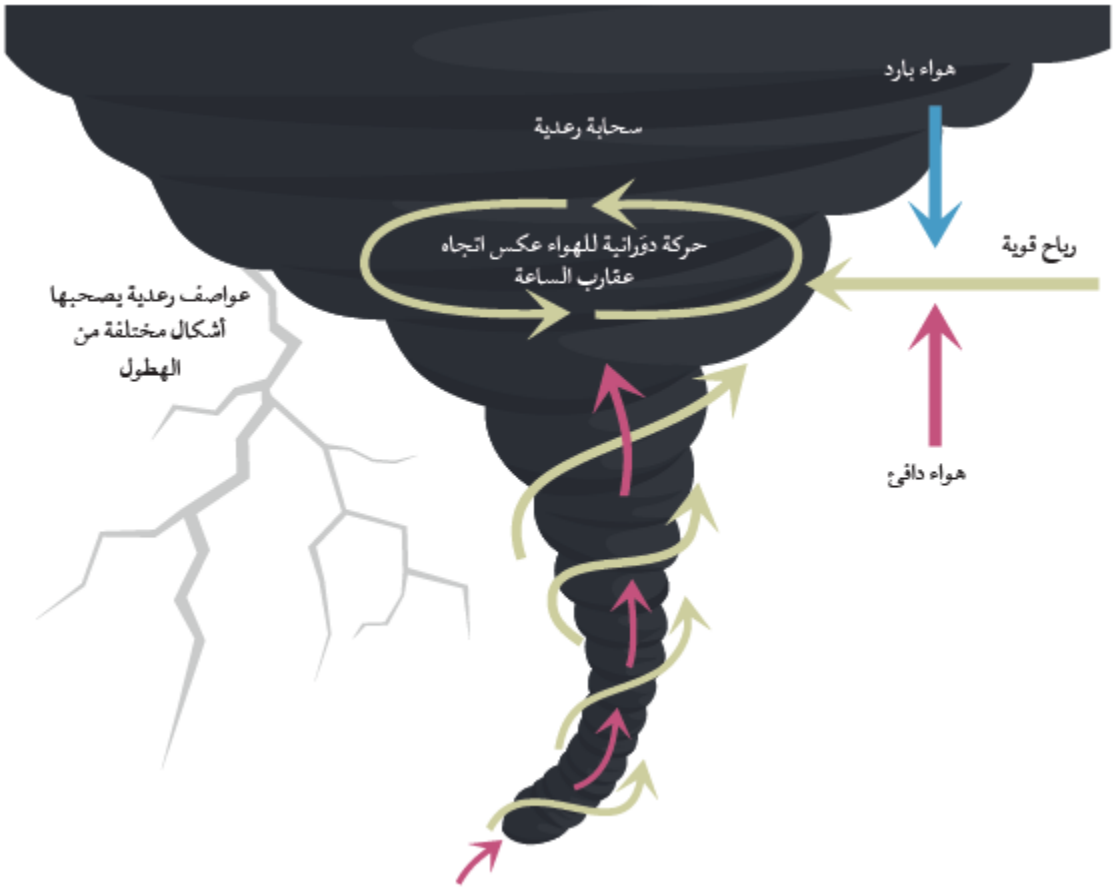
هي تيّارات هوائية صاعدة تدور على هيئة قُمع عمودي حول منطقة الضغط الجوّي المنخفض، وتمتدّ من سطح الأرض إلى قاعدة السُّحب الرعدية، وتدور الرياح فيها **بعكس اتجاه عقارب** الساعة في نصف الكرة الأرضية **الشمالي**، أمّا في نصف الكرة الأرضية **الجنوبي** فتدور **مع اتجاه عقارب الساعة؛ بسبب قوة كوريوليس**.

نشأة الأعاصير القُمعية:

- تنشأ الأعاصير القُمعية نتيجة التقاء الهواء الدافئ الرطب الصاعد من سطح الأرض إلى الأعلى مع الهواء البارد الجاف الهابط نحو الأسفل داخل السحابة الرعدية، فيبدأ الهواء الدافئ بالدوران بتأثير الرياح القوية، ويدفع الهواء البارد الهابط بعيدًا، وبذلك تتّسع السحابة الرعدية ويُصبح شكلها مخروطيًّا أو قُمعيًّا ويبدأ بخار الماء في الهواء الدافئ الرطب بالتكاثف، وتبدأ السحابة بالهبوط التدريجي لتلامس سطح الأرض مشكلةً الإعصار القُمعي.
- غالبًا ما تحدث هذه الأعاصير على اليابسة خلال فصلَي الربيع والصيف في أوقات ما بعد الظهر من اليوم.

الربط بالجغرافيا

يمكن أن تحدث الأعاصير القُمعية في أيّ مكان على سطح الأرض، إلا أن حدوثها يتكرّر في الولايات المتحدة الأمريكية خاصة ولاية تكساس، كما يتكرر حدوثها في بريطانيا والهند والأرجنتين وأستراليا وأفريقيا ونيوزلندا.



الشكل (4): **أصفُ شكل حركة الرياح المرافقة للأعاصير القُمعية.**

شكل حركة الرياح دورانية .

✓ أتحقَّق: أوضح كيف تنشأ الأعاصير القُمعية.

تنشأ الأعاصير القمعية نتيجة التقاء الهواء الدافئ الرطب الصاعد من سطح الأرض إلى الأعلى مع الهواء البارد الجاف الهابط نحو الأسفل داخل السحابة الرعدية، فيبدأ الهواء الدافئ بالدوران بتأثير الرياح القوية، ويدفع الهواء البارد الهابط بعيدا، وبذلك تتسع السحابة الرعدية ويُصبح شكلها مخروطيا أو قمعيا، ويبدأ بخار الماء في الهواء الدافئ الرطب بالتكاثف، وتبدأ السحابة بالهبوط التدريجي لتلامس سطح الأرض مشكلة الإعصار القمعي .

الآثار التدميرية للأعاصير القُمعية:

❖ حين تضرب الأعاصير القُمعية منطقةً ما فإنّها تتسبّب بكثيرٍ من الآثار التدميرية مَعَ أنّ حدوثها يستمرّ عادةً بضعَ دقائقَ فقط، وقُطرها نادرًا ما يتجاوز(200 m) .

❖ يظهر الدمار الذي يخلّفه الإعصار القُمعي في طريقه على شكل خطّ طويل وضيّق، وهذا يُفسّر سبب تدمير بعض البيوت وقطع الأشجار في شارع معيّن، في حين لم يلحق أيُّ ضرر بالبيوت والأشجار في الشارع المجاور.

❖ تُعزى معظم حالات الوفاة والأضرار الناجمة عن الأعاصير القُمعية إلى الحطام المتطاير لمسافاتٍ قد تصل إلى مئات الأمتار.

الشكل (5): **أتوقّع شدّة الأعاصير التي اجتاحت المنطقة في الصورتين أعلاه.**

- **في الصورة التي تمثل اقتلاع الأشجار الكبيرة على اليمين شدة الإعصار هي F2**
- **في الصورة تمثل تسوية منازل جيدة البناء بالأرض على اليسار الشدة هي F3 .**

❖ تُقاس شدّة الإعصار القُمعي بمقياس يُسمّى **مقياسَ فوجيتا** أو ما يُعرف باسم **(F- Scale)** اختصارًا، وهو مقياس يتكوّن من ستّ درجات، ووفقًا لهذا المقياس تُصنَّف الأعاصير القُمعية بناءً على شدّتها والضرر الذي يمكن أن تسبّبه.

الجدول (3): مقياس فوجيتا.		
الشدّة	سرعة الرياح* (km/h)	أمثلة على الأضرار الناجمة عن الأعاصير القُمعية
F0	< 116	أضرار خفيفة في الموجودات؛ وتكسُّر أغصان الأشجار الكبيرة، واقتلاع الشجيرات الصغيرة.
F1	116 – 180	أضرار معتدلة، وإزاحة السيارات المتحرّكة من الطرق، واقتلاع سقوف بعض المنازل الصغيرة.
F2	181 – 253	أضرار كبيرة، واقتلاع الأشجار الكبيرة، وتطاير الأجسام الصغيرة.
F3	254 – 332	أضرار شديدة، واقتلاع بعض سقوف المنازل المشيّدة بشكل جيد وجدرانها، وانقلاب القطارات والسيارات، واقتلاع معظم الأشجار في الغابات.
F4	333 – 419	أضرار مدمرة؛ وتسوية منازل جيدة البناء بالأرض، وتطاير السيارات والأجسام لمسافات وتحوّلها إلى قذائف خطرة تهدّد حياة البشر وتصيب المباني الأُخرى.
F5	420 – 511	أضرار غير معقولة؛ وتدمير المباني الكبيرة، وتطاير الأجسام والسيارات لمئات الأمتار وتحويلها إلى قذائف خطرة.

* سرعة الرياح للمطالعة الذاتية.

أفكر

ماذا سيحدث للأشجار الكبيرة المزروعة على أطراف طرق المدينة إذا تعرّضت هذه المدينة لإعصار شدته (F1) وفق مقياس فوجيتا؟

سوف تتكسر أغصان الأشجار الكبيرة منها، وسيتم اقتلاع الأشجار الصغيرة منها.

الأعاصير المَدارية (الهوريكان):

تتشابه الأعاصير المَدارية مع الأعاصير القُمعية في أنّها من مظاهر الطقس القاسية التي قد تُدمّر مئات الكيلومترات من المناطق الساحلية.

مفهوم الأعاصير المَدارية ونشأتها:

الأعاصير المَدارية: هي أعاصيرُ مركزها منخفض جوّي عميق جدًّا، تحيط بها سُحب هائلة وعظيمة ذات شكل حلزوني كما تلتقطها صور الأقمار الصناعية، تحمل بينَ طيّاتها أمطارًا غزيرة ورياحًا شديدة عاتية وعاصفة.

الشكل (6): صورة ملتقطة بوساطة الأقمار الصناعية لإعصار مداري ضخم فوق المحيط الأطلسي.

الشكل (6): **أصف شكل الأعاصير المَدارية (الهوريكان).**

شكلها حلزوني.

❖ تنشأ الأعاصير المَدارية في فصل الصيف فوق المحيطات الاستوائية نتيجة ارتفاع الهواء الرطب إلى أعلى وتكاثفه مشكّلً **السُّحبَ الرُّكاميّةَ**، وباستمرار التبخّر والتكاثف تُبنى أعمدةٌ أطولُ وأوسعُ من السُّحب، وتبدأ الرياح بالاندفاع بسرعة كبيرة نحو مركز المنخفض، والدَّوران عكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وتزداد سرعتها كلّما اقتربت من **مركز الإعصار** أو ما يُسمّى **عينَ الإعصار** الذي يمتلك أقلّ ضغط جوّي.

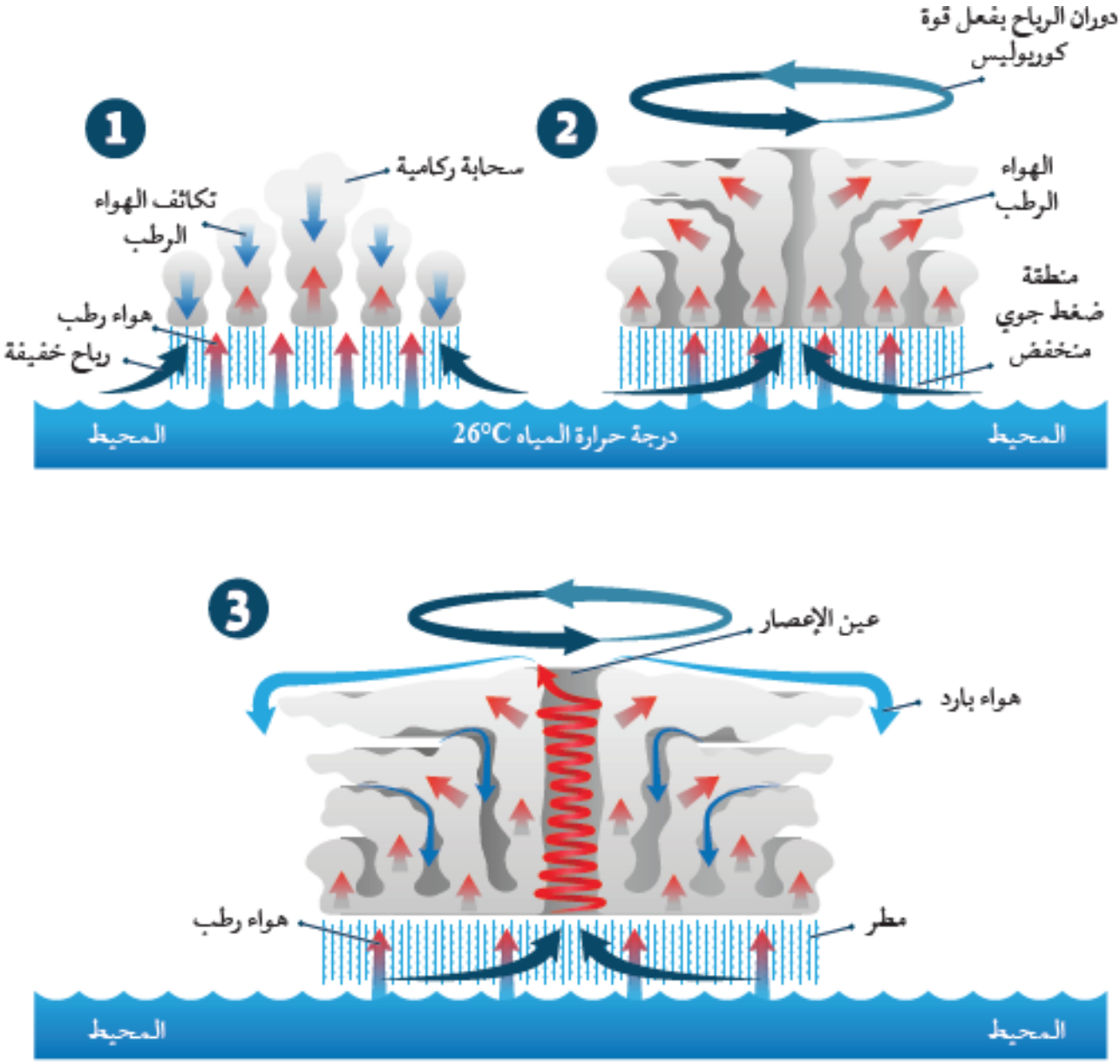
أفكر

لماذا سُميت الأعاصير المَدارية بهذا الاسم؟

لأنها تنشأ فوق المحيطات الاستوائية على سطح الأرض.

✓ أتحقّق: أوضح المقصود بالأعاصير المَدارية.

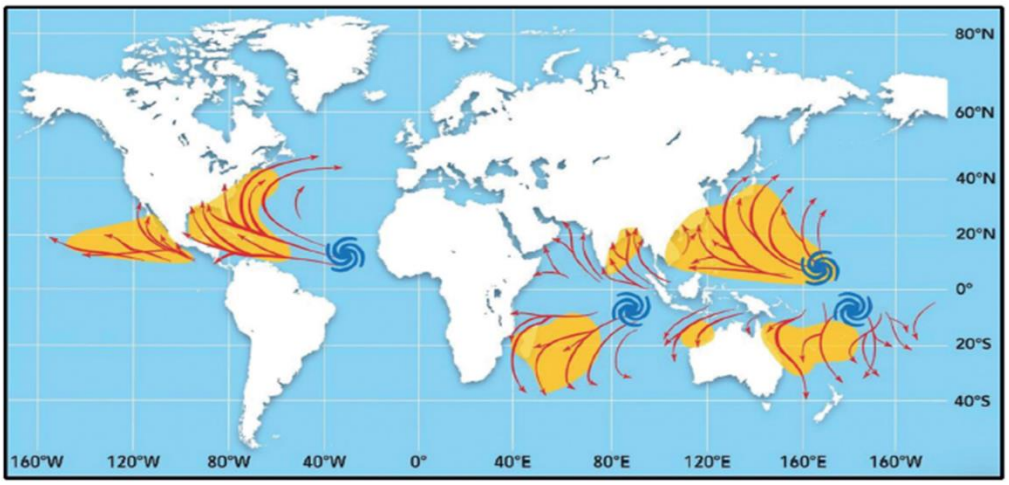
أعاصير تنشأ فوق المحيطات الاستوائية في فصل الصيف مركزها منخفض جوي عميق جداً، تحيط بها سُحب هائلة وعظيمة ذات شكل حلزوني كما تلتقطها صور الأقمار الصناعية تحمل بين طياتها أمطاراً غزيرة ورياحاً شديدة عاتية وعاصفة .



الشكل (7): نشأة الأعاصير المَدارية.

نشاط: أماكن حدوث الأعاصير المدارية في العالم

تجتاح الأعاصير المَدارية مناطقَ محدّدة في العالم وفي أوقات محدّدة. أَدرسُ الشكل الآتي الذي يمثّل أماكن حدوث الأعاصير المَدارية (المشار إليها بالشكل الحلزوني ذي اللون الأزرق) في العالم وأماكن انتشارها (الموضَّحة باللون الأصفر)، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أُحدّد مناطق حدوث الأعاصير المَدارية على الخريطة.

تحدث الأعاصير المدارية فوق المحيطات الاستوائية التي تقع بين خطوط عرض 5 و 45 شمال وجنوب خط الاستواء.

2. أستنتج سبب حدوث الأعاصير المَدارية في المناطقِ المحدَّدةِ في السؤال السابق.

لارتفاع درجة حرارة مياه المحيطات، ما يؤدي إلى زيادة تبخر مياه المحيطات وتشكل تيارات صاعدة ومنطقة ضغط منخفض.

3. أستنتج سبب عدم نشأة الأعاصير المَدارية فوق اليابسة.

لأن الأعاصير المدارية تتكون نتيجة ارتفاع الهواء الرطب القادم من المحيطات إلى أعلى وتكاثفه مُشكالا سحب ركامية، وهذه الظروف التي يتكون فيها الهواء الرطب لا يمكن توافرها على اليابسة.

4. أُفسّر لماذا لا تنشأ الأعاصير المَدارية بالقرب من المناطق القطبية.

لأن من شروط تكون الأعاصير المدارية وجود منطقة ضغط جوي منخفض وهواء دافئ ورطب، ولا تتوافر مثل هذه الشروط في المناطق القطبية.

5. أتوقعُ دوائر العرض التي ستكون الأعاصير المَدارية أكثر قوة تدميرية عندها.

دوائر العرض الأقرب الى خط الاستواء؛ لأن قيم الضغط الجوي عندها أقل ودرجات الحرارة أعلى.

نستنتج من النشاط:

" أن الأعاصير المَدارية تحدث فوق المحيطات في المناطق المَدارية القريبة من خط الاستواء، بسبب ارتفاع درجة حرارتها".

الآثار المدمّرة للأعاصير المَدارية:

- ❖ تُعَدُّ الأعاصير المَدارية من أعنف الأعاصير وأكثرها تدميرًا على سطح الأرض، وتكمن خطورتها في قدرتها على **توليد مَوجات بحرية عاتية** تُسبّب فيضاناتٍ بحريةً تمتدّ داخل اليابسة أحيانًا حتى عُمق (**40 km**)، وتتسبّب بأضرار مادية في الممتلكات سواء في عُرض البحر أو على الساحل، وفقدًا للأرواح.
- ❖ يكمُن خطرها أيضًا في **سرعة الرياح الشديدة المرافقة لها**؛ فهذه الرياح تتوغّل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من (**200 km/h**) أحيانًا.
- ❖ يُضاف لما سبق **هطول الأمطار بغزارة شديدة**، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومَينِ بمعدّل يُقارب أحيانًا كمّية الأمطار التي تسقط على مدار السنة، ما ينتج عنه فيضانات جارفة ومدمّرة.

الشكل (8): بعض الآثار التدميرية الناجمة عن الأعاصير المَدارية (الهوريكان).

الشكل (8): **أصف بعض المخاطر الناتجة من الأعاصير المَدارية (الهوريكان).**

حدوث فيضانات جارفة ومدمرة تُسبب غرق المنازل وتدميرها.

- ❖ يضعُف تأثير الإعصار المَداري (الهوريكان) حين يتوغّل لمسافات طويلة فوق اليابسة؛ إذ يقلّ تزويده ببخار الماء من المحيطات، ويتضاءل مصدر الطاقة الكامنة ومن ثمّ يبدأ الإعصار بالتلاشي.

أفكر

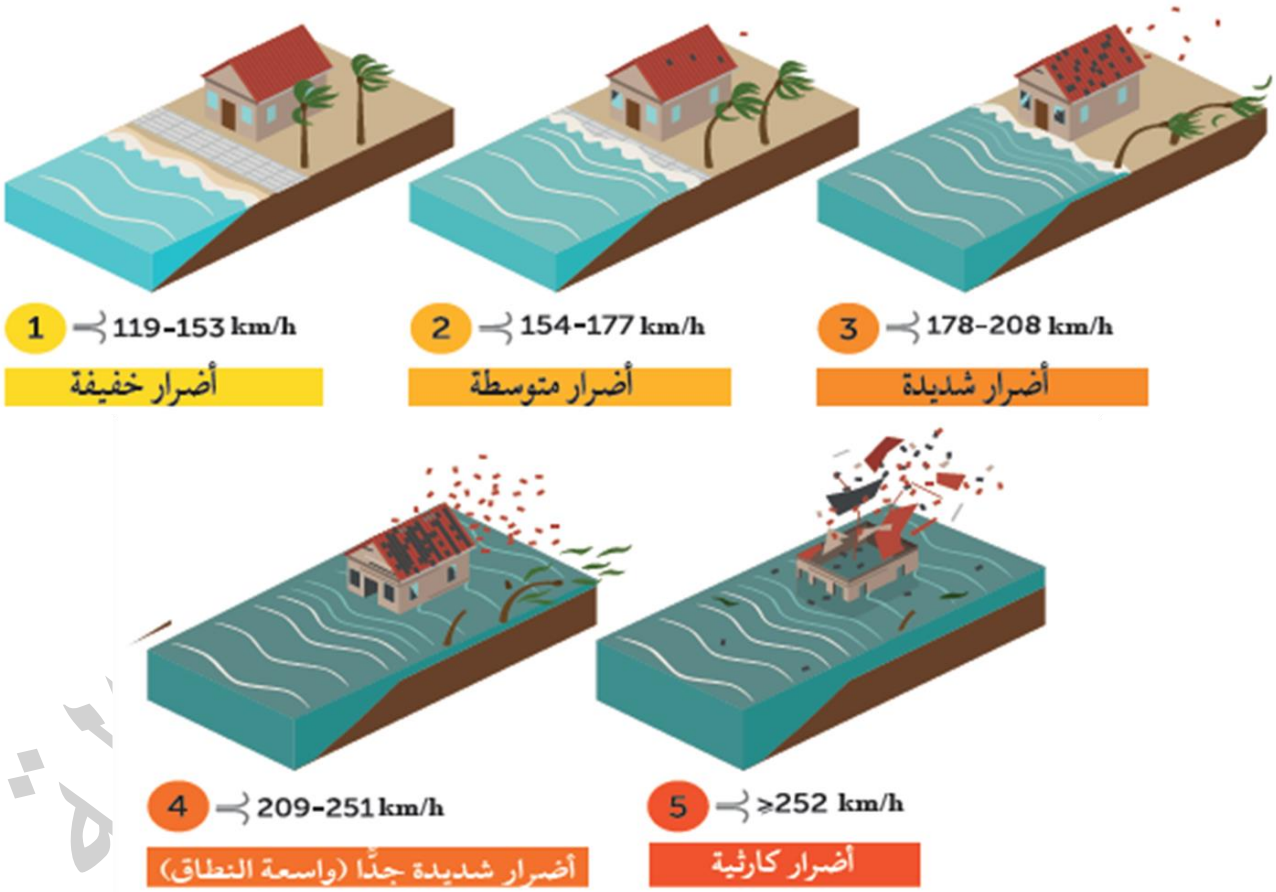
يربط كثير من العلماء بين ظاهرة الاحترار العالمي وتكرار حدوث الأعاصير المَدارية وزيادة قوّتها. أفكر في العلاقة بين حدوث هذه الظاهرة والأعاصير المدارية، وتأثير ذلك في شبه الجزيرة العربية.

ظاهرة الاحترار العالمي تزيد من فرصة حدوث الأعاصير المدارية وتزيد من قوتها بسبب زيادة عمليات التبخر ورطوبة الجو، وسيزيد تأثيرها على شبه الجزيرة العربية خاصة المناطق المطلة على بحر العرب.

على الرغم من الخسائر الجمّة التي تتركها الأعاصير المَدارية على البيئة، إلا أنّ لها فوائد عديدة، مثل: تقليل ظروف الجفاف في بعض مناطق العالم، وتوزيع البذور ومن ثم تسهيل انتشار أنواع نباتية عدة، وإحداث توازن في درجة الحرارة بين القطبين وخط الاستواء.

❖ تُقاس قوة الأعاصير المَدارية بوساطة مقياس يُسمّى **مقياسَ سفير- سمبسون للأعاصير** الذي يُصنِّف الأعاصير المَدارية إلى خمس فئات حسب سرعة الرياح فيها.

الشكل (9): **مقياس سفير سمبسون للأعاصير.**



الشكل (9): **أقارن بين الإعصار المَداري من الفئة الأولى والإعصار المَداري من الفئة الثانية من حيث حجم التدمير.**

حجم التدمير الذي يسببه الإعصار المداري من الفئة الأولى أقل من حجم الدمار الذي سيسببه الإعصار المداري من الفئة الثانية .

❖ بتطوّر وسائل رصد الأعاصير المَدارية مع الزمن، أمكن التقليل من مخاطرها وآثارها التدميرية؛ فقد استطاع خبراء الرصد عن طريق المعطيات والمعلومات، التي يُحصَلُ عليها من أجهزة القياس المحمولة على الأقمار الصناعية، التنبّؤ بقوّةِ هذه الأعاصير المَدارية، ومواقعِها، والأماكنِ التي يمكن أن تصل إليها، ووَفق هذه المعطيات تُقدَّم توعية للسكان؛ لأخذ احتياطات السلامة المناسبة، وتُعطى الإرشادات لكيفية التعامل مع تلك الأعاصير المَدارية في حال حدوثها.

✓ أتحقَّق: أُفسّر سبب خطورة الأعاصير المَدارية.

سبب خطورة الأعاصير المدارية هو:

- **قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تُسبب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانا حتى عمق (40 km) وتتسبب بأضرار مادية بالممتلكات سواء في عرض البحر أو على الساحل وفقداً للأرواح.**
- **سرعة الرياح الشديدة المرافقة للعاصفة؛ فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من (200 km/h) أحيانا.**
- **هطول الأمطار بغزارة شديدة، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومين بمعدل يُقارب أحيانا كمية الأمطار التي تسقط على مدار السنة ما ينتج عنه فيضانات جارفة ومدمرة.**

الربط بالجغرافيا

تتشكّل الأعاصير المَدارية فوق مياه المحيطات المَدارية ضمن منطقة الضغط المنخفض الاستوائي فوق كل من: المحيط الأطلسي، والمحيط الهادي، والمحيط الهندي. ويسمى الإعصار المحيطي "التيفون" Typhoon **حين يتشكل فوق المحيط الهادي، ويسمى "السايكلون"** Cyclone **حين يتشكل فوق المحيط الهندي.**

مراجعة الدرس2

1. **الفكرة الرئيسة:** أُقارن بين الأعاصير المَدارية والأعاصير القُمعية من حيث: حجمها، ومدّةُ مكوثها، وأماكنُ نشأتها.

وجه المقارنة	الأعاصير القُمعية	الأعاصير المدارية
الحجم	أقل	أكبر
مدة المكوث	أقل (عدة دقائق)	أكبر (من عدة ساعات إلى أسبوعين)
مكان النشأة	اليابسة	المحيطات الاستوائية

2. أُفسّر سبب عدم تكوُّن الأعاصير المَدارية جنوب المحيط الهادي.

بسبب عدم توافر الشروط اللازمة لتكون إعصار مداري من حيث درجات الحرارة المرتفعة ومنطقة ضغط منخفض.

3. أصف الشروط الواجب توافرها حتى يتكوّن إعصار مَداري في منطقةٍ ما.

- **وجود منطقة ضغط جوي منخفض.**
- **وجود محيطات مدارية ذات درجات حرارة مرتفعة.**

4. أستنتج سبب ظهور الأثر التدميري للأعاصير القُمعية على شكل خطّ طويل وضيّق.

لأن قطرها قليل نادراً ما يتجاوز (200 m).

5. أتوقّع الأضرار التي يمكن أن تحدث إذا اجتاح إعصارٌ قُمعيٌّ سرعتُه تُقدَّر بِـ (500 km/h) منطقةً ما.

سينتج أضرار غير معقولة؛ وتدمير المباني الكبيرة وتطاير الأجسام والسيارات لمئات الأمتار وتحويلها إلى قذائف خطيرة.

6. أدرسُ الجدول الآتي الذي يوضّح المناطق (أ، ب، ج) التي حدثت فيها أعاصيرُ قُمعية مختلفة الشدّة، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:

المنطقة	الشدّة وَفق مقياس فوجيتا
أ	F1
ب	F5
ج	F3

أ) أُرتّب المناطق (أ، ب، ج) تنازليًّا حسب سرعة الرياح فيها.

ب - ج - أ

ب) أُقارن بينَ المنطقة (ب) وبينَ المنطقة (ج) من حيث آثارُها التدميرية على المباني والمنشآت.

- **المنطقة (ب): تتأثر بأضرار غير معقولة؛ وتدمير المباني الكبيرة وتطاير الأجسام والسيارات لمئات الأمتار وتحويلها إلى قذائف خطيرة.**
- **المنطقة (ج): تتأثر بأضرار شديدة؛ واقتلاع بعض أسقف وجدران المنازل المشيدة بشكل جيد، وانقلاب القطارات والسيارات، واقتلاع معظم الأشجار في الغابات.**

ج) أُفسّر سبب عدم حدوث أعاصير مَدارية في المناطق (أ، ب، ج).

- **لأنها مناطق تمثل يابسة وليس محيطات .**

7. أَفترض حدوث إعصارَين مَداريَّين، أحدهما من الفئة الثانية، والآخر من الفئة الرابعة وَفق مقياس سفير ـ سمبسون للأعاصير في منطقتَين مختلفتَين، ثم أُجيب عن السؤالين الآتيين:

أ) أُقارن بين الإعصارين المَداريَّين من حيث: سرعةُ الرياح، والقوّةُ التدميرية.

وجه المقارنة	الإعصار المداري الفئة الثانية	الإعصار المداري الفئة الرابعة
سرعة الرياح	أقل	أكبر
القوة التدميرية	أقل	أكبر

ب) أُفسّر ماذا يحدث للإعصارين المَداريَّين عند توغّلِهما مسافة طويلة فوق اليابسة.

- **يضعف تأثير الإعصارين؛ لأنه يقل تزويدهما ببخار الماء من المحيطات ويتضاءل مصدر الطاقة الكامنة وبالتالي يبدأ الإعصارين بالتلاشي .**

الإثراء والتوسّع.....
إجراءات السلامة عند حدوث الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية

تُعَدّ الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية من مظاهر الطقس الطبيعية الخطرة التي لا يمكن تلافي حدوثها، ولكن يمكن التقليل من مخاطرها باتباع إجراءات السلامة، ففي أثناء ترقّب حدوث الإعصار ينبغي متابعة نشرة الأحوال الجوّية بشكل منتظم؛ للاستماع إلى التعليمات الرسمية الصادرة من الجهات المعنيّة، والتأكد من توافر الأدوات الخاصة بالطوارئ (مذياع يعمل بالبطاريات، بطاريات، مصباح يد، شموع،...)، وتجهيز القَبْوِ أو غرفة في المنزل لتكون ملجأً آمنًا، وقَفْلِ النوافذ قفلًا سليمًا مُحكَمًا وتدعيمها باستخدام ألواح خشبية. وحين يضرب الإعصار المنطقةَ يجب فصل التيار الكهربائي عن المنزل، وإغلاق شبكة المياه، والتوجّه إلى قَبْوِ المنزل بعيدًا عن النوافذ، وإذا لم يتوافر قَبْوٌ فيمكن الاختباء تحت قطع الأثاث. وإذا كان الشخص خارج المنزل فعليه الاحتماء بمكان بعيد عن الأشجار وأعمدة الكهرباء، وفي حال وجوده داخل السيارة فعليه مغادرتها والاتجاه نحو أقرب مكان آمنٍ ليحتمي فيه، ويُفضَّل اللجوء إلى مكان مرتفع.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول: أضعُ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. تحدث الأعاصير القُمعية في الغالب في فصلَي:
   أ) الصيف، والخريف.
   ب) الصيف، والربيع.
   ج) الشتاء، والربيع.
   د) الشتاء، والخريف.

2. يُصنَّف مقياس فوجيتا الأعاصيرَ القُمعية وفق الآثار التدميرية التي يسبّبها إلى:
   أ) 4 درجات.
   ب) 5 درجات.
   ج) 6 درجات.
   د) 8 درجات.

3. يُصنَّف مقياس سفير- سمبسون للأعاصيرِ الأعاصيرَ المَدارية إلى خمس فئات وفق:
   أ) شدّة الهطول.
   ب) امتداد الفيضان.
   ج) سرعة الرياح.
   د) حجم الضَرر.

4. تُصنَّف قوّة الرياح وفق مقياس بيفورت من:
   أ) (0 – 10).
   ب) (1 – 11).
   ج) (0 – 12).
   د) (1 - 12).

5. العامل الذي يُحدّد نوع الهطول الساقط على سطح الأرض هو:
   أ) سرعة الرياح.
   ب) اتجاه الرياح.
   ج) الضغط الجوّي.
   د) درجة الحرارة على سطح الأرض.

6. الضَرر الذي يرافق إعصارًا قُمعيًّا شدّته تساوي F3:
   أ) اقتلاع الأشجار الكبيرة.
   ب) انقلاب السيارات.
   ج) تسوية المنازل جيدة البناء.
   د) تدمير المباني الكبيرة.

7. حين تكون الرياح هادئة، فإن قوّة الرياح على مقياس بيفورت تساوي:
   أ) (0).
   ب) (1).
   ج) (4).
   د) (12).

8. تُصنَّف الأعاصير القُمعية وفق مقياس فوجيتا بناءً على:
   أ) قوة الرياح وسرعتها.
   ب) قوة الرياح ومعدّلات الهطول المرافقة لها.
   ج) شدّة الرياح والضرر الذي يمكن أن تسبّبه.
   د) معدّلات هطول الأمطار وشدّتها.

السؤال الثاني: أملأ كل فراغ في ما يأتي بالمصطلح المناسب:

1 - تُصنَّف الأعاصير المَدارية التي تُسبّب تطاير السيارات من الفئة ..... **الخامسة** .....

2 - تتسبّب الأمواج العاتية المرافقة للأعاصير المَدارية بحدوث ..... **فيضانات بحرية** .....

3 - يُستخدَم في قياس سرعة الرياح جهاز ..... **الأنيمومتر** .....

4 - المناطق الأكثر عُرضة لحدوث الأعاصير المَدارية هي المحيطات ..... **الاستوائية** .....

5 - الأساس المستخدَم في تصنيف مقياس بيفورت هو ..... **سرعة الرياح** .....

السؤال الثالث: أتتبّع مراحل نشأة الأعاصير المَدارية.

تنشأ الأعاصير المدارية على النحو الآتي:

1. **يرتفع الهواء الرطب إلى أعلى فوق المحيطات الاستوائية، و يتكاثف مشكلا السُحب الركامية، وباستمرار التبخر والتكاثف تبنى أعمدة أطول وأوسع من السحب.**
2. **تبدأ الرياح بالاندفاع بسرعة كبيرة نحو مركز المنخفض، والدوران باتجاه عكس عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي.**
3. **تزداد سرعة الرياح كلما اقتربت من مركز الإعصار أو ما يسمى بعين الإعصار الذي يمتلك أقل ضغط جوي.**

السؤال الرابع: أفسّر العبارات الآتية تفسيراً علمياً دقيقاً:

أ - تكوُّن مناطق الضغط الجوّي المنخفض في مركز الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية.

بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء.

ب- حدوث أغلب الأعاصير القُمعية في أوقات ما بعد الظُّهر.

لأن سطح الأرض يكون ساخناً، وسيسهم هذا بارتفاع الهواء الرطب الدافئ إلى أعلى لتشكيل الأعاصير القمعية .

السؤال الخامس: **أقارن بينَ كلٍّ من**:

أ - الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية من حيث طريقةُ قياسِ كلٍّ منها.

- تقاس شدة الأعاصير القُمعية بمقياس فوجيتا.
- تُقاس قوة ا لأعاصير المدارية بوساطة مقياس سفير سمبسون .

ب - البرَد والثلج من حيث طريقةُ تكوُّن كلٍّ منهما.

- **الثلج**: يتكون حين تنخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأر ض إلى أقل من (0°C) ، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكونا بلورات من الثلج على النوى المتوافرة، وتتصادم هذه البلورات وتتحد معاً مكونة بلورات أكبر حجام الا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.
- **البرد**: يتكون عندما تحمل التيارات الهوائية الصاعدة قطرات المطر عاليا ومن ثم تتجمد. لذا فإن البرد عندما يتساقط تغلفه قطرات الماء. ويمكن لتيار هوائي صاعد آخر أن يحمل البرد ويعيده إلى الأعلى، وفي هذه الحالة تتجمد قطرات الماء التي تجمعت على حبات البرد لتكون طبقة أخرى من الجليد عليها. ويمكن أن تحدث هذه العملية مرات عدة، وفي النهاية تصبح حبات البرد أثقل وزنا من قدرة التيارات الصاعدة على حملها، فتتساقط على سطح الأرض.

ج- إعصار قُمعي شدّته (F1) **وإعصار قُمعي شدّته** (F4) **من حيث الأضرار الناجمة عن كل منهما**.

- **الإعصار ذو الشدة** (F1): يُسبب أضراراً معتدلة؛ وإزاحة السيارات المتحركة من الطرق، واقتلاع أسطح بعض المنازل الصغيرة.
- **الإعصار ذو الشدة** (F4): يسبب أضراراً مدمرة ؛ وتسوية منازل جيدة البناء بالأرض، وتطاير السيارات والأجسام لمسافات وتحولها إلى قذائف خطيرة تهدد حياة البشر وتصيب المباني الأخرى.

السؤال السادس: **أنقُد صحة ما ورد في العبارة الآتية**:

" **يمكن حدوث أعاصير مَدارية في خليج العقبة**".

- عبارة غير صحيحة؛ لأن الأعاصير المدارية تحدث في المحيطات المفتوحة، وفي المحيطات الاستوائية الواقعة على جانبي دائرة الاستواء مثل بعض الأماكن في المحيط الأطلسي والمحيط الهادي.

السؤال السابع: **أتوقّع ما يمكن حدوثه إن لم تتوافر تقنِيات حديثة لرصد الأعاصير المَدارية**.

- ستتسبب الأعاصير المدارية بخسائر جمة من النواحي البشرية والمادية نتيجة حدوث الفيضانات المدمرة والرياح الشديدة، وبتوافر تقنيات حديثة لرصد الأعاصير المدارية يمكن التقليل من مخاطرها وآثارها التدميرية.

السؤال الثامن: **أشرح كلّ من**:

أ - آلية تكوُّن المطر.

يتكون المطر حين يتصاعد بخار الماء إلى الأعلى في طبقة التروبوسفير، فإنه يتكاثف حول أنوية صلبة؛ كذرات الغبار، أو حبوب اللقاح، أو البلورات الجليدية الصغيرة، ويتحول من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكونا الغيوم، ومع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيا ويزداد حجمها وبالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تُصبح الغيمة مشبعة تماما بقطرات الماء وثقيلة جدا فيتم التخلص من الحمولة على شكل هطول مطري .

ب- كيفية تصنيف هطول المطر، وأطرحُ أمثلة على أشكال هطول المطر.

- تُصنف أشكال هطول المطر بناءً على معدلات هطولها.
- من الأمثلة عليها:
(الرذاذ، والرذاذ الناعم، والأمطار الخفيفة، وزخات المطر الغزيرة)

السؤال التاسع: **أقوّم مدى دقة البيانات الواردة في العبارة الآتية**:

" يُستخدم جهاز مقياس المطر لقياس كمّية الأمطار وكمّية المياه الناتجة عن الثلوج، إضافة إلى قياس عمق الثلوج".

العبارة صحيحة في ما يتعلق أن مقياس المطر يُستخدم لقياس كمية المطر وكمية المياه الناتجة عن الثلوج، ولكنها غير صحيحة في ما يتعلق بقياس عمق الثلج؛ لأنه يُستخدم مسطرة القياس لقياس عمق الثلج وليس مقياس المطر .

السؤال العاشر: **أبرّر سبب استخدام مقياس بيفورت على نطاق عالميّ لقياس قوّة الرياح**.

لأنه يصنف قوة الرياح التي تتراوح من 0 (هادئ) إلى 12 (إعصار)، عبر ملاحظة تأثير الرياح على أجسام موجودة في البحر وعلى اليابسة وبسرعات مختلفة.

السؤال الحادي عشر: **أناقش الأسبابِ التي تصنّف الأعاصير المَدارية على أنها من أعنف الأعاصير وأكثرها تدميرا على سطح الأرض.**

تُصنف الأعاصير المدارية بأنها من أكثر الأعاصير تدميراً للأسباب الآتية :
- قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تُسبب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانا حتى عمق يصل إلى (40 km) وتتسبب بأضرار مادية بالممتلكات سواء في عرض البحر أو على الساحل وفقدا للأرواح.
- سرعة الرياح الشديدة المرافقة للعاصفة؛ فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من (200 km/h) أحيانا .
- هطول الأمطار بغزارة شديدة، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومين بمعدل يُقارب أحيانا كمية الأمطار التي تسقط على مدار السنة ما ينتج عنه فيضانات جارفة ومدمرة .

السؤال الثاني عشر: **أفترِض أنّ إعصاراً مَدارياً رُصدَ عند دائرتَيْ عرض** ° 25 **شمالاً و**° 50 **غرباً، أي تقريبا على بعد** (2900 km) **من مدينةٍ ميامي، وأحسِب كم من الوقت سيستغرق الإعصار للوصول إليها، علما بأنّه يتحرك غربا بسرعة** (25 km/h)

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \quad \Leftarrow \quad \frac{2900}{\text{الزمن}} = 25$$

$$\text{الزمن} = \frac{2900}{25} \quad \Leftarrow \quad \text{الزمن} = 116 \text{ ساعة}$$

الأستاذ رمزي القرالة