# الفصل الدراسي الثاني

# العام الدراسي 2024 /2025

# الصف : الثاني الثانوي العلمي

# المادة : علوم الأرض و البيئة

# معلمة المادة : مّي صلاح

# الوحدة 4

# نشأة الكون

## The Evolution of the Universe

### أتأمل الصورة

يحتوي الكون الواسع على السُّدُم الغازية والمجرّات والنجوم، ويتسارع توسُّع الكون مع الزمن، فكيف نشأ الكون؟ وما عمره؟ وما الأدلة على تسارُع توسُّعه مع الزمن؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

قال تعالى: "وَهُوَ الَّذِي يَبْدَؤا الْخَلْقَ ثُم يُعِيدُهُ وَهُوَ أَهْوَنُ عَلَيْهِ وَلَهُ الْمَثَلُ الْأَعْلَى فِي السمواتِ وَالْأَرْضِ وَهُوَ العزيز الحكيم " (سورة الروم: الآية 27)

**أتأمل الصورة :**

**يحتوي الكون الواسع على السُّدُمِ الغازية و المجرات و النجوم، و يتسارع توسع الكون مع الزمن، فكيف نشأ الكون؟ وما عمره؟ وما الأدلة على تسارع توسعه مع الزمن؟**

- **نشأة الكون** ( هناك نظريات عدة تُفسر نشأة الكون أهمها نظرية الكون المستقر و نظرية الانفجار العظيم التي تُعد أكثر النظريات قبولا لدى علماء الفلك)
- **عمر الكون** (تمكن العلماء من حساب عمر الكون من خلال قانون ثابت هابل، و تم تقدير عمر الكون بحوالي( 13.7 billion years).
- **الأدلة على تسارع توسع الكون** ( الكون يتوسع متسارعًا عما كان عليه سابقًا و الدليل على ذلك الطاقة المظلمة التي تُشكل 68.3% من كتلة الكون وطاقته ).

**الفكرة العامة :**

فسر العلماء نشأة الكون عن طريق نظريات عدة، و تُعدُّ نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولا لدى العلماء لتفسير نشأته، التي أثبتت أن الكون يتوسع متسارعا مع الزمن .

**الدرس الأول: نظريات نشأة الكون**

الفكرة الرئيسة: نشأ الكون من انفجار ذرّة بدائية غير مستقرة، متناهية في الصغر، ذات كثافة لا نهائية و حرارة عالية جدا.

**الدرس الثاني: تسارع توسّع الكون**

الفكرة الرئيسة: تمكن العلماء من حساب عمر الكون التقريبي باستخدام قانون هابل، و إثبات أن الكون يتوسع متسارعا بفعل الطاقة المظلمة التي تملأ الفضاء.

## • تجربة استهلالية (توسع الكون )

**منذ اللحظة الأولى التي نشأ فيها الكون بفعل الانفجار العظيم بدأ بالتوسع ، و رافق ذلك زيادة في حجمه و نقصان في كثافته مع بقاء كتلته ثابتة.**

**المواد والأدوات:**

**بالون، قلم تخطيط (فلوماستر)، مسطرة أو شريط قياس متري.**

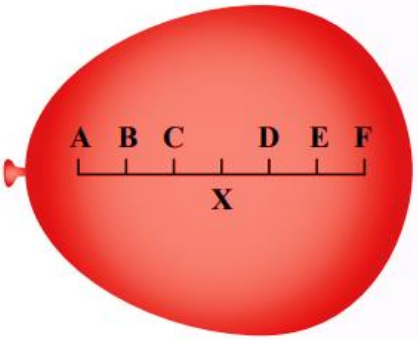
**إرشادات السلامة :**

**الحذر من نفخ البالون لأكبر حجم حتى لا يؤدي ذلك إلى انفجاره.**

**خطوات العمل:**

**1.أنفخ البالون جزئيا إلى حجم قبضة يدي تقريباً من دون أن أغلقه نهائيا؛ ليتسنى لي تكرار نفخه.**

**2. أرسم على البالون المنفوخ خطا بوساطة قلم التخطيط، وأحدّد عليه سبع نقاط (A,B,C,X,D,E,F)، تفصل بين كل نقطة وأخرى مسافة 1cm بحيث تمثل كل نقطة مجرّة، و أحرص على أن تكون النقطة (X) نقطة مركزية وسط تلك النقاط تمثل مجرتنا (مجرة درب التبانة). أنظر الشكل جانبًا.**



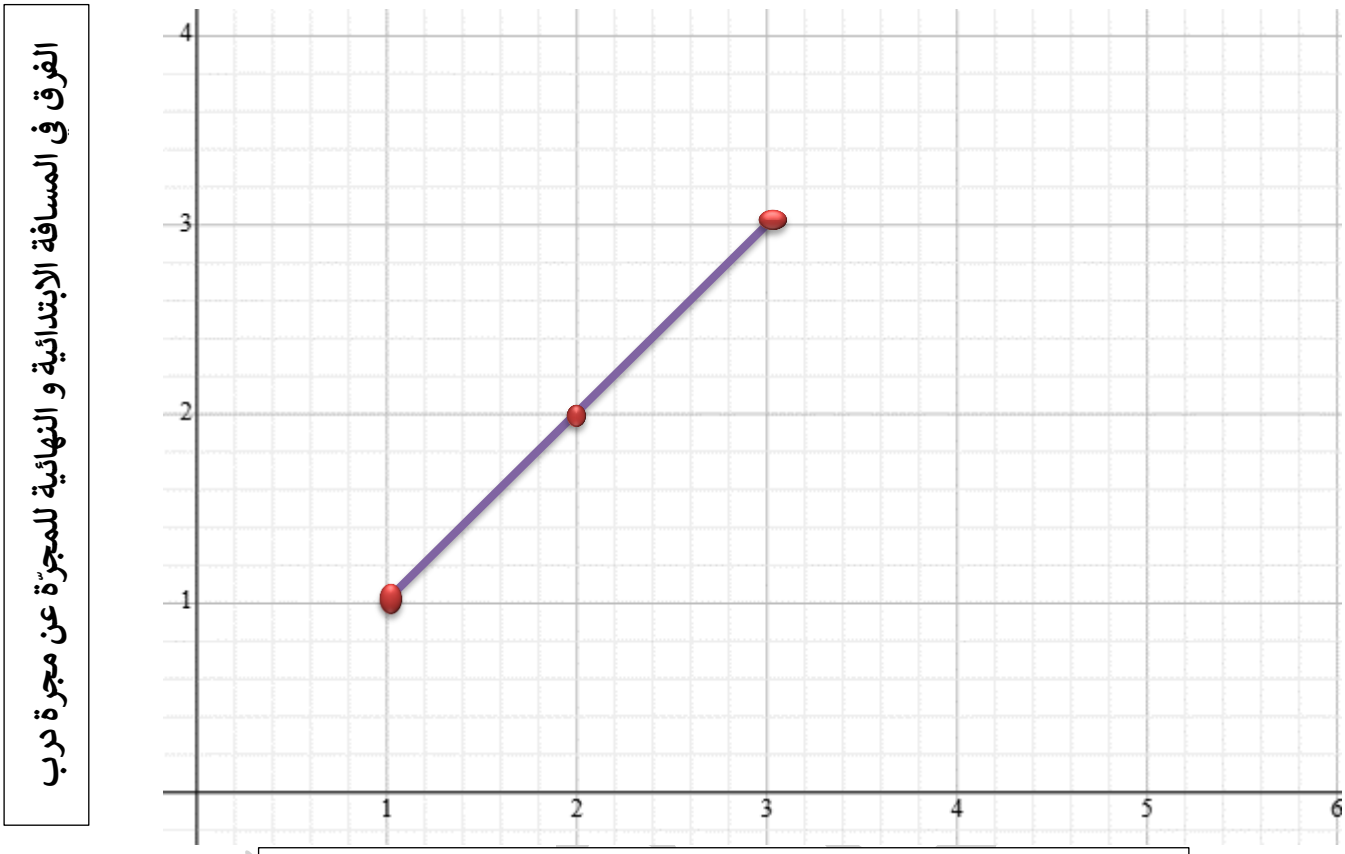

**3. أنفخ البالون مرة أُخرى لأكبر حجم ممكن، ثم أقيس المسافة بين النقطة (X) وبين كل نقطة من النقاط الأخرى.**

**أدون ملاحظاتي في الجدول الآتي :**

| المجرة | المسافة الابتدائية للمجرّة عن مجرة درب التبانة (cm) | المسافة النهائية للمجرّة عن مجرة درب التبانة (cm) | الفرق في المسافة الابتدائية و النهائية عن مجرة درب التبانة (cm) |
|---|---|---|---|
| A | 3 | 6 | 3 |
| B | 2 | 4 | 2 |
| C | 1 | 2 | 1 |
| D | 1 | 2 | 1 |
| E | 2 | 4 | 2 |
| F | 3 | 6 | 3 |

## التحليل والاستنتاج:

**1. أرسم بيانيا العلاقة بين المسافة الابتدائية للمجرة عن مجرة درب التبانة و الفرق في المسافة الابتدائية و النهائية للمجرّة عن مجرة درب التبانة.**




**2. أصف الاتجاه الذي تتحرّك فيه المجرّات جميعها نسبةً إلى مجرة درب التبانة.**

**تتحرك المجرات جميعها مبتعدة عن مجرة درب التبانة .**

**3. أستنتج العلاقة بين ما توصلت إليه في هذه التجربة وكيفية توسع الكون.**

**يتوسع الكون نتيجة تباعد المجرات عنا و عن بعضها البعض بسرعات مختلفة .**

# الدرس (1) : نظريات نشأة الكون
# Evolution of the Universe Theories

**الفكرة الرئيسة :**

**نشأ الكون من انفجار ذرّة بدائية غير مستقرة، متناهية في الصغر، ذاتِ كثافة لانهائية وحرارة عالية جدا.**

## نظرية الكون المستقر Steady State Theory

تعلمتُ في صفوف سابقة أن الاهتمام بدراسة أصل الكون و نشأته قد زاد بعد أن نشر العالم إدوين هابل ملاحظاته التي تشير إلى أن المجرات تتحرك بعيدا عن الأرض بسرعات تتناسب مع بعدها، بمعنى آخر، كلما كانت المجرات ، أبعد ، زادت سرعاتها.

- **كيف حددت سرعة المجرات ؟**

**باستخدام ظاهرة الانزياح نحو الأحمر Red Shift.**

- **قد وضع علماء الفلك نظريات عديدة حول أصل الكون و تطوّره، منها:**
  1. **نظرية الكون المستقر**
  2. **نظرية الانفجار العظيم.**
- **كيف فسرت كلتا النظريّتين نشأة الكون؟ و أيُّ النظريتين لاقت قبولا عند العلماء؟**

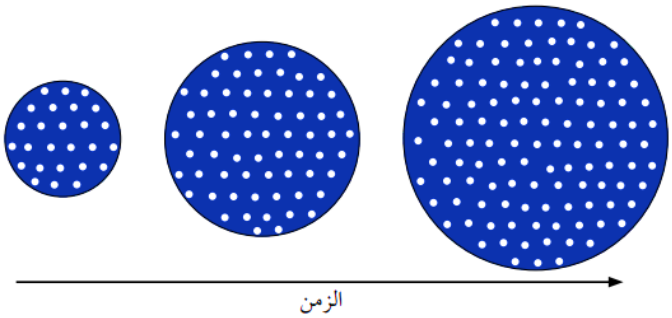
**تنص نظرية الكون المستقر Steady State Theory على أن "الكون أزلي ليس له بداية أو نهاية، و أن الكون يتوسع باستمرار مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت و خصائص لا تتغير بمرور الوقت".**

**ماذا تفترض هذه النظرية :**

**بأن هناك مادة جديدة تتشكل باستمرار مع تمدد الكون و توسعه؛ أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع حجمه، ما يحافظ على متوسط كثافته.**

**ماذا يفترض مؤيدو هذه النظرية:**

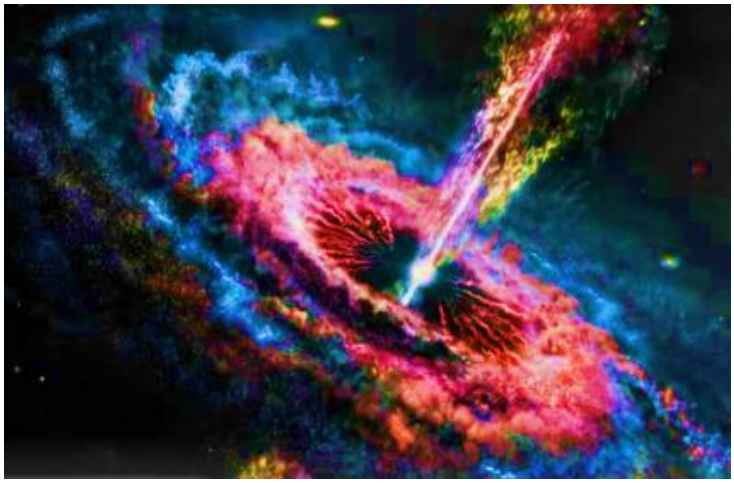
**بأن الكون ثابت و متماثل في خصائصه عند النظر إليه الآن أو في الماضي أو في المستقبل "الكون دائمًا يبدو كما هو "، و المادة التي تكون مجرتنا هي المادة نفسها التي تكوّن المجرات الأخرى، سواء أكانت هذه المجرات قريبة منا أم بعيدة عنا، أنظر الشكل (1)**




**الشكل (1) : نموذج يمثل نظرية الكون المستقر بحيث تمثل النقاط البيضاء توزع مادة الكون.**

**أوضح العلاقة بين حجم الكون وكيفية توزع مادة الكون مع الزمن.**

**يزداد حجم الكون نتيجة توسّعه بفعل تشكّل مادة جديدة باستمرار، أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع زيادة حجمه.**



❖ دعم العديد من علماء الفلك نظرية الكون المستقر خلال فترة الخمسينيات و الستينيات من القرن الماضي.

❖ إلا أن اكتشاف الكوازارات أنظرُ الشكل (2) و اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية التي سأدرسها لاحقا، كانا سببين كافيين لرفضها.

**الشكل (2) الكوازارات مجرات نشطة تقع على بعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة.**

- **الكوازارات Quasars : مجرات نشطة تصدر كميات هائلة من الطاقة، و تتميز بلمعانها الشديد، و تقع على بعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة، و تزداد أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حافة الكون المرصود.**

- **إن اكتشاف الكوازارات ورصدها بعيدا جدا باتجاه حافة الكون المرصود و عدم رصدها بالقرب منا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض تماثل الكون في كل مكان.**

- **ماذا يدلّ توزّع الكوازارات في الكون ؟**

**على أن خصائص الكون سابقا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر.**

✓ **أتحقق:**

**أوضح الأسباب التي أدت إلى رفض نظرية الكون المستقر.**

**بسبب ظهور أدلة معارضة مثل اكتشاف الكوازارات و اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية**

**افكر:**

**أستنتج : لماذا وصفت نظرية الكون المستقرّ الكون بأنه ثابت و مستقر ؟**

**لأنها تفترض أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية، و لأن الكون يتوسّع محتفظًا بمتوسط كثافة ثابت و خصائص لا تتغير بمرور الوقت.**

## الربط بالتكنولوجيا

**استخدم علماء الفلك تقنيات عدة لرصد الكوازارات، منها :**

1. تصوير مساحات كبيرة من الفضاء عن طريق مرشحات مختلفة الألوان ، ثم مقارنة الصور لتحديد موقع الأجسام ذات اللون الأكثر زُرقةً التي تمثل الكوازارات .
2. استخدام تقنية تعتمد على مسوح الأشعة السينية من الفضاء. ويعد علماء الفلك ارتفاع مستوى انبعاث الأشعة السينية مؤشرا على وجود الكوازارات.

## نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory

تعد نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولا لدى العلماء في تفسير نشأة الكون.

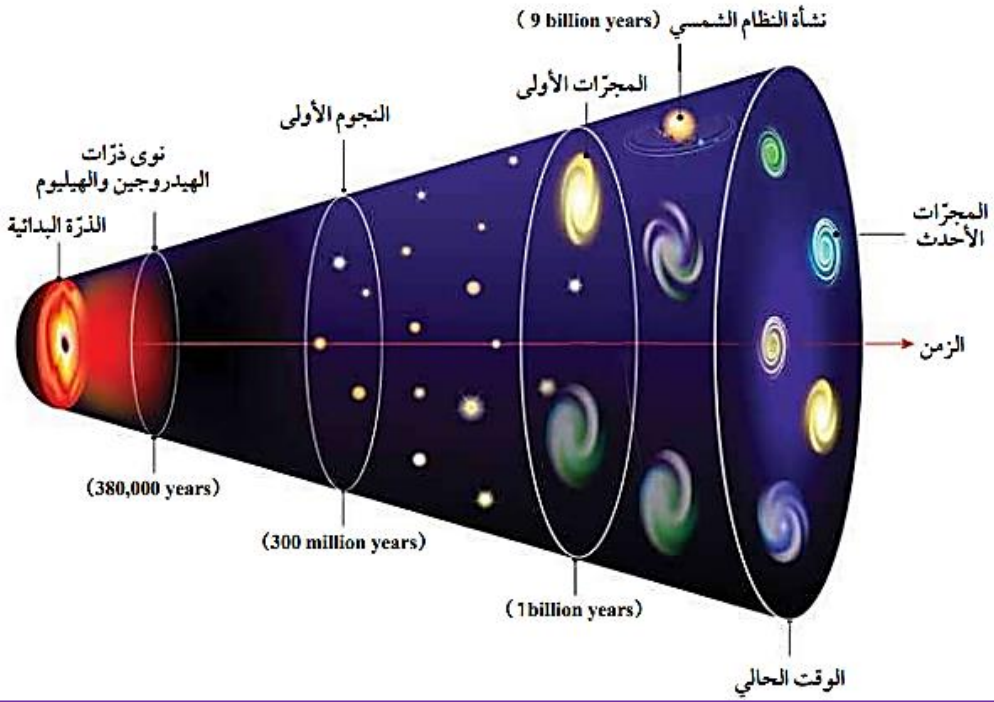
### مفهوم نظرية الانفجار العظيم Concept of Big Bang Theory

- **ما هو نص نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory ؟**

"أن الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيز صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و التي انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها"،

- **ماذا تعني نص نظرية الانفجار العظيم؟**

أي أن عمر الكون كان صفرا، و بقدرة الله تعالى انفجرت الذرة البدائية انفجارًا عظيمًا ساخنًا، و بدأ تشكل الكون و توسعه إلى أن صار على هيئته المعروفة في هذا الوقت. أنظر الشكل (3).




**الشكل (3) تطوّر مادة الكون وفق نظرية الانفجار العظيم.**

**أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن.**

**يزداد حجم الكون مع الزمن .**

**أفكر**

**أتوقع ماذا سيحدث لدرجة حرارة الكون و كثافته - بعد مضي (1 billion years) من الآن، وفقا لنظرية الانفجار العظيم.**

ستقل درجة حرارة الكون و كثافته - بعد مضي (1 billion years) من الآن .

✓ **أتحقق:**

**أوضح المقصود بنظرية الانفجار العظيم.**

هي إحدى الفرضيات التي فسرت نشأة الكون و تنص على "أن الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيز صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و التي انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها"،

- **صف اللحظات الأولى من الانفجار العظيم ؟**

1. يفترض العلماء أنه في اللحظات الأولى من الانفجار في زمن مقداره ($10^{-43}$ s)
2. ارتفعت درجة الحرارة إلى قيم عالية جدا تصل إلى ( $10^{32+}$ K))
3. تُعد تلك المرحلة مرحلة غامضة لم يفسرها أي قانون فيزيائي لغاية الآن.

- **مم تكونت مادة الكون في بداية نشأته ؟**

كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكون من جسيمات بدائية - غير موجودة الآن - تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، و مع الزمن و باستمرار توسع الكون و برودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن مثل: الفوتونات، و النيوترونات، و الإلكترونات، و البروتونات.

- **متى تكونت الذرات ؟ و كم كانت درجة حرارة الكون وقت تكونها ؟**

تكونت الذرّات بعد مضي (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (3000K )، ما سمح بتكون أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين و الهيليوم، و مع مرور الوقت تكونت النجوم، و نتيجة للاندماج النووي داخل النجوم تكونت أغلب العناصر المعروفة حاليا، و خلال ذلك انخفضت درجة حرارة الكون تدريجيا حتى أصبحت( 2.7 K).

**هناك عدد من الظواهر التي تشير إلى حدوث الانفجار العظيم نذكر منها:**

### 1. اكتشاف الكوازارات Quasars Exploring

على الرغم من أن اكتشاف الكوازارات كان دليلاً معارضًا لنظرية الكون المستقر، إلا أنها كانت بمثابة دليل مؤيد لنظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن الكون يتطوّر و تتغير خصائصه مع الزمن.

### 2. الاتساع المستمر للكون Continuously Expanding of the Universe

لاحظ العلماء حدوث تباعد بين المجرات في كل مكان من الكون بسرعات هائلة جداً ، ما يدل على اتساع الكون بشكل مستمر، مصداقًا لقوله تعالى: ﴿وَ السَّمَاءَ بَنَيْنَهَا بِأَيْيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ ﴾ (سورة الذاريات: الآية 47).

### 3. إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation

- **متى تم اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية؟**

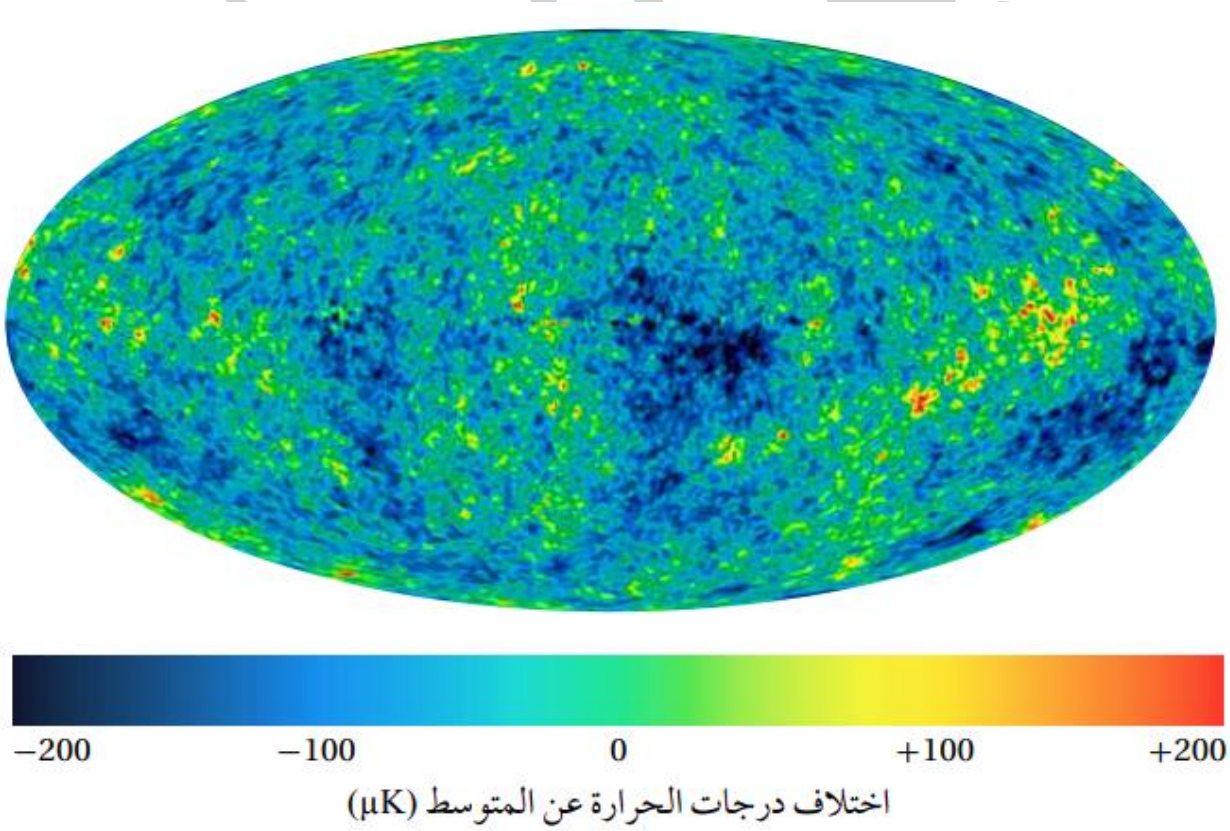
اكتشف إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation عام 1965م .

- **وضح المقصود بإشعاع الخلفية الكونية؟**

و هو إشعاع كهرمغناطيسي يمثل إشارات ميكروية منتظمة الخواص قادمة من كافة الاتجاهات في الفضاء، و في الأوقات كافة و بصورة مستمرة من دون توقف أو تغير، أنظر الشكل (4).

**الشكل (4): صورة لإشعاع الخلفية الكونية التقطت بوساطة مسبار ويلكينسون على مدار سبعة أعوام متتالية.**

- **أصف ماذا يحدث لدرجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية مع الزمن.** تقل




- **كيف فُسرت الإشارات الميكروية؟**

فُسرت هذه الإشارات الميكروية على أنها بقية الإشعاع الذي نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم و الذي تكون بعد (380,000 years) من الانفجار، أي في الوقت نفسه الذي تشكلت فيه نوى ذرّات الهيدروجين والهيليوم.

❖ **وقد افترض العلماء أن درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي تساوي (2.7K) تقريباً، و هي مماثلة للقيمة المقيسة حاليا.**

**الربط بالتكنولوجيا**

❖ **ماهو مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية ؟**

يُعد مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية مسبارًا فضائيا أطلق عام 2003 م لقياس إشعاع الخلفية الكونية، حيث رُسمت خريطة لتوزّع إشعاع الخلفية الكونية، وقدم هذا المسبار أفضل صورة لمراحل نشأة الكون.

## 4. وفرة غازي الهيدروجين و الهيليوم في الكون المرئي

- **إلام تشير البحوث الحديثة و نتائج الرصد لمادة الكون المرئي أو ما يُعرف باسم المادة العادية Ordinary Matter، التي ستدرسها لاحقا:**

1. أن غاز الهيدروجين يكوّن حوالي (74%) من تلك المادة .
2. يليه غاز الهيليوم بنسبة (24%) تقريبًا منها .
3. أما بقية العناصر مجتمعة فتكون (2%) تقريبًا.

- **هل تتفق هذه النسب مع توقعات الانفجار العظيم ؟**

**نعم ، هذه النسب تتفق مع توقعات نظرية الانفجار العظيم و تؤكد أن للكون بداية، إذ يلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكل من اندماج ذرات الهيدروجين.**

- **على الرغم من الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم، إلا أن كثيرًا من الأسئلة التي طرحت لم تستطع الإجابة عنها، مثل:**

**قصورها حتى الوقت الحالي عن تفسير الأحداث التي حصلت في اللحظة (0s) من الانفجار العظيم.**

و مع تقدم معرفتنا للكون ستطرح مزيد من الأسئلة مستقبلا، ستحدد إجاباتها ما إذا ستبقى هذه النظرية أكثر النظريات قبولا في تفسير نشأة الكون، أم ستظهر نظريات أخرى جديدة قد تلقى قبولًا أكثر لدى العلماء من نظرية الانفجار العظيم.

**أتحقق : أذكر الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم.**

1. **اكتشاف الكوازارات.**
2. **الاتساع المستمر للكون.**
3. **إشعاع الخلفية الكونية.**
4. **وفرة غازي الهيدروجين و الهيليوم في الكون المرئي.**

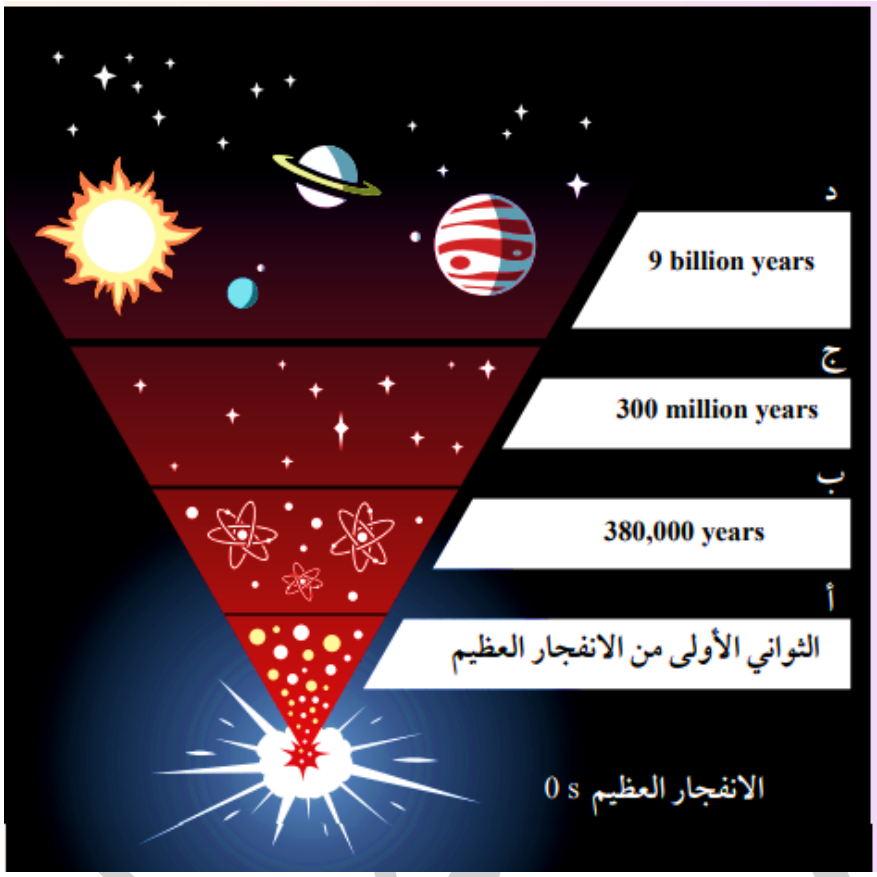
**الربط بالفلك**

طوّر علماء الفلك نظرية تضخم الكون Cosmic Inflation Theory بوصفها نظرية مكملة لنظرية الانفجار العظيم وتحل المشكلات التي اعترضتها.

تنص نظرية تضخم الكون على "**أن زيادة مفاجئة و كبيرة قد حدثت في حجم الكون في الفترة الزمنية التي كان فيها عمر الكون يتراوح ما بين ($10^{-45}$s) و ($10^{-35}$s) و قد أدى هذا التوسع الكبير إلى جعل الكون متجانسا ، و قلل التفاوت بين درجات الحرارة في مناطق شاسعة من الكـون**".

**نشاط ( الأحداث التي مر بها الكون منذ بدء الانفجار العظيم )**

تُعد نشأة الكون من الأمور التي حيرت العلماء، و على الرغم من ذلك فقد بذلت جهود كبيرة في البحث و تطوير أدوات المعرفة من أجل تفسيرها، و تمكّن العلماء من جمع جدول زمني تقريبي للأحداث الرئيسة التي مر بها الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى الآن. و يمثل المخطط الآتي بعض البيانات التي جمعت عن أهم الأحداث التي مر بها الكون. أدرسه جيدا ، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه.




## التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج التغيرات التي حدثت على كلّ من حجم الكون، و كثافته مع الزمن.

زاد حجم الكون وقلت كثافته مع الزمن و ما زال التغير في حجم الكون مستمرا.

2. أوضح دلالة الأحداث التي تمثلها الرموز (أ، ب، ج، د).

(أ) ارتفاع درجة حرارة الكون إلى( $10^{32}K$) و تكون الجسيمات البدائية.

(ب) تكون نوى ذرات الهيدروجين و الهيليوم.

(ج) تكون النجوم الأولى.

(د) تكون النظام الشمسي.

3. أُحدد الأحداث التي مر بها الكون بحسب نظرية الانفجار العظيم منذ الزمن ($10^{-43}s$ ) حتى الزمن

(380,000 years) بعد الانفجار.

- في الزمن ($10^{-43}$s ) ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريبًا ( $10^{32}$K) ، و كانت مادة الكون تتكوّن من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر و مع الزمن وباستمرار توسّع الكون وبرودته بدأت العديد من بالتكوّن مثل: الفوتونات والنيوترونات والإلكترونات.
- ولم تتكون الذرات إلا بعد مضي (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى( 3000K) بدأت الجسيمات بالاندماج مما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين و الهيليوم.

3. أتوقع ما سيحدث لكميات غازي الهيدروجين و الهيليوم بعد مضي (10 million years) من الآن.

ستقل .

## مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة : ألخص ما أشارت إليه نظرية الانفجار العظيم.

أن الكون في بداية نشأته كان موجود في حيز صغير جدًّا يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و التي انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدّد لتأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم.

2. أربط بين خصائص إشعاع الخلفية الكونية و بين نظرية الانفجار العظيم.

يمثل إشعاع الخلفية الكونية بقية الإشعاع الذي نتج عن عملية الانفجار العظيم الذي تكوّن بعد (380,000 years) من الانفجار، أي في نفس الوقت الذي تشكّلت فيه عناصر الهيدروجين و الهيليوم و القيمة المقيسة لدرجة حرارة إشعاع الخلفية للكون في الوقت الحالي تساوي (2.7 K) تقريبًا، وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

3. أُقارن حجم الكون و كتلته بين اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية الكونية والوقت الحالي.

في اللحظة التي تشكّل فيها إشعاع الخلفية الكونية كان حجم الكون أقل مقارنةً بحجمه في الوقت الحالي، أما كتلة الكون فلم تتغيّر، بل بقيت ثابتة منذ اللحظة التي تشكّل فيها إشعاع الخلفية للكون حتى الوقت الحالي.

4. أصِفُ كيف تدعم كميات غازي الهيدروجين و الهيليوم المتوافرة في الكون حاليا نظرية الانفجار العظيم.

تؤكد نسب الهيدروجين و الهيليوم في الكون أن للكون بداية، و هذا ما يتفق مع نظرية الانفجار العظيم . يُلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكّل من اندماج ذرات الهيدروجين.

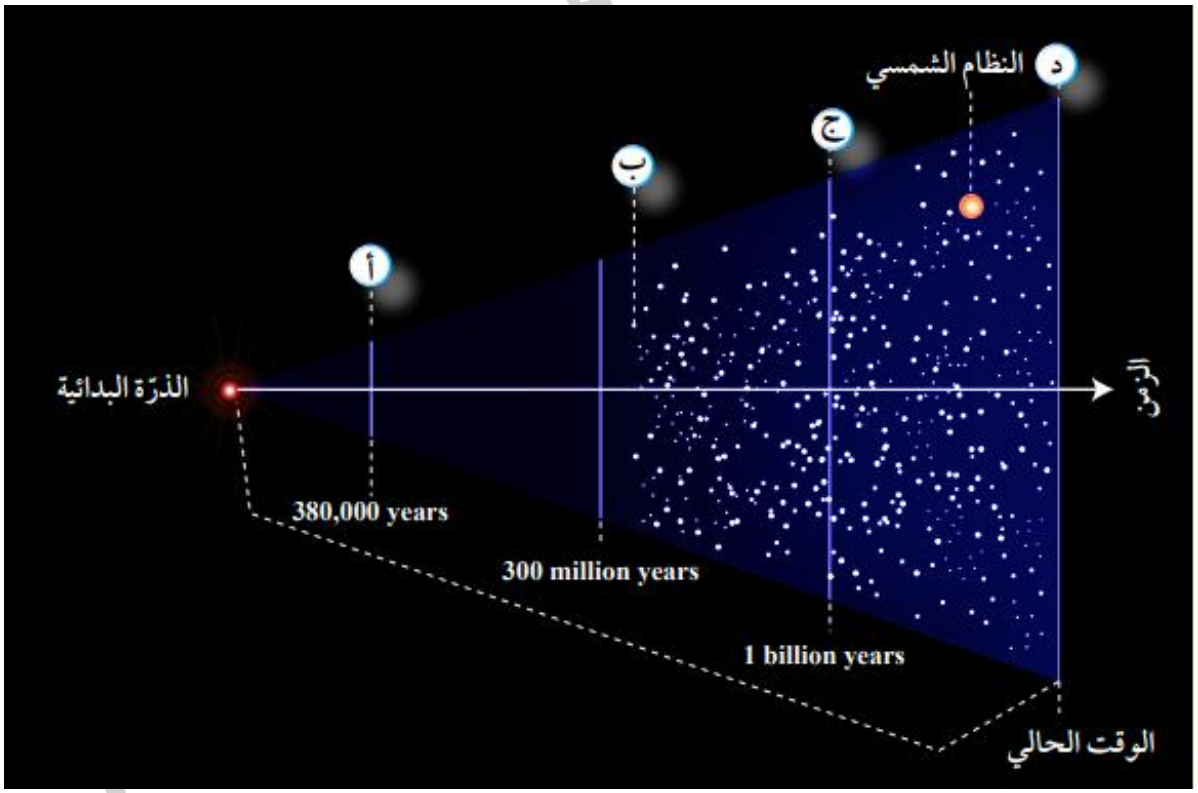
5. أفسر كيف أدّى اكتشاف الكوازارات إلى تأييد صحة نظرية الانفجار العظيم.

إن اكتشاف الكوازارات و رصدها بعيدًا جدًا باتجاه حافة الكون المرئي و عدم رصدها بالقرب منا يدل على أن خصائص الكون سابقًا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر، و هذا ما تؤيده نظرية الانفجار العظيم التي تؤكد اختلاف خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

6. أشرح كيف يُعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلا معارضا لنظرية الكون المستقر.

الإشعاع الخلفية الكونية يدل على اختلاف خصائص الكون، فقد تكون هذا الإشعاع بعد (380,000 years ) من الانفجار و كانت درجة حرارته مرتفعة جدا، و انخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت( 2.7 K) في الوقت الحالي و هي مماثلة للقيمة المقيسة حاليًا، وهذا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض ثبات خصائص الكون وعدم تغيرها منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

7. أدرسُ الشكل الآتي الذي يوضح نموذجا للانفجار العظيم، ثم ألخص الأحداث التي تشير إليها الرموز (أ، ب، ج، د):




أ- تكوّن نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم، و إشعاع الخلفية الكونية.

ب- تكوّن النجوم الأولية.

ج- تكوّن المجرات الأولى.

د- تكوّن المجرات الأحدث.

## الدرس ( 2 ) : تسارع توسّع الكون

# Accelerating Expansion of the Universe

## الفكرة الرئيسة :

تمكن العلماء من حساب عمر الكون التقريبي باستخدام قانون هابل، و إثبات أن الكون يتوسع متسارعا بفعل الطاقة المظلمة التي تملأ الفضاء.

## تسارع توسع الكون

- ما هو الدليل على تباعد المجرات عنا و عن بعضها بعضا ، و الدليل على توسع الكون ؟

انزياح أطياف المجرات نحو الأحمر .

- فسر : افترض العلماء أن سرعة توسع الكون ستقل مع الزمن ؟

بسبب قوى التجاذب الكبيرة بين مكوناته المادية من مجرّات و نجوم و سُدم و غيرها، إلا أن البيانات و المشاهدات التي جمعت بوساطة مقراب هابل الفضائي عند رصده النجوم فوق المستعرة Supernova، أنظر الشكل (5) أشارت إلى أن الكون يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع مما كان عليه قبل مليارات السنين. فكيف كشفت النجوم فوق المستعرة عن تسارع توسع الكون؟ وما السبب في ازدياد سرعة توسعه ؟

الشكل (5): نجم فوق مستعر.

أتوقع : مقدار الطاقة الصادرة عن النجم فوق المستعر.

طاقة كبيرة جدًا

## الطاقة المظلمة Dark Energy

### ❖ كيف تمكن العلماء من حساب معدل توسّع الكون؟

برصد الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جدا باستخدام مقراب هابل الفضائي، ما وفر لهم بيانات عن شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر وبُعدها عنا ، و استنادًا إلى تلك البيانات تبين بأن الكون يتوسع متسارعا بشكل لم يسبق له مثيل.

**و قد عزا العلماء سبب تسارع توسع الكـون إلى الطاقة المظلمة.**

### ❖ فما هذه الطاقة؟ وكيف تُسهم في تسارع توسع الكون؟

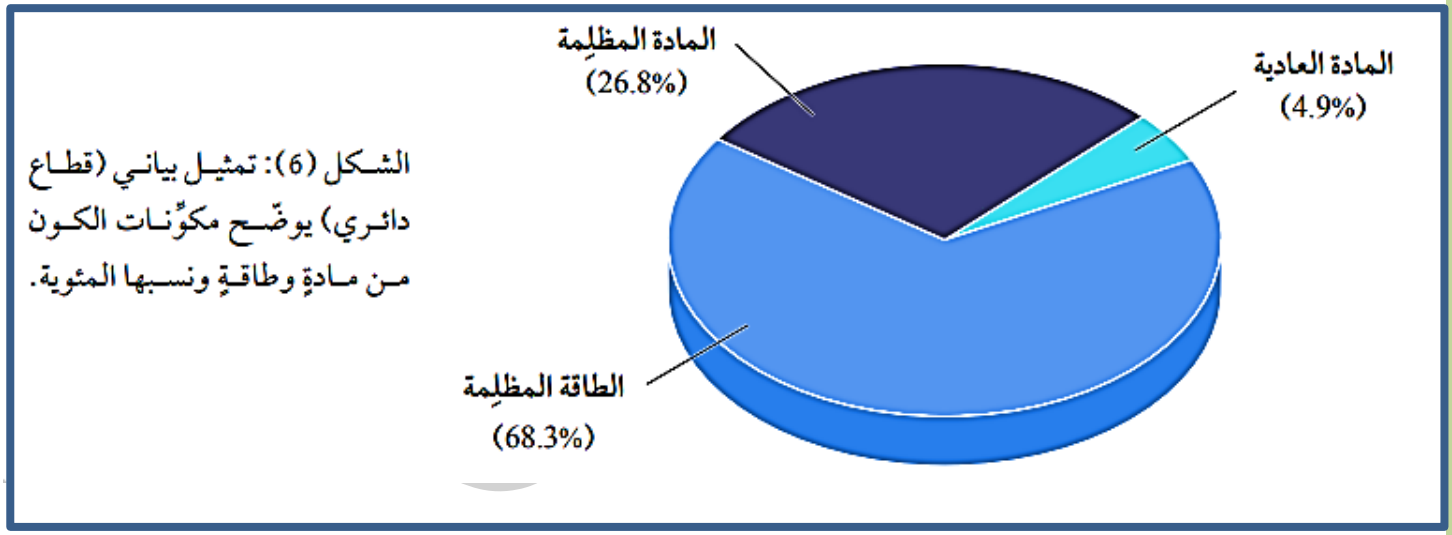
**الطاقة المظلمة Dark Energy** : أحد أشكال الطاقة غير المألوفة "**لا نعرف طبيعتها** " التي تملأ الفضاء، و يُعزى لها التمدد السريع للكون، و تُشكل هذه الطاقة (**68.3%**) تقريبا من مكونات الكون، و الجزء المتبقي من مكوّنات الكون يتوزع بين مادتين؛ إحداهما تُسمى المادة العادية (المألوفة) أمّا المادة الأخرى فيطلق عليها المادة المظلمة .

**المادة العادية (المألوفة) Ordinary Matter:** هي المادة التي تتكوّن من غازي الهيدروجين و الهيليوم و باقي العناصر المعروفة، وتُشكّل ما نسبته (**4.9%**) من مكوّنات الكون.

**المادة المظلمة Dark Matter :** هي مادة غير مألوفة "لا نعرف طبيعتها " تشكل ما نسبته (**26.8%**) من مكونات الكون.

**كيف يمكن الاستدلال على وجود المادة المظلمة وتعرفُ خصائصها ؟**

**عن طريق تأثير الجاذبية في المادة العادية.**




الشكل (6): تمثيل بياني (قطاع دائري) يوضّح مكوّنات الكون من مادةٍ وطاقةٍ ونسبها المئوية.

**افكر**

**ما الذي توصل إليه العلماء حول سرعة توسع الكون من تحليل الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة؟**

**توصل العلماء أن الكون يتوسع متسارعًا بشكل لم يسبق له مثيل .**

**الربط بالتكنولوجيا**

**مقراب فيرمي الفضائي: هو مقراب تابع لوكالة (ناسا) NASA ، أُطلق عام 2008م، وهو مسبار فضائي متخصص في رصد أشعة غاما الصادرة عن النجوم، مثل النجوم فوق المستعرة، و يقع هذا المسبار في مدار منخفض حول الأرض.**

**أفكر**

**لم يُكشف عن طبيعة المادة المظلمة أو الطاقة المظلمة ؛ فكيف يُستدلّ على وجودهما؟**

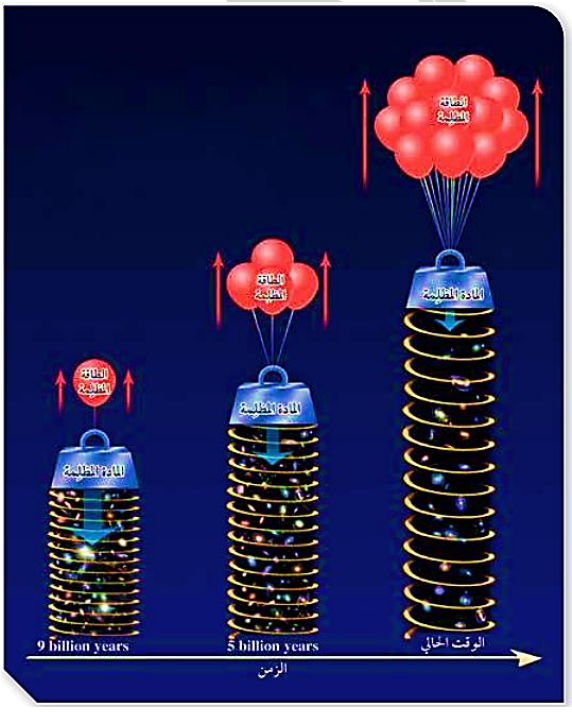
**من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية و توسع الكون بشكل متسارع .**

❖ **قارن بين المادة المظلمة و الطاقة المظلمة من حيث نوع القوة لكل منهما .**

- **تعمل المادة المظلمة بوصفها قوة جاذبة تربط مكونات الكون من نجوم و مجرّات معا .**
- **تعمل الطاقة المظلمة بوصفها قوة تُباعد بين المجرات و من ثم توسع الكون. أنظر الشكل (7).**

**فسر تسارع توسع الكون اعتماداً على المادة المظلمة و الطاقة المظلمة .**

- ✓ **في المراحل الأولى من عمر الكون كان تأثير المادة المظلمة أكبر بكثير من تأثير الطاقة المظلمة التي كان أثرها قليلا في توسع الكون.**
- ✓ **بازدياد عمر الكون و توسعه قل تأثير المادة المظلمة و ازداد تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات بسرعة أكبر، ما يفسر تسارع توسع الكون.**




**الشكل (7): تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة في توسع الكون مع الزمن.**

✓ **أتحقق**: أوضح المقصود بالطاقة المظلمة.

أحد أشكال الطاقة غير المألوفة "لا نعرف طبيعتها "التي تملأ الفضاء، و يُعزى لها التمدد السريع للكون.

**افكر**

**أتوقع** ماذا يمكن أن يحدث لسرعة توسع الكون لو كان تأثير الطاقة المظلمة على توسع الكون مشابها لتأثير المادة المظلمة.

بما أن الطاقة المظلمة تعمل على توسع الكون، و بافتراض أنها ستعمل عمل المادة المظلمة (أي قوة جاذبة) فإنه سيحدث تباطؤ في سرعة توسع الكون بشكل كبير جدًّا ، و يمكن أن يؤدي ذلك إلى توقف توسع الكون أو تقلصه.

**الربط بالفيزياء**

- ماذا افترض العالم ألبرت أينشتاين في عام 1917م في نظريته النسبية العامة ؟

افترض نوعا من القوة الكونية البادئة، و أُطلق عليها اسم " الثابت الكوني" من أجل مواجهة قوة الجاذبية و تفسير الكون الذي كان يُفترض أنه ثابت (لا يتوسع و لا ينكمش).

- هل يتعارض اكتشاف الطاقة المظلمة مع ما افترضه العالم أينشتاين ؟

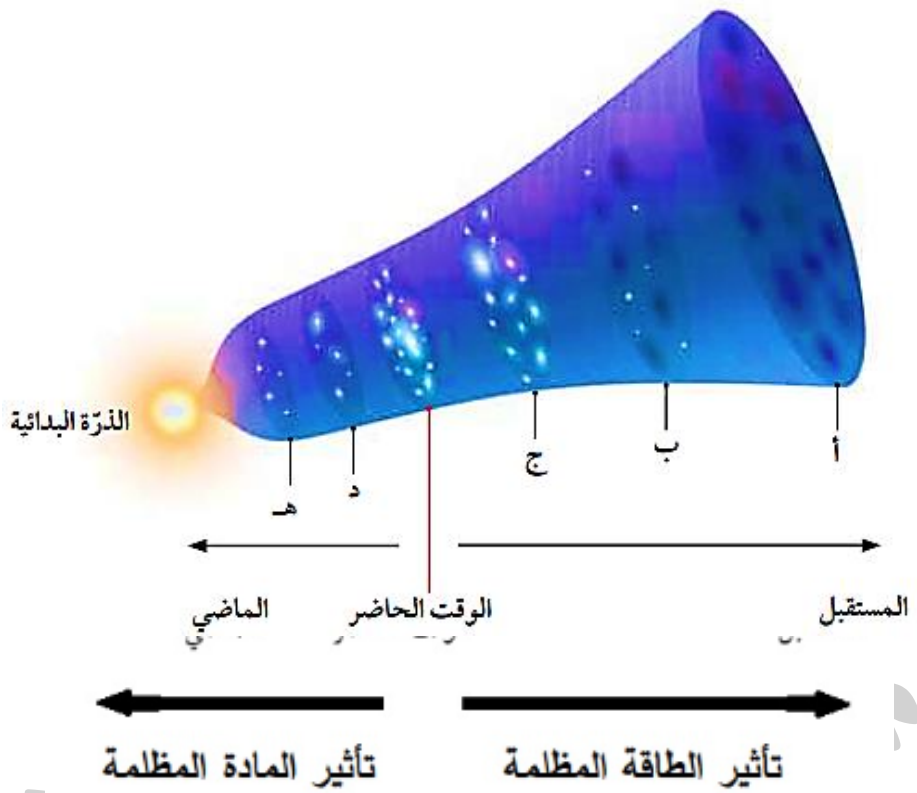
نعم، لأن الكون يتوسع متسارعا.

**نشاط " دور المادة المظلمة و الطاقة المظلمة في توسع الكون "**

تحتوي أغلب المجرّات على مادة مظلمة لا تعكس الضوء أو تمتصه مثلما تفعل المادة العادية.

فسر : على الرغم من أننا لم نكتشف المادة المظلمة بعد في مختبرات البحوث العلمية، إلا أن وجودها أصبح معروفًا ؟ من خلال تأثيراتها الجاذبية.

لتعرّف الفرق بين المادة المظلمة و الطاقة المظلمة و أثر كل منهما في توسع الكون ، أدرسُ الشكل الآتي الذي يوضح نموذجا للكون، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:




التحليل والاستنتاج:

1. أُحدّد أي النقاط الآتية (أ، ب، ج، د) يكون عندها تأثير الطاقة المظلمة أكبر ما يمكن، و أبرر السبب.

النقطة (أ) ، لأنه يحدث عندها أكبر توسع للكون .

2. أقارن بين النقطة (هـ) والنقطة (ج) من حيث تأثير المادة المظلمة في كل منهما.

تأثير المادة المظلمة في النقطة ( هـ) أكبر منه في النقطة ( ج)

3. أُرتب النقاط (أ، ب، ج، د، هـ) تنازليا حسب تأثير المادة المظلمة في كلّ منها.

( هـ،د،ج،ب،أ)

4. أرسم سهمين يدل كل منهما على الاتجاه الذي يزداد به تأثير كل من الطاقة المظلمة و المادة المظلمة .

عمر الكون Age of the Universe

**كيف تمكن العلماء من تقدير عمر الكون ؟**

**تمكن العلماء من تقدير عمر الكون التقريبي بحساب مقلوب ثابت هابل، وفق العلاقة الرياضية الآتية:**

$$T = 1/ H_o$$

حيث: **T** هو عمر الكون التقريبي

**$H_o$ هو ثابت هابل و تتراوح قيمته بين (68-80 km/s/pc) ، و قد قدّر العلماء متوسط قيمته بنحو (70 km/s/pc).**

**يُحسَب عمر الكون بالسنوات و أجزائها، مع العلم أن:**

- **السنة = ($3.1\times10^7$ s)**
- **الفرسخ الفلكي = ($3.1X\ 10^{13}$ km) و يساوي أيضا ( 3.26 lights years ) و يُشار إلى (المليون فرسخ فلكي) بالرمز (Mpc) .**
- **قد قدّر العلماء عمر الكون بنحو ( 13.7 billion years) و قد يكون العمر الفعلي للكون أصغر أو أكثر ببضعة مليارات من السنين.**

**الربط بالفلك**

**اذكر طرائق أُخرى تُستخدم في حساب عمر الكون؟**

**مثل استخدام إشعاع الخلفية الكونية، إذ يفترض علماء الفلك أن هذا الإشعاع ناتج من نشأة الكون، و من ثم يُتوقع أنه بوساطة دراسة توزيعه و كثافته و درجة حرارته و تردده، و طوله الموجي وغيرها من الخصائص يمكن استنتاج خصائص الكون المبكر، ومن ضمنها تحديد بداية الكون.**

**مثال(1) : أحسب عمر الكون بوحدة (years ) إذا كان ثابت هابل يساوي (70 km/s/Mpc).**

**الحل:**

**أكتب قانون عمر الكون، وأبين وحدات ثابت هابل:**

$T = 1/ H_o$

$= 1/70km/s/Mpc$

**أحول وحدة (Mpc) إلى (km)**

$Mpc = 3.1 \times 10^{19}\ km$

**أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)**

$1year = 3.1 \times 10^{7}s$

**أعوض في القانون**

$$T=\frac{1X3.1X\ 10^{19}}{70X\ 3.1X10^{7}}$$

$T = 14.285 \times 10^{9}\ years$

**مثال(2) :أحسب عمر الكون بوحدة (years) إذا كان ثابت هابل يساوي ( 77 km/s/pc).**

**الحل:**

$T = 1/ Ho$

**أحول وحدة (Mpc) إلى (km)**

$Mpc = 3.1 \times 10^{19}\ km$

**أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)**

$1year = 3.1\times10^{7}\ s$

**أعوض في القانون:**

$$T = \frac{1X3.1X10^{19}}{77\ X3.1X10^{7}}$$

$T = 12.987 \times 10^{9}\ years$

✓ ألاحظ من الأمثلة السابقة : أنه كلما زادت قيمة ثابت هابل قل عمر الكون.

**تمرين :**

أحسب ثابت هابل على افتراض أن عمر الكون يساوي .(13.5 billion years)

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

$Mpc = 3.1 \times 10^{19}\ km$

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

$1year = 3.1\times10^{7}\ s$

أعوض في القانون:

$$13.5\ X10^{9} = \frac{1X3.1X10^{19}}{H_0X3.1X10^{7}}$$

$H_0 = 74Km/s/Mpc$

✓ اتحقق: أوضح كيف تمكن العلماء من حساب عمر الكون.

بحساب مقلوب ثابت هابل، وفق العلاقة الرياضية الآتية: $T = 1/ Ho$

مراجعة الدرس

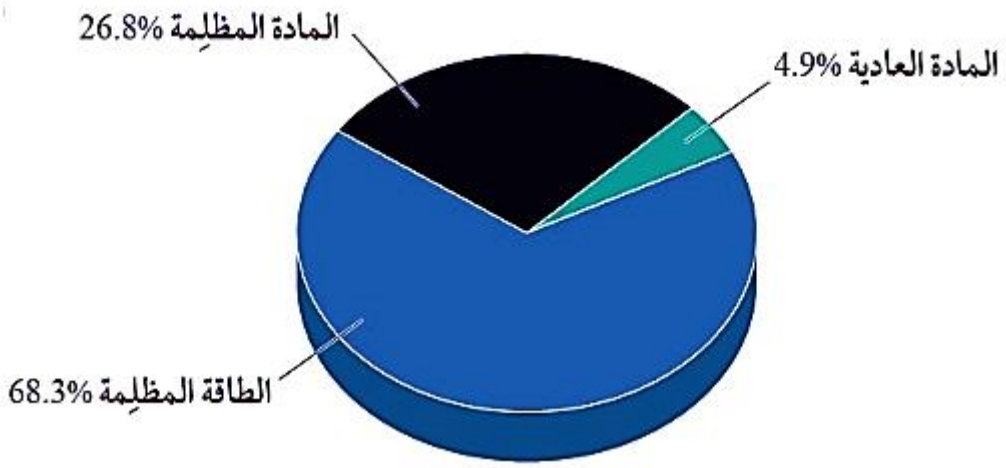
1. **الفكرة الرئيسة :** أفسّر ازدياد سرعة توسع الكون على الرغم من قوة التجاذب الكبيرة بين مكونات الكون المادية.

**بسبب تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات .**

2. أصف سرعة توسع الكون في حال رصدت النجوم فوق المستعرة الموجودة في المجرات القريبة بدلا من رصدها في المجرات البعيدة.

**ستتباطأ سرعة توسع الكون .**

3. أرسم مقطعًا بيانيًا يوضح نِسَبَ مكونات الكون من مادة و طاقة.




4. أتوقع ما سيحدث إذا ازدادت الطاقة المظلمة ازديادا متسارعا مع توسع الكون، و سيطرت في النهاية على المادة المظلمة.

**سيتوسع الكون بشكل متسارع جداً لم يسبق له مثيل .**

5. أحسب عمر الكون بالسنوات إذا كان ثابت هابل يساوي (80km/s/pc )

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

$Mpc = 3.1 \times 10^{19}\ km$

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

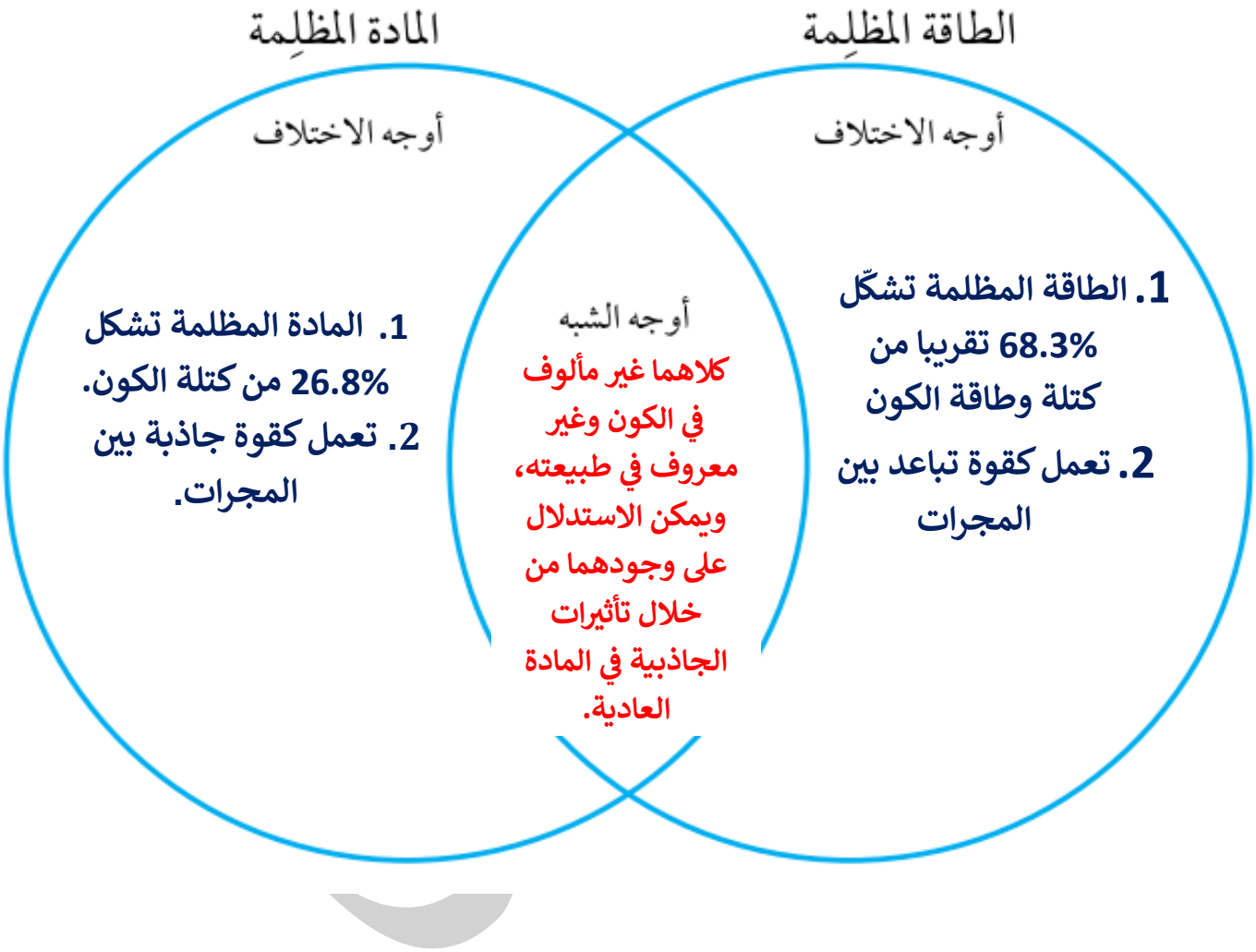
$1year = 3.1\times10^{7}\ s$

أعوض في القانون:

$$T = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{80 \times 3.1 \times 10^{7}}$$

$$T = 12.5 \times 10^{9} \text{ years}$$

6. أقارن بين الطاقة المظلمة و المادة المظلمة باستخدام شكل فن الآتي :



## الإثراء والتوسع "مقراب جيمس ويب الفضائيJames Webb Space Telescope "

- **حددالوقت و المكان الذي أطلق إليه مقراب جيمس ويب الفضائي؟**

أطلق مقراب جيمس ويب الفضائي (JWST) بتاريخ 25/12/2021م إلى الفضاء نحو نقطة لاغرانج Lagrangian Point (2L) على بعد ( 1.5 million kilometers ) من الأرض.

- **فسر : يُعدّ هذا المقراب أقوى مرصد فضائي حتى الآن، و يوصف بأنه خليفة مقراب هابل الفضائي؟**

1. لأن مقراب جيمس ويب يتمتع بقدرة كبيرة على رصد و تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء القادمة من الأجرام البعيدة، في حين أن مقراب هابل يعمل ضمن مجال مختلف من طول الموجة، إذ إن قدراته الأساسية تقع ضمن طيف الأشعة فوق البنفسجية و المرئية و جزء صغير من طيف الأشعة تحت الحمراء.
2. لأن الصور الملتقطة بوساطة مقراب جيمس ويب أكثر دقة من مقراب هابل.

- **لذلك من المتوقع أن تحدث ثورة في علم الفلك و الفيزياء الفلكية عن طريق تسليط الضوء على أقدم النجوم والمجرات التي تشكلت بعد الانفجار العظيم.**

- **مم يتكون قلب مقراب جيمس ويب ؟**

من مرآة مقعرة قطرها (6.5 m)، تتألف من 18 مرآة سداسية الأضلاع، و هي مصنوعة من عنصر البريليوم المطلي بالذهب، وقد أضيفت مجسات دقيقة إلى المقراب بهدف التقاط صور للأجرام في الفضاء و تحليل الإشعاع؛ من أجل فهم خصائص المواد الكونية.

**الكتابة في الجيولوجيا : أكتب فقرة حول المرصد الفضائي جيمس ويب، ودوره في استكشاف أسرار الكون، ثمّ أعرض ما كتبته على زملائي زميلاتي في الصف.**

**يمكن أن يكتب فقرة على النحو الآتي:**

يسمح المقراب الفضائي "جيمس ويب" للعلماء بمشاهدة البعد العميق للكون، و رؤية جزءًا من الفضاء لم يتاح لهم رؤيته من قبل؛ فيتيح لهم رؤية الكون عند بدء نشأة أول النجوم و أول المجرات بدقة تفوق كثيرًا إمكانيات مقراب هابل الفضائي، وسيستعين العلماء به لدراسة الكواكب و الأجرام الأخرى في مجموعتنا الشمسية، لتعرُّف أصولها و نشأتها و مقارنتها بالكواكب التي تدور حول النجوم الأخرى خارج مجموعتنا الشمسية، و البحث عن المناطق الصالحة للعيش على سطح الكواكب الأخرى في مجرتنا، أي الكواكب التي تأوي أي شكل من أشكال الحياة.

مراجعة الوحدة " نشأة الكون "

## السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

**1. وفق نموذج الانفجار العظيم، فإن عمر الكون (billion years) يقدر بـ:**

أ ) (2.7). ب) (9). ج) (13.7). د-(15)

**2. النسب التي تمثل الطاقة و المادة المكونة للكون مما يأتي هي:**

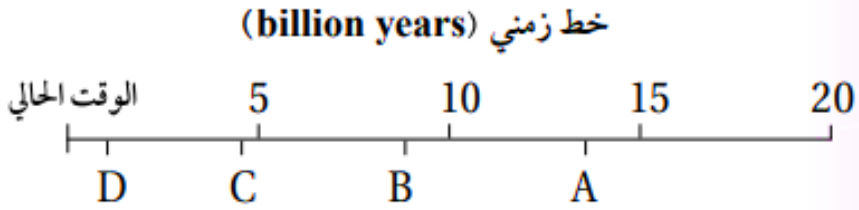
أ ) 4.9% طاقة مظلمة، 26.8% مادة مظلمة 68.3% مادة عادية.

ب) 68.3 طاقة مظلمة، 26.8% مادة مظلمة 4.9% مادة عادية.

ج) 68.3% مادة عادية، 26.3% مادة مظلمة 4.9% طاقة مظلمة.

د) 26.8 مادة عادية ، 68.3% مادة مظلمة 4.9% طاقة مظلمة.

**3. يمثل الخط الزمني أدناه الوقت من الزمن الحالي إلى( 20 billion years) مضت، و تمثل الرموز (A,B,C,D) أوقاتا محدّدة. فإن الرمز على الخط الزمني الذي يمثل الوقت الذي قدر فيه العلماء حدوث الانفجار العظيم هو:**




i) A ب) B. ج) C د) D.

**4. توصل علماء الفلك عن طريق دراستهم النجوم فوق المستعرة إلى أن الكون :**

أ ) يتوسع بشكل متسارع. ب) يتوسع ببطء.

ج) يبقى ثابتًا من دون تحرّك. د) يتوسع بنسب متغيرة.

**5. نشأ إشعاع الخلفية الكونية :**

أ ) بعد (300million years) من حدوث الانفجار العظيم.

ب) بعد (380,000 years) من حدوث الانفجار العظيم.

ج) بعد مضي ثوان من حدوث الانفجار العظيم.

د) في اللحظة ($10^{-43}$s) من حدوث الانفجار العظيم.

**6 .تفترض نظرية الكون المستقر بأن الكون:**

أ ) ليس له بداية و ليس له نهاية. ب) ينكمش بنسبة ثابتة.

ج) يتوسع بنسبة ثابتة. د) لا ينكمش ولا يتوسع.

**7. نسبة غاز الهيدروجين في مادة الكون المرئية تساوي تقريبا :**

أ) (2%) ب) (24%) ج) (74%) د) (98%)

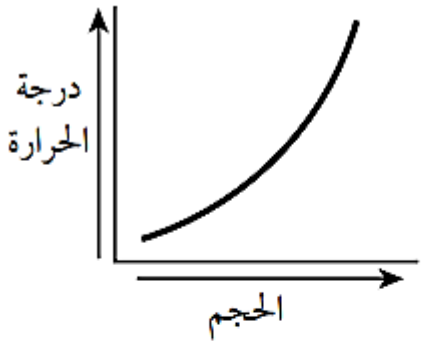
**8. كثافة الكون بحسب نظرية الكون المستقر :**

أ ) تتغير مع الزمن. ب) نقل بنسبة ثابتة.

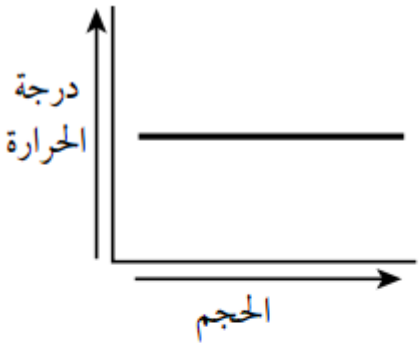
ج) تزداد بنسبة ثابتة. د) تثبت مع الزمن.

9. **الرسم البياني الذي يوضح العلاقة بين حجم الكون ودرجة الحرارة التي يشير إليها إشعاع الخلفية الكونية هو:**

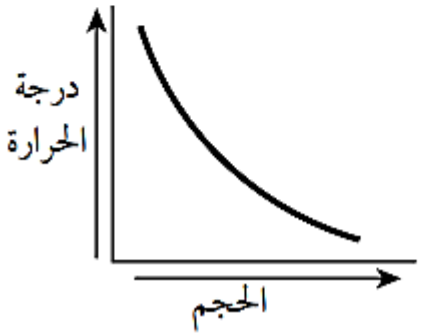
أ )



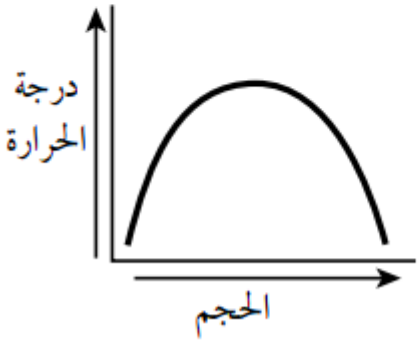

ج)




ب)




د)



**10. وفق نظرية نموذج الكون المستقر، تتكون مادة جديدة في الكون نتيجة توسّع الكون و تمدده على شكل:**

أ ) غاز الهيليوم. ب) غاز الهيدروجين. ج) نجوم صغيرة. د ) مجرات.

**11. تبلغ درجة حرارة الكون الآن بوحدة (K) :**

أ ) (2). ب) (2.7) ج) (2.8) د) (3.5)

**السؤال الثاني: أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:**

**1 . كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكون من.....**

**2. يكون غازا الهيدروجين والهيليوم ما نسبته (98%) من مادة الكون .....**

**3 . يُقدِّر العلماء أن عمر الكون الذي حدث عنده الانفجار العظيم هو .....**

**4 . تعمل المادة المظلمة في الكون بوصفها قوة .....**

**السؤال الثالث:**

**أحسب ثابت هابل على افتراض أن عمر الكون يساوي (12.5billion years)**

**السؤال الرابع: أفسر العبارات الآتية تفسيرا علميًّا دقيقًا:**

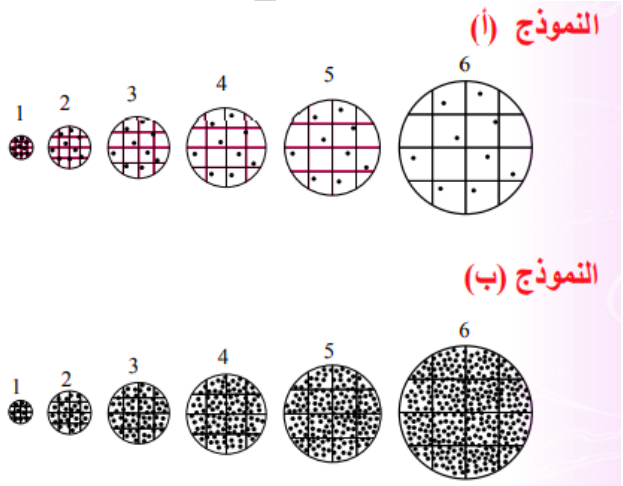
**أ - ثبات كثافة الكون على الرغم من توسعه و ازدياد حجمه وفق نظرية الكون المستقر.**

**ب يُعزى توسع الكون السريع للطاقة المظلمة.**

**ج - يُعد إشعاع الخلفية الكونية دليلًا على صحة نظرية الانفجار العظيم.**

**السؤال الخامس:**

**أدرسُ الشكل الآتي الذي يمثل نموذجين للكون (أ، ب) حسب نظريتي الانفجار العظيم، و الكون المستقر، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:**




**1. أصفُ ماذا يحدث لكثافة الكون و كتلته في كل من النموذجين (أ) و (ب).**

**2 . أستنتج: أي النموذجينِ يُمثل نموذج الانفجار العظيم، و أيهما يمثل نموذج الكون المستقر؟**

**3. أُوضح كيف تُعد الكوازارات دليلًا معارضًا لأحد النموذجين، في حين تُعَدّ دليلًا مؤيّدًا للنموذج الآخر.**

**السؤال السادس:**

**أقارن بين نموذج الكون المستقر و نموذج الانفجار العظيم من حيث تغير كتلة الكون و كثافته و حجمه مع الزمن.**

**السؤال السابع:**

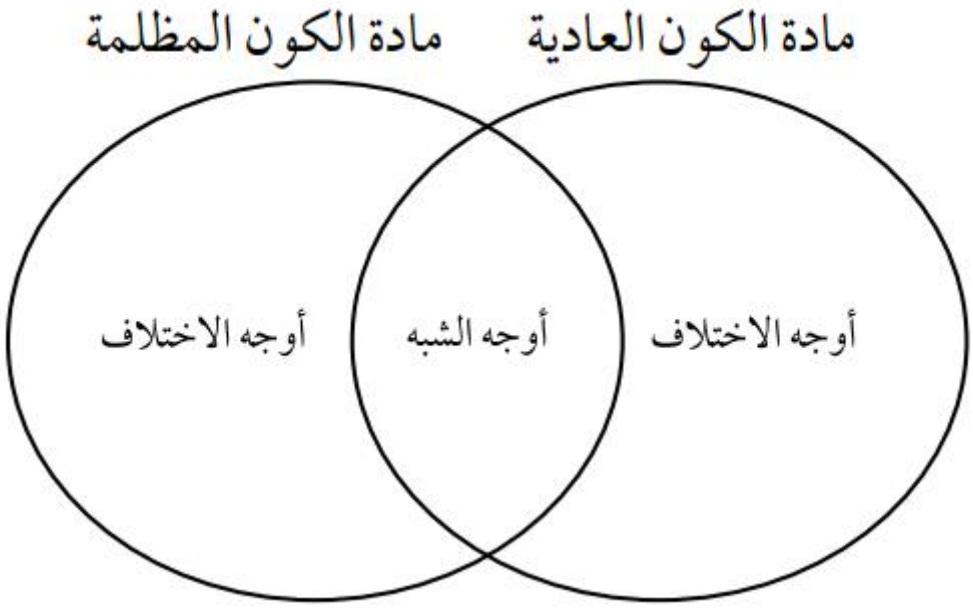
**أقوم صحة ما أشارت إليه العبارة الآتية : " تُعدّ نظرية الانفجار العظيم مكملةً لنظرية الكون المستقر"**

**السؤال الثامن:**

**أتتبع مراحل نشأة الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى تشكل المجرات.**

**السؤال التاسع:**

**أقارن بين مادة الكون العادية و بين مادة الكون المظلمة باستخدام شكل فن الآتي:**




**السؤال العاشر:**

**أوضح أوجه القصور في نظرية الانفجار العظيم.**

**السؤال الحادي عشر**

**يفترض بعض علماء الفلك أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية أستنتج كيف يُثبت اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية بطلان هذه الفرضية.**

# حلول مراجعة الوحدة " نشأة الكون "

## السؤال الأول:

1. ج) 13.7 billion years

2. ب)% 68.3 طاقة مظلمة، % 26.8 مادة مظلمة% 4.9 مادة عادية

3. د) D

4. أ) يتوسع بشكل متسارع

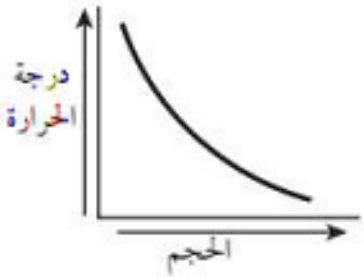
5. ب) بعد( 380,000 years )من حدوث الانفجار العظيم.

6. أ) ليس له بداية وليس له نهاية

7. ج) 74%

8 . د) تثبت مع الزمن

9. ب).




10. ب) غاز الهيدروجين

11. ب) (2.7)

## السؤال الثاني :

1. جسيمات بدائية.

2. العادية.

3. (0 s)

3. جاذبة.

## السؤال الثالث :

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

$Mpc = 3.1 \times 10^{19}$ km

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

$1year = 3.1\times10^{7}$ s

أعوض في القانون:

$$12.5 X10^{9} = \frac{1X3.1X10^{19}}{H_0X3.1X10^{7}}$$

$H_0 = 80Km/s/Mpc$

## السؤال الرابع:

أ. لأن هناك مادة جديدة تتشكّل باستمرار مع تمدّد الكون و توسعه؛ أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع حجمه، ما يحافظ على متوسط كثافته.

ب . لأن الطاقة المظلمة تعمل كقوة تعمل على تباعد المجرات، و من ثم توسع الكون.

ج. إشارات ميكروية منتظمة الخواص قادمة من كافة الاتجاهات في السماء، و في الأوقات كافة و بصورة مستمرة من دون توقف أو تغير ما يدل على أنه نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم وحسب العلماء درجة حرارته في الوقت الحالي، و وجدوا أنها تساوي ( 2.7K ) و هي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

## السؤال الخامس:

1. في النموذج (أ) تقل كثافة الكون بينما تبقى كتلته ثابتة، أما في النموذج (ب) فإن كثافة الكون تبقى ثابتة، بينما تزداد الكتلة بنسبة ثابتة مع الحجم .

2. النموذج (أ) يمثل الانفجار العظيم بينما النموذج (ب) يمثل نموذج الكون المستقر .

3. تُعد الكوازارات دليلا مؤيدًا لنموذج الانفجار العظيم؛ لأن الكوازارات تم الكون ا;كتشافها و رصدها بعيدًا جدًا باتجاه حافة الكون المرئي، و لم تُرصد بالقرب منا ، و تُظهر أطيافها انزياحًا شديدًا نحو الأحمر، ما يدل على أن خصائص الكون سابقا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر. وتُعد دليلا معارضًا لنموذج الكون المستقر؛ لأن هذه النظرية تفترض تشابه خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي، و هذا يتعارض مع رصد الكوازارات.

**السؤال السادس :**

في نظرية الكون المستقر، المادة المكونة لمجرتنا هي نفس المادة المكونة للمجرات الأخرى سواء كانت المجرات قريبة أو بعيدة ، أما في نظرية الانفجار العظيم فإن المادة المكونة لمجرتنا و المجرات الأخرى تختلف باختلاف بعدها أو قُربها.

**السؤال السابع:**

عبارة غير صحيحة؛ لأن نظرية الكون المستقر تفترض أن الكون ليس له بداية أو نهاية، بينما تفترض نظرية الانفجار العظيم أن الكون له بداية و قد نشأ عن انفجار ذرة بدائية.

**السؤال الثامن:**

في الزمن ($10^{-43}$s) ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريبا إلى ($10^{+32}$ K) و كانت مادة الكون تتكون من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، و مع الزمن و باستمرار توسع الكون و برودته بدأت العديد من الدقائق بالتكون مثل: الفوتونات و النيوترونات و الإلكترونات، و لم تتكون الذرات إلا بعد مضي ( 380,000 years ) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى ( 3000 k) ما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم و باقي العناصر، ثم اندمجت فكونت النجوم التي تجمعت فكونت المجرات .

**السؤال التاسع:**

**أوجه الاختلاف** : مادة الكون المرئية (العادية) تتكوّن من غازي الهيدروجين و الهيليوم و باقي العناصر ، و تُشكّل% 4.9 من الكون.

أما المادة المظلمة فتتكوّن من مادة غير مألوفة لا نعرف طبيعتها ، و تُشكل 26.8% من كتلة الكون.

**أوجه الشبه** : كلاهما يُعدّ جزءًا من كتلة الكون المادية .

**السؤال العاشر :**

قصور نظرية الانفجار العظيم عن تفسير الأحداث التي حصلت في اللحظة ( 0s ) من الانفجار العظيم .

**السؤال الحادي عشر :**

لو كان الكون ثابتا ليس له بداية أو نهاية، فإن خصائصه لن تتغير بمرور الوقت، و لكن اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية يدل على اختلاف خصائص الكون فقد تكوّن هذا الإشعاع بعد مضيyears 380,000 من الانفجار و كانت درجة حرارته مرتفعة جدًّا، و انخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت 2.7K في الوقت الحالي، و هي مماثلة للقيمة المقيسة حاليًا.

## أسئلة مثيرة للتفكير

**السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

**1. العبارة التي تصف تكون الجسيمات البدائية مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وصفًا صحيحًا هي:**

**أ ) يوجد فارق زمني بين تكون الجسيمات البدائية و أنوية كل من الهيدروجين و الهيليوم يساوي (380,000 Years)**

ب) يوجد فارق زمني بين تكون الجسيمات البدائية و أنوية كل من الهيدروجين و الهيليوم يساوي دقائق قليلة.

ج ) تكونت الجسيمات البدائية عندما كانت درجة حرارة الكون تساوي (3000K) .

د) تكونت الجسيمات البدائية لحظة الانفجار العظيم في الزمن ($10^{-43}$ s).

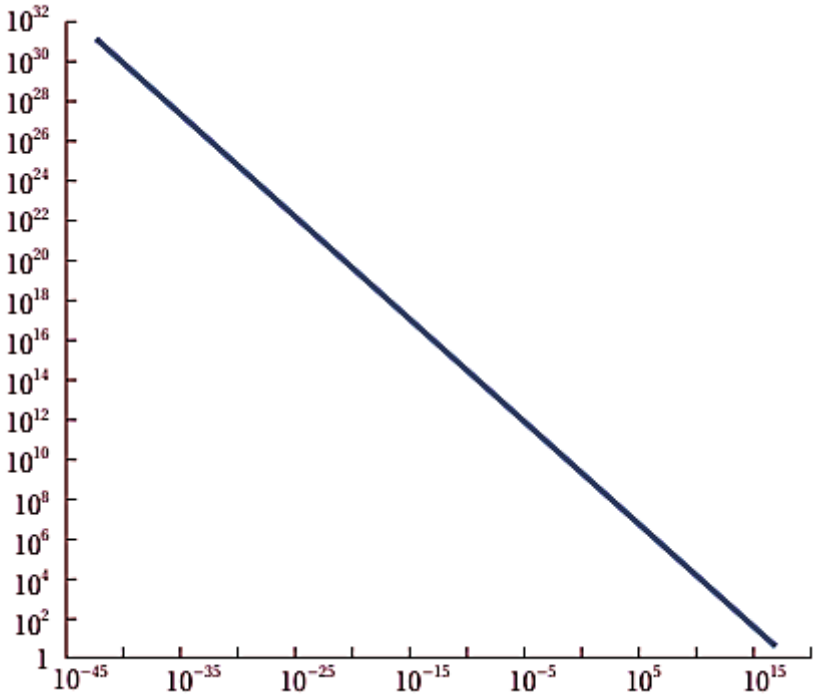
**2. يوضح الرسم البياني الآتي العلاقة بين:**

أ ) درجة حرارة الكون وكتلته

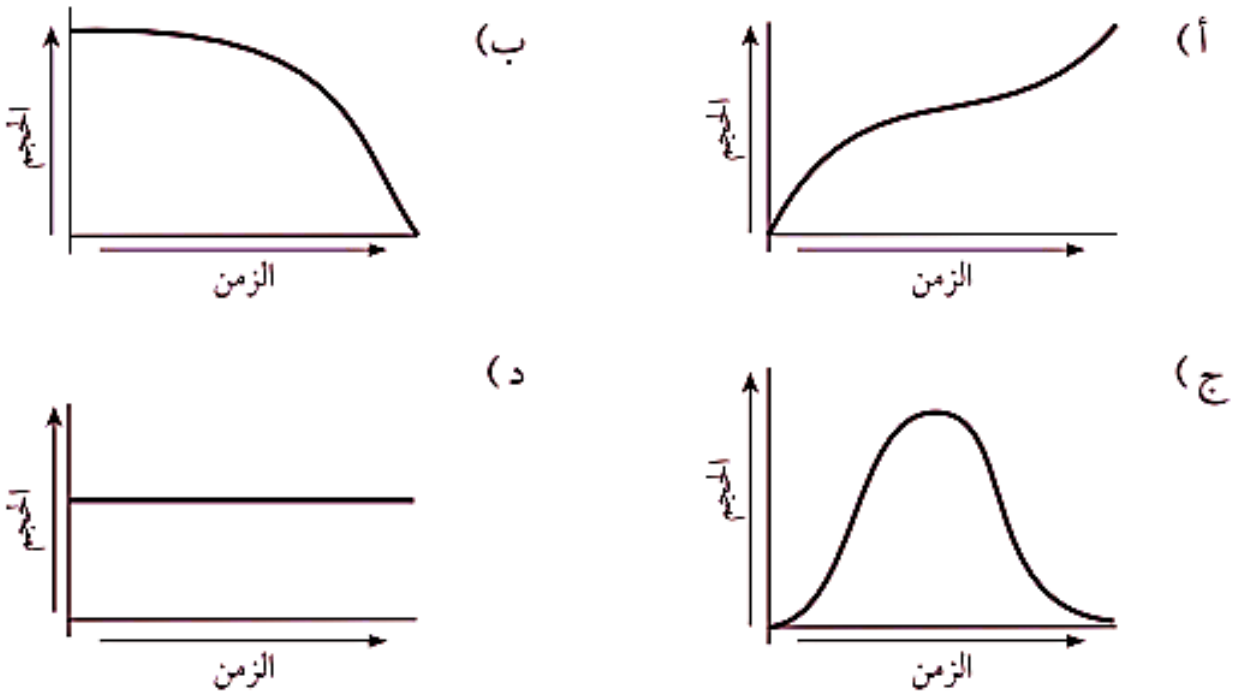
ب) **درجة حرارة الكون و عمره.**

ج ) كثافة الكون وكتلته.

د ) كثافة الكون ودرجة حرارته.



**3. وفقا لنظرية الانفجار العظيم، فإن الرسم البياني الذي يمثل أفضل تمثيل للعلاقة بين الزمن و حجم الكون من بداية الكون إلى الوقت الحاضر هو :** أ




**السؤال الثاني: أدرس الجدول الآتي الذي يوضح بعض مراحل تكون الكون و تطوّره في بداية نشأته، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:**

| مراحل تكون الكون | درجة الحرارة ( K ) | عمر الكون |
|---|---|---|
| المرحلة الأولى | $10^{32}$ | $10^{-43}$s |
| المرحلة الثانية | $5X10^{9}$ | 3s |
| المرحلة الثالثة | $3X10^{3}$ | 380.000years |

**1. أستنتج العلاقة بين درجة حرارة الكون و عمره.**

**علاقة عكسية .**

**2. أتوقع المرحلة التي بدأ فيها تكون الجسيمات البدائية، و أبرر سبب توقعي .**

**المرحلة الأولى؛ لأنه قبل الزمن ( $10^{-43}$s) لم يكن هناك أي وجود للذرات و الجسيمات البدائية، و تعد تلك المرحلة مرحلة غامضة لم يفسرها أي قانون فيزيائي لغاية الآن، و يُعتقد بأن مادة الكون في بداية نشأته كانت تتكون من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر.**

3. أتتبع الأحداث التي تكونت في المرحلة الثالثة.

تكونت في هذه المرحلة الذرات ما سمح بتكون أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم و باقي العناصر، وتكون أيضا في هذه المرحلة إشعاع الخلفية الكونية.

4. أنشئ جدولا أكمل فيه مراحل تكون الكون في ضوء ما درست.

| | | |
|---|---|---|
| المرحلة الرابعة | تكون النجم الأولي | 300 millions years |
| المرحلة الخامسة | نشأة النظام الشمسي | 9 billions years |
| المرحلة السادسة | تكون المجرات الأحدث | الوقت الحالي |

5. أقارن بين مراحل تكون الكون الثلاث، و بين مراحل تكون الكون وفق فرضية الكون المستقر.

تفترض مراحل تكون الكون الثلاث في الانفجار العظيم اختلاف مكونات الكون و أحداثه مع الزمن و لكن نظرية الكون المستقر تشابه نفس المكونات في المراحل الثلاث.

6. أتواصل: أناقش زملائي/ زميلاتي في النتائج التي توصلت لها.

ستختلف نقاشات الطلبة حول النتائج التي توصلوا إليها، و لكنها تتمحور حول أن مادة الكون وفق نظرية الانفجار العظيم قد تطورت من جسيمات بدائية فكونت مكونات الذرة مثل الفوتونات و النيوترونات و الإلكترونات، التي كونت أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين و الهيليوم وباقي العناصر ، ثم اندمجت فكونت النجوم التي تجمعت فكونت المجرات و الكون كما نعرفه حاليا. أما في نموذج الكون المستقر فإن الكون يحافظ على خصائص ثابتة منذ نشأته حتى الآن.

السؤال الثالث: أتوقع ماذا يمكن أن يحدث في الحالتين الآتيتين:

أ . إذا كانت نسبة المادة المظلمة المكونة للكون أقل من نسبة المادة العادية.

سيكون تأثير الطاقة المظلمة أكبر؛ لأن المادة المظلمة تعمل كقوة جاذبة تعمل على ربط مكونات الكون ببعضها، فعندما تقل نسبتها إلى أقل من 4.9% و هي نسبة المادة العادية، فإن تأثير الجذب سيقل ويزداد تأثير الطاقة المظلمة ويتوسع الكون بشكل أكبر .

ب . إذا كانت درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية الآن تساوي (3000K).

لن يكون إشعاع الخلفية الكونية دليلا على نظرية الانفجار العظيم؛ لأنه حتى يكون دليلا يجب تكون درجة حرارته المفترضة المقيسة حاليا تساوي (2.7K)، و هي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء .

**السؤال الرابع: أدرسُ الجدول الآتي الذي وضعه أحد الطلبة حين وُجّهَ سؤال له عن الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم، ثم أجيب عما يليه:**

| | | |
|---|---|---|
| إشعاع الخلفية الكونية | نسب الهيدروجين والهيليوم المتوافرة في الكون | درجة حرارة الكون الآنَ (2.7 K) |
| اكتشاف الكوازارات | انزياح أطياف النجوم فوق المستعرة نحو الأحمر | الطاقة المظلِمة |

**أ. أنقد الجدول الذي وضعه أحد الطلبة.**

**جميع الأدلة التي ذكرها الطالب صحيحة، ما عدا الطاقة المظلمة؛ لأنها المسؤولة عن تسارع توسع الكون.**

**ب. أقترح تعديلات يمكن إجراؤها على الجدول.**

**إضافة دليل" الاتساع المستمر للكون" بدلا من دليل الطاقة المظلمة.**

**السؤال الخامس: تدعي الطالبة ليان بأن تسميات مكونات الكون، و هي: الطاقة المظلمة، والمادة المظلمة، والمادة العادية، لها تفسيرات تتعلق بدورها في توسع الكون. أقوم صحة ادعاء ليان.**

**نعم ادعاء ليان صحيح؛ لأن المادة المظلمة مادة غير مألوفة، و كذلك الطاقة المظلمة فإنها طاقة غير مألوفة، ولا نعرف طبيعة كل منهما، و يظهر تأثيرهما من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية المرئية التي تتكون من الهيدروجين و الهيليوم و عناصر أخرى .**

# الوحدة 5

# الاستكشاف الجيولوجي
# Geological Exploration

قال تعالى:

﴿فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الْأَرْضِ﴾

(سورة الرعد: الآية 17)

## أتأمل الصورة

تحتوي الصخور على خامات معدِنية عديدة بأشكال متنوعة، منها: العُروق، والعدسات، وتُستخدَم طرق عدّة لاستكشاف تلك الخامات. فما تلك الطرق؟ وكيف تُستخدَم؟

قال تعالى : "فَأَمَّا الزبدُ فَيذْهَبُ جُفَاء وَ أَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُث فِي الْأَرْضِ " (سورة الرعد : الآية 17)

**أتأمل الصورة : تحتوي الصخور على خامات معدنية عديدة بأشكال متنوعة، منها: العروق و العدسات، و تُستخدم طرق عدة لاستكشاف تلك الخامات. فما تلك الطرق؟ وكيف تُستخدم؟**

**توجد طرق عدة تستخدم في استكشاف الخامات المعدنية وهي:**

1. **طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي : و منها الكهربائية و المغناطيسية و الزلزالية.**

**تستخدم الخصائص الفيزيائية للخام في الاستكشاف الجيوفيزيائي حيث يتم تحديد الاختلاف بين تلك الخصائص الموجودة في الخام و الخصائص الموجودة في الصخور المضيفة.**

2. **طرق الاستكشاف الجيوكيميائي : تستخدم في استكشاف الخامات المعدنية.**

**أما في الاستكشاف الجيوكيميائي فيتم إجراء تحليل كيميائي للصخور في منطقة الدراسة لتعرف أية زيادة في تراكيز الخام المراد استكشافه نسبة للتراكيز الطبيعية الموجودة في الصخور، و تحديد أية شواذ جيوكيميائية في المنطقة.**

## الفكرة العامة:

**تُستخدم طرق عدة في عمليات الاستكشاف الجيولوجي للصخور و الخامات المعدنية التي تحويها، منها:**

1. **رسم الخرائط الجيولوجية .**
2. **المسوح الجيوفيزيائية .**
3. **المسوح الجيوكيميائية.**

## الدرس الأول: الخرائط الجيولوجية

**الفكرة الرئيسة: تُستخدم الخرائط الجيولوجية لتمثيل الطبقات الصخرية و التراكيب الجيولوجية باستخدام رموز خاصة بذلك.**

## الدرس الثاني : طرائق الاستكشاف الجيولوجي

**الفكرة الرئيسة : تحتوي صخور القشرة الأرضية على خامات معدنية عدة، و تُستخدم طرائق الاستكشاف الجيولوجي المختلفة في البحث عنها؛ لاستثمارها الاستفادة منها.**

## تجربة استهلالية " رسم مقطع عرضي طبوغرافي "

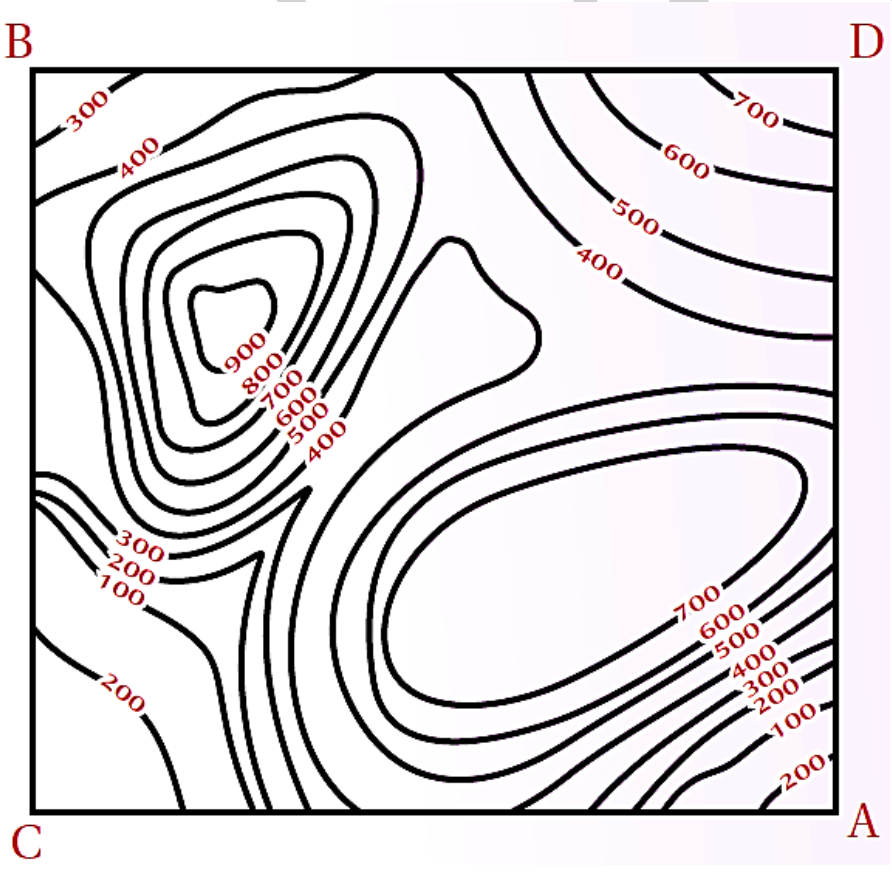
**المقطع العرضي الطبوغرافي Topographic Cross-Section: مقطع رأسي لجزء من سطح الأرض يوضّح شكل التضاريس فيها ؛ من منخفضات و جبال و وديان و غيرها.**

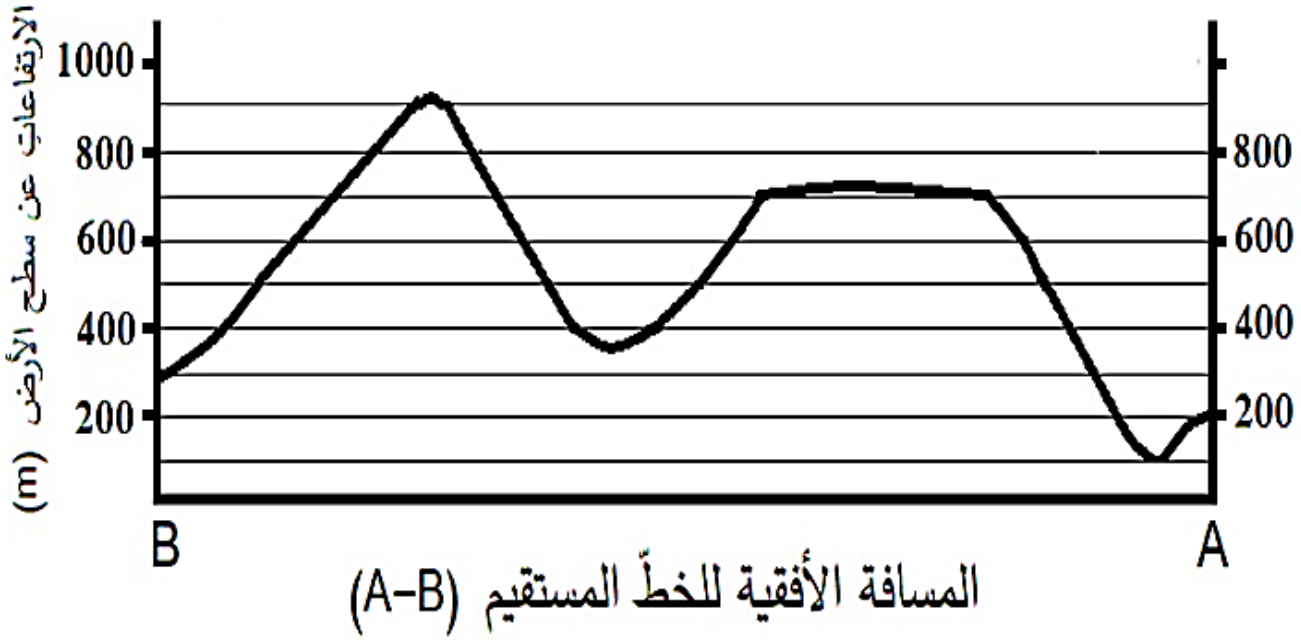
- **فكيف يُرسم المقطع العرضي الطبوغرافي؟**

**المواد و الأدوات: خريطة كُنتورية، ورقة رسم بياني، مسطرة مترية، قلم**

**خطوات العمل:**

1. **أصل بخط مستقيم بين النقطتين (A-B) على الخريطة الكنتورية.**
2. **أضع الطرف العلوي لورقة الرسم البياني على امتداد الخط المستقيم (A-B)، بحيث تتطابق حافتها العلوية على الخط.**
3. **أحدّد على ورقة الرسم البياني بداية الخط المستقيم و نهايته، و نقاط تقاطعه مع خطوط الكنتور، مع كتابة قيمة الارتفاع التي يمثله كل خط كنتور بجانب نقطة التقاطع التي حددتها.**
4. **أرسم على الطرف المقابل لقيم الارتفاعات التي أسقطتها على ورقة الرسم البياني محورين متعامدين يمثل المحور الأفقي منهما المسافة الأفقية للخط المستقيم (A-B)، و يمثل المحور الرأسي الارتفاعات عن سطح الأرض بوحدة (m).**
5. **أسقط قيم خطوط الكنتور على ورقة الرسم البياني بحسب ما يقابلها من ارتفاعات على المحور الرأسي.**
6. **أصل بين النقاط جميعها من دون استخدام المسطرة؛ لتمثيل مقطع عرضي للمظاهر الطبوغرافية لسطح الأرض على امتداد الخط (A-B).**






**التحليل والاستنتاج:**

1. أحدّد أعلى ارتفاع في المقطع العرضي و أقل ارتفاع فيه.

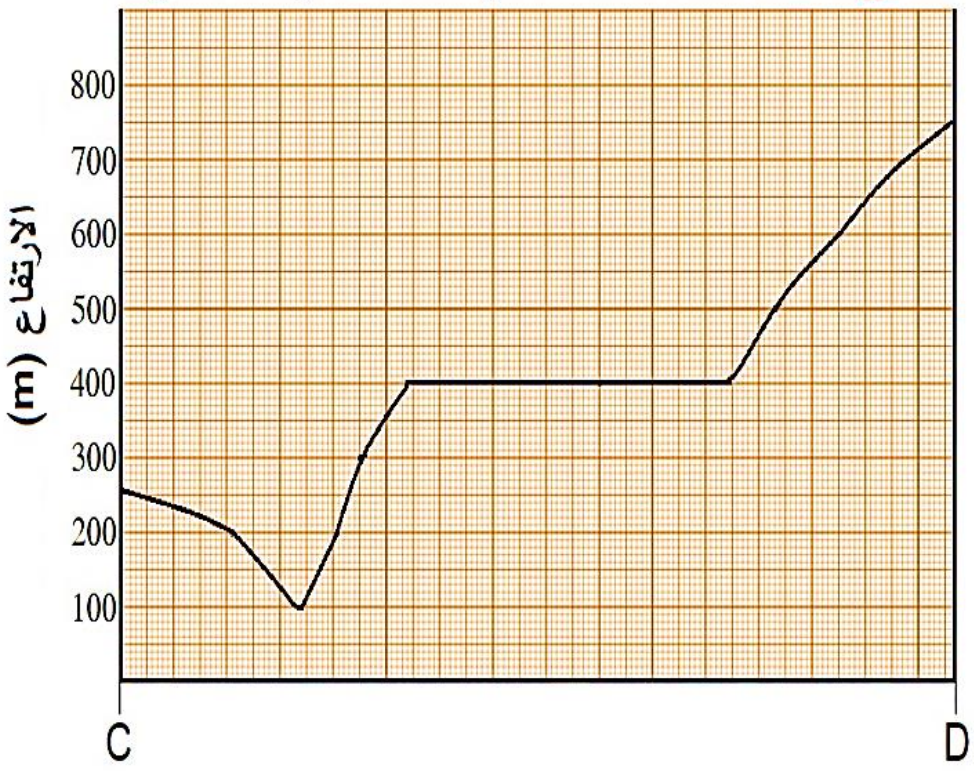
أعلى ارتفاع = 900 m

أقل ارتفاع = 100 m

2. أستنتج المظاهر الطبوغرافية التي حصلت عليها.

جبل وهضبة بينهما وادي

3. أستنتج المظهر الطبوغرافي الذي سينتج إذا رسمت مقطعًا عرضيًّا لسطح الأرض على امتداد الخطّ المستقيم ( (C-D الذي يُعامِد الخطَّ المستقيم (A-B).




المظهر الطبوغرافي الذي سيظهر هو :

1. منحدر يمتد من النقطة D باتجاه النقطة C
2. ثم منطقة منبسطة ثم وادي صغير ، كما في الرسم التالي:

# الدرس الأول : الخرائط الجيولوجية Geological Maps

**الفكرة الرئيسة :** تستخدم الخرائط الجيولوجية لتمثيل الطبقات الصخرية والتراكيب الجيولوجية باستخدام رموز خاصة بذلك.

## أنواع الخرائط Types of Maps

### ما أهمية الخرائط الجيولوجية :

1. تُعَدُّ الخرائط من الوسائل المهمة التي نستطيع بها تمثيل العديد من المعالم و المظاهر الطبيعية، مثل:

1.التضاريس 2. أنواع الصخور 3. التراكيب الجيولوجية 4. توزّع الأمطار.

2. تسهل الخرائط تفسير البيانات و المعلومات بدلا من كتابتها على شكل نصوص؛ لذا تعد مصدرًا مهما للعديد من المعلومات التي يمكن توظيفها في مجالات متنوعة. و هي معروفة لدى الإنسان منذ القدم، إذ استخدمها البابليون والفراعنة واليونانيون وغيرهم.
3. تتنوع الخرائط في أغراضها و أنواعها فمنها :

1.الخرائط الكنتورية 2. الخرائط الطبوغرافية 3. الخرائط الجيولوجية

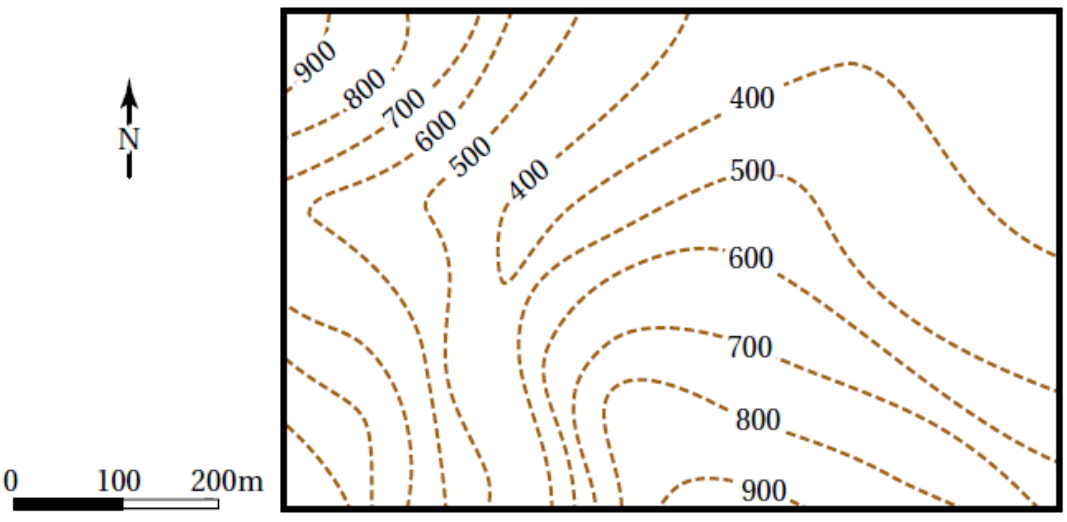
4. الخرائط الجيوفيزيائية 5. الخرائط الجيوكيميائية.

✓ وتُعدّ معرفة الخرائط الكنتورية و الخرائط الطبوغرافية مهمة في رسم الخرائط الجيولوجية.

### ❖ الخرائط الكنتورية و الخرائط الطبوغرافية Contour and Topographic Maps

**الخريطة الكنتورية Contour Map :** خريطة توضح تضاريس سطح الأرض في صور مجسمة عن طريق استخدام عدد من الخطوط تسمى خطوط الكنتور، أنظر الشكل (1) .

✓ ماذا تصبح الخريطة الكنتورية عند إضافة المظاهر الطبيعية و البشرية ؟ خريطة طبوغرافية




الشكل (1): خريطة كنتورية تمثل الارتفاع عن سطح الأرض.

أحدد أعلى قيمة و أقل قيمة لخطوط الكنتور.

أعلى قيمة = 900m

أقل قيمة = 400m

**للخرائط الكنتورية و الطبوغرافية عناصر عدّة ، منها :**

1. **خط الكنتور Contour Line: الخط الوهمي الذي يصل بين مجموعة من النقاط ذات القيم المتساوية في الارتفاع .**

**مميزات خطوط الكنتور :**

1. **تمتاز خطوط الكنتور في الخرائط المتنوعة بأنها لا تتقاطع مع بعضها البعض، و هي تمثل في الخرائط الطبوغرافية قيمًا متساوية في الارتفاع نسبة إلى سطح البحر .**
2. **تكون القيم سالبة إذا انخفض ، خط الكنتور عن سطح البحر.**
3. **تكون القيم موجبة إذا ارتفع منسوب خط الكنتور عن سطح البحر.**

2. **الفترة الكنتورية Contour Interval: المسافة الرأسية بين أي خطَّينِ كُنتوريين متتاليين الفترة الكنتورية Contour Interval، و هي ثابتة في الخريطة الواحدة، و تختلف من خريطة إلى أخرى بحسب الغرض من الخريطة.**

3. **مقياس الرسم Map scale تحتاج الخرائط بأنواعها المتعددة إلى مقياس رسم .**

**مقياس الرسم : النسبة الثابتة بين طول بعدين أحدهما حقيقي على سطح الأرض و الآخر على الخريطة.**

✓ **كيف يمكن التعبير عن مقياس الرسم بطرائق متعددة، فمنها:**

**1.المقياس الكتابي 2. المقياس الكسري 3. المقياس النسبي 4. مقياس الرسم البياني (الخطي)**

**أنظر الشكل (2).**

المقياس الكتابي 1cm يساوي 1km

المقياس الكسري 1/100000

المقياس النِّسبي 1: 100000

مقياس الرسم البياني (الخطّي)

الشكل (2): يُعبَّر عن مقياس الرسم بطرائق متعددة، فمنه: الكتابي، والكسري، والنِّسبي، والبياني (الخطّي).

## الربط بالتكنولوجيا

كيف تحدد وتُرصد النقاط التي تمثل خطوط الكنتور ؟ باستخدام نظام الموقع العالمي.

نظام الموقع العالمي Global Positioning System (GPS) : هو نظام يعتمد على استخدام الأقمار الصناعية في تحديد تلك المواقع.

### ما مبدأ عمل نظام الموقع العالمي ؟

1. هذا النظام يقوم على بث إشارات من الأقمار الصناعية على شكل موجات الميكروويف (موجات كهرمغناطيسية أطوالها الموجية تقع بين الأطوال الموجية لكل من الموجات الراديوية و الأشعة تحت الحمراء)،
2. تستلم أجهزة الاستقبال تلك الإشارات، ثم ترسلها مرة أخرى إلى الأقمار الصناعية، و من معرفة زمن استقبال الإشارة و إرسالها يُحدد بعد أجهزة الاستقبال.

- تُستخدم ثلاثة أقمار صناعية على الأقل في تحديد موقع جهاز الاستقبال بدقة.

## الخرائط الجيولوجية Geological Maps

الخريطة الجيولوجية : خريطة كنتورية أو طبوغرافية يمثل عليها الجيولوجيون البيانات الجيولوجية لإظهار المعالم و المظاهر الجيولوجية المتنوعة، مثل: أنواع الصخور المختلفة، و ميل الطبقات و التراكيب الجيولوجية .

لماذا يستخدم الجيولوجيون البيانات الموضّحة على الخريطة الجيولوجية ؟

في استنتاج نوع الصخور و الطبقات الموجودة أسفل سطح الأرض.

كيف تمثل الطبقات الصخرية المختلفة على الخريطة الجيولوجية ؟

اعتمادًا على زاوية ميلها واتجاه الميل و المضرب، حيث :

أ. تكون الطبقات الأفقية موازيةً لخطوط الكنتور.

ب. أما الطبقات المائلة و الرأسية فتتقاطع حدودها مع خطوط الكنتور بحسب زوايا ميلها.

- العناصر الرئيسة للخريطة الجيولوجية ، إذ يجب أن تحتوي على:

أ. العنوان الذي يوضح الغرض من رسمها .

ب. مقياس الرسم .

ت. دليل الخريطة.

## ماذا تُستخدم في الخرائط الجيولوجية؟

رموز خاصة بأنواع الصخور و التراكيب الجيولوجية و وضعية الطبقات فيها، و يمكن أيضًا استخدام ألوان خاصة بكل نوع من الصخور، أو دمج الألوان مع الرموز .

**أنظر الشكل (3) الذي يوضح بعض الرموز المستخدمة في الخرائط الجيولوجية.**

| نوع الصخر | رمز الصخر |
|---|---|
| الصخر الرملي. | |
| صخر الغضار. | |
| الصخر الطيني. | |
| صخر الكونغلوميريت. | |
| صخر البريشيا. | |
| الصخر الجيري. | |
| صخر الدولوميت. | |
| الفحم الحجري. | |
| الرماد البركاني. | |
| صخر الغرانيت. | |
| صخر الشيست. | |

(A)

| الوصف | الرمز |
|---|---|
| المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات المائلة. | 30° |
| المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات الأفقية. | |
| المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات الرأسية. | |
| طيّة مقعرة. | |
| طيّة محدبة. | |

(B)

الشكل (3): الرموز المستخدمة في الخرائط الجيولوجية.

(A): رموز تمثل أنواعا مختلفة من الصخور. (B): رموز تمثل تراكيب جيولوجية و وضعية الطبقات فيها.

**افكر:**

**ما العلاقة بين تقارب الخطوط الكنتورية وبين طبيعة التضاريس من حيث شدة الانحدار ؟**

يدل تقارب خطوط الكنتور في الخرائط الكُنتورية على وجود انحدار في سطح الأرض، و كلما زاد التقارب بين خطوط الكنتور زادت شدة الانحدار.

✓ **اتحقق: أوضح مفهوم الخريطة الجيولوجية.**

**الخريطة الجيولوجية:خريطة كُنتورية أو طبوغرافية يمثل الجيولوجيون عليها المعطيات الجيولوجية لإظهار المعالم الجيولوجية المتنوعة ، مثل :**

**1.أنواع الصخور 2.ميل الطبقات 3. التراكيب الجيولوجية 4.الميل والمضرب واتجاه الميل**

**الميل و المضرب و اتجاه الميل Dip, Strike and Dip Direction**

تعلمت سابقاً أن الطبقات الرسوبية في الطبيعة تتكون بصورة أفقية، و لكنها إذا تعرضت إلى إجهادات مختلفة فإنها تتشوه، فقد تميل، أو تنثني، أو تتصدّع.

كيف تتعرّف وضعية الطبقات Attitude of Layers في الطبيعة؟

بشكل عام تُحدّد ثلاثة متغيرات لها و هي: 1. الميل

2. المضرب

3. اتجاه الميل

الشكل (4): البوصلة الجيولوجية المستخدَمة في تحديد وضعية الطبقات الصخرية.

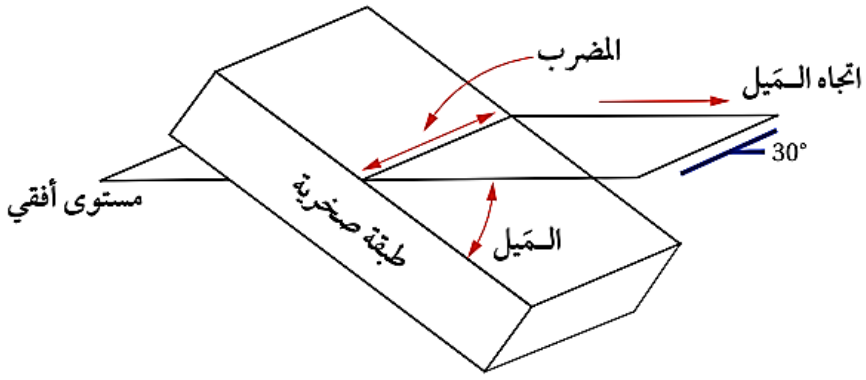
ماذا يُستخدم لقياس هذه المتغيرات؟

البوصلة الجيولوجية .

إذ يُقاس باستخدام البوصلة الجيولوجية :

1. اتجاه المضرب و اتجاه الميل للطبقة : على شكل زاوية محصورة بين اتجاه سطح الطبقة و اتجاه الشمال الجغرافي .
2. تحتوي البوصلة على جهاز مقياس الميل: الذي يُقاس به ميل الطبقة. أنظر الشكل (4).

- ✓ الميل Dip : أكبر زاوية يصنعها سطح الطبقة العلوي مع المستوى الأفقي، وتُعَدُّ الطبقة مائلة إذا كانت الزاوية أقل من $90^0$ وأكثر من $0^0$.
- ✓ اتجاه الميل : الاتجاه الجغرافي لميل الطبقة .
- ✓ المضرب : هو الخط الناتج من تقاطع سطح الطبقة المائلة مع المستوى الأفقي، وهو يمثل امتداد الطبقة، و يتعامد دائما مع اتجاه الميل، و تُحدد قيمته بانحرافه عن الشمال الجغرافي مع اتجاه عقارب الساعة، أنظر الشكل (5).




الشكل (5): يُستخدم كل من الميل واتجاه الميل والمضرب في تحديد وضعية الطبقات.

أحدد : ما العلاقة بين المضرب و اتجاه الميل؟

يتعامد المضرب دائما مع اتجاه الميل

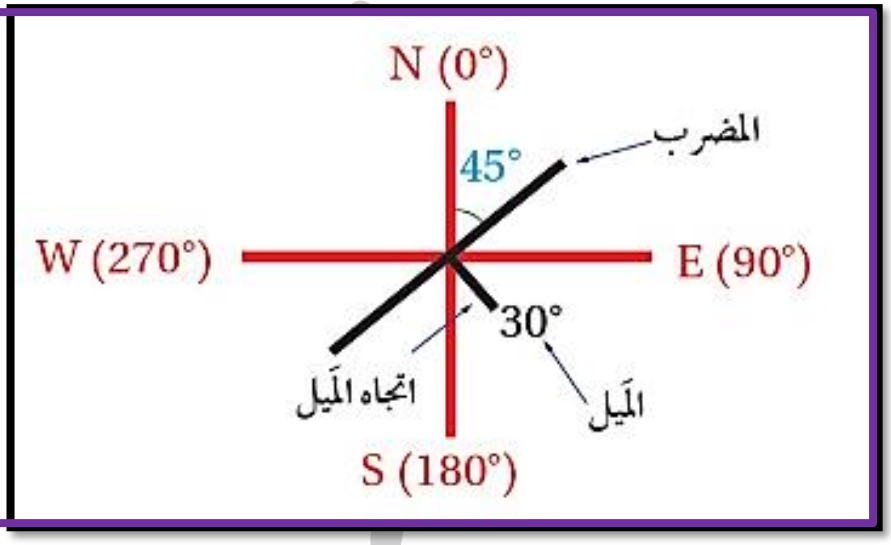
افكر

**ما قيمة الميل لكل من الطبقة الأفقية، و الطبقة الرأسية؟**

**الطبقة الأفقية = $0^0$** **الطبقة الرأسية = $90^0$**

**كيف يُحدد الجيولوجيون كلا من الميل و اتجاه الميل و المضرب للطبقات؟**

**باستخدام رموز معينة و يمثلونها على الخرائط الجيولوجية .**




الشكل (6): الرمز المستخدم لتمثيل قيمة كل من الميل و اتجاه الميل و المضرب للطبقات على الخرائط الجيولوجية.

أستنتج: هل توجد علاقة بين الميل و اتجاه الميل؟

لا توجد علاقة بين الميل و اتجاه الميل

**أنظر الشكل (6) ، الذي يمثل رموز المضرب و الميل و اتجاه الميل، إذ يشير :**

1. **الخط الطويل إلى اتجاه المضرب**
2. **الخط القصير إلى اتجاه الميل**
3. **الرقم المجاور للخط القصير فيشير إلى الميل**

**ألاحظ في الشكل أن :**

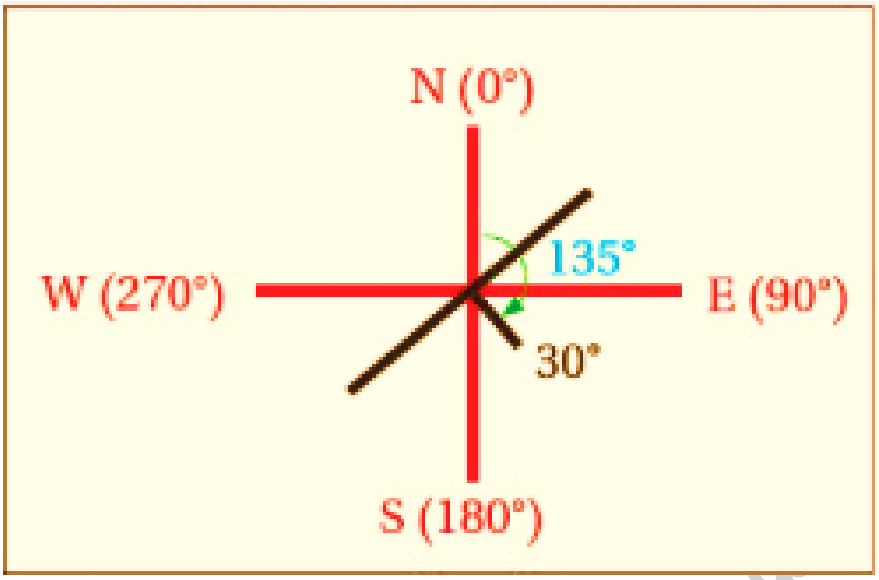
1. **لمضرب الطبقة قيمتين تمثلان اتجاهين هما: $45^0$ شمال شرق ، و $225^0$ جنوب غرب .**
   **و غالبًا ما يُحدّد الجيولوجيون اتجاها واحدا فقط للمضرب، و عادة تُؤخَذ القراءة الأصغر.**
2. **أمّا الميل فيساوي $30^0$ باتجاه الجنوب الشرقي.**

✓ **أتحقق: أحدّد اتجاه مضرب طبقة ما إذا كانت قيمة زاوية المضرب المقيسة باستخدام البوصلة الجيولوجية تساوي ($0^0$).**

**إذا تم قياس زاوية المضرب فوجد أن قيمتها تساوى 0° فهذا يدل على أن اتجاه المضرب نحو الشمال، و الإتجاه الآخر للمضرب نحو الجنوب.**

## مثال

**يمثل الشكل الآتي مضرب إحدى الطبقات و ميلها و اتجاه ميلها. فإذا علمتُ أن قيمة اتجاه الميل تساوي ($135^0$) فأجد:**




1. **قيمة مضرب الطبقة.**
2. **الاتجاه الجغرافي لمضرب الطبقة.**
3. **قيمة ميل الطبقة.**
4. **اتجاه ميل الطبقة.**

## الحل:

**1.لأن قيمة اتجاه الميل تساوي 135° فإن:**

**قيمة المضرب الصغرى تساوي: $135^0-90^0=45^0$**

**و قيمة المضرب الكبرى تساوي: $135^0+90^0=225$**

**2. الاتجاه الأول للمضرب شمال شرق.**

**أما الاتجاه التاني له فهو: جنوب غرب.**

**3 . ميل الطبقة يساوي : $30^0$**

**4. اتجاه ميل الطبقة : جنوب شرق.**

**تمرين.**

**إذا علمتُ أن قيمة المضرب لطبقة من الصخر الجيري تساوي $25^0$، وقيمة ميل الطبقة تساوي $55^0$ باتجاه شمال غرب، فأجد :**

1. **قيمة المضرب الأخرى**
2. **قيمة اتجاه الميل**
3. **أرسم رمز المضرب و الميل واتجاه الميل.**

**الحل :**

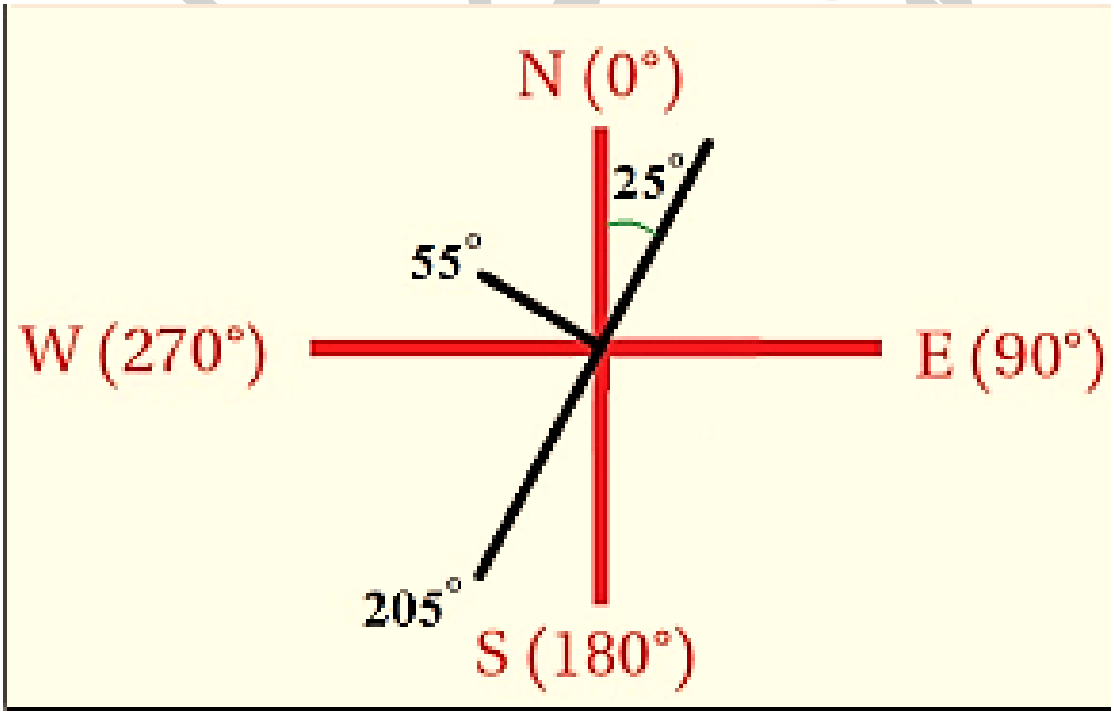
1. **بما أن زاوية المضرب الأولى تساوي 250 فإن الزاوية الأخرى للمضرب .**

**تساوي:** $25\,° + 180\,° = 205\,°$

2. **بما أن اتجاه الميل دائما عمودي على المضرب فإن قيمة اتجاه الميل تساوي:**

$205° + 90\,° = 295\,°$

3. **رسم رمز المضرب و الميل واتجاه الميل.**




**ولتعرّف خصائص الخرائط الجيولوجية أنفّذ النشاط الآتي:**

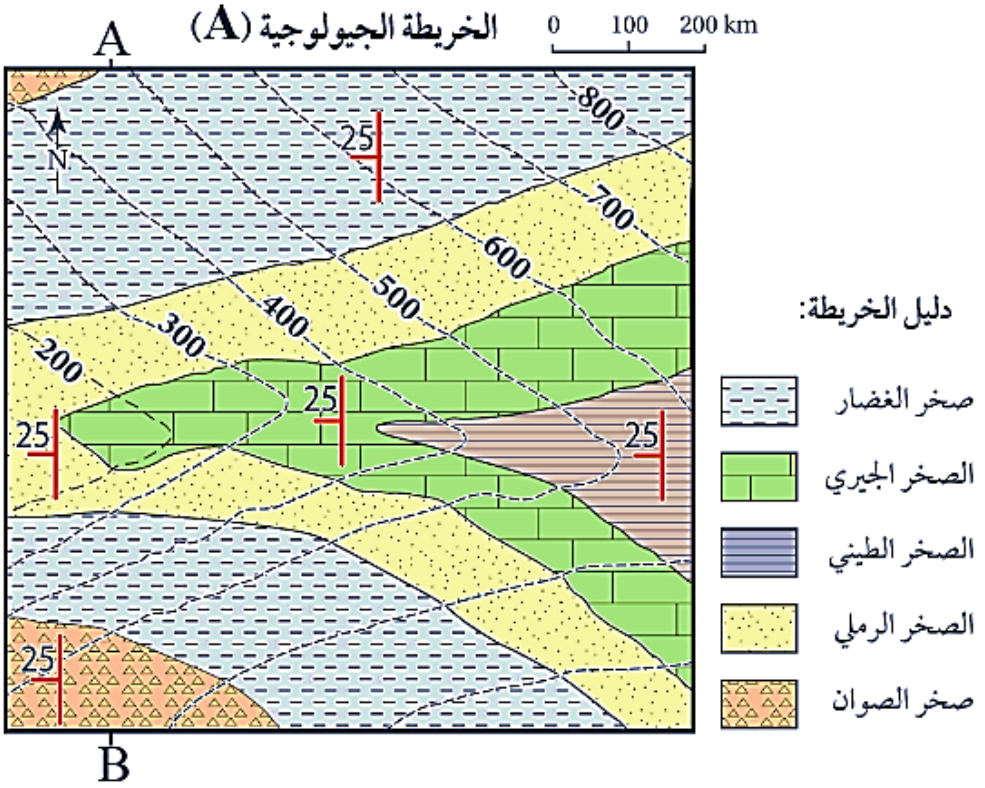
**نشاط " خصائص الخرائط الجيولوجية "**

- **لماذا يستخدم الجيولوجيون الخرائط الجيولوجية ؟**

**لدراسة المناطق المتعددة و تعرُّفِ خصائصها الجيولوجية، مثل:**

**1. أنواع الصخور 2. و ضعية الطبقات (ميلها) 3. التراكيب الجيولوجية**

**و يمثل الشكل الآتي إحدى هذه الخرائط. أدرس الشكل، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:**




**التحليل والاستنتاج:**

**1. أحدّد نوع مقياس الرسم في الخريطة الجيولوجية.**

**مقياس رسم بياني أو (خطي).**

**2. أستنتج اتجاه الميل والمضرب لطبقة الصخر الرملي.**

**اتجاه الميل : غرب**

**المضرب شمال($0^0$) - جنوب ($180^0$).**

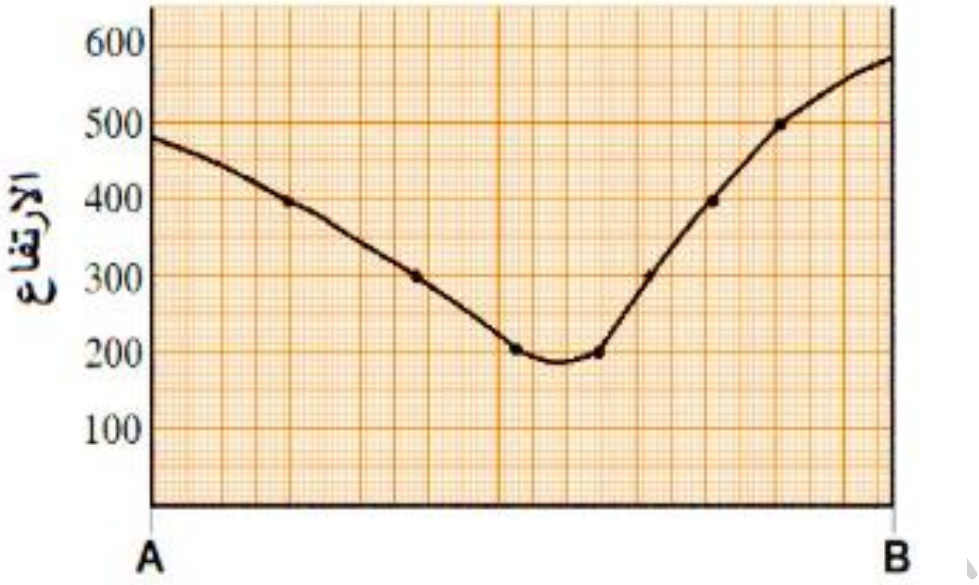
**3. أحدّد أعلى قيمة وأقل قيمة لارتفاع الصخور المتكشفة في الشكل.**

**أعلى قيمة لارتفاع الصخور المتكشفة = 800 m**

**أقل قيمة لارتفاع الصخور المتكشفة = 200 m**

**4. أستنتج : أفترض أن مقطعًا عرضيًّا رُسم بين النقطتين (A,B)، ما الشكل الطبوغرافي الذي سيظهر اعتمادًا على قيم خطوط الكنتور؟**

الشكل الطبوغرافي يمثل واديًا، كما في الشكل التالي:




4. أفسر : هل الطبقات الظاهرة في الخريطة أفقية أم مائلة؟ لماذا؟

أستنتج أن الطبقات مائلة، وذلك لأن سطح الطبقات يتقاطع مع خطوط الكنتور، وكذلك من زاوية الميل التي تساوي 25°.

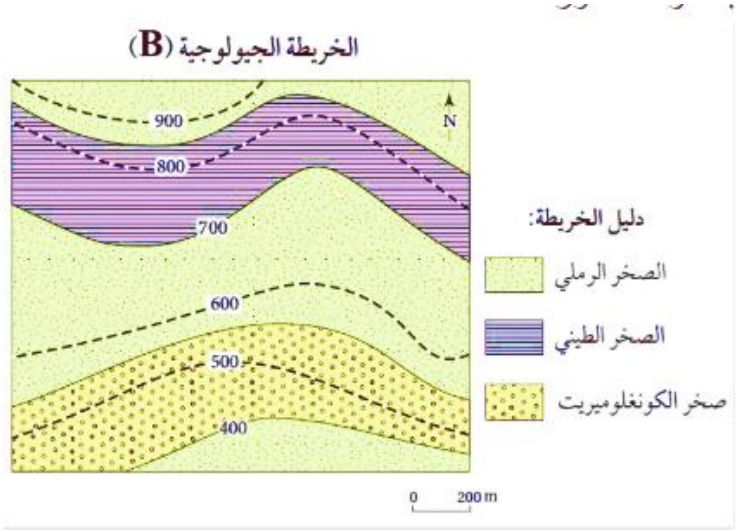
## المقطع العرضي الجيولوجي Geological Cross section

**المقطع العرضي الجيولوجي** : مقطع رأسي لصخور منطقة ما يوضح ترتيب الطبقات المتكشفة على سطح الأرض أو تحت سطح الأرض وشكلها كما تمثله الخريطة الجيولوجية.

**و قد تعلمت أنه يوجد نوعان من الخرائط الجيولوجية :**

1. أحدهما خرائط تمثل **طبقات أفقية** تكون الطبقات فيها موازية لخطوط الكنتور، أنظر الشكل (7).
   - كيف تُمثل الطبقات الأفقية في المقطع الجيولوجي ؟

برسم خطوط أفقية متوازية، مع الأخذ في الحسبان سمك كل طبقة وعلاقتها بخطوط الكنتور .

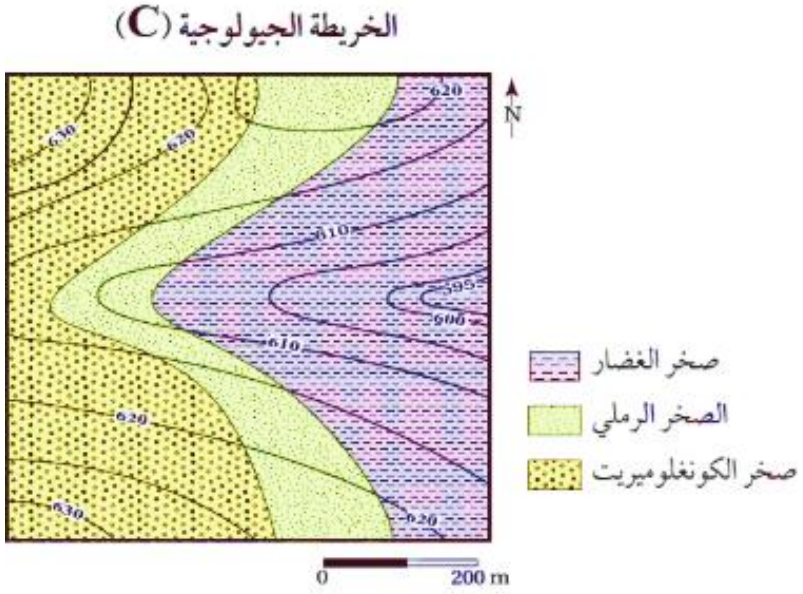



الشكل (7): خريطة جيولوجية تمثل طبقات أفقية.

أستنتج العلاقة بين خطوط الكنتور وسطوح الطبقات الأفقية الظاهرة في الخريطة.

أستنتج ان خطوط الكنتور توازي سطوح الطبقات الأفقية في الخريطة.

2. الأخرى خرائط تمثل **طبقات مائلة** تتقاطع فيها حدود الطبقات مع خطوط الكنتور بزوايا مختلفة، أنظر الشكل (8).




الشكل (8): تتقاطع حدود الطبقات مع خطوط الكنتور في الخرائط الجيولوجية التي تمثل طبقات مائلة.

✓ **أتحقق**: أحدّد العلاقة بين خطوط الكنتور وبين سطوح الطبقات المائلة في الخرائط الجيولوجية.

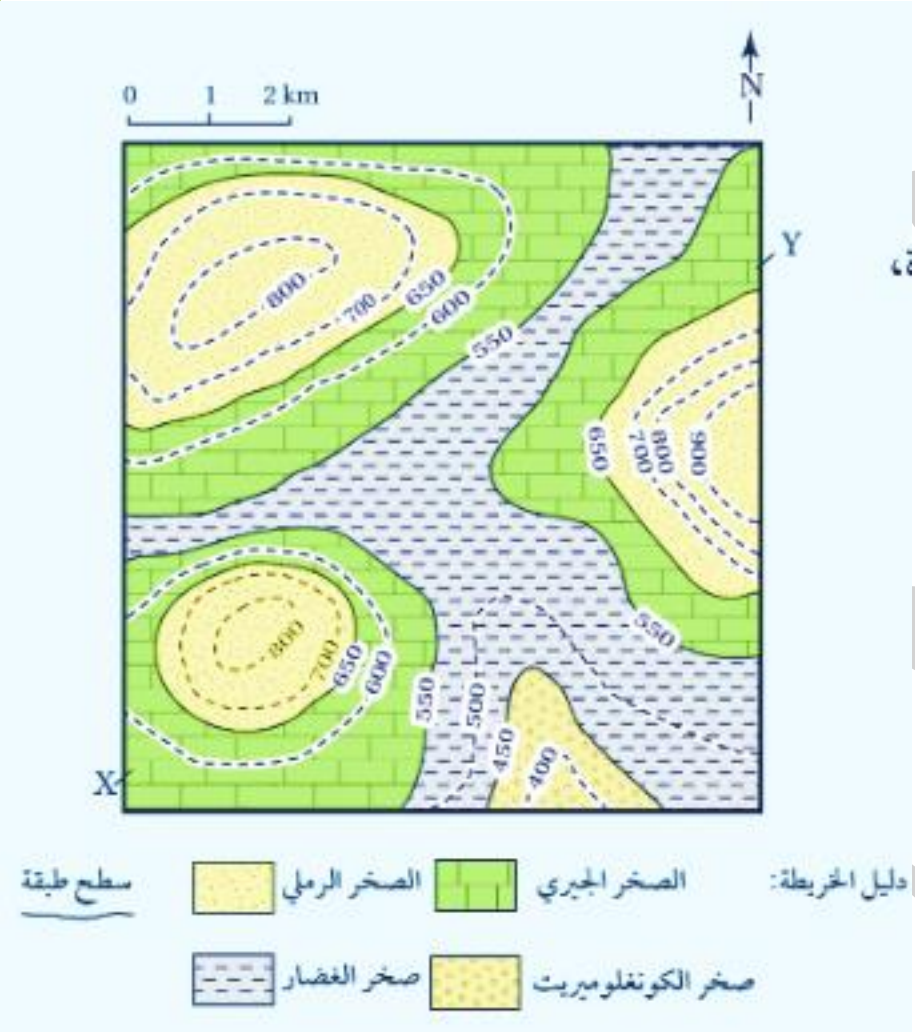
تتقاطع حدود الطبقات مع خطوط الكنتور في الخرائط الجيولوجية التي تمثل طبقات مائلة.

و لتعرف كيفية رسم مقطع جيولوجي يمثل طبقات أفقية أنفذ التجربة الآتية:

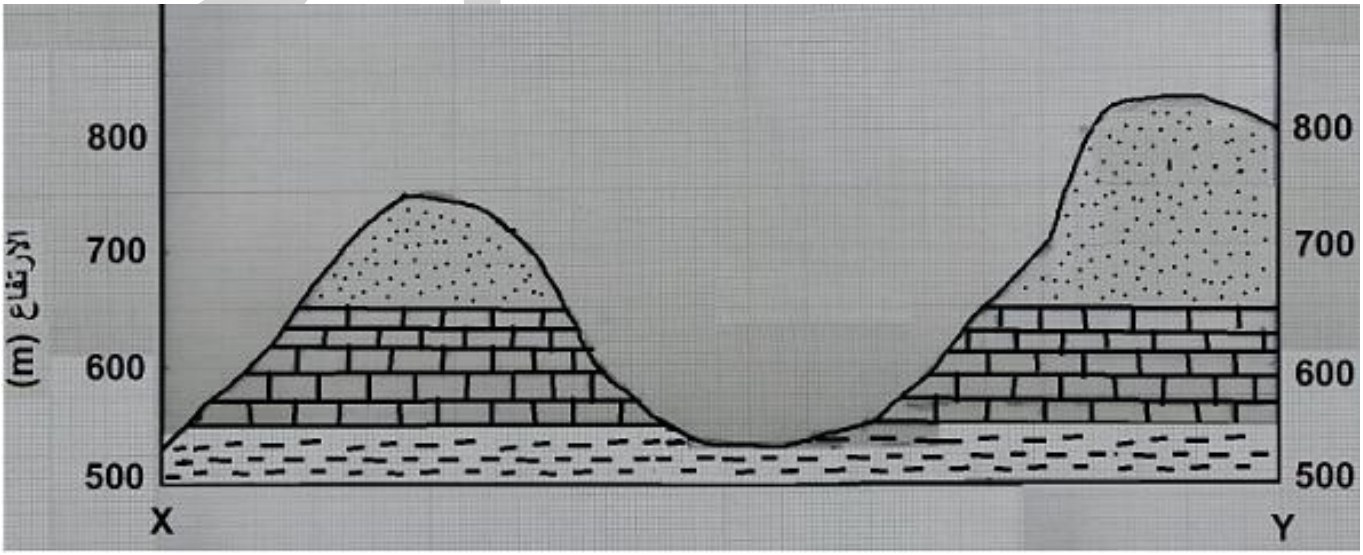
## التجربة 1 "مقطع جيولوجي لطبقات أفقية "

**المواد والأدوات:** خريطة جيولوجية ، مسطرة ، ورق رسم بياني.

**خطوات العمل:**




1. أدرس الخريطة الجيولوجية التي تمثل طبقات أفقيةً موازية لخطوط الكنتور.
2. أرسم مقطعًا عرضيًّا يوضح المظاهر الطبوغرافية بين النقطتين (X -Y) على الخريطة مثلما نفّذته في التجربة الاستهلالية.
3. أضع الطرف العلوي لورقة الرسم البياني على امتداد الخط المستقيم، و أحدد نقاط تقاطع حدود الطبقات الصخرية المتكشفة الظاهرة في الخريطة الجيولوجية، ثم أنقل مواقع النقاط على الخط الطبوغرافي الذي يمثل سطح الأرض.
4. أرسم الطبقات الأفقية، و ذلك برسم خط أفقي على امتداد النقاط المحددة يمثل سطح كل طبقة من الطبقات بحسب ارتفاعها، باستعمال المسطرة.
5. أضع رموز كل طبقة كما في دليل الخريطة الموجود أسفلها.




**التحليل والاستنتاج:**

1.أحدّد أحدث الطبقات وأقدمها في المقطع العرضي.

أحدث الطبقات (طبقات الصخر الرملي). أقدم الطبقات (طبقات صخر الغضار).

2.أستنتج العلاقة بين خطوط الكنتور و بين سطوح الطبقات.

متوازية بعضها مع بعض (سطوح الطبقات الأفقية توازي خطوط الكنتور، أو تنطبق عليها).

3.أحسب سمك طبقة الصخر الجيري في المقطع العرضي للخط المستقيم (X -Y).

سمك طبقة الصخر الجيري يساوي 100 m

ماذا تلاحظ بعد تنفيذ التجربة؟

ألاحظ بعد تنفيذي للتجربة أنّ رسم الطبقات الأفقية في المقطع العرضي الجيولوجي تم برسم خطوط أفقية متوازية، مع الأخذ في الحسبان شمك كل طبقة وعلاقتها بخطوط الكنتور.

## مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أذكر ثلاثة عناصر يجب توافرها في الخريطة الجيولوجية.
   1) العنوان الذي يوضح الغرض من رسمها.
   2) مقياس الرسم.
   3) دليل الخريطة.
2. أقارن بين الخريطة الكنتورية والخريطة الطبوغرافية من حيث مكونات كل منهما.

| نوع الخريطة | مكونات كل منهما |
|---|---|
| الكنتورية | تتكون من خطوط كنتورية تمثل تضاريس سطح الأرض فقط. |
| الطبوغرافية | تتكون من خطوط كنتورية تمثل تضاريس سطح الأرض بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية والبشرية. |

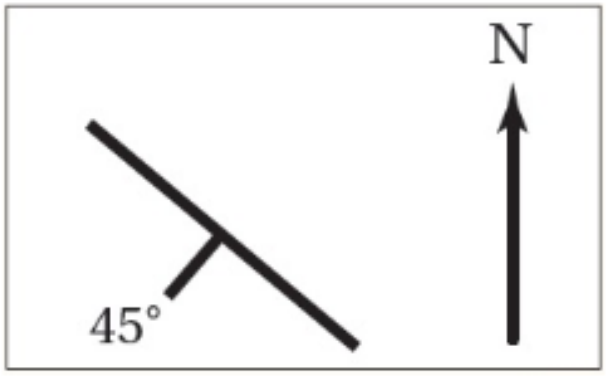
3. أعبر عن مقياس الرسم الآتي: كلّ 1 cm على الخريطة يساوي 20 km في الطبيعة بطريقة المقياس النسبي.

1:2000000

بحيث يمثلُ الرقم الأوّلُ البعد على الخريطة، ودائمًا ما يكونُ( الواحد الصحيح)

بينما يمثلُ الرقم الثاني البعد على سطح الأرض. وكما تلاحظ، فإنه في حال عدم ذكر وحدة القياس، فهي دائمًا (السنتيمتر)(cm).

**4. أدرس الشكل المجاور الذي يمثل وضعية إحدى الطبقات الرسوبية، ثم أجد قيمة كل من الميل والمضرب، علما أن زاوية اتجاه الميل تساوي $225^0$**




**ميل الطبقة يساوي : $45^0$**

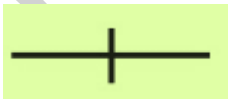
**لأن قيمة اتجاه الميل تساوي $225°$**

**فإن:**

**- قيمة المضرب الصغرى تساوي: $225° - 90° = 135°$**

**- قيمة المضرب الكبرى تساوي : $225° + 90° = 315°$**

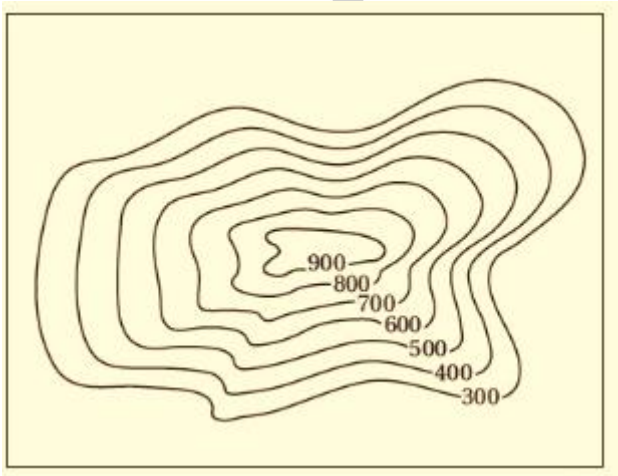
**5. أرسم رمز الطبقة الرأسية.**



**6. أستنتج : هل يوجد مضرب للطبقة الأفقية؟ لماذا؟**

**لا يوجد مضرب للطبقة الأفقية؛ لأن المضرب هو الخط الناتج من تقاطع سطح الطبقة مع المستوى الأفقي و في الطبقات الأفقية يكون سطح الطبقة و المستوى الأفقي متوازيين لذلك لا يكون هناك امتداد أو اتجاه محدد للطبقة.**

**7. أستنتج المظهر الطبوغرافي في الخريطة الكنتورية الآتية:**




**المظهر الطبوغرافي في الخريطة الكنتورية هو الجبل.**

# الدرس (2) : طرائق الاستكشاف الجيولوجي

## الفكرة الرئيسة:

تحتوي صخور القشرة الأرضية على خامات معدنية عدة، و تُستخدم طرائق الاستكشاف الجيولوجي المختلفة في البحث عنها؛ لاستثمارها و الاستفادة منها.

## الخامات المعدنية Ore Minerals

فسر: أدت الزيادة في عدد سكان العالم وما تبعها من تطور في النشاط الصناعي إلى ضرورة البحث عن مزيد من الخامات المعدنية في صخور القشرة الأرضية ؟

1. لسد الطلب المتزايد عليها.
2. إدخالها في عجلة التنمية.
3. النهوض بالاقتصاد العالمي.

فما المقصود بالخامات المعدنية؟ و ما طرائق البحث عنها؛ لاستخراجها والاستفادة منها ؟

- الخامات المعدنية : تجمعات معدنية توجد بأشكال و حجوم متعدّدة في صخور القشرة الأرضية بتراكيز تسمح باستثمارها اقتصاديا، و قد تكون هذه الخامات المعدنية خامات فلزيةً أو خامات لافلزية.
- ما أهمية استخدام طرائق الاستكشاف الجيولوجي ؟

للبحث عنها؛ بغرض استثمارها اقتصاديا مثل : خام الحديد، و خام النحاس، و خام الفوسفات.

- ما الخامات المعدنية التي يمتاز الأردن بها ؟

يمتاز الأردن بوجود كثير من بما فيها الخامات الفلزيّةُ مثل :خامات الحديد و النحاس

الخامات اللافلزية مثل: الفوسفات، و الصخر الجيري النقي، و الصخر الزيتي، و اليورانيوم، أنظر الشكل (9).

الشكل (9) صخور جيرية من منطقة سواقة في وسط الأردن تحتوي على خام اليورانيوم.

✓ أتحقق: أوضح المقصود بالخامات المعدنية.

تجمعات معدنية توجد بأشكال و حجوم متعدّدة في صخور القشرة الأرضية بتراكيز تسمح باستثمارها اقتصاديا، و قد تكون هذه الخامات المعدنية خامات فلزيةً أو خامات لافلزية.

## الاستكشاف الجيولوجي Geological Exploration

### مراحل الاستكشاف الجيولوجي :

تمر عملية الاستكشاف الجيولوجي بمرحلتين أساسيتين للبحث عن الخامات المعدنية و التوصل إلى أماكن توزعها :

### المرحلة الأولى تُسمّى عملية التنقيب Prospecting

**عملية التنقيب** : هي عملية مباشرة و غير مباشرة يحدد عن طريقها الأماكن المحتملة لتوزّع الخامات المعدنية، و ذلك باستخدام :

1. الصور الجوية
2. الخرائط الجيولوجية
3. جمع عينات من الصخور و التربة من سطح الأرض ودراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

### المرحلة الثانية تُسمّى الاستكشاف Exploration

**الاستكشاف** : هي عملية يتوجه فيها الجيولوجيون إلى المناطق التي حددتها عمليات التنقيب؛ للبحث التفصيلي عن الخامات المعدنية التي يمكن أن تكون موجودة فوق سطح الأرض، أو تحته؛ لتحديد قيمتها الاقتصادية، و في هذه العملية تُعرف:

1. خصائص الصخور
2. التراكيب الجيولوجية المختلفة
3. احتمالية توافر المياه الجوفية في المنطقة؛ و ذلك لتجنب مشكلات عديدة يمكن مواجهتها أثناء عملية استخراج الخامات المعدنية.

الشكل (10) استكشاف اليورانيوم في منطقة وسط الأردن.

### يتم الاستكشاف بطريقتين هما:

1. الاستكشاف الجيوفيزيائي
2. الاستكشاف الجيوكيميائي، أنظر الشكل (10).

### أفكر

كيف تساعد دراسة أنواع الصخور والتراكيب - الجيولوجية المتوافرة في منطقة ما على تقليل الوقت و الجهد في عملية الاستكشاف الجيولوجي للخامات المعدنية في تلك المنطقة ؟

توجد بعض الخامات المعدنية في صخور معينة دون غيرها لذا عند البحث عن خام معين فإننا نبحث عن الصخر المناسب و ليس جميع الصخور ما يقلل الوقت و الجهد، كما أن الخامات المعدنية تنتشر في المناطق التي تكثر فيها التراكيب الجيولوجية كالصدوع والطيات لأنها تمثل أماكن مناسبة لترسيب الخام من المحاليل الحرمائية و هذا يوفر أيضا الوقت و الجهد عند البحث عن الخامات المعدنية.

## الاستكشاف الجيوفيزيائي Geophysical Exploration

**ما الهدف من الاستكشاف الجيوفيزيائي ؟**

**يهدف الاستكشاف الجيوفيزيائي إلى البحث عن الخامات المعدنية في المنطقة قيد الدراسة التي تحمل صفات فيزيائية مغايرة عن الصخور المضيفة لها و يعتمد الاستكشاف الجيوفيزيائي على الخصائص الفيزيائية لتلك الخامات، إذ تحدد هذه الخصائص طريقة الاستكشاف الجيوفيزيائي المراد استخدامه للكشف عنها.**

**و لتعرف بعض هذه الخصائص الفيزيائية و طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي المستخدمة في الكشف عن الخامات المعدنية، أنظر الجدول (1)**

الجدول (1)* : الخصائص الفيزيائية للخامات المعدِنية وطرق الاستكشاف الجيوفيزيائي المستخدَمة في الكشف عنها.

| الخاصّية | المادة المراد استكشافها (الصخر، المعدِن) | طريقة المسح الجيوفيزيائي | الأعماق المَقيسة |
|---|---|---|---|
| المغناطيسية | معدِن الماغنيتيت، الصخور فوق القاعدية الغنية بالحديد. | المسح المغناطيسي | 0 – 20 km |
| الموصلية الكهربائية | الكبريتيدات، الغرافيت، الماء المالح في شقوق الصخور. | المسح الكهرمغناطيسي والمسح الكهربائي | 0 - 0.01 km |
| الكثافة | الكبريتيدات، الباريت، السلفايت. | المسح الجاذبي | أعماق ضحلة |
| الإشعاعية | الصخور والمعادِن التي تحتوي على كل من (البوتاسيوم، الفلسبار، اليورانيوم، الثوريوم). | المسح الإشعاعي | 0 - 0.30 km |
| سرعة الموجات الزلزالية | الكبريتيدات الكتلية. | المسح الزلزالي | 0 -10 km |

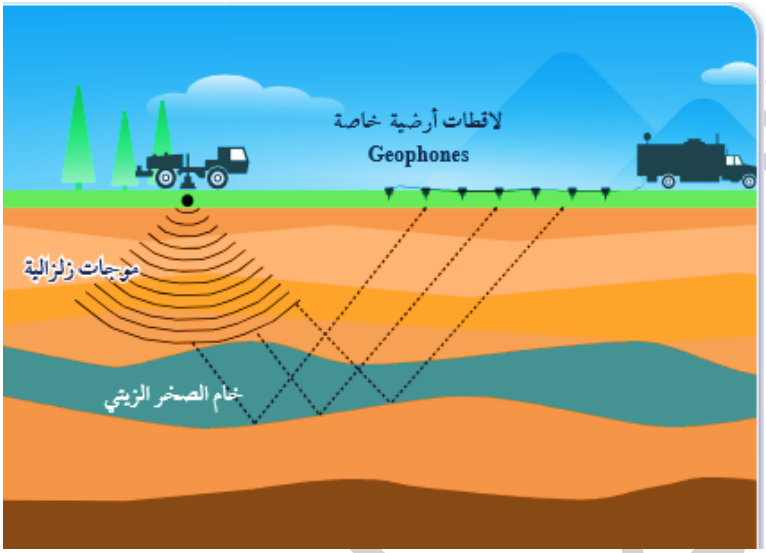
* الجدول للمطالعة الذاتية.

يتبين من الجدول (1) وجود عدة مسوح جيوفيزيائية تُستخدم في الكشف عن الصخور و الخامات المعدنية اعتمادا على خصائص معينة :

- المسح المغناطيسي يعتمد على الخاصية المغناطيسية للصخور و الخامات المعدنية
- المسح الكهرمغناطيسي و المسح الكهربائي يعتمدان على الموصلية الكهربائية لها
- المسح الجاذبي يعتمد على خاصية الكثافة
- المسح الإشعاعي فيعتمد على الخاصية الإشعاعية
- المسح الزلزالي يعتمد على خاصية سرعة الموجات الزلزالية فيها.

أنظر الشكل (11) الذي يوضح أحد أنواع المسح الزلزالي.

أشرح كيف يُكشف عن خام الصخر الزيتي بوساطة المسح الزلزالي.




يمثل الشكل أحد أنواع المسح الزلزالي الذي يسمّى المسح الزلزالي الانعكاسي؛ لأنه يعتمد على الموجات الزلزالية المنعكسة عن الطبقات الصخرية والخامات المعدنية المراد الكشف عنها .

1. و فيه يتم توليد موجات زلزالية عند نقطة معينة باستخدام أجهزة التفجير أو المطرقة، تنتشر هذه الموجات المولدة في الصخور.
2. ثم تنعكس عند الحدود الفاصلة بين الطبقات الصخرية أو حيثما وجد اختلافات في الكثافة نحو سطح الأرض
3. حيث يتم تسجيل زمن وصولها و سرعتها باستخدام اللاقطات الأرضية
4. تعتمد سرعة الموجات الزلزالية المنعكسة على نوع الصخور و كثافتها.
5. وعن طريق معرفة زمن وصول الموجات الزلزالية المنعكسة و كذلك سرعتها في الطبقات الصخرية يتم حساب العمق و كذلك السمك بمختلف الطبقات الصخرية و التكوينات الجيولوجية تحت سطح الأرض.

**افكر**

تدل الشواذ الجيوفيزيائية على أماكن توزع الخامات المعدنية. هل الشاذة الجيوفيزيائية السالبة تعني أن القيم الجيوفيزيائية المجموعة ذات قيم سالبة؟

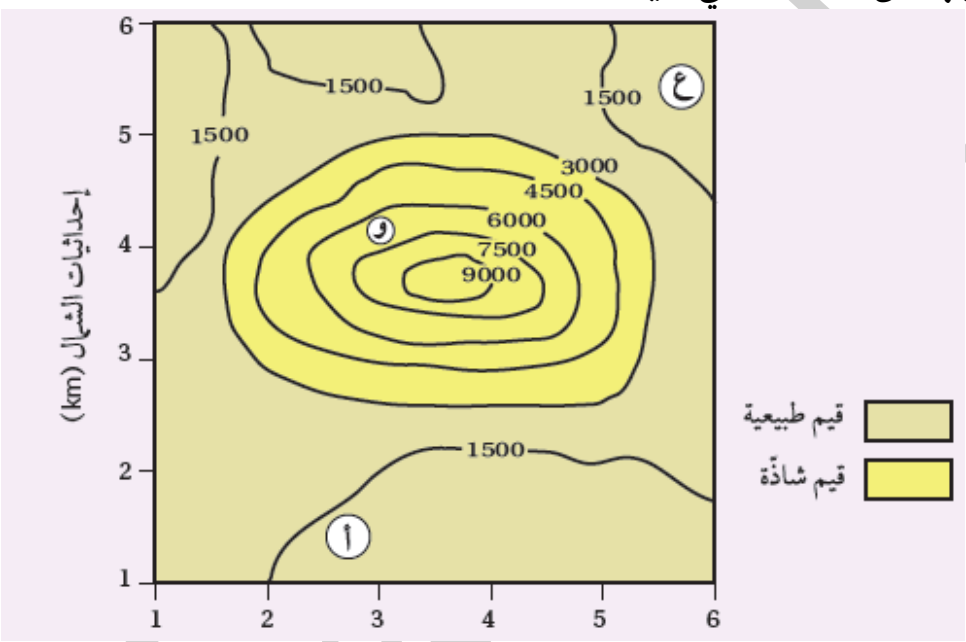
لا تعني الشاذة الجيوفيزيائية السالبة أن القيم الجيوفيزيائية المجموعة في منطقة ما ذات قيم سالبة، وإنما يُطلق على الشادة الجيوفيزيائية بأنها سالبة إذا كانت قيمتها أقل من القيم الطبيعية في المنطقة، فمثلا إذا كانت القيم الطبيعية التي كشف عنها باستخدام المسح المغناطيسي تساوي 1500 غاما، فإن أي قيمة أقل من 1500 عاما تسمى شاذة جيوفيزيائية سالبة.

تحلل القيم الجيوفيزيائية المجموعة من المسوح المختلفة عن طريق إعداد خرائط كنتورية لها، و حصر المساحات التي تمثل الشواذ الجيوفيزيائية و بالتالي أماكن توزّع الخام .

**الشواذ الجيوفيزيائية**: القيم غير الطبيعية المجموعة أثناء عملية المسح الجيوفيزيائي، إذ تختلف قيمتها عن القيم التي حولها في المنطقة، و توصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنها موجبة إذا كانت قيمتها أكبر من القيم الطبيعية في المنطقة، و أنها سالبة إذا كانت قيمتها أقل من القيم الطبيعية في المنطقة.

**مثال**

يمثل الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوفيزيائية مغناطيسية تُقاس بوحدة الغاما (ɣ). أدرسه جيدا، تم أجيب عن الأسئلة التي تليه :




1 . أحدّد القيم الجيوفيزيائية الطبيعية.

2 - أحدد القيم الجيوفيزيائية السادة.

3 . أستنتج نوع الشاذة الجيوفيزيائية.

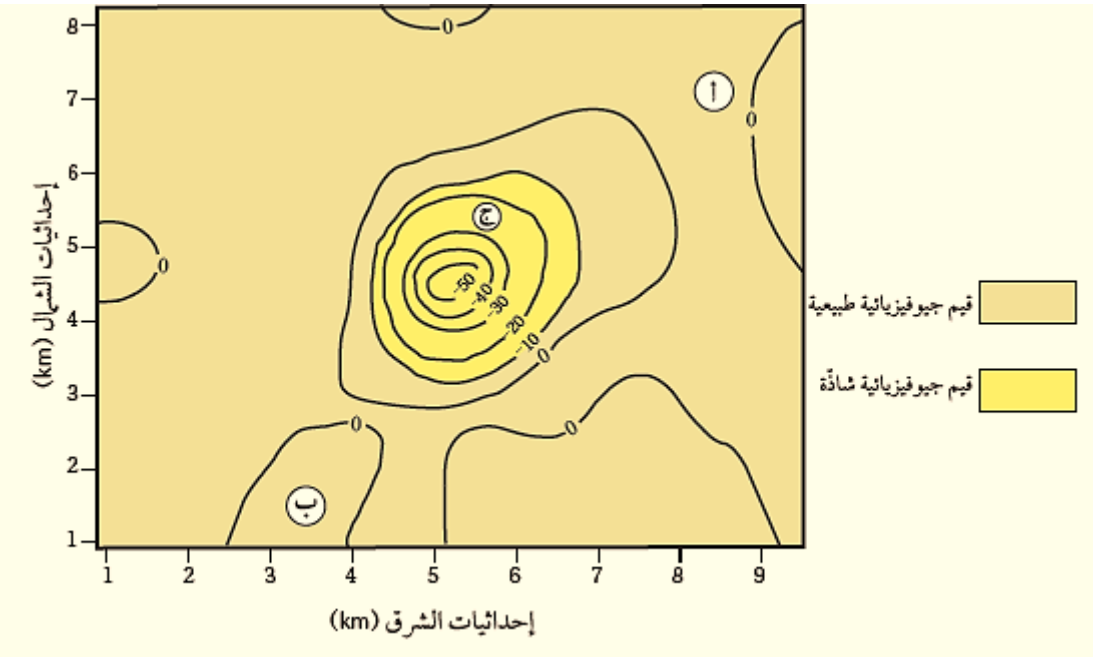
4 . أتوقع أيُّ المناطق ( أ ، و، ع) يُحتمل وجود الخام فيها.

**الحل:**

1. القيم الجيوفيزيائية الطبيعية ɣ 3000
2. القيم الجيوفيزيائية الشاذة هي القيم التي تزيد قيمتها على ɣ 3000
3. نوع الشاذة موجبة؛ و ذلك لأنها أعلى من القيم الجيوفيزيائية الطبيعية.
4. المنطقة (و) هي المنطقة التي يُحتمل وجود الخام فيها.

**تمرين.**

**يمثل الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوفيزيائية جاذبية تُقاس بوحدة الملليغال (mGal)، سببها وجود قبة ملحية تحت سطح الأرض. أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:**




**1 . أحدّد القيم الجيوفيزيائية الطبيعية.**

**2. أحدّد القيم الجيوفيزيائية السادة.**

**3 . أستنتج نوع الشادة الجيوفيزيائية.**

**4 . أتوقع أيُّ المناطق (أ، ب، ج) يُحتمل وجود الخام فيها.**

**الحل :**

**1. القيم الجيوفيزيائية الطبيعية هي أكبر من(10-)ملليغال.**

**2. القيم الجيوفيزيائية الشاذة هي أقل من (10-)ملليغال.**

**3 نوع الشاذة: شاذة جيوفيزيائية سالبة؛ لأنه قيم الشاذة الجيوفيزيائية أقل من القيم الطبيعية.**

**4. المنطقة (ج) هي المنطقة التي يُحتمل وجود الخام فيها.**

✓ **أتحقق:**

أحدد الخصائص الفيزيائية للخامات المعدنية التي يعتمد عليها الاستكشاف الجيوفيزيائي للبحث عنها

1.الخاصية المغناطيسية. 2.خاصية الموصلية الكهربائية. 3.خاصيةالكثافة.
4. الخاصية الإشعاعية. 5 .خاصية سرعة الموجات الزلزالية.

## الاستكشاف الجيوكيميائي Geochemical Exploration

❖ فسر :يُعد الاستكشاف الجيوكيميائي من الطرق المهمة للبحث عن الخامات المعدنية ؟

- يُعد الاستكشاف الجيوكيميائي من الطرق المهمة للبحث عن الخامات المعدنية و خاصة الفلزية منها التي توجد بتراكيز قليلة و لا يمكن الكشف عنها باستخدام الاستكشاف الجيوفيزيائي.
- يتم في هذا النوع من الاستكشاف إجراء تحليل كيميائي للصخور و التربة و رواسب الأنهار و البحيرات، بحيث تعطي نتائج التحليل شواذ جيوكيميائية تكون قيمتها أعلى دائمًا من القيم الجيوكيميائية الطبيعية في المنطقة، و تدلّ على وجود الخامات المعدنية، و تبين تراكيزها و أماكن انتشارها في المنطقة.

❖ ما الطرائق التي يتم بها الاستكشاف الجيوكيميائي:

1. الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية.
2. الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام عينات التربة.
3. الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام المياه الجوفية، وغيرها.

## الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية.

### على ماذا تعتمد عملية الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية؟

على تحليل المحتوى المعدني الموجود في الصخور؛ لتحديد المناطق المناسبة لتوافر الصخور التي تحتوي على عناصر معينة بتراكيز عالية تدل على وجود الخام و تُسمّى هذه العناصر العناصر الدالة؛ إذ تعطي قيما جيوكيميائية شاذة أعلى من القيم الجيوكيميائية الطبيعية المجاورة لها، فمثلًا:

- وجود عناصر النحاس و الكبريت و الزئبق بقيم شاذة قد تكون دالة على وجود خام الذهب
- ارتفاع تراكيز غاز الرادون بقيم شاذة في منطقة ما تكون دالة على خام اليورانيوم

العتبة Threshold: القيمة التي تتغير عندها القيم الطبيعية إلى قيم شاذة.

هالات التشتت Dispersion Halos: الشكل الذي تتخذه العناصر و الغازات الدالة على الخامات المعدنية في المناطق المجاورة لمواقعها؛ أثناء تشكل الخامات المعدنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلل الصخور، أو نتيجة عمليات التجوية على الصخور المضيفة لها، بحيث تتناقص قيم الشواذ الجيوكيميائية كلما ابتعدنا عن أماكن وجود الخامات المعدنية حتى تصبح مساوية القيم الطبيعية.

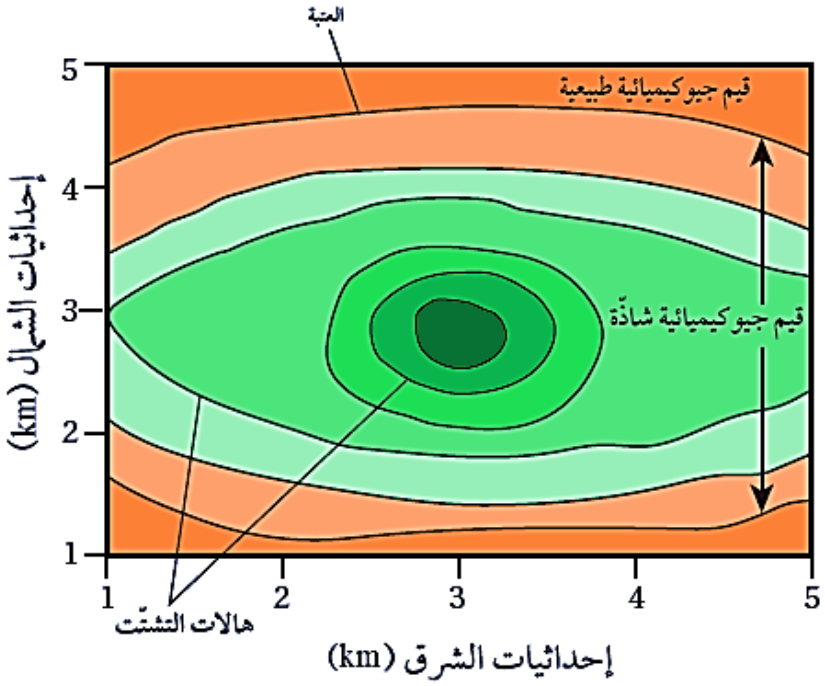
**افكر**

**متى يلجأ الجيولوجيون إلى استخدام الاستكشاف الجيوكيميائي للبحث عن الخامات المعدنية؟**

**عند وجود خامات معدنية بتراكيز قليلة، و لا يمكن الكشف عنها باستخدام الاستكشاف الجيوفيزيائي.**

➢ **كيف تتشكل هالات التشتت ؟**

1. **في أثناء تشكل الخامات المعدنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلّل الصخور، إذ يقل تركيز الخامات المعدنية و العناصر الدالة عليها أثناء حركة هذه المحاليل الحرمائية بعيدا عن مركز الخام**
2. **و قد تتشكل نتيجة تعرض الصخور المضيفة للخامات المعدنية و العناصر الدالّة عليها لعمليات التجوية و التعرية المختلفة، ثم تُنقل إلى المناطق المجاورة ما يؤدي إلى انتشارها في مناطق أوسع، أنظر الشكل (12).**




الشكل (12): هالات التشتّت الجيوكيميائي. (يمثّل كل لون تركيزًا مختلفًا للمعدِن).

**من الأمثلة على هالات التشتت :**

**الهالة الموجودة في مقاطعة (أوتاوا) في الولايات المتحدة التي تحتوي على العناصر الآتية: الرصاص، والخارصين، والنحاس و تمتد ( 30 m ) حول الصخور التي تحتوي على خامات معدنية.**

➢ **ماذا كشف المسح الجيوكيميائي في الأردن، من قبل سلطة المصادر الطبيعية (NRA) / وزارة الطاقة و الثروة المعدنية ؟**

**عن وجود تراكيز عالية من الذهب على الطرف الشمالي من الدرع العربي النوبي في جنوب الأردن، إذ ظهرت القيم الشاذة الجيوكيميائية في الصخور البركانية الفلسية في منطقة وادي أبو خشيبة، و وادي الحور، و وادي صبرا.**

## الربط بالبيئة

- **ماذا يتبع عمليتي التنقيب عن المعادن و استكشافها ؟**

**عملية تسمى التعدين.**

- **التعدين : هي عملية استخراج الخامات المعدنية من باطن الأرض، وتشتمل هذه العملية على عمليات متعدّدة، منها:**
  1. **الحفر و بناء الأنفاق.**
  2. **إنشاء الخطوط الحديدية.**
  3. **تركيب الآلات.**
  4. **تشييد المباني.**

**و تؤدي هذه العمليات المتعددة إلى :**

1. **تدمير مواطن الكائنات الحية.**
2. **تلوّث كل من المياه الجوفية و المياه السطحية**
3. **تلوث التربة.**
4. **إضافة إلى الإضرار بصحة السكان الذين يقطنون في المنطقة القريبة منها .**

**و بعد الانتهاء من عملية الاستكشاف الجيوكيميائي، يبدأ تحليل البيانات الجيوكيميائية المجموعة بطرائق عدة، مثل :**

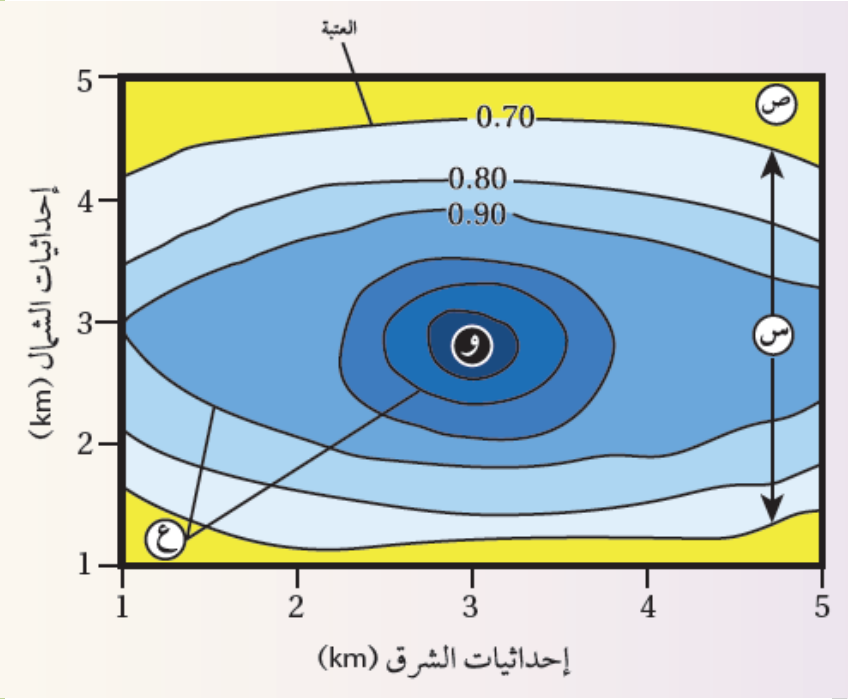
1. **الطريقة الإحصائية**
2. **رسم خرائط تساوي القيم Isoplete Maps**

**و ذلك لتحديد مواقع الخامات المعدنية.**

**و لأتعرف كيفية تحليل البيانات الجيوكيميائية برسم خرائط تساوي القيم الجيوكيميائية أنقذ النشاط الآتي:**

## نشاط " تحليل بيانات جيوكيميائية باستخدام خرائط تساوي القيم "

**يوضح الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوكيميائية تمثل تحليلا لبيانات تركيز أحد الخامات بالنسبة المئوية (%) جمعت عن طريق الاستكشاف الجيوكيميائي أثناء البحث عن ذلك الخام . أدرسه جيدا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:**




### التحليل والاستنتاج:

**1. أحدد قيمة العتبة في الشكل.**

**2. أصف تركيز الخام كلّما ابتعدنا عن النقطة (و).**

**3 . أبين ماذا تُسمّى القيم التي تمثلها كل من (س، ص) .**

**4. أفسر كيف تتشكل هالتا التشتت الجيوكيميائي (ع).**

### الحل :

**1. قيمة العتبة (0.70%).**

**2. يقل تركيز الخامات المعدنية كلما ابتعدنا عن النقطة (و).**

**3. (س) قيم جيوكيميائية شاذة.**

**(ص) قيم جيوكيميائية طبيعية.**

**4. تتشكل هالات التشتت أثناء تشكل الخامات المعدنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلل الصخور، إذ يقل تركيز الخامات المعدنية و العناصر الدالة عليها أثناء حركة هذه المحاليل الحرمائية بعيدا عن مركز الخام.**

**و قد تتشكل نتيجة تعرّض الصخور المضيفة للخامات المعدنية والعناصر الدالة عليها لعمليات التجوية و التعرية المختلفة، تم تنقل إلى المناطق المجاورة ما يؤدي إلى انتشارها في مناطق أوسع.**

مراجعة الدرس

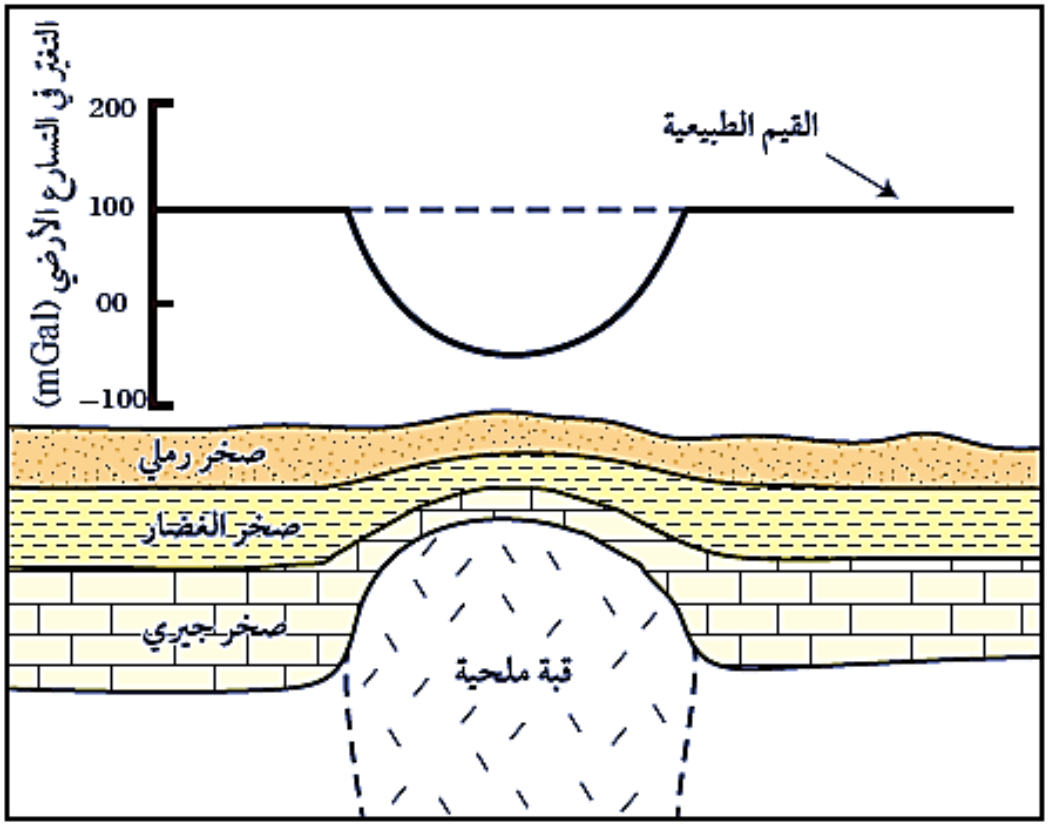
1. **الفكرة الرئيسة :** أذكر طرائق الاستكشاف الجيولوجي المستخدمة في البحث عن الخامات المعدنية.

2. أوضح المقصود بكل من: العتبة، و هالات التشتت، و الشواذ الجيوفيزيائية.

3. أفرّق بين مفهومي: الاستكشاف، والتنقيب.

4. أوضح متى توصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنها موجبة.

5. يبين الشكل الآتي شواذ جيوفيزيائية كشف عنها باستخدام المسح الجاذبي. أدرسه جيدا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:




1) أحدّد كلًّا من القيم الجيوفيزيائية الطبيعية، و القيم الجيوفيزيائية الشاذة.

ب) أستنتج نوع الشادة الجيوفيزيائية.

ج ) أفسر سبب تكون الشادة الجيوفيزيائية.

د ) أتوقع: هل يجب تكشف الخامِ على سطح الأرض حتى يُكشف عنه باستخدام طرائق الاستكشاف الجيوفيزيائي المتعدّدة؟

**الحل :**

1. يتم الاستكشاف بطريقتين هما: الاستكشاف الجيوفيزيائي مثل:

1. المسح المغناطيسي يعتمد على الخاصية المغناطيسية للصخور والخامات المعدنية.
2. المسح الكهرمغناطيسي والمسح الكهربائي يعتمدان على الموصلية الكهربائية لها.
3. المسح الجاذبي يعتمد على خاصية الكثافة .
4. المسح الإشعاعي فيعتمد على الخاصية الإشعاعية.
5. المسح الزلزالي يعتمد على خاصية سرعة الموجات الزلزالية فيها.

**الاستكشاف الجيوكيميائي مثل:**

1. استخدام العينات الصخرية.
2. استخدام عينات التربة.
3. استخدام المياه الجوفية، وغيرها.

2. **العتبة** : القيمة التي تتغيّر عندها القيم الجيوكيميائية الطبيعية إلى قيم جيوكيميائية شاذة.

**هالة التشتت** : الشكل الذي تتخذه العناصر و الغازات الدالة على الخامات المعدنية في المناطق المجاورة لمواقعها: أثناء تشكّل الخامات المعدنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلّل الصخور، أو نتيجة عمليات التجوية على الصخور المضيفة لها، بحيث تتناقص قيم الشواذ الجيوكيميائية كلّما ابتعدنا عن أماكن وجود الخامات المعدنية حتى تصبح مساوية القِيَم الطبيعية.

**الشواذ الجيوفيزيائية**: القِيمُ غير الطبيعية التي تُجمع أثناء عملية المسح الجيوفيزيائي، وتختلف قيمتها عن القيم التي حولها في المنطقة. وتوصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنها موجبة إذا كانت قيمتها أكبر من القيم الطبيعية في المنطقة، وتوصف بأنها سالبة إذا كانت قيمتها أقل من القِيَم الطبيعية في المنطقة.

3.**التنقيب** Prospecting : المرحلة الأولى من عملية البحث عن الأماكن المحتملة لتوزّع الخامات المعدنية، و تتم بطرق مباشرة مثل جمع عينات من الصخور و التربة من سطح الأرض و دراسة خصائصها الفيزيائية و الكيميائية، و غير مباشرة مثل استخدام الصور الجوية و الخرائط الجيولوجية.

**الاستكشاف** Exploration : المرحلة الثانية من عملية البحث عن أماكن توزع الخام، ويتم فيها التوجه إلى المناطق التي حددتها عمليات التنقيب؛ للبحث التفصيلي عن الخامات المعدنية التي يمكن أن تكون موجودة فوق سطح الأرض، أو تحته؛ لتحديد قيمتها الاقتصادية باستخدام طريقتي المسح الجيوفيزيائي و الجيوكيميائي.

4. توصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنّها **موجبة** إذا كانت قيمتها أكبر من القيم الطبيعية في المنطقة.

5. أ )القيم الجيوفيزيائية الطبيعية: 100 mGal

القيم الجيوفيزيائية الشاذة: الأقل من100 mGal

ب) شاذة جيوفيزيائية **سالبة**، لأنها أقل من القيم الجيوفيزيائية الطبيعية.

ج ) وجود القبة الملحية.

**6. يتضح من الشكل أنه لا يشترط تكشف الخام على سطح الأرض حتى يكشف عنه باستخدام طرائق المسح الجيوفيزيائية المختلفة.**

## الإثراء والتوسع "استكشاف اليورانيوم في الأردن"

❖ **ماذا أظهرت أعمال المسح الإشعاعي الجوي ؟**

**وجود قيم إشعاعية شاذة في مناطق عدة في المملكة الأردنية الهاشمية منها منطقة وسط الأردن، دلّت على وجود خامات اليورانيوم فيها ضمن الصخور الجيرية الهشة ، بمساحة تقدر بنحو $667\ km^2$ في طبقتين: إحداهما سطحية، و الأخرى عميقة.**

**استخدمت طريقتا الاستكشاف الجيوفيزيائي و الاستكشاف الجيوكيميائي في البحث عن خامات اليورانيوم :**

**الطبقة السطحية : إذ استخدمت طريقة الاستكشاف الجيوكيميائي في استكشاف اليورانيوم في الطبقة السطحية عن طريق حفر الخنادق الاستكشافية بعمق ستة أمتار لجمع العينات الصخرية، ثم تحليلها مخبريًّا ؛ لتحديد تركيز اليورانيوم والعناصر الأخرى المصاحبة له .**

**الطبقة العميقة : فقد استخدمت طريقة المسح الإشعاعي الجيوفيزيائي عن طريق حفر الآبار الاستكشافية و أخذ القراءات الإشعاعية لأشعة غاما باستخدام مسابر جيوفيزيائية، و بعد ذلك تُحوّل قيم الإشعاع المقيس إلى تركيز مكافئ لليورانيوم.**

**و أثبتت أعمال الاستكشاف و دراسات تقدير الخامات أن كميات اليورانيوم في منطقة وسط الأردن تُقدَّر بنحو 41 ألف طن من أكسيد اليورانيوم ($U_3O_8$)، بمعدل تركيز 154 جزءا من المليون في الطبقة السطحية، و 127 جزءا من المليون في الطبقة العميقة.**

➢ **كم تشكل كميات اليورانيوم المستكشفة فقط في منطقة وسط الأردن ؟**

**نسبة 1% من النسب العالمية لموارد اليورانيوم.**

## الكتابة في الجيولوجيا

**أكتب فقرة عن استكشاف اليورانيوم في الأردن، ثم أعرض ما كتبته على زملائي/ زميلاتي في الصف.**

- يمكن أن يكتب فقرة على النحو الآتي:

**يوجد خام اليورانيوم في مناطق عدة من المملكة الأردنية الهاشمية مثل منطقة وسط الأردن، ضمن الصخور الجيرية الهشة تم الكشف عنها باستخدام عمليات المسح الإشعاعي الجوي بمساحة تُقدر بنحو $667\ km^2$ في طبقتين إحداهما سطحية، والأخرى عميقة.**

**وأثبتت أعمال الاستكشاف ودراسات تقدير الخامات أن كميات اليورانيوم في منطقة وسط الأردن تُقدَّر بنحو 41 ألف طن من أكسيد اليورانيوم بمعدّل تركيز 154 جزءًا من المليون في الطبقة السطحية، و 127 جزءا من المليون في الطبقة العميقة.**

**و تشكل كميات اليورانيوم المستكشفة فقط في منطقة وسط الأردن ما نسبته 19% من النسب العالمية لموارد اليورانيوم.**

## مراجعة الوحدة

**السؤال الأول : أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

**1. من خصائص خطوط الكُنتور :**

**أ)** أنها تتقاطع مع بعضها بعضًا.

ب) أنها تكون على شكل منحنيات مفتوحة النهاية.

ج) أن القيم المتقاربة تدل على قلة انحدار سطح الأرض.

د) أن القيم الموجبة تدل على الارتفاع فوق سطح البحر.

**2. يدل الرمز (⊕) على إحداثيات طبقات:**

أ ) مائلة. ب أفقية. ج) رأسية. د) مقلوبة.

**3. قيمة الميل التي يمثلها الرمز (—┼— ) تساوي:**

أ) 75° ب) 120° ج) 90° د) 10°

**4. إذا كان أحد اتجاهات المضرب ( شمال شرق ) ؛ فإن الاتجاه الآخر هو:**

أ ) جنوب. ب ) جنوب غرب. ج) شمال غرب د ) شمال.

**5. عندما توازي الطبقات في الخرائط الجيولوجية خطوط الكنتور فإنّها تدل على طبقات:**

أ ) أفقية. ب) مائلة. ج) عمودية. د) مقلوبة.

**6. تُسمّى القيمة التي تتغير عندها القيم الطبيعية إلى قيم شاذة في الاستكشاف الجيوكيميائي:**

أ ) العتبة. ب)التشتت الجيوكيميائي.

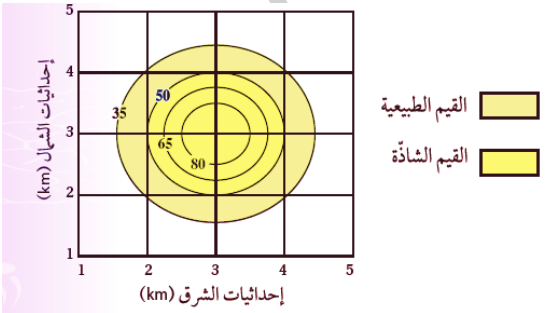
ج) هالات التشتت د) العناصر الدالة.

**7. تسمى الطريقة التي يتم فيها الاعتماد على الاختلاف في الخصائص الفيزيائية للخامات المعدنية عن الصخور المحيطة بها:**

أ ) الإحصائية. ب الاستكشاف الجيوكيميائي.

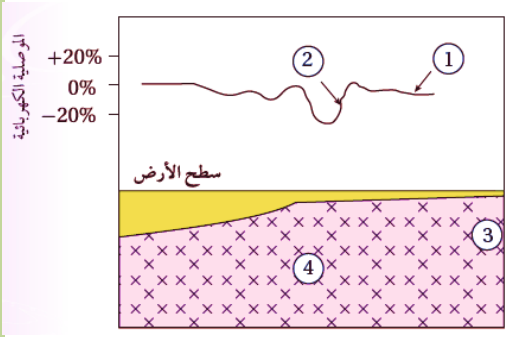
ج) الاستكشاف الجيوفيزيائي. د) رسم الخرائط الكنتورية.

**8. يمثل الشكل الآتي خريطة تساوي قيم لتوزُّع أحد الخامات في منطقة ما، قيمة العتبة هي :**




أ) 35 ب) 50

ج) 65 د)80




**9. يمثل الشكل الآتي قيم موصلية كهربائية حصل عليها من عملية مسح كهربائي لمنطقة ما، أستنتج مكان وجود الخام:**

أ ) 1 ب) 2 ج) 3 د)4

**10. من العناصر الدالة على وجود خام الذهب:**

**أ )** المنغنيز. ب اليود.

ج) الزئبق. د) الحديد.

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

**1 . خريطة توضح تضاريس سطح الأرض في صور مجسمة باستخدام خطوط الكنتور .....**

**2.يُطلق على الخط الناتج من تقاطع سطح الطبقة المائلة المستوى الأفقي .....**

**3. تُسمى العناصر التي توجد مع الخام وتدل على وجوده .....**

**4 . يتم الاستكشاف الجيوكيميائي بطرائق متعدّدة، منها:..... ، .....**

**5 . توصف القيمة الجيوفيزيائية السادة التي تكون قيمتها أقل من القيم الطبيعية .....**

**6. يُسمّى المسح الجيوفيزيائي الذي يعتمد على خاصية كثافة الصخور.....**

**السؤال الثالث :**

**يبيّن الجدول الآتي فيما تمثل النسبة المئوية لتركيز النحاس في المواقع (أ، ب، ج، د، هـ) أثناء المسح الجيوكيميائي لمنطقة ما، علما أن قيمة العتبة الخام النحاس (0.5%) أدرس الجدول جيدًا، ثم أجيب عن السؤال الذي يليه:**

| الموقع | أ | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| النسبة المئوية % | 0.10 | 0.62 | 0.20 | 0.05 | 0.78 |

**أستنتج المواقع التي يوجد فيها النحاس بتراكيز غير اقتصادية.**

**السؤال الرابع : أجيب من دراستي لطريقة الاستكشاف الجيوكيميائي عن الأسئلة الآتية:**

**أ - أشرح المبدأ الذي يقوم عليه الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية.**

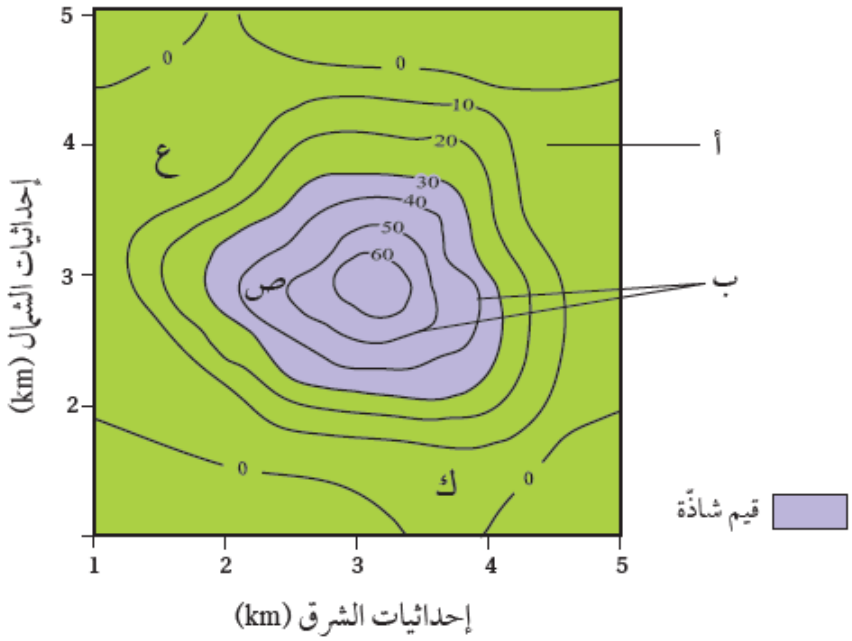
**ب أصف أوجه الشبه و الاختلاف بين الشواذ الجيوفيزيائية و الشواذ الجيوكيميائية.**

**ج- أعدد طرائق تحليل البيانات الجيوكيميائية.**

**د- أصف كيفية تشكل هالات التشتت بفعل المحاليل الحرمائية.**

## السؤال الخامس:

**أدرس الشكل الآتي الذي يوضح خريطة تساوي قيم خام النحاس، حيث يظهر نتائج توزيع تركيز خام النحاس (ppm) في منطقة ما باستخدام المسح الجيوكيميائي:**




1. أبين ما يمثله كلٌّ من الرمزين (أ. ب).
2. أتوقع أي المناطق (ع، ص، ك) يُحتمل وجود الخام فيها.
3. أستنتج قيمة العتبة.

## السؤال السادس:

**أفسر: لا يمكن استخدام طرائق المسح الجيوفيزيائي للكشف عن معدن الذهب.**

## السؤال السابع:

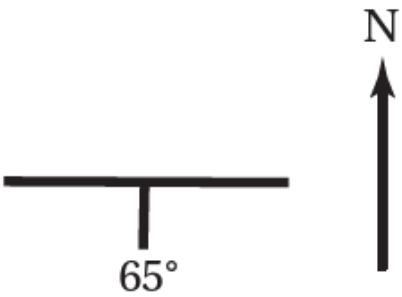
**إذا كان مقياس الرسم على إحدى الخرائط الجيولوجية هو (1 cm يساوي 6 km ) فأجيب عما يأتي:**

**1 .أحدد نوع مقياس الرسم.**

**2 .أحول مقياس الرسم إلى مقياس كسري.**

## السؤال الثامن:

**يمثل الشكل الآتي وضعية إحدى الطبقات، أدرسه، ثم أجيب عما يأتي :**




**أحدّد كلا مما يأتي:**

**1 قيمة مضرب الطبقة.**

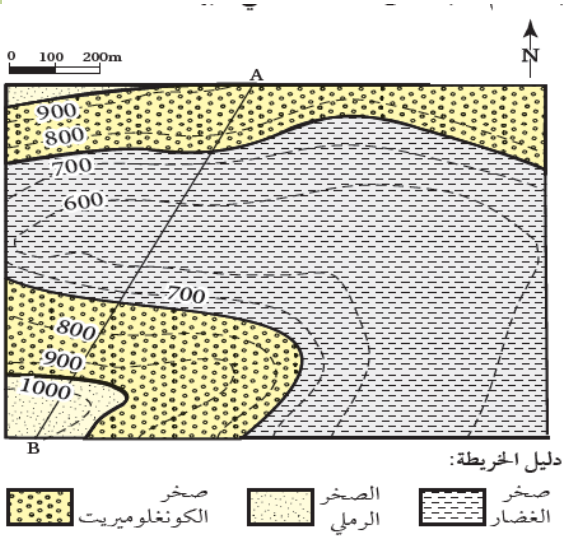
**2 اتجاه المضرب الجغرافي.**

**3 اتجاه ميل الطبقة.**

**4 ميل الطبقة.**

## السؤال التاسع:

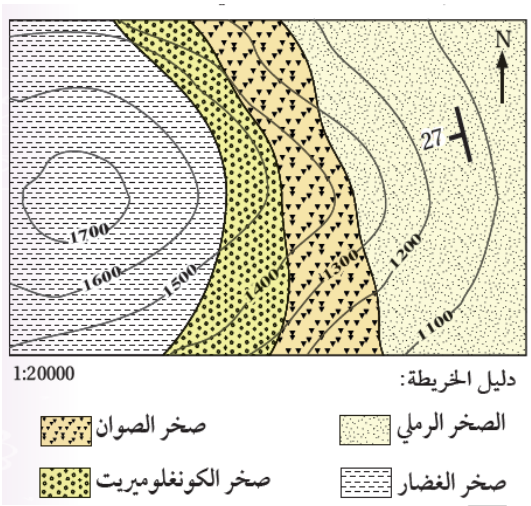
**يمثل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية. أدرسها جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها :**




1. أحدد نوع مقياس الرسم.
2. أستنتج هل الطبقات الصخرية أفقيةً أم مائلةً؟
3. أرسم مقطعا جيولوجيا يمثل الخط (A-B).
4. أقيس السمك التقريبي لطبقة صخر الكونغلو ميريت من خلال المقطع العرضي (A-B).
5. أحدّد ارتفاع السطح العلوي للطبقات الصخرية المتكشفة في الخريطة.

## السؤال العاشر:

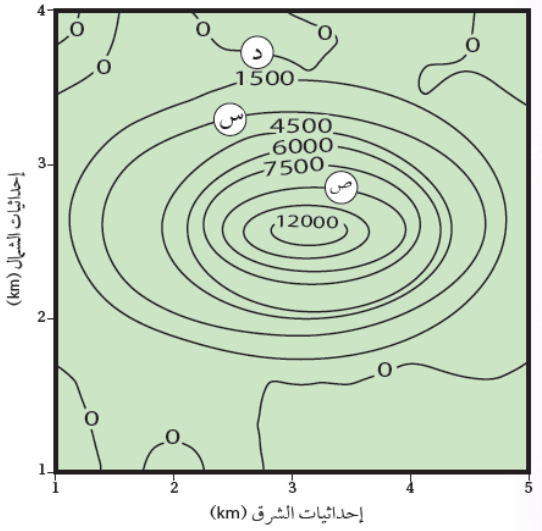
**يمثل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية. أدرسها جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:**




1. أحدّد ميل طبقات الصخور الرملية.
2. .أقدر قيمة المضرب.
3. .أحدّد الاتجاه الجغرافي للمضرب.
4. .أستنتج إن كانت الطبقات مائلة أم أفقيةً، و أبيّنُ لماذا .
5. .أحدد نوع مقياس الرسم للخريطة.
6. أقوم صحة العبارة الآتية: "يتجه ميل الطبقات الصخرية بحسب الخريطة الجيولوجية نحو الشمال الشرقي".

## السؤال الحادي عشر :

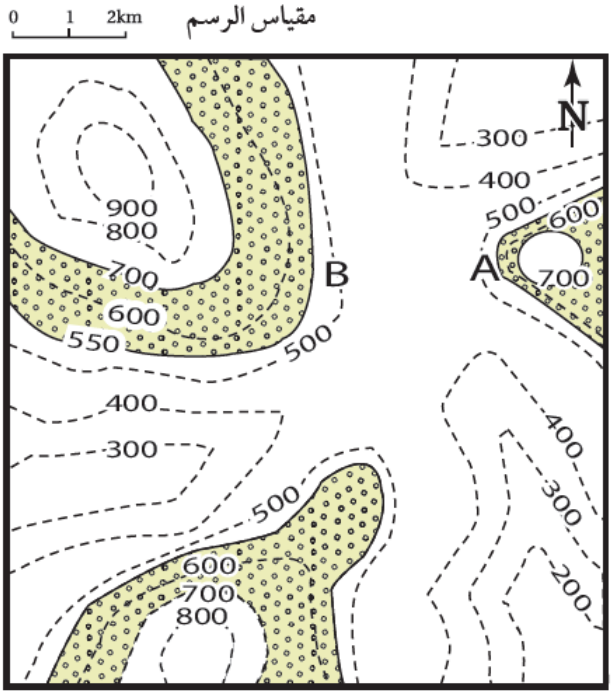
**يبين الشكل الآتي خريطة تساوي قيم مغناطيسية أثناء المسح الجيوفيزيائي لمنطقة ما، أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:**




1. أستنتج ما القيم المغناطيسية في كل من الموقع (س) و الموقع (ص)؟
2. أستنتج ما قيمة الشاذة المغناطيسية، و ما نوعها إذا علمت أن القيمة المغناطيسية الطبيعية أقل من 1500؟
3. . أفسر هل يمكن أن نجد الخام في الموقع (د)؟ لماذا؟

## السؤال الثاني عشر:

**يمثل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية التي تمثل طبقات أفقية ، فإذا علمت أن طبقة الكونغلوميريت الظاهرة في الشكل سُمكها 150 m وتنكشف من ارتفاع 550 m إلى 700 m ، و تقع أسفل منها ثلاث طبقات تبدأ من الأعلى بطبقة من الغضار سمكها 50 m ، ثم طبقة من الصخر الرملي سمكها 150 m، ثم طبقة من الغضار و تعلوها طبقة من الصخر الجيري سمكها 100 m ثم فوقها طبقة من الصخر الطيني.**




**أدرس الخريطة، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:**

**1 .أرسم بقية الطبقات على الخريطة.**

**2 .أرسم دليلا للخريطة ، و أحدد عليه رموز الصخور المختلفة و أسماءها.**

**3 . أقارن بين النقطة (A) والنقطة (B) من حيث شدة الانحدار.**

**4. أحدد نوع مقياس الرسم.**

**5 . أحوّل مقياس الرسم إلى مقياس رسم كتابي.**

# حلول مراجعة الوحدة

## السؤال الأول:

1. د) أن القيم الموجبة تدل على الارتفاع فوق سطح البحر
2. ب) أفقية.
3. ج) 90°
4. ب) جنوب غرب.
5. أ) أفقية.
6. أ) العتبة.
7. ج) الاستكشاف الجيوفيزيائي.
8. ب) 50
9. د)4
10. ج) الزئبق.

## السؤال الثاني:

1. الخريطة الكنتورية.
2. المضرب.
3. العناصر الدالة.
4. الاستكشاف الجيوكيميائي استخدام العينات الصخرية الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام عينات التربة.
5. سالبة.
6. المسح الجاذبي.

## السؤال الثالث:

المواقع (أ) و الموقع (ج) و الموقع (د) يوجد فيها النحاس بتراكيز غير اقتصادية.

## السؤال الرابع:

أ- تعتمد عملية الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية على تحليل المحتوى المعدني الموجود في الصخور و البحث عن عناصر معينة بتراكيز عالية تدل على وجود الخام تسمى العناصر الدالة.

ب - العتبة: القيمة التي تتغير عندها القيم الجيوكيمائية الطبيعية إلى قيم جيوكيمائية شاذة.

ج – الطريقة الإحصائية و رسم خرائط تساوي القيم .

**السؤال الخامس:**

1. (أ) قيم جيوكيميائية طبيعية، (ب) هالات التشتت الجيوكيميائي.

2. ص.

3. 30

**السؤال السادس:**

و ذلك لأنه يوجد بتراكيز قليلة جدًّا لا يمكن الكشف عنها بالطرق الجيوفيزيائية.

**السؤال السابع:**

1. مقياس رسم كتابي.

2. $\frac{1}{600000}$

**السؤال الثامن:**

1. القيمة الأولى للمضرب $^0$ 90 والقيمة الثانية للمضرب $^0$ 270.

2. الشرق - الغرب.

3 . الجنوب .

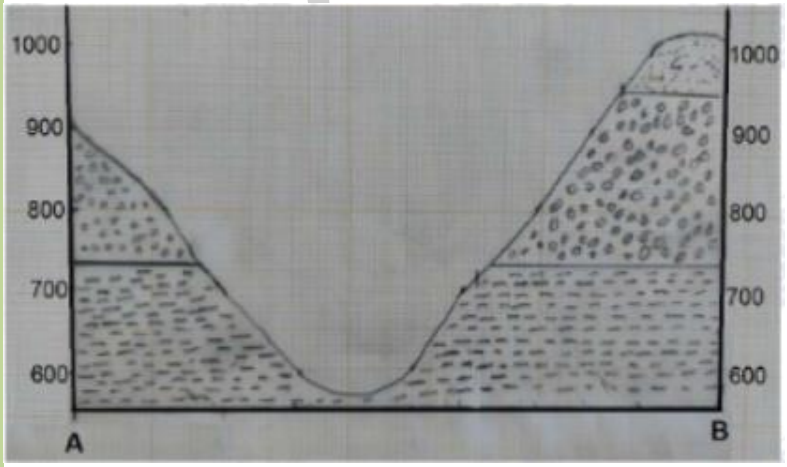
4. 65°

**السؤال التاسع:**

1. خطي.

2. طبقات أفقية لأن خطوط الكنتور توازي أسطح الطبقات.

3.




4. سمك طبقة صخر الكونغلو ميريت هي 220m تقريبا.

5 .ارتفاع السطح العلوي للطبقات على النحو الآتي: لطبقة الغضار يساوي تقريبا m 730 ولطبقة الكونغلوميريت 950 m ، ولطبقة الرمل 1100 m تقريبا.

## السؤال العاشر:

1. يساوي ميل طبقات الصخور الرملية $27^0$

2. قيمة المضرب الأولى تساوي $^0$ 170 ، و قيمة المضرب الثانية تساوي °350

3. الطبقات مائلة لأن خطوط الكنتور تتقاطع مع أسطح الطبقات، و كذلك لأن زوايا ميل الطبقات بحسب الرمز الموجود في الخريطة ($27^0$) هي ما بين 0-90

4 . مقياس نسبي.

5 . العبارة غير صحيحة؛ لأن ميل الطبقات بحسب الخريطة الجيولوجية يتجه نحو جنوب غرب.

## السؤال الحادي عشر:

1. س: 3000

ص: 9000

2.أكبر من 1500 شاذة موجبة.

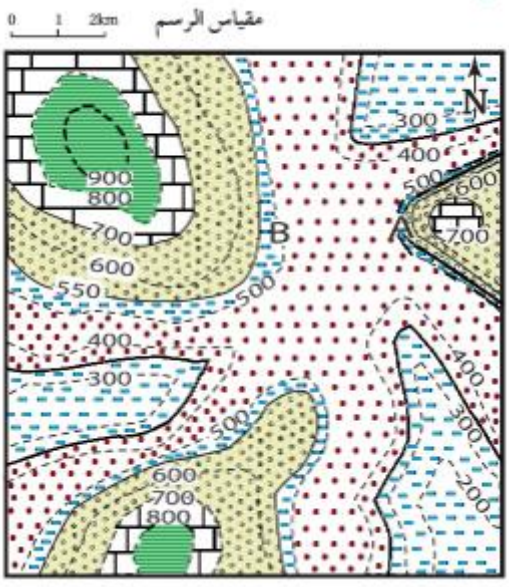
وأقل

3. لا يمكن لأن الموقع (د) يمثل قيمة طبيعية أقل من قيمة الشاذة المغناطيسية والتي تساوي 1500

4. الشاذة (يمثل قيمة طبيعية).

## السؤال الثاني عشر:

1.



2.

3. المنطقة التي تمثلها النقطة (A) أكثر انحِدارًا من المنطقة التي تمثلها النقطة (B).

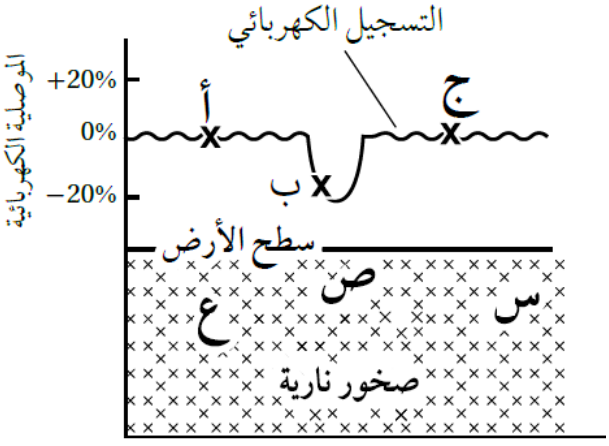
4. بياني أو خطي

5. كل 1cm يساوي 1km

## أسئلة مثيرة للتفكير

### السؤال الأول:

أدرس الشكل الآتي الذي يمثل شواذ جيوفيزيائية كشف عنها باستخدام المسح الكهربائي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:




1 . أحدّد: أي النقاط (أ، ب، ج) تمثل قيمة كهربائية شاذة.

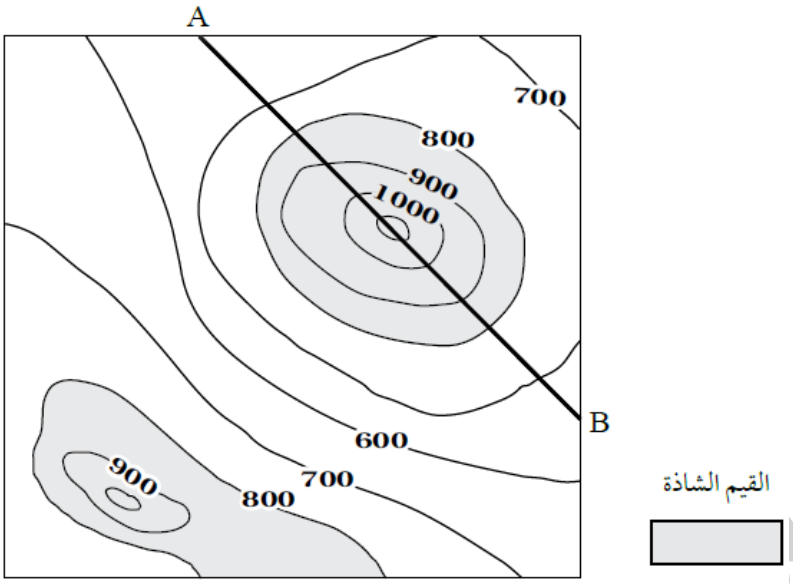
2. استنتج في أي المواقع (س، ص، ع) يُحتمل وجود الخام.

3. أستنتج نوع الشادة الكهربائية.

4. ابين: هل يمكن استخدام طرائق المسح لجيوفيزيائي في الاستدلال على أماكن وجود الذهب؟

### السؤال الثاني:

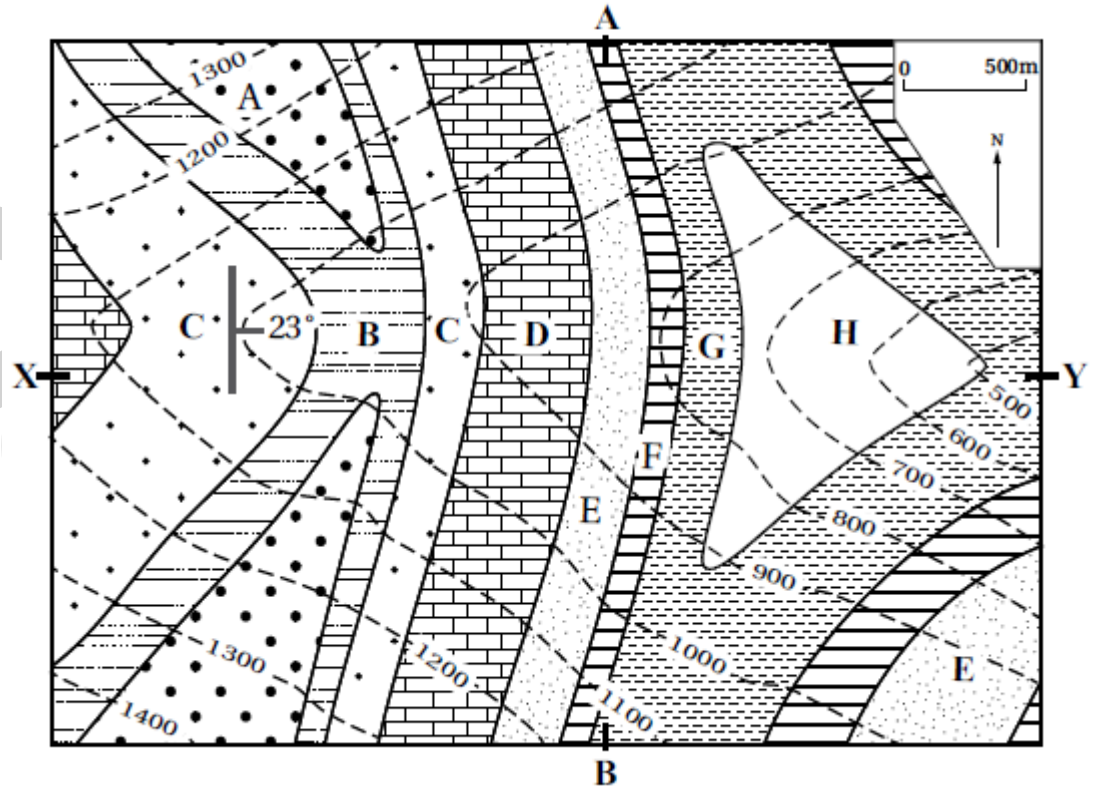
أدرس الشكل الآتي الذي يمثل خريطة تساوي القيم تبين توزيع خام الحديد في منطقة ما كشف عنه باستخدام المسح المغناطيسي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:




1. أرسم مقطعا عرضياً يمثل نتائج المسح المغناطيسي الجيوفيزيائي على امتداد الخط (A-B).
2. استنتج نوع الشاذة الجيوفيزيائية.
3. أحدد القيم التي تمثل الشاذة الجيوفيزيائية المغناطيسية، و القيم الطبيعية في المنطقة.

## السؤال الثالث:

يمثل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية التي تتكون من الطبقات الصخرية (A,B,C,D,E,F,G,H) أدرس الخريطة الجيولوجية، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:




1. أحدد زاوية المضرب الصغرى للطبقات الصخرية والاتجاه الجغرافي لها.
2. أحدد زاوية اتجاه الميل والاتجاه الجغرافي له.

**3. أحوّل مقياس رسم الخريطة إلى مقياس نسبي.**

**4. أستنتج: إذا ريسم مقطع عرضي طبوغرافي بين النقطتين (X-Y )، فما المظهر الطبوغرافي الذي سيظهر؟**

**5.أستنتج: هل الطبقات مائلة أم أفقية؟ أبرر إجابتي.**

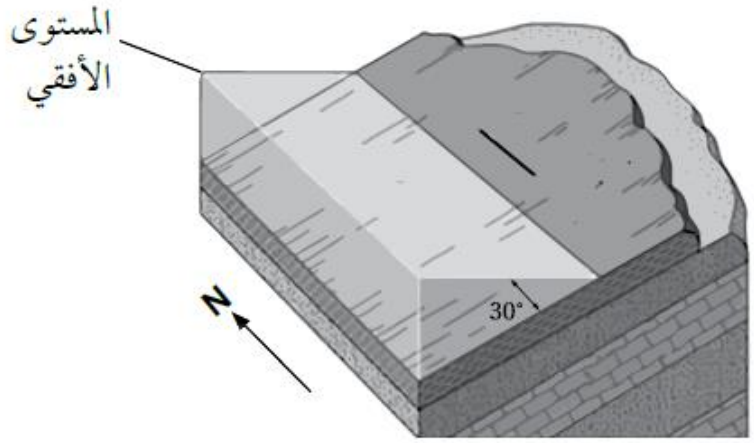
**6. أتوقع ما المظهر الطبوغرافي الذي سيظهر إذا رسم مقطع عرضي طبوغرافي بين النقطتين (A -B)؟**

**السؤال الرابع:**

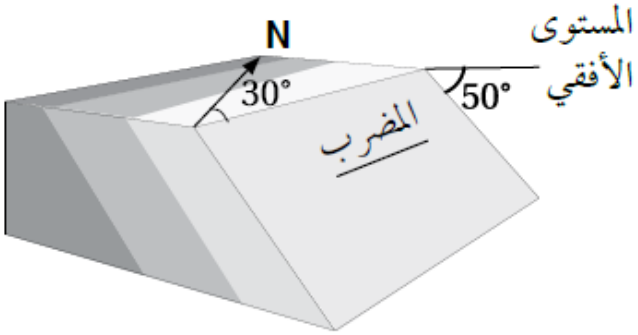
**يدرس الجيولوجيون التراكيب الجيولوجية باستخدام رموز خاصة، هي: المضرب، و الميل، و اتجاه الميل، و يحددون عن طريقها القوى و الإجهادات التي تعرّضت لها الصخور لفهم تاريخ الأرض، و يدونون تلك القياسات بطريقة معينة يسهل على أي شخص عند قراءتها معرفة وضعية الطبقات، إذ تدون على النحو الآتي: اتجاه الميل/ الميل/ المضرب.**

**أدرس وضعية الطبقات الجيولوجية الآتية، ثم أدوّن قيم المضرب و الميل، و اتجاه الميل مثلما يدونها الجيولوجيون:**

أ –




ب –




**حل أسئلة مثيرة للتفكير**

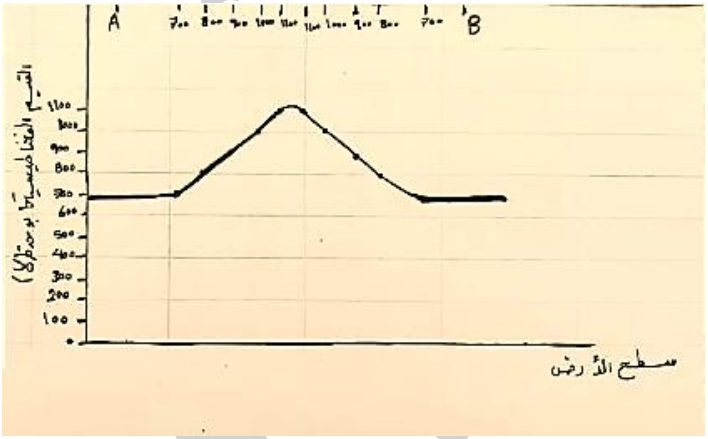
## السؤال الأول :

**1.ب**

**2. ج**

**3. سالبة**

## السؤال الثاني:




**2. شاذة جيوفيزيائية موجبة.**

**3. الشاذة الجيوفيزيائية الشاذة أكبر من 800 غاما.**

**القيم الطبيعية في المنطقة أقل من 800 غاما.**

## السؤال الثالث:

**1. زاوية المضرب الصغرى للطبقات تساوي $0^0$ و الاتجاه الجغرافي للمضرب نحو الشمال .**

**2. زاوية اتجاه الميل تساوي $90^0$ والاتجاه الجغرافي له نحو الشرق. 1**

**3. 1: 25000**

**4. ستظهر منطقة منحدرة من النقطة X نحو النقطة Y بحيث يميل سطح الأرض نحو الشرق.**

**5 .الطبقات مائلة و يمكن استنتاج ذلك من الرمز الموجود على الخريطة والذي يظهر أن زاوية ميل الطبقات تساوي $23^0$ و كذلك يمكن استنتاج ذلك ايضا من تقاطع خطوط الكنتور مع سطح الطبقات.**

**6. المظهر الطبغرافي يمثل وادي.**

**السؤال الرابع:**

**أ. 00 / 30 / W**

**ب. 30 | 50 | SE**

# الوحدة 6

# أحوال الطقس القاسية
# Extreme Weather Conditions

قال تعالى:

﴿أَوْ كَصَيِّبٍ مِّنَ السَّمَاءِ فِيهِ ظُلُمَاتٌ وَرَعْدٌ وَبَرْقٌ يَجْعَلُونَ أَصَابِعَهُمْ فِي آذَانِهِم مِّنَ الصَّوَاعِقِ حَذَرَ الْمَوْتِ وَاللَّهُ مُحِيطٌ بِالْكَافِرِينَ﴾

(سورة البقرة: الآية 19)

## أتأمل الصورة

تشكّل الأعاصير المَدارية خطرًا على الممتلكات والأرواح، نتيجة العواصف والفيضانات والرياح الشديدة المصاحِبة لها. فما الأعاصير المَدارية؟ وكيف نشأت؟ وما الآثار التدميرية الناجمة عنها؟

## أتأمل الصورة

تشكل الأعاصير المدارية خطرًا على الممتلكات و الأرواح ، نتيجة العواصف و الفيضانات و الرياح الشديدة المصاحبة لها . فما الأعاصير المدارية؟ و كيف نشأت؟ و ما الآثار التدميرية الناجمة عنها ؟

**الأعاصير المدارية :** أعاصير تحدث فوق المحيطات المدارية مركزها منخفض جوي عميق جدًّا ، تحيط بها سُحب هائلة و عظيمة ذات شكل حلزوني كما تلتقطها صور الأقمار الصناعية، تحمل بين طياتها أمطارا غزيرة و رياحا شديدة عالية و عاصفة، ينتج عنها فيضانات جارفة و مدمرة تسبب غرق المنازل و تدميرها.

**تنشأ الأعاصير المدارية :** في فصل الصيف فوق المحيطات الاستوائية نتيجة ارتفاع الهواء الرطب إلى أعلى و تكاتفه مشكل السُّحب الرُّكامية، و باستمرار التبخر و التكاتف تبنى أعمدة أطول و أوسع من السحب.

**الآثار التدميرية الناجمة عنها :**

1. تكمن خطورتها في قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تُسبب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانًا حتى عمق ،( 40 km) و تتسبب بأضرار مادية في الممتلكات سواء في عرض البحر أو على الساحل، و فقدًا للأرواح.
2. يكمن خطرها أيضا في سرعة الرياح الشديدة المرافقة لها؛ فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من ( 200km/h ) أحيانا
3. و يُضاف لما سبق هطول الأمطار بغزارة شديدة، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومين بمعدل يقارب أحيانًا كمية الأمطار التي تسقط على مدار السنة، ما ينتج عنه فيضانات جارفة و مدمرة.

## الفكرة العامة:

يمكن أن تتسبب زيادة سرعة الرياح و زيادة كمية الأمطار في حدوث بعض مظاهر الطقس الخطرة، مثل: الأعاصير القمعية، و الأعاصير المدارية.

## الدرس الأول: قياس عناصر الطقس

**الفكرة الرئيسة :** يستخدم علماء الأرصاد الجوية أجهزة خاصة لجمع البيانات المتعلقة بالأحوال الجوية و التنبؤ بحالة الطقس، مثل: سرعة الرياح، و كمية الأمطار.

## الدرس الثاني: الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية

**الفكرة الرئيسة:** تُعَدُّ الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية من مظاهر الطقس القاسية، و تختلف عن بعضها البعض في خصائص عدة من حيث : آلية نشأتها ، و قوتها التدميرية.

## تجربة استهلالية "توليد إعصار قمعي"

تحدث الأعاصير القمعية بصورة رئيسة في الأماكن المدارية، إذ تُعَدُّ درجة الحرارة المرتفعة من أين أساسيات تكوين هذا النوع من الأعاصير، و تحدث في أي وقت خلال العام، لكنّ أكثر حدوث لها يكون خلال فصلي الربيع و الصيف في أوقات ما بعد الظهر من اليوم.

فما شكل الإعصار القمعي؟ وكيف يحدث؟

### المواد والأدوات:

قنينة من البلاستيك الشفاف سعة 2 L عدد (2)، ماء ، ملون طعام، شريط لاصق شفاف أو سيليكون

### إرشادات السلامة:

غسل اليدين جيدًا بعد استخدام ملون الطعام.

### خطوات العمل:

1. أملا ثلثي إحدى القنينتين بالماء، و ألونه ببعض قطرات من ملون الطعام، و أترك القنينة الأخرى فارغة.
2. أثبت فوهة القنينة الفارغة على فوهة القنينة التي تحتوي على الماء الملوّن، و أُلصق الفوهتين بإحكام باللاصق الشفّاف أو بالسيليكون حتى تصبحا كأنهما قنينة واحدة.
3. أحمل القنينتين من عنقيهما، ثم أقلبهما رأسًا على عقب بحيث تصبح القنينة التي تحتوي على الماء الملون في الأعلى.
4. ألاحظ ما يحدث لحركة الماء الملوّن في القنينة التي تقع في الأعلى.

ألاحظ أن الماء الملوّن يتحرّك مندفعا نحو الأسفل من القنينة التي تقع في الأعلى إلى القنينة التي تقع في الأسفل.

### التحليل والاستنتاج:

1. أصف شكل الماء المتحرّك في الخطوة رقم 4

يأخذ الماء شكل القمع في أثناء حركته.

2. أفسر سبب اندفاع الماء من القنينة التي تحتوي على الماء الملون في الأعلى إلى القنينة الفارغة في الأسفل.

بسبب اختلاف الضغط بين القنينتين، ينتقل الماء من القنينة ذات الضغط المرتفع إلى القنينة ذات الضغط المنخفض.

3 . أتوقع كيف تتغير نتائج التجربة لو وضعت القنينتان بشكل أفقي من دون تحريك.

لن يندفع الماء من قنينة إلى أخرى؛ لأن الضغط متساي بين القنينتين.

5. أربط بين نتائج التجربة وبين حركة الإعصار القمعي.

ينشأ الإعصار القمعي على سطح الأرض على شكل قمع أو مخروط نتيجة وجود فرق في الضغط بين التيارات الصاعدة من منطقة الضغط المنخفض و تيارات هابطة من منطقة الضغط المرتفع.

# الدرس (1) : قياس عناصر الطقس

## الفكرة الرئيسة:

يستخدم علماء الأرصاد الجوية أجهزة خاصة لجمع البيانات المتعلقة بالأحوال الجوية و التنبؤ بحالة الطقس مثل سرعة الرياح، و كمية الأمطار .

## الرياح و كميات الهطول Wind and Amount of Rainfall

- **الطقس** : وصف للحالة الجوية في منطقة ما خلال يوم أو أكثر من حيث درجة الحرارة، و الضغط الجوي، و الرياح، و الهطول، و الرطوبة ، و أنه يتغير من مكان لآخر.
- ماذا ينتج عند زيادة كل من سرعة الرياح و كميات الأمطار عن الحد الطبيعي لها ؟

تؤدي إلى حدوث ظواهر عنيفة للطقس، مثل : العواصف، و الأعاصير.

وسأتعرف في هذا الدرس وصف كل من سرعة الرياح و شكل الهطول، وحدودهما الطبيعية.

## الرياح Wind

**الرياح** : الحركة الأفقية للهواء، و تتشكل نتيجة لاختلاف قيم الضغط الجوي على سطح الأرض، إذ تتحرك من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض، و تزداد حركة الرياح و سرعتها حينما يكون الفرق بين قيم الضغط الجوي في المناطق المتجاورة كبيرًا.

بما توصف الرياح ؟

بسرعتها و اتجاهها الذي تهب منه و شدتها.

بم تقاس سرعة الرياح ؟ و ما وحدة قياسها ؟

جهاز يسمى (الأنيمومتر)، و وحدة قياسها هي العقدة knot أو km/h .

ما الجهاز المستخدم لقياس اتجاه الرياح ؟

يُستخدم سهم الرياح الدوار أو مخروط الرياح في تحديد الجهة التي تهب منها.أنظر الشكل (1).

الشكل (1) : مخروط الرياح الذي يُصنع من قماش خاص بحيث تمر الرياح خلاله، و تشير الفتحة الكبيرة فيه إلى : الجهة التي تهب منها الرياح.
أحدد اتجاه الرياح في المنطقة التي أخذت فيها الصورة. اتجاه الغرب

**ماذا يستخدم لوصف شدّة الرياح و قوتها ؟** يُستخدم مقياس بيفورت .

**مقياس بيفورت للرياح Beaufort Wind Scale**

**ماذا ابتكر الأدميرال سير فرانسيس بيفورت ؟**

**مقياس بيفورت للرياح عام 1805م، و صممه لوصف الرياح أثناء حركة السفن الشراعية.**

**ما أهمية مقياس بيفورت ؟**

**و يُعَدُّ هذا المقياس وسيلة لتصنيف قوة الرياح يتراوح من 0 (هادئة) إلى 12 (إعصار)، عبر ملاحظة تأثير الرياح على أجسام موجودة في البحر و على اليابسة و بسرعات مختلفة.**

**أنظر الجدول (1) الذي يوضح مقياس بيفورت للرياح.**

الجدول (1)*: مقياس بيفورت للرياح.

| قوّة الرياح بحسب مقياس بيفورت | معدّل 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.

**ألاحظ من الجدول السابق أن الرياح :**

- ✓ توصف بأنها (رياح هادئة إلى هواء خفيف) إذا كانت قوتها من (0-1)
- ✓ توصف أنها (نسيم خفيف إلى نسيم مُنعِش ) إذا كانت قوتها من (2-5)
- ✓ توصف بأنها ( رياح قوية إلى عاصفة عنيفة) إذا كانت قوتها من (6-11)
- ✓ توصف الرياح بأنها (إعصار ) إذا كانت قوتها (12)

**أفكر**

**ما العوامل التي تتأثر بها حركة الرياح السطحية؟**

**قيم الضغط الجوي في المنطقة و درجة الحرارة، و قوة كوريوليس.**

✓ **أتحقق:**

**ما الأجهزة المستخدمة لقياس سرعة الرياح واتجاهها؟**

**لقياس سرعة الرياح يستخدم جهاز الأنيمومتر، أما اتجاه الرياح فيقاس بجهاز مخروط الرياح أو سهم الرياح الدوار.**

## التجربة 1 " ملاحظة قوة الرياح و مقارنتها مع مقياس بيفورت "

**يُعد مقياس بيفورت ذا أهمية كبيرة في تحديد حركة الطائرات و السفن و مزارع الرياح و غيرها من أنشطة الناس، و يمكن تقدير قوة الرياح بالملاحظة المباشرة لحركة الرياح حولنا ، مثل مراقبة حركة أوراق الأشجار و أغصانها، فهل يمكننا استنتاج قوة الرياح بالملاحظة المباشرة لحركتها من حولنا؟**

### المواد و الأدوات:

**جهاز قياس سرعة الرياح (أنيمومتر)، ورق، قلم، مقياس بيفورت.**

### إرشادات السلامة

**توخي الدقة و الحذر في التعامل مع المواد و الأدوات، و تجنّب التعرض للرياح الشديدة.**

### خطوات العمل:

1. **أخرج إلى ساحة المدرسة، ثم أبدأ باكتشاف أي حركة للهواء، مثل الإحساس بحركتها على وجهي، أو سماع صوت حركة الأشياء التي تؤثر فيها، أو حركة أوراق الأشجار و أغصانها، و أصف الرياح اعتمادًا على ملاحظتي، ثم أدوّن ملاحظاتي في الجدول الآتي.**
2. **أقدر قوة الرياح حسب مقياس بيفورت لذلك الوقت اعتمادًا على ملاحظتي، و أدوّن ملاحظاتي في الجدول.**
3. **أقيس سرعة الرياح باستخدام جهاز (الأنيمومتر) و أدوّنها في الجدول.**
4. **أقدر قوة الرياح بحسب مقياس بيفورت اعتمادًا على قيم سرعة الرياح التي حصلت عليها.**

**ستختلف إجابات الطلبة بحسب قيم سرعة الرياح التي قاموا بقياسها بوساطة جهاز الأنيمومتر، و بحسب التقديرات التي حصلوا عليها بحسب ملاحظاتهم لتأثير الرياح عليهم.**

5. **أكرّر الخطوات (2، 3، 4) خلال أوقات متعددة من اليوم.**

**ستختلف إجابات الطلبة بحسب قوة الرياح التي حصل عليها الطلبة من الملاحظة المباشرة، و التي حصلوا عليها من خلال قياس سرعة الرياح.**

| الملاحظات والقياسات / الأوقات | 8 صباحًا | 10 صباحًا | 12 ظهرًا |
|---|---|---|---|
| وصف الرياح اعتمادًا على ملاحظاتي. | | | |
| قوّة الرياح بحسب مقياس بيفورت اعتمادًا على الوصف. | | | |
| سرعة الرياح (km /h). | | | |
| قوّة الرياح بحسب مقياس بيفورت اعتمادًا على قِيَم سرعة الرياح المَقيسة. | | | |

6. أقارن قيم قوة الرياح التي حصلت عليها بالملاحظة المباشرة بالقيم التي حصلت عليها عن طريق قياس سرعة الرياح.

## التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج إمكانية تقدير قوة الرياح بناءً على الملاحظة المباشرة.

يمكن تقدير قوة الرياح بالملاحظة المباشرة، ولكن النتائج ستكون أقل دقة في ما لو استخدمت الأجهزة و يمكن أن تختلف إجابات الطلبة بناءً على نتائج التجربة التي قاموا بتنفيذها.

2 أستنتج العلاقة بين قوة الرياح و سرعتها بحسب مقياس بيفورت وفق الأحداث الآتية: انبعات دخان المصانع من المداخن إلى أعلى عموديًّا، تحرُّك أوراق الأشجار وأغصانها، اقتلاع الأشجار .

انبعاث دخان المصانع من المداخن إلى الأعلى عموديا يدل على وجود رياح هادئة، لذلك قوة الرياح ستكون (0) وسرعتها أقل من (1km/h).

تحرك أوراق الأشجار وأغصانها يدل على وجود رياح قوية، لذلك ستكون قوة الرياح (6)، ومتوسط سرعة الرياح (45 km/h).

اقتلاع الأشجار يدل على وجود عاصفة عتيقة لذلك ستكون قوة الرياح (11)، و متوسط سرعة الرياح ( 110 km/h).

3 . أفسر سبب اختلاف قوة الرياح من وقت لآخر.

بسبب اختلاف قيم الضغط الجوي بين المناطق على سطح الأرض.

## الهطول Precipitation

الهطول : عملية تصل عن طريقها أشكال المياه المختلفة (مطر أو ثلج أو برد) إلى سطح الأرض، حيث تحدد درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض نوع الهطول الذي يسقط عليه.

يستخدم العلماء أدوات متعدّدة لقياس كمية المطر أو الثلج مثل:

1. مقياس المطر
2. مسطرة القياس.

## قياس المطر Rain Measurement

كيف تقاس كمية المطر ؟ باستخدام مقياس المطر

مقياس المطر : هو أنبوب زجاجي مدرج بالسنتيمتر ، و المليمتر، و لزيادة دقة القياس يحتوي مقياس المطر على قمع يجمع عشرة أضعاف كمية المطر التي يجمعها الأنبوب الزجاجي وحده، و يحتوي مقياس المطر أيضًا على اختناق يقلل من كمية المياه المتبخّرة، و يوضع في مكان مكشوف بعيدا عن المباني و الأشجار، أنظر الشكل (2).

مقياس المطر

مسطرة القياس

الشكل (2): أدوات قياس بعض أشكال الهطول.

احدد كلا من: كمية المطر، و سمك الثلج.

كمية المطر = 24 cm تقريبا

سمك الثلج =cm 10 تقريبا

## قياس تساقط الثلج Snowfall Measurement

**كيف يمكن أن تقاس كمية الثلج المتساقطة و سمكه ؟**

**تقاس كمية الثلج المتساقط** باستخدام مقياس المطر نفسه، و لكن تكون فوهته واسعة ليهوي الثلج إلى القاع مباشرة ثم ينصهر، و تقاس كمية المياه الناتجة من انصهار الثلج بالطريقة السابقة نفسها.

**يقاس سمك الثلج المتساقط** و المتراكم خلال (24h) ، باستخدام مسطرة مترية توضع رأسيا في الثلج المتراكم على سطح الأرض ، التي تُعرف باسم مسطرة القياس Measuring Stick، أنظر الشكل (2).

### الربط بالتكنولوجيا

**هناك تقنيات حديثة عديدة تُستخدم في قياس كمية المطر والتنبؤ بها غير التي وردت في الدرس، مثل:** مقياس المطر ذي العوامة.

**وضح آلية استخدام مقياس المطر ذي العوامة :**

1. يُجمع ماء المطر في وعاء محدود السعة تطفو فوقه عوامة
2. و عندما يرتفع منسوب الماء في الوعاء فإنه يدفع العوامة إلى الأعلى بحيث يُشير المؤشر المرتبط بالعوامة إلى كمية الأمطار الهاطلة
3. و يُسجلها على ورقة رسم بياني ملفوفة حول أسطوانة تدور باستمرار.
4. و يمكن التخلص من الكميات الزائدة من المياه في الوعاء عن طريق جمعها في وعاء آخر أكبر ليستفاد منها في استعمالات عدة.

## أشكال الهطول Forms of Precipitation

**حين يتصاعد بخار الماء إلى الأعلى في طبقة التروبوسفير، فإنه يتكاثف حول نويات صلبة مثل ذرّات الغبار، أو حبوب اللقاح، أو البلورات الجليدية الصغيرة، و يتحوّل من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكوّنا الغيوم. ومن ثم يحدث الهطول بأشكال عدة، هي:**

### المطر Rain:

**كيف يتشكل المطر ؟**

1. عند استمرار عملية التكاثف و زيادة قطرات الماء تدريجياً و زيادة حجمها
2. و من ثم زيادة وزنها داخل الغيمة، حتى تُصبح مشبعة تماما بقطرات الماء و ثقيلة جدا، فتتخلص من حمولتها على شكل مطر.

### الثلج Snow:

**كيف يتشكل الثلج ؟**

1. حين تنخفض درجة حرارة الهواء في الغيمة إلى 0 C° أو أقل، فإن بخار الماء المتكاثف يكون بلورات من الثلج على النوى المتوافرة
2. و تتصادم هذه البلورات و تتحد معا مكونة بلورات أكبر حجما، لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج Snow يتراكم على سطح الأرض إذا كانت الظروف مناسبة.

**مم يتكوّن الثلج عند بداية سقوطه على سطح الأرض؟**

**من رقائق هشة خفيفة الوزن، بحيث يكون محتواها من الرطوبة قليلا، و نظرا لانخفاض درجة حرارة تكوّنها ، تتطاير في الجو كالقطن المندوف، ثم يتراكم الثلج على السطوح التي يسقط عليها.**

### البرد Hail:

**البرد : حبات الثلج المستديرة التي يبلغ قطرها 1.5 cm تقريبا، و قد تزيد على ذلك فيزداد قطرها إلى أكثر من 10 cm .**

**كيف يتشكل البرد ؟**

1. يتكون البرد عندما تحمل التيارات الهوائية الصاعدة قطرات المطر إلى الأعلى و تتجمد ؛ لذا فإن البرد حين تساقطه تغلّفه قطرات الماء.
2. و يمكن لتيار هوائي صاعد آخر أن يحمل البرد و يعيده إلى الأعلى، و في هذه الحالة تتجمد قطرات الماء التي تجمعت على حبات البرد لتكون طبقة أخرى من الجليد عليها.
3. و يمكن أن تحدث هذه العملية مرات عدة، و في النهاية تصبح حبّات البرد أثقل وزنا من قدرة التيارات الصاعدة على حملها، فتتساقط على سطح الأرض.

**افكر**

**لماذا لا يسقط البرد في المناطق الاستوائية؟**

لأن البرد سوف ينصهر قبل الوصول إلى سطح الأرض، بسبب ارتفاع درجة الحرارة في تلك المناطق؛ أي أن درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض؛ لا تنخفض إلى أقل من درجة صفر سليسيوس).

**الربط بالبيئة**

**تصل كتلة بعض حبات البرد أحيانًا إلى 60 gm، و يتسبب هذا بكثير من المخاطر على البيئة مثل :**

1. إتلاف المحاصيل الزراعية
2. هدم البيوت البلاستيكية،
3. الإضرار بأسقف البنايات و السيارات
4. حدوث فيضانات عارمة.

✓ **أتحقق : أوضح كيف تتكون البلورات التلجية.**

1. **حين تنخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى أقل من درجة صفر سليسيوس، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكونا بلورات من الثلج على النوى المتوافرة**
2. **و تتصادم هذه البلورات وتتحد معا مكونة بلورات أكبر حجما لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.**

## تصنيف أشكال هطول المطر

**تصنف أشكال هطول المطر بناءً على معدلات هطولها. أنظر الجدول (2) الذي يبين بعض أشكال هطول المطر.**

| 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.

**ألاحظ من الجدول السابق أن هطول المطر يحدث بأشكال عدة :**

1. **من رذاذ يكون على شكل قطرات ماء صغيرة جدا إلى رذاذ كثيف إذا أصبح يقلل من وضوح الرؤية .**
2. **و من أمطار خفيفة يقل معدل هطولها عن ( 0.5mm/h) إلى أمطار غزيرة جدا يزيد معدل هطولها على 8mm/h**
3. **و من زخات مطر خفيفة يقل معدل هطولها عن 2 mm/h إلى زخات مطر شديدة جدا يزيد معدل هطولها على 50mm/h.**

✓ **اتحقق : ما الأساس المعتمد في تصنيف أشكال هطول المطر؟**

**بناء على معدلات هطولها .**

## مراجعة الدرس

**1. الفكرة الرئيسة: أذكر بعض الأجهزة و الأدوات التي يستعين بها خبراء الأرصاد الجوية لجمع البيانات المتعلقة بالأحوال الجوية و التنبؤ بحالة الطقس.**

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

**2. أقارن بين المطر والثلج، من حيث آلية التكوّن.**

**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، و يتحوّل من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكونا الغيوم، ومع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيًّا ويزداد حجمها وبالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تُصبح الغيمة مشبعة تمامًا بقطرات الماء وثقيلة جدًّا فيتم التخلّص من الحمولة على شكل هطول مطري.**

**أما الثلج فإنه يتكوّن حين تنخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى أقل من درجة صفر سليسيوس، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكونا بلورات من الثلج على النّوى المتوافرة، و تتصادم هذه البلورات و تتحد معا مكونة بلورات أكبر حجمًا لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.**

**3. أتتبع مسار تكون البرد.**

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

**4. أفسر سبب تكون الثلج عند بداية سقوطه على سطح الأرض من رقائق هشة خفيفة الوزن.**

**لأن محتواها من الرطوبة قليل، ونظرًا لانخفاض درجة حرارة تكوّنها تتطاير في الجو كالقطن المندوف.**

**5 أحدد أشكال نويات التكاثف.**

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

**6. أشرح كيف حدوث المطر.**

يحدث الهطول بأشكال عدة و هي: المطر و الثلج و البرد.

و عند 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، و يتحوّل من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكونا الغيوم و مع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجيًّا و يزداد حجمها و بالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تصبح الغيمة مشبعة تماما بقطرات الماء و ثقيلة جدًّا فيتم التخلص من الحمولة على شكل هطول مطري.

**7 أوضح كيف يتم وصف الرياح.**

يتم وصف الرياح بسرعتها و اتجاهها الذي تهب منه و شدتها.

**8 أصف أهمية مقياس بيفورت للرياح.**

يُعد وسيلة لتصنيف قوة الرياح يتراوح من ( 0) هادئ إلى (12) (إعصار)، عبر ملاحظة تأثير الرياح على أجسام موجودة في البحر و على اليابسة و بسرعات 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 درجة صفر سليسيوس فسيكون نوع الهطول مطرًا، أما إذا انخفضت درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى درجة صفر سليسيوس أو أقل فسيكون نوع الهطول ثلجا أو بردًا.

# الدرس (2) : الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية

## الفكرة الرئيسة

**تُعَدّ الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية من مظاهر الطقس القاسية وتختلف عن بعضها البعض في خصائص عدّة من حيث آلية نشأتها، و قوتها التدميرية.**

## الأعاصير القمعية Tornadoes

**تعلمتُ سابقاً أن عناصر الطقس، مثل درجة الحرارة و الرياح و الضغط الجوي، تتغير في خصائصها، و قد يكون هذا التغير كبيرا بحيث يؤدي إلى تكوين بعض مظاهر الطقس القاسية (الخطرة)، مثل الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية التي تلحق آثارا تدميرية كبيرة في المناطق التي تحدث فيها.**

**فما المقصود بالأعاصير القمعية و المدارية؟ و كيف يحدث كل منهما؟ و ما آثار هما التدميرية؟**

**الأعاصير القمعية (التورنادو) : تيارات هوائية صاعدة تدور على هيئة قمع عمودي حول منطقة الضغط الجوي المنخفض، و تمتد من سطح الأرض إلى قاعدة السحب الرعدية ، و تدور الرياح فيها بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي، أما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي فتدور مع اتجاه عقارب الساعة؛ بسبب قوة كوريوليس، أنظر الشكل (3).**

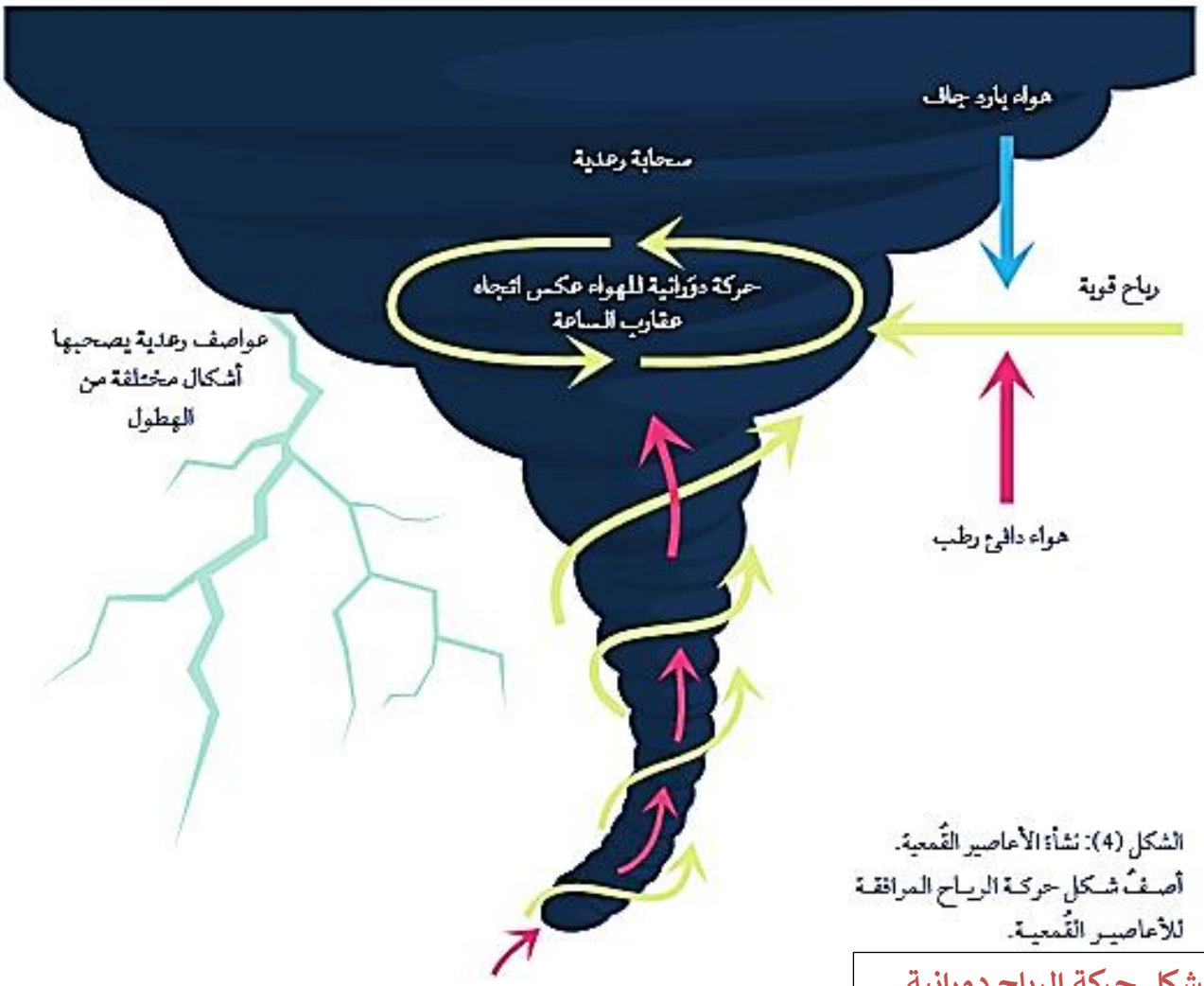
## نشأة الأعاصير القمعية Formation of Tornadoes

**كيف تنشأ الأعاصير القمعية ؟**

1. **تنشأ الأعاصير القمعية من العواصف الرعدية نتيجة التقاء الهواء الدافئ الرطب الصاعد من سطح الأرض إلى الأعلى مع الهواء البارد الجاف الهابط نحو الأسفل داخل السحابة الرعدية .**
2. **فيبدأ الهواء الدافئ بالدوران بتأثير الرياح القوية، و يدفع الهواء البارد الهابط بعيدًا، و بذلك تتسع السحابة الرعدية و يُصبح شكلها مخروطيًا أو قمعيًّا .**
3. **و يبدأ بخار الماء في الهواء الدافئ الرطب بالتكاثف، و تبدأ السحابة بالهبوط التدريجي لتلامس سطح الأرض مشكلة الإعصار القمعي، أنظر الشكل (4).**

**متى تحدث هذه الأعاصير القمعية على اليابسة ؟**

**غالبًا تحدث خلال فصلي الربيع و الصيف في أوقات ما بعد الظهر من اليوم.**




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

**شكل حركة الرياح دورانية**

## الربط بالجغرافيا

يمكن أن تحدث الأعاصير القمعية في أي مكان على سطح الأرض، إلا أن حدوثها يتكرر في :

1. الولايات المتحدة الأمريكية خاصة ولاية تكساس.
2. بريطانيا
3. الهند
4. الأرجنتين
5. أستراليا
6. أفريقيا
7. نيوزلندا.

✓ **أتحقق**: أُوضح كيف تنشأ الأعاصير القمعية.

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، و يدفع الهواء البارد الهابط بعيدًا، و بذلك تتسع السحابة الرعدية و يُصبح شكلها مخروطيًا أو قُمعيًّا، و يبدأ بخار الماء في الهواء الدافئ الرطب بالتكاثف و تبدأ السحابة بالهبوط التدريجي لتلامس سطح الأرض مشكلة الإعصار القمعي.

## الآثار التدميرية للأعاصير القمعية

1. حين تضرب الأعاصير القمعية منطقة ما فإنّها تتسبب بكثير من الآثار التدميرية مَعَ أن حدوثها يستمر عادةً بضع دقائق فقط، و قطرها نادرا ما يتجاوز (200 m)
2. و يظهر الدمار الذي يخلّفه الإعصار القمعي في طريقه على شكل خط طويل و ضيق، وهذا يفسر سبب تدمير بعض البيوت و قطع الأشجار في شارع معين، في حين لم يلحق أي ضرر بالبيوت و الأشجار في الشارع المجاور
3. و تُعزى معظم حالات الوفاة و الأضرار الناجمة عن الأعاصير القمعية إلى الحطام المتطاير لمسافات قد تصل إلى مئات الأمتار، أنظر الشكل (5).

الشكل:(5) بعض الأضرار الناجمة عن الأعاصير القمعية.

أتوقع شدّة الأعاصير التي اجتاحت المنطقة في الصورتين أعلاه.

في الصورة على اليمين شدّة الإعصار هي F2 ، و في الصورة على اليسار الشدّة هي F3

**كيف تقاس شدة الإعصار القمعي ؟**

**بمقياس يسمى مقياس فوجيتا Fujita Scale، أو ما يعرف باسم F- Scale اختصارًا .**

**مقياس فوجيتا F- Scale: هو مقياس يتكون من ست درجات، و وفقًا لهذا المقياس تُصنف الأعاصير القمعية بناءً على شدّتها و الضرر الذي يمكن أن تسبّبه، أنظر الجدول (3).**

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 الأخرى. |
| F5 | 420 – 511 | أضرار غير معقولة؛ وتدمير المباني الكبيرة، وتطاير الأجسام والسيارات لمئات الأمتار وتحويلها إلى قذائف خطرة. |

* سرعة الرياح للمطالعة الذاتية.

## الأعاصير المدارية (الهوريكان) Hurricanes

**تتشابه الأعاصير المدارية مع الأعاصير القمعية في أنها من مظاهر الطقس القاسية التي قد تدمر مئات الكيلومترات من المناطق الساحلية.**

### مفهوم الأعاصير المدارية و نشأتها

**الأعاصير المدارية Hurricanes : أعاصير مركزها منخفض جوي عميق جدًّا، تحيط بها سُحب هائلة و عظيمة ذات شكل حلزوني كما تلتقطها صور الأقمار الصناعية، تحمل بين طياتها أمطارا غزيرة و رياحًا شديدة عاتية وعاصفة، أنظر الشكل (6).**

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

**أصف شكل الأعاصير المدارية (الهوريكان).**

**شكلها حلزوني**

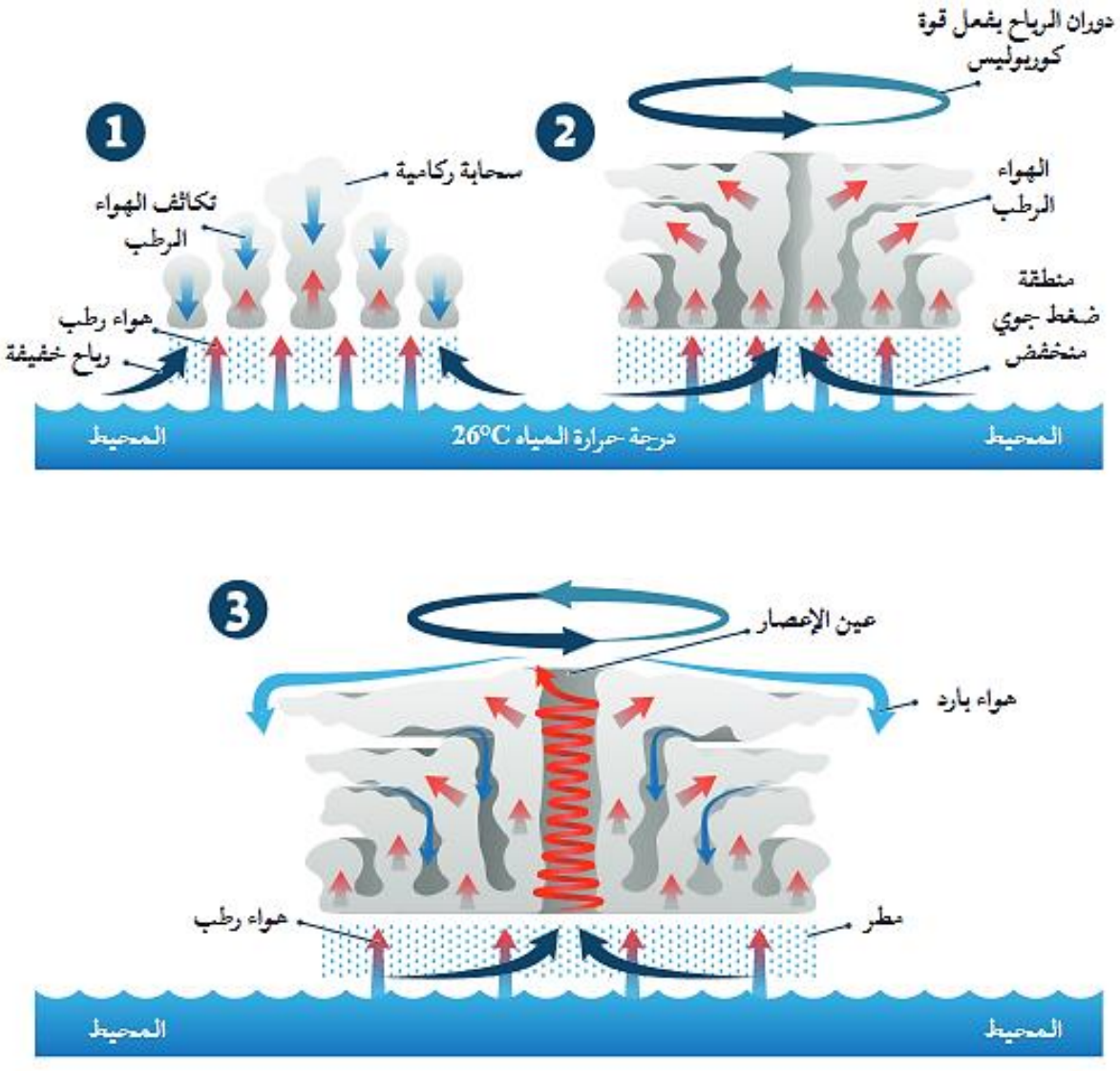
**أفكر**

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

**لن تتأثر بالإعصار حسب الآثار التدميرية لمقياس فوجيتا .**

❖ **كيف تنشأ الأعاصير المدارية في فصل الصيف فوق المحيطات الاستوائية ؟**

1. نتيجة ارتفاع الهواء الرطب إلى أعلى و تكاثفه مشكلا السُّحب الركامية، و باستمرار التبخر و التكاثف تُبنى أعمدة أطول و أوسع من السحب، أنظر الشكل (7) .
2. و تبدأ الرياح بالاندفاع بسرعة كبيرة نحو مركز المنخفض، و الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي.
3. و تزداد سرعتها كلّما اقتربت من مركز الإعصار أو ما يُسمّى عين الإعصار الذي يمتلك أقل ضغط جوي، و يمتاز بهدوء الرياح فيه، وخلوه من الغيوم ، وتسوده تيارات هوائية هابطة.




الشكل (7): نشأة الأعاصير المَدارية.

**أُفكِر**

**لماذا سميت الأعاصير المدارية بهذا الاسم؟**

لأنها تنشأ فوق المحيطات الاستوائية على سطح الأرض.

✓ **أتحقق أوضح المقصود بالأعاصير المدارية.**

أعاصير تنشأ فوق المحيطات الاستوائية في فصل الصيف مركزها منخفض جوى عميق جدا، تحيط بها سُحب هائلة و عظيمة ذات شكل حلزوني كما تلتقطها صور الأقمار الصناعية تحمل بين طياتها أمطارًا غزيرة ورياحا شديدة عاتية وعاصفة.

أ. مي صلاح

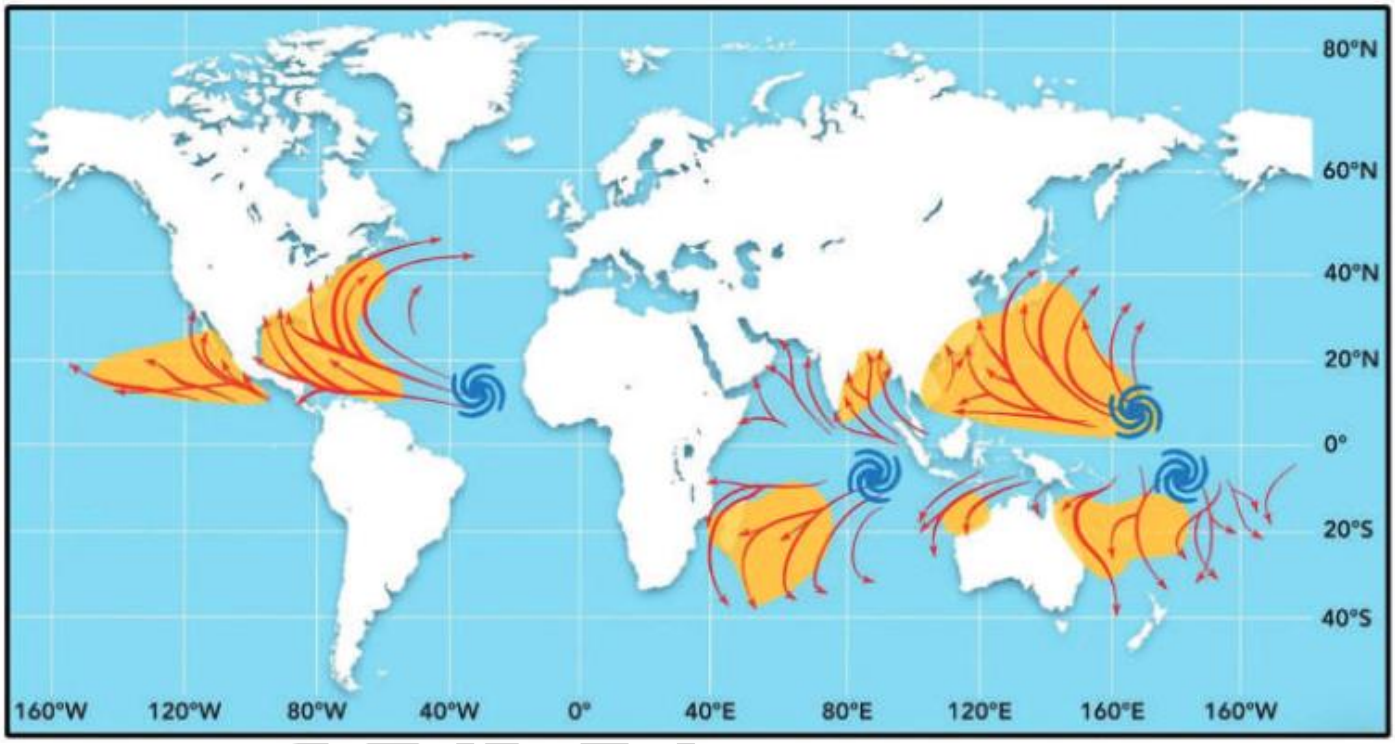
**ما الأماكن الأكثر عُرضة لحدوث الأعاصير المدارية في العالم؟و لماذا تحدث في محيطات دون سواها ؟**
**و لتعرف أماكن حدوث الأعاصير المدارية في العالم، أنفذ النشاط الآتي:**

## نشاط " أماكن حدوث الأعاصير المدارية في العالم "

**تجتاح الأعاصير المدارية مناطق محدّدة في العالم و في أوقات محدّدة.**

**أدرسُ الشكل الآتي الذي يمثل :**

1. **أماكن حدوث الأعاصير المدارية ( المشار إليها بالشكل الحلزوني ذي اللون الأزرق) في العالم**
2. **أماكن انتشارها (الموضّحة باللون الأصفر)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:**




**التحليل و الاستنتاج:**

1. **أحدّد مناطق حدوث الأعاصير المدارية و انتشارها على الخريطة.**

تحدث الأعاصير المدارية فوق المحيطات الاستوائية التي تقع بين خطوط عرض 5 و45 شمال و جنوب خط الاستواء.

2. **أستنتج سبب حدوث الأعاصير المدارية في المناطق المحددة في السؤال السابق.**

لارتفاع درجة حرارة مياه المحيطات ما يؤدي إلى زيادة تبخر مياه المحيطات و تشكّل تيارات صاعدة و منطقة ضغط منخفض.

3. **أستنتج سبب عدم نشأة الأعاصير المدارية فوق اليابسة.**

لأن الأعاصير المدارية تتكون نتيجة ارتفاع الهواء الرطب القادم من المحيطات إلى أعلى و تكاثفه مشكلا سحب ركامية، و هذه الظروف التي يتكوّن فيها الهواء الرطب لا يمكن توافرها على اليابسة

4. أفسر لماذا لا تنشأ الأعاصير المدارية بالقرب من المناطق القطبية.

لأن من شروط تكوّن الأعاصير المدارية وجود منطقة ضغط جوي منخفض و هواء دافئ ورطب ، و لا تتوافر مثل هذه الشروط في المناطق القطبية.

5. أتوقع دوائر العرض التي ستكون الأعاصير المدارية أكثر قوة تدميرية عندها.

دوائر العرض الأقرب الى خط الاستواء، لأن قيم الضغط الجوي عندها أقل و درجات الحرارة أعلى.

ماذا تستنتج من النشاط ؟

استنتج من النشاط أن الأعاصير المدارية تحدث فوق المحيطات في المناطق المدارية القريبة من خط الاستواء، بسبب ارتفاع درجة حرارتها.

## الآثار المدمرة للأعاصير المدارية

1. تُعَدُّ الأعاصير المدارية من أعنف الأعاصير و أكثرها تدميرًا على سطح الأرض، و تكمن خطورتها في قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تُسبّب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانًا لمسافات تصل إلى (40km)، و تتسبب بأضرار مادية في الممتلكات سواء في عُرض البحر أو على الساحل، و فقدًا للأرواح.
2. يكمن خطرها أيضًا في سرعة الرياح الشديدة المرافقة لها؛ فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من ( 200 km/h) أحيانًا .
3. و يُضاف لما سبق هطول الأمطار بغزارة شديدة، إذ يهطل المطر خلال يوم أو يومين بمعدل يُقارب أحيانًا كمية الأمطار التي تسقط على مدار السنة، ما ينتج منه فيضانات جارفة و مدمرة، أنظر الشكل (8).
4. يضعف تأثير الإعصار المداري (الهوريكان) حين يتوغل المسافات طويلة فوق اليابسة؛ إذ يقل تزويده ببخار الماء من المحيطات، و يتضاءل مصدر الطاقة الكامنة ومن ثم يبدأ الإعصار بالتلاشي.

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

أصف بعض المخاطر الناتجة من الأعاصير المدارية (الهوريكان).

حدوث فيضانات جارفة و مدمرة تُسبّب غرق المنازل وتدميرها.

## أفكرُ

يربط كثير من العلماء بين ظاهرة الاحترار العالمي و تكرار حدوث الأعاصير المدارية و زيادة قوتها.
أُفكّرُ في العلاقة بينَ حدوث هذه الظاهرة و الأعاصير المدارية، و تأثير ذلك في شبه الجزيرة العربية.

ظاهرة الاحترار العالمي تزيد من فرصة حدوث الأعاصير المدارية وتزيد من قوتها بسبب زيادة عمليات التبخر و رطوبة الجو، و سيزيد تأثيرها على شبه الجزيرة العربية خاصةً المناطق المطلّة على بحر العرب.

## الربط بالبيئة

على الرغم من الخسائر الجمة التي تتركها الأعاصير المدارية على البيئة، إلا أن لها فوائد عديدة، مثل:

1. تقليل ظروف الجفاف في بعض مناطق العالم.
2. توزيع البذور و من ثم تسهيل انتشار أنواع نباتية عدة.
3. إحداث توازن في درجة الحرارة بين القطبين و خط الاستواء .

## الربط بالجغرافيا

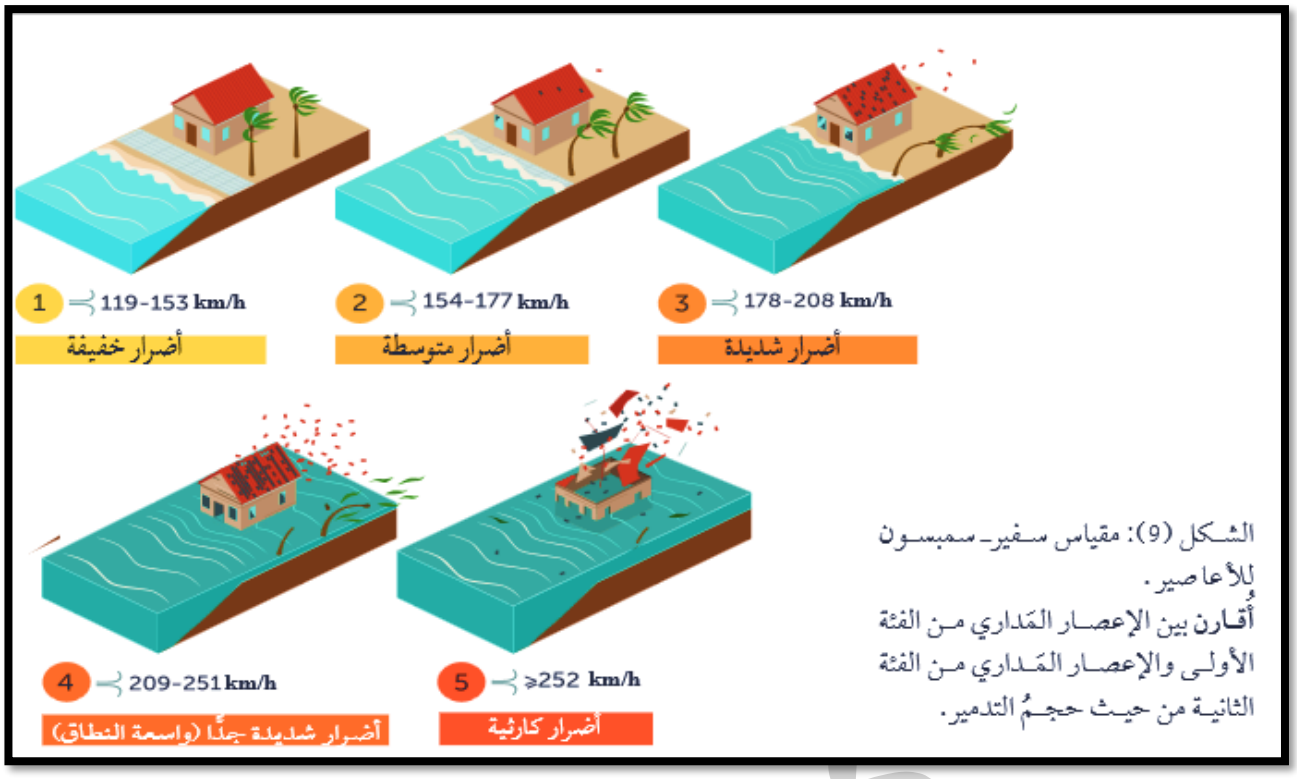
تتشكل الأعاصير المدارية فوق مياه المحيطات المدارية ضمن منطقة الضغط المنخفض الاستوائي فوق كل من:

1. المحيط الأطلسي
2. المحيط الهادي
3. المحيط الهندي.

✓ يُسمى الإعصار المحيطي "التيفون" Typhoon حين يتشكل فوق المحيط الهادي.
✓ يسمى الإعصار المحيطي "السايكلون" Cyclone حين يتشكل فوق المحيط الهندي.

✓ اتحقق : أُفسر سبب خطورة الأعاصير المدارية.
تسبب خطورة الأعاصير المدارية هو قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تُسبّب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانًا حتى عمق (40km)، و تتسبب بأضرار مادية بالممتلكات سواء في عرض البحر أو على الساحل و فقدًا للأرواح، كما يكمن خطرها في سرعة الرياح الشديدة المرافقة للعاصفة ؛ فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من (200 km/h ) أحيانًا، و يُضاف لما سبق هطول الأمطار بغزارة شديدة، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومين.

كيف تقاس قوة الأعاصير المدارية ؟ بوساطة مقياس سفير سمبسون للأعاصير الذي يُصنف الأعاصير المدارية إلى خمس فئات حسب سرعة الرياح فيها، أنظر الشكل (9).




الشكل (9): مقياس سفير- سمبسون للأعاصير.
أُقارن بين الإعصار المَداري من الفئة الأولى والإعصار المَداري من الفئة الثانية من حيث حجمُ التدمير.

## فئات مقياس سفير سمبسون للأعاصير المدارية :

1. **الفئة الأولى :** تلحق الرياح أضرارًا خفيفة بالمنازل و الأشجار و خطوط الكهرباء.
2. **الفئة الثانية :** تزداد هذه الأضرار في الفئة الثانية ، إذ تلحق الرياح أضرارًا بالأبنية و ينقطع التيار الكهربائي أياما عدة.
3. **الفئة الثالثة :** يُصبح الإعصار مدمرا و يتسبب بأضرار شديدة، مثل الفيضانات بالقرب من المناطق الساحلية.
4. **الفئة الرابعة :** يتسع نطاق الأضرار فتُهدم المباني و تتكسر الأشجار، و يتطلب الأمر إجلاء مناطق على مسافة عشرات الكيلومترات من السواحل.
5. **الفئة الخامسة :** هي الأعنف إذ تُلحق دمارا دائما بالبنى التحتية و المناطق السكنية.

فسر : بتطور وسائل رصد الأعاصير المدارية مع الزمن، أمكن التقليل من مخاطرها و آثارها التدميرية؟

فقد استطاع خبراء الرصد عن طريق المعطيات و المعلومات، التي يُحصل عليها من أجهزة القياس المحمولة على الأقمار الصناعية، التنبؤ ب:

1. قوّة هذه الأعاصير المدارية
2. مواقعها
3. الأماكن التي يمكن أن تصل إليها

و وفق هذه المعطيات :

1. تُقدَّم توعية للسكان لأخذ احتياطات السلامة المناسبة.
2. تُعطى الإرشادات لكيفية التعامل مع تلك الأعاصير المدارية في حال حدوثها.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة**: أقارن بين الأعاصير المدارية و الأعاصير القمعية من حيث: حجمها، و مدة مكوثها و أماكن نشأتها.

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

2. أُفسر سبب عدم تكون الأعاصير المدارية جنوب المحيط الهادي.

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

3. أصف الشروط الواجب توافرها حتى يتكون إعصار مداري في منطقة ما.

1. وجود منطقة ضغط جوي منخفض.
2. وجود محيطات مدارية ذات درجات حرارة مرتفعة.

4. أستنتج سبب ظهور الأثر التدميري للأعاصير القمعية على شكل خط طويل وضيق.

لأن قطرها قليل نادرًا ما يتجاوز 200 m.

5. أتوقع الأضرار التي يمكن أن تحدث إذا اجتاح إعصار قمعي سرعة الرياح التي ترافقه تُقدر بـ (500 km/h) و شدته (F 5) منطقة ما.

سينتج أضرار غير معقولة و تدمير المباني الكبيرة و تطاير الأجسام و السيارات لمئات الأمتار و تحويلها إلى قذائف خطيرة.

6. أدرسُ الجدول المجاور الذي يوضح المناطق ( أ، ب، ج) التي حدثت فيها أعاصير قمعية مختلفة الشدّة ، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

| المنطقة | الشدّة وَفق مقياس فوجيتا |
|---|---|
| أ | F1 |
| ب | F5 |
| ج | F3 |

أ ) أُرتب المناطق (أ، ب، ج) تنازليا حسب سرعة الرياح فيها.

(ب، ج، أ)

ب ) أقارن بين المنطقة (ب) وبين المنطقة (ج) من حيث آثارها 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 و اقتلاع بعض أسقف و جدران المنازل المشيّدة بشكل جيد ، و انقلاب القطارات و السيارات و اقتلاع معظم الأشجار في الغابات .

ج ) أفسر سبب عدم حدوث أعاصير مدارية في المناطق (أ، ب، ج).

لأنها مناطق تمثل يابسة و ليس محيطات.

7. أفترض حدوث إعصارين مداريين، أحدهما من الفئة الثانية، و الآخر من الفئة الرابعة وفق مقياس سفير . سمبسون للأعاصير في منطقتين مختلفتين، ثم أجيب عن السؤالين الآتيين:

أ ) أقارن بين الإعصارين المداريين من حيث: سرعة الرياح، و القوة التدميرية.

| الإعصار المداري | سرعة الرياح | القوة التدميرية |
|---|---|---|
| الفئة الثانية | أقل | أقل |
| الفئة الرابعة | أكبر | أكبر |

ب ) أفسر ماذا يحدث للإعصارين المداريين عند توغلهما مسافة طويلة فوق اليابسة.

يضعف تأثير الإعصارين؛ لأنه يقل تزويدهما ببخار الماء من المحيطات ويتضاءل مصدر الطاقة الكامنة و بالتالي يبدأ الإعصارين بالتلاشي.

## أسئلة مثيرة للتفكير

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

1 - العاصفة الكبيرة المستمرة منذ أسبوعين وعلى وشك أن تضرب منطقة جديدة هي على الأغلب عاصفة:

أ) مدارية. ج) ريحية. ب) قمعية. د) ثلجية.

2 - أفترض أنني التقطت صورة واضحة لعين الإعصار المداري، فإنني سألاحظ في الصورة:

أ) رياحا قوية جدا. ج) أمطارا غزيرة. ب) رياحًا هادئة جدا. د) رعدًا و برقا.

3. تضعف الأعاصير المدارية بسرعة حين تنتقل على:

أ) المحيطات الدافئة.

ب) اليابسة.

ج) المحيطات الباردة.

د) مدار الجدي.

السؤال الثاني:

أدرسُ الجدول الآتي الذي يوضح سرعة الرياح المرافقة للأعاصير القمعية (س، ص، ع، ك)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

| اسم الإعصار | سرعة الرياح (km/h) |
|---|---|
| س | 102 |
| ص | 190 |
| ع | 85 |
| ك | 300 |

1. أقارن بين الإعصار ( س) والإعصار (ع) من حيث حجم الأضرار التي يسببها كل منهما.

الأضرار التي يسببها الإعصار (س) ستكون أكبر من تلك التي يسببها الإعصار (ع)، ولكن أضرار الإعصارين إجمالاً ستكون أضراراً خفيفة في الموجودات؛ وتكسر أغصان الأشجار الكبيرة و اقتلاع الشجيرات الصغيرة.

2. أتوقع شكل هطول المطر المرافق للإعصار (ص) إذا كان معدل هطول المطر يساوي (30 mm/h ). زخات مطر غزيرة

3. أصف العلاقة بين مقياس فوجيتا ومقياس بيفورت بالاعتماد على المعلومات الواردة في الجدول.

يعتمد مقياس فوجيتا على سرعة الرياح في تصنيف الأعاصير القمعية حسب شدتها و آثارها التدميرية، و يعتمد مقياس بيفورت على سرعة الرياح أيضا في تصنيف قوة الرياح، فعلى سبيل المثال تصف قوة الرياح المرافقة للإعصار (ك) حسب مقياس بيفورت بالقوة (12) ووصفها المقياس بأنها إعصار.

4. أستنتج الأعاصير التي يمكن أن تشكل تهديدًا مباشرًا لحياتي وأنا في داخل المنزل.

الإعصار (ك)؛ لأنه يسبب أضرار مدمرة؛ و تسوية منازل جيدة البناء بالأرض، و تطاير السيارات و الأجسام لمسافات و تحولها إلى قذائف خطيرة تهدد حياة البشر و تصيب المباني الأخرى.

5. أفسر: لماذا تسبب الإعصار (ك) في إحداث أضرار كبيرة في أثناء عبوره منطقة ما في حين : الأضرار أقل أثناء عبوره منطقة أخرى، مع العلم أن سرعة الإعصار ثابتة لم تتغير؟

لأنه تم رصد الإعصار في المنطقة (ب) بوساطة التقنيات الحديثة، وتم توعية السكان بأخذ احتياطات السلامة المناسبة و اتباع الطرق السليمة في كيفية التعامل مع الإعصار، بخلاف المنطقة (أ) التي لم يتم رصد الإعصار فيها و لم تتخذ احتياطات السلامة للوقاية من خطر الإعصار.

6. أتواصل : أناقش زملائي/ زميلاتي في النتائج التي توصلت إليها.

ستختلف إجابات الطلبة حسب ما توصلوا إليه.

**السؤال الثالث:**

**يدعي الطالب أحمد أن الأردن معرّض لحدوث الأعاصير القمعية، إلا أنه غير معرض لحدوث الأعاصير المدارية، أما الطالب خالد فيرى أن الأردن معرّض لحدوث كل من الأعاصير القمعية و المدارية، في حين يرى زميلهم علاء أن الأردن غير مُعرّض لحدوث أي من الإعصارين. أفند صحة آراء الطلبة الثلاثة.**

**ادعاء علاء هو الأصح ؛ لأن الأعاصير المدارية تحدث في مناطق محددة في العالم فوق المحيطات المفتوحة الدافئة، و الأردن غير معرض لحدوث مثل هذه الأعاصير، كما أن الأعاصير القمعية نادرة الحدوث في الأردن؛ لأنها في الغالب تحدث في مناطق محددة في العالم.**

**السؤال الرابع:**

**أفترض أنني أعيش في منطقة مهددة بحدوث الأعاصير المدارية التي ترافقها رياح سرعتها ( km/h 250). في ضوء ذلك؛ أجيب من السؤالين الآتيين:**

**أ. أتوقع خطورة هذا الإعصار على حياة الأفراد القاطنين في المنطقة.**

**سيتسبب الإعصار في حدوث الفيضانات المدمرة التي ستغرق المنازل، ترافقها رياح شديدة تسبب تلفا في سقوف المنازل و الأشجار، بالإضافة إلى الأمطار الغزيرة، و يُشكل هذا خطرا على حياة الأفراد القاطنين في المنطقة.**

**ب.أصف المكان المناسب للعيش فيه من حيث بعد المبنى عن الشاطئ و ارتفاعه، و توافر الغطاء النباتي، و بما يضمن السلامة و الأمان من مخاطر الإعصار.**

**مواصفات المكان المناسب للعيش فيه للوقاية من خطر الأعاصير المدارية في حال حدوثها :**

1. **يجب أن يبعد المكان عن الشاطئ مسافة أكبر من 40 km لأن الموجات البحرية العاتية المتولدة عن الإعصار قد تسبب فيضانات بحرية تمت داخل اليابسة أحيانا حتى عمق ( 40 km).**
2. **يجب أن يكون مرتفعا حتى لا تصله مياه الفيضانات**
3. **يجب أن يتوافر فيه غطاء نباتي حتى يعمل كمصد للرياح أو يعمل على التقليل من أثرها.**

**السؤال الخامس:**

**أقرر أي الإعصارين أكثر تدميرا: الإعصار (أ) الذي قطع مسافة تقدر بـ (4000 km) في (9 days)، أم الإعصار (ب) الذي قطع مسافة 50 km في ( 8min و أوضح المبررات التي استعنت بها في إجابتي.**

**الإعصار (أ) هو الأكثر تدميرا ؛ لأنه إعصار مداري يسبب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة و تسبب بأضرار مادية بالممتلكات في المنطقة التي مر بها و فقدا للأرواح، و ترافقه رياح شديدة تسبب دمارا كبيرا، أما الإعصار (ب) فهو إعصار قمعي ينحصر تدميره في المناطق التي يمر فيها لدقائق معدودة.**

تُعد الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية من مظاهر الطقس الطبيعية الخطرة التي لا يمكن تلافي حدوثها، و لكن يمكن التقليل من مخاطرها باتباع إجراءات السلامة .

فسر : في أثناء ترقب حدوث الإعصار ينبغي متابعة نشرة الأحوال الجوية بشكل منتظم.

1. الاستماع إلى التعليمات الرسمية الصادرة من الجهات المعنية .
2. التأكد من توافر الأدوات الخاصة بالطوارئ (مذياع يعمل بالبطاريات ، بطاريات، مصباح يد، شموع،... )
3. تجهيز القبو أو غرفة في المنزل لتكون ملجأً آمنا .
4. قفل النوافذ قفلا سليما محكما و تدعيمها باستخدام ألواح خشبية.
5. حين يضرب الإعصار المنطقة يجب فصل التيار الكهربائي عن المنزل، وإغلاق شبكة المياه، والتوجه إلى قبو المنزل بعيدا عن النوافذ، و إذا لم يتوافر قبو فيمكن الاختباء تحت قطع الأثاث.
6. إذا كان الشخص خارج المنزل فعليه الاحتماء بمكان بعيد عن الأشجار و أعمدة الكهرباء
7. في حال وجود الشخص داخل السيارة فعليه مغادرتها و الاتجاه نحو أقرب مكان آمن ليحتمي فيه، و يُفضّل اللجوء إلى مكان مرتفع.

## الكتابة في الجيولوجيا

أكتب تقريرا أوضح فيه إجراءات السلامة المتبعة عند حدوث الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية، لم أعرض ما كتبته على زملائي زميلاتي في الصف.

يمكن كتابة تقرير على النحو الآتي:

الاستماع إلى نشرة الأحوال الجوية والتعليمات التي تصدرها السلطات المختصة والإنذارات عن احتمال حدوث الرياح الشديدة التي تصاحب الأعاصير.
الاستعداد بزمن كاف قبل وصول العاصفة لتجنب ضيق الوقت الذي يعيق النجاة.
ترك المناطق المنبسطة التي تكون عرضة لأمواج الإعصار.
احكام إغلاق النوافذ جيدا بشريط خاص لأن الأخطار المحدقة بالنوافذ الصغيرة تكون دائما بسبب النفايات التي تضر بها. وتنكسر النوافذ الكبيرة بوساطة ضغط العاصفة عليها.
المحافظة على تأمين الأشياء خارج البيت التي ربما تعصف بها الرياح، مثل الأواني المستخدمة لجمع النفايات. و اثاث الحدائق، وأي أشياء أخرى.
تخزين مياه للشرب في أوان نظيفة وأوان الطبخ، لأنه ربما تفسد مياه الشرب أو تتضرر شبكة المياه العامة.
البقاء في المنزل أو في الأماكن العالية، لأنه ربما تكون الرياح قوية وخاصة في حالة صدور تعليمات بالإخلاء بوساطة السلطات إلى مكان آخر حتى زوال العاصفة.
إخلاء المنزل إذا في حال طلبت السلطات التحرك إلى موقع آخر مؤقت.

## مراجعة الوحدة

**السؤال الأول : أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

**1. تحدث الأعاصير القمعية في الغالب في فصلي:**

أ ) الصيف، و الخريف. ب الصيف، و الربيع.

ج) الشتاء، و الربيع. د) الشتاء، و الخريف.

**2. يُصنّف مقياس فوجيتا الأعاصير القمعية وفق الآثار التدميرية التي يسببها إلى :**

أ ) 4 درجات. ب 5 درجات. ج) 6 درجات. د) 8 درجات.

**3 . يُصنّف مقياس سفير - سمبسون للأعاصير الأعاصير المدارية إلى خمس فئات وفق :**

أ ) شدّة الهطول. ب) امتداد الفيضان. ج) سرعة الرياح. د) حجم الضرر.

**4 . تُصنف قوة 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 الجوي. د) درجة الحرارة على سطح الأرض.

**6. الضرر الذي يرافق إعصارًا قمعيًّا 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 قوة الرياح على مقياس بيفورت تساوي**

أ) (0) ب) (1). ج) (4). د)(12)

**8 تصنّف الأعاصير القمعية وفق مقياس فوجيتا بناءً على:**

أ ) قوة الرياح و سرعتها.

ب ) قوة الرياح و معدّلات الهطول المرافقة لها.

ج) شدّة الرياح و الضرر الذي يمكن أن تسببه.

د ) معدلات هطول الأمطار و شدتها.

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

1 - تصنف الأعاصير المدارية التي تسبب تطاير السيارات من الفئة .

2 - تتسبب الأمواج العاتية المرافقة للأعاصير المدارية بحدوث

3- يُستخدم في قياس سرعة الرياح جهاز.

4 - المناطق الأكثر عُرضة لحدوث الأعاصير المدارية هي المحيطات .

5 - الأساس المستخدم في تصنيف مقياس بيفورت هو

**السؤال الثالث:** أتتبع مراحل نشأة الأعاصير المدارية.

**السؤال الرابع:** أفسر العبارات الآتية تفسيرًا علميًّا دقيقا:

أ - تكون مناطق الضغط الجوي المنخفض في مركز الأعاصير القمعية و الأعاصير المدارية.

ب - حدوث أغلب الأعاصير القمعية في أوقات ما بعد الظهر.

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

أ - الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية من حيث طريقة قياس كل منها.

ب- البرد والثلج من حيث طريقة تكون كلٌّ منهما.

ج- إعصار قمعي شدّته (F1) و إعصار قمعي شدّته (F4) من حيث الأضرار الناجمة عن كل منهما.

**السؤال السادس:** انقد صحة ما ورد في العبارة الآتية: " يمكن حدوث أعاصير مدارية في خليج العقبة".

**السؤال السابع:** أتوقع ما يمكن حدوثه إن لم تتوافر تقنيات حديثة لرصد الأعاصير المدارية .

**السؤال الثامن:** أشرح كلا من:

أ - آلية تكون المطر.

ب- كيفية تصنيف هطول المطر، و أطرح أمثلة على أشكال هطول المطر.

**السؤال التاسع:**

أقوم مدى دقة البيانات الواردة في العبارة الآتية: " يُستخدم جهاز مقياس المطر لقياس كمية الأمطار و كمية المياه الناتجة من الثلوج، إضافة إلى قياس عمق الثلوج".

**السؤال العاشر:**

أبرر سبب استخدام مقياس بيفورت على نطاق عالمي لقياس قوة الرياح.

**السؤال الحادي عشر:**

**أناقش الأسباب التي تصنف الأعاصير المدارية على أنها من أعنف الأعاصير و أكثرها تدميرًا على سطح الأرض.**

**السؤال الثاني عشر:**

**أفترض أنّ إعصارًا مَداريا رُصِدَ عند دائرتي عرض 25 شمالا و خط طول 50 غربا، أي تقريبًا على بعد (2900km) من مدينة ميامي، و أحسب كم من الوقت سيستغرق الإعصار للوصول إليها، علمًا بأنّه يتحرك غربا بسرعة (25km/h).**

## السؤال الأول:

1. (ب) الصيف والربيع.

2. ج) 6 درجات.

3. ج) سرعة الرياح.

4. ج) (0-12).

5. د) درجة الحرارة على سطح الأرض.

6. (ب) انقلاب السيارات.

7. أ )(0)

8. ج) شده الرياح و الضرر الذي يمكن أن تسببه .

## السؤال الثاني:

1- الخامسة.

2- فيضانات بحرية.

3- الأنيمومتر.

4- الاستوائية.

5- سرعة الرياح.

## السؤال الثالث :

تنشأ الأعاصير المدارية على النحو الآتي:

1. يرتفع الهواء الرطب إلى أعلى فوق المحيطات الاستوائية، ويتكاتف مشكلا السحب الركامية، و باستمرار التبخر و التكاتف تبنى أعمدة أطول و أوسع من السحب.

2. تبدأ الرياح بالاندفاع بسرعة كبيرة نحو مركز المنخفض، و الدوران 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:

أ. بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء .
ب.لأن سطح الأرض يكون ساخنا و سيسهم هذا بارتفاع الهواء الرطب الدافئ إلى أعلى لتشكيل الأعاصير القمعية

## السؤال الخامس:

أ. يتم قياس شدة الأعاصير القمعية بمقياس فوجيتا، بينما تقاس قوة الأعاصير المدارية بوساطة مقياس سفير- سمبسون.
ب. يتكون الثلج حين تخفض درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض إلى أقل من $0^0$ C ، فإن بخار الماء الزائد على الإشباع يتكاثف مباشرة مكونا بلورات من الثلج على النوى المتوافرة ، و تتصادم هذه البلورات و تتحد معا مكونة بلورات أكبر حجما لا تلبث أن تتساقط نحو الأرض على شكل ثلج.
أما البرد فيتكون عندما تحمل التيارات الهوائية الصاعدة قطرات المطر عاليا و من 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. و يمكن أن تحدث هذه العملية مرات عدة، وفي النهاية تصبح حبات البرد أثقل وزنا من قدرة التيارات الصاعدة على حملها، فتتساقط على سطح الأرض.
ج- الإعصار ذو الشدة F1 يُسبب أضرارا معتدلة؛ و إزاحة السيارات المتحركة من الطرق، و اقتلاع أسطح بعض الصغيرة.
أما الإعصار ذو الشدة F4 فإنه يسبب أضرارا مدمرة؛ و تسوية منازل جيدة البناء بالأرض، و تطاير السيارات و الأجسام لمسافات و تحولها إلى قذائف خطيرة تهدد حياة البشر وتصيب المباني الأخرى.

## السؤال السادس

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

## السؤال السابع:

ستتسبب الأعاصير المدارية بخسائر جمة من النواحي البشرية و المادية نتيجة حدوث الفيضانات المدمرة و الرياح الشديدة، و يتوافر تقنيات حديثة لرصد الأعاصير المدارية و يمكن التقليل من مخاطرها و آثارها التدميرية.

## السؤال الثامن:

أ- 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، و يتحول من حالته الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة مكوناً الغيوم، و مع استمرار عملية التكاثف تزداد قطرات الماء تدريجياً و يزداد حجمها و بالتالي يزداد وزنها، ثم تستمر عملية التكاثف حتى تصبح الغيمة مشبعة تماما بقطرات الماء و ثقيلة جدًّا فيتم التخلص من الحمولة على شكل هطول مطري .

ب . تصنف أشكال هطول المطر بناءً على معدلات هطولها، و من الأمثلة عليها الرذاذ، و الرذاذ الناعم و الأمطار الخفيفة، و زخات المطر الغزيرة.

## السؤال التاسع:

العبارة صحيحة في ما يتعلق أن مقياس المطر يستخدم لقياس كمية المطر و كمية المياه الناتجة عن الثلوج، و لكنها غير صحيحة في ما يتعلق بقياس عمق الثلج؛ لأنه يستخدم مسطرة القياس لقياس عمق الثلج و ليس مقياس المطر.

## السؤال العاشر:

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

## السؤال الحادي عشر:

تصنف الأعاصير المدارية بأنها من أكثر الأعاصير تدميرا للأسباب الآتية:

1 - قدرتها على توليد موجات بحرية عاتية تسبب فيضانات بحرية تمتد داخل اليابسة أحيانا حتى عمق يصل إلى (40 km)، و تتسبب بأضرار مادية بالممتلكات سواء في عرض البحر أو على الساحل وفقدا للأرواح.

2-السرعة الرياح الشديدة المرافقة للعاصفة فهذه الرياح تتوغل إلى مئات الكيلومترات في اليابسة بسرعة قد تصل إلى أكثر من(200 km/h) أحيانا .

3- هطول الأمطار بغزارة شديدة، حيث يهطل المطر خلال يوم أو يومين بمعدل يقارب أحيانا كمية الأمطار التي تسقط على مدار السنة ما ينتج عنه فيضانات جارفة ومدمرة.

## السؤال الثاني عشر:

السرعة = المسافة/ الزمن

25 = 2900 / الزمن

الزمن =h 116