omaneduportal.com

omaneducportal.com

الطبعة الثانية

١٤٣٧ هـ - ٢٠١٦ م

جميع حقوق الطبع والنشر والتوزيع محفوظة لوزارة التربية والتعليم

تم تطوير هذا الكتاب في قسم تطوير مناهج الدراسات الاجتماعية
بدائرة تطوير مناهج العلوم الإنسانية

تمت عمليات إدخال البيانات و إعداد الرسومات والتدقيق اللغوي والتصميم والإخراج
في مركز إنتاج الكتاب المدرسي والوسائل التعليمية بالمديرية العامة لتطوير المناهج

omaneducportal.com

ملاحظة: لا يعتمد على الخرائط الواردة في الكتاب كمرجع للحدود الدولية والسياسية والإدارية.
الخرائط التاريخية تخطيطية، وهي للاستخدام التعليمي فقط.

حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

omaneducportal.com

omaneducportal.com

# المحتويات

الموضوع/ الدرس | الصفحة


المحتويات ..... ٥
تقديم ..... ٦
مقدمة ..... ٧

**الوحدة الأولى : علم الخرائط** ..... ٩

الدرس الأول : تطور الجغرافيا والخرائط ..... ١٠
الدرس الثاني : الخريطة: عناصرها وأنواعها ..... ١٩
الدرس الثالث : إنتاج الخرائط ..... ٣٧

**الوحدة الثانية : علم المساحة وتطبيقاته** ..... ٤٧

الدرس الأول : مدخل إلى علم المساحة ..... ٤٨
الدرس الثاني : المسح الأرضي ..... ٥٤
الدرس الثالث : نظام تحديد المواقع العالمي ..... ٦٢
الدرس الرابع: المسح الجوي التصويري ..... ٦٩

**الوحدة الثالثة : الاستشعار عن بُعْد** ..... ٧٩

الدرس الأول : تطور الاستشعار عن بُعْد ..... ٨٠
الدرس الثاني : أقمار الاستشعار عن بُعْد ومصادر البيانات ..... ٨٧
الدرس الثالث : تحليل الصور الفضائية وتفسيرها ..... ٩٤
الدرس الرابع: تطبيقات الاستشعار عن بُعْد ..... ١٠٠

**الوحدة الرابعة : نظم المعلومات الجغرافية** ..... ١٠٧

الدرس الأول : مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية ..... ١٠٨
الدرس الثاني : عناصر نظم المعلومات الجغرافية ..... ١١٤
الدرس الثالث : البيانات في نظم المعلومات الجغرافية ..... ١٢٠
الدرس الرابع : تمثيل البيانات المكانية ..... ١٢٩
الدرس الخامس : وظائف نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها ..... ١٣٦


omaneducportal.com

# تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

**الحمد لله نحمده تمام الحمد، ونصلي ونسلم على خير خلقه سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.. وبعد،،**

تحرص وزارة التربية والتعليم على تجويد العملية التعليمية من خلال إرساء قواعد منظومة تعليمية متكاملة تلبي احتياجات البيئة العمانية وتتناسب مع متطلباتها الحالية.

وبعد مراجعة النظام التعليمي للسلطنة وقياس مستوى أدائه وتحديد أهم التحديات التي تواجهه، قامت وزارة التربية والتعليم بإعادة ترتيب أولوياتها، وتنظيم جهودها لإحداث التطوير بما يتماشى مع توجهات السلطنة ورؤيتها المستقبلية، حيث جرى تطوير الأهداف العامة للتربية، والخطة الدراسية التي أولت اهتماما أكبر للمواد العلمية وتدريس اللغات، واستحدثت مواد دراسية جديدة لمواكبة المستجدات على صعيدي تكنولوجيا المعلومات واحتياجات سوق العمل من المهارات، هذا فضلا عن التطوير الذي أدخل على أساليب واستراتيجيات تدريس المناهج الدراسية التي أصبحت تعنى بالمتعلم باعتباره محور العملية التعليمية التعلمية.

إن النقلة النوعية التي نشهدها حاليا في العملية التعليمية أحدثت الكثير من التغييرات الجذرية، فجاءت الكتب الدراسية متسمة بالحداثة والمرونة، والتوافق في موضوعاتها مع مستويات أبنائنا الطلبة والطالبات، وخصائص نموهم العقلي والنفسي، وثقافتهم الاجتماعية، واهتمت بالجوانب المهارية والفنية والرياضة البدنية تحقيقا لمبدأ أصيل من مبادئ فلسفة التربية في السلطنة الداعي إلى بناء الشخصية المتكاملة للفرد، وعززت دور المتعلم في عملية التعلم من خلال إكسابه مهارات التعلم الذاتي والتعلم التعاوني، ولم يعد الكتاب المدرسي بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات إلا دليلا يسترشد به الطالب للوصول إلى ما تختزنه مصادر المعلومات المختلفة كالمراجع المكتبية ومصادر التعلم الإلكترونية الأخرى من معارف، ويؤمل من الطالب القيام بعملية البحث والتقصي للوصول إلى ما هو أعمق وأشمل.

فإليكم أبنائي وبناتي الطلاب والطالبات نقدم هذا الكتاب راجين أن يجد عين الاهتمام منكم، ويكون لكم خير معين؛ لتحقيق ما نسعى إليه من تقدم ونماء هذا الوطن المعطاء تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله ورعاه.

**والله ولي التوفيق**

**د. مديحة بنت أحمد الشيبانية**

**وزيرة التربية والتعليم**

omaneducportal.com

# مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

**الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين،،، وبعد**

## عزيزتي الطالبة/عزيزي الطالب..

يسرُّنا أن نضع بين يديك كتاب «الجغرافيا والتقنيات الحديثة» الذي يترجم اهتمام وزارة التربية والتعليم بضرورة مسايرة التطورات المتلاحقة في مختلف المجالات، وحرصها على مواصلة التجديد والمعاصرة لمواكبة ما تشهده السلطنة من نقلة نوعية في مجال اقتصاد المعرفة وتوجهها نحو الحكومة الإلكترونية في ظل عصر النهضة المباركة التي يقودها جلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم - حفظه الله ورعاه - وحيث إن الكتاب يقدّم مدخلاً نحو الجغرافيا وتقنياتها المختلفة؛ فهو بذلك يثبت أن الجغرافيا لم تعد ذلك العلم الذي يهتم بوصف الظواهر الجغرافية وصفًا سطحيًّا، بل أصبحت علمًا يتماشى والتطور العلمي الحديث المعتمد على التحليل والقياس والربط واستخدام النماذج والنظريات الحديثة، فقد أصبح الجغرافيون يعالجون مواضيع متجددة، إذ يلمس المتتبع لأعمال الجغرافيين ذلك الاهتمام المتزايد لتطوير الطرق المنهجية في دراسة الظواهر الجغرافية (الطبيعية والبشرية) بطريقة تختلف عما كانت عليه في الماضي، وذلك بفضل استخدامهم للوسائل التقنية المتقدمة، وقد أسهم التطور في استخدام هذه الوسائل في تطور علم الجغرافيا وجعله علمًا يتماشى مع عصر التكنولوجيا.

و يتضمن كتابك هذا مواضيع جغرافية مترابطة، معتمدًا على النص والصورة والرسوم التوضيحية، بالإضافة إلى التطبيق العملي على الأجهزة والبرامج المحوسبة.

إذ تناولت الوحدة الأولى تطور الجغرافيا والخرائط عبر العصور، وصولًا إلى الثورة الكمية في الجغرافيا، والتعريف بعلم الخرائط وما شهده من تغيرات تكنولوجية تواكب تطورات العصر الحديث.

بينما تضمَّنت الوحدة الثانية التعريف بعلم المساحة وتطوره وتطبيقاته، بالإضافة إلى أنواع المساحة (الأرضية والجوية) والتطبيقات المختلفة لكل نوع، والأجهزة المستخدمة فيها، مع التركيز على نظام تحديد المواقع العالمي وكيفية توظيفه في مجالات الحياة المختلفة.

omaneduportal.com

وخصصت الوحدة الثالثة لدراسة موضوع الاستشعار عن بُعْد من حيث مفهومه وتطوره، كما استعرضت الوحدة أهم أقمار الاستشعار عن بُعْد، إضافة إلى كيفية تحليل الصور الفضائية وتفسيرها، والتعريف بأهم تطبيقاته في المجالات التنموية المختلفة.

وتم التركيز في الوحدة الرابعة على التعريف بنظم المعلومات الجغرافية وعناصرها، كما تطرقت الوحدة إلى البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وطرق تمثيلها، إضافة إلى التعريف بوظائف نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها.

وستلاحظ أن الكتاب تضمن العديد من الأنشطة التي تهدف إلى تدريبك على المهارات الجغرافية المختلفة، مثل: مهارة قراءة الخرائط، ومهارة التعامل مع الأجهزة المختلفة كجهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)، وكذلك البرمجيات المتطورة كنظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعْد، والتي ستسهم في تنمية مهارات التفكير ومهارات التعامل مع هذه التقنيات، إذ أن معظم مؤسسات الدولة توظف التطبيقات الجغرافية الحديثة لصناعة القرار في مجالات التخطيط، والتنمية الشاملة في مختلف المجالات.

وقد حرصنا على توجيهك نحو استخدام مصادر التعلم المختلفة وقراءة العديد من الصور بشكل عام، والصور الجوية والفضائية بشكل خاص، وكذلك الخرائط والأشكال، واستخدام العديد من الأجهزة والبرمجيات المتطورة وشبكة المعلومات العالمية(الإنترنت)، بهدف تطوير مهارة البحث والتلخيص والتحليل والاستنتاج والتقييم، واستخدام طرق تعلم متنوعة كالتعلم الذاتي، والتعلم بالاكتشاف، والتعلم بالاستقصاء، وذلك لإعدادك لمواجهة متغيرات الحياة وتطوراتها.

ونحن ندعوك للاستفادة من محتوى الكتاب، وتطبيق الأنشطة العلمية المضمنة فيه، سواءً الأنشطة التي تحتاج إلى حاسب آلي، أو تلك التي تتطلب مهارات أدائية أخرى.

وحرصًا منا على تعزيز مهارات قراءة الخرائط والصور وفهمها، فقد تم تذييل الكتاب بعدد من الخرائط بما يتناسب وموضوعات الكتاب، كما تم إضافة كشَّاف لأهم المصطلحات والمفاهيم الواردة في الدروس.

إن هدفنا يتعدى الدعوة إلى الاستفادة من المحتوى العلمي والمهاري والقيمي لهذا الكتاب، إلى المساهمة في تنشئتك لتصبح مواطنًا مثقفًا واعيًّا لواقع مجتمعك ووطنك والعالم الذي تعيش فيه، مواطنًا مدركًا لما يجري حولك من متغيرات، متفاعلًا مع معطيات عصرك، مشاركًا في البناء والتنمية حيثما كان موقعك.

**واللَّهُ الموفق ،،**

**المؤلفون**

omaneducportal.com

الوحدة الأولى

# علم الخرائط

## الأهداف العامة للوحدة

يتوقع من الطالب من خلال دراسته للوحدة أن :

١- يتعرف ماهية علمي الجغرافيا والخرائط.

٢- يتتبع تطور علمي الجغرافيا والخرائط ودوافع الاهتمام بهما عبر العصور.

٣- يتعرف عناصر الخريطة الأساسية.

٤- يصنف مقاييس الرسم واستخداماتها المختلفة.

٥- يوظف حقيبة رسم الخرائط في تطبيق بعض مهارات قراءة الخريطة.

٦- يتتبع مراحل إنتاج الخريطة.

٧- يدرك دور التقنيات الحديثة في تطور علمي الجغرافيا والخرائط.

٨- يحلل الخرائط والأشكال والجداول الواردة في الوحدة.

٩- يتعرف المفاهيم والمصطلحات والتعميمات الواردة في الوحدة.

١٠- يكتسب القيم والاتجاهات والمهارات المتضمنة في الوحدة.

## دروس الوحدة

- تطور الجغرافيا والخرائط.
- الخريطة: عناصرها وأنواعها.
- إنتاج الخرائط.

omaneducportal.com

# الدرس الأول
# تطور الجغرافيا والخرائط

ارتبطت الجغرافيا بالإنسان منذ وجوده على سطح الأرض واهتمامه بملاحظة وتأمل ما حوله من أشياء وظواهر في بيئته التي يعيش فيها، وساعد تنقله من مكان لآخر للبحث عن حاجاته إلى كشف كثير من المعلومات والحقائق عن عالمه. وابتكر الإنسان على مر العصور الوسائلَ والتقنيات لتدوين ملاحظاته واستنتاجاته التي تعينه على اكتشاف المزيد من الأماكن والبيئات وحل المشكلات التي تواجهه. وقد أسهمت العديد من الشعوب والحضارات في تطوير الجغرافيا حتى أصبح عِلما له قواعده ووسائله الخاصة التي تميزه من غيره من العلوم.

**في هذا الدرس:**

**أتعلّم:**

- مفهوم علمي الجغرافيا والخرائط.
- تطور علمي الجغرافيا والخرائط .
- الثورة الكمية في الجغرافيا .

**مفاهيم أتعلمها:**

علم الجغرافيا، علم الخرائط ، نظام تحديد المواقع العالمي، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد.

## مفهوم علمي الجغرافيا والخرائط

الجغرافيا (Geography) كلمة من أصل إغريقي تتكون من مقطعين هما (Geo) بمعنى (الأرض)، و(Graphy) بمعنى (وصف)، فالمعنى اللغوي لكلمة جغرافيا هو «عِلم وصَف الأرض»، وأول من استخدم هذا المصطلح هو العالم الإغريقي إيراتوستينس (Eratosthenes)، (الشكل ١) عام ٢٤٠ ق .م، في كتاب ألفه بعنوان «الجغرافيا»، أما الاسم العربي القديم لعلم الجغرافيا فهو «علم تقويم البلدان».

الشكل (١) ايراتوستينس (Eratosthenes)

omaneducportal.com

ويختلف الجغرافيون في تعريف الجغرافيا بسبب تعدد مجالات اهتمام هذا العلم، إضافة إلى ما شهدته المعرفة الجغرافية من تطور سريع عبر العصور، فالجغرافيا ليست مجرد معرفة أسماء الأماكن ووصف سطح الأرض، وإنما لها اهتمامات كثيرة منها:

١- دراسة التفاعل بين الإنسان والبيئة.

٢- دراسة الاختلافات المكانية على سطح الأرض.

٣- توزيع الظواهر الطبيعية والبشرية ودراسة العلاقات القائمة بينها.

٤- جمع البيانات وإنتاج الخرائط.

٥- حل المشكلات المكانية والتخطيطية.

وإجمالاً يُعَرَّف علم الجغرافيا بأنه: **علم يهتم بوصف وتحليل وتفسير التوزيعات والتباينات المكانية للظواهر الطبيعية والبشرية للأرض .**

وتقسم الجغرافيا إلى فرعين رئيسيين هما: الجغرافيا الطبيعية (Physical Geography) والجغرافيا البشرية (Human Geography)، ومع تطور المعرفة الإنسانية تفرع علم الجغرافيا إلى فروع متعددة يهتم كل منها بخدمة الإنسان في مشاريعه المختلفة.

ويُعَدُّ علم الخرائط (Cartography) أحد فروع الجغرافيا الذي تعود بداياته إلى فترات تاريخية قديمة، فبعض الشعوب البدائية كانوا يخطون على الرمال أو ينقشون على قطع من الجلد رسوما مبسطة توضح الطرق والاتجاهات التي كانوا يسلكونها، ويعرف علم الخرائط بأنه: **علم وفن يهتم بعمليات رسم الخرائط وصناعتها.**

omaneducportal.com

**النشاط ١**

أ- في ضوء دراستك لمجالات اهتمام الجغرافيا، وضح أهمية الجغرافيا في حياتك اليومية.

ب- فَسِّر تعدد تعريفات علم الجغرافيا.

ج- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ارسم مخطط توضيحي لفروع علم الجغرافيا، ثم ناقش مجال اهتمام كل فرع منها.

د- «تعتمد الدول في حل بعض مشكلاتها البيئية والتخطيطية على علم الجغرافيا». وضح ذلك.

## تطور علمي الجغرافيا والخرائط

مَرَّ علم الجغرافيا بمراحل أسهمت في تشكيل فلسفته وبنيته التي ميزته من غيره من العلوم، وفيما يأتي نستعرض إسهامات بعض الشعوب والحضارات في تطور هذا العلم، مع توضيح ملامح من تطور علم الخرائط:

### البابليون

أسهم البابليون في ميادين المعرفة الجغرافية، إذ تمكَّنوا من تسجيل بعض الظواهر الفلكية، مثل ظاهرتي: الخسوف والكسوف، وحاولوا تفسير تعاقب الفصول، ووضعوا تقويما سنويا قمريا.

وقد صاحب هذا الاهتمامَ رَسْمُ الخرائط ، إذ يُعَدُّ البابليون من أوائل الشعوب الذين قاموا برسم خرائط تفصيلية لسهل العراق خلال الألف الرابع ق.م، واشتملت خرائطهم على مسح الأراضي بغرض تقدير الضرائب على الأراضي الزراعية بشكل دقيق، وكانوا ينقشون الخرائط على لوحات من الصلصال المحروق مستفيدين من مادة الطين المترسب على ضفاف نهري دجلة والفرات، كما في الشكل(٢).

omaneduportal.com

الشكل (٢) أقدم خريطة للأرض كما تصورها البابليون منقوشة على الطين

## المصريون القدماء

الشكل (٣) خريطة رسمت على ورق البردي زمن الفراعنة

أسهم المصريون القدماء في كثير من نواحي المعرفة، ولا سيما ما يتصل بالجغرافيا والخرائط، وتتمثل مجالات المعرفة الجغرافية عندهم في ملاحظة الظواهر الفلكية ومحاولة تفسيرها واستخدامها في التقويم لمتابعة مواسم فيضان نهر النيل، وأسهمت رحلاتهم الداخلية والخارجية في تطوير معرفتهم بالمناطق والأقاليم المجاورة.

ورسم المصريون القدماء خرائط للأراضي الزراعية مُوَضَّحين عليها المساحة التفصيلية بغرض تقدير الضرائب، معتمدين على إتقانهم للعلوم الرياضية والمساحية، وكانوا يرسمون الخرائط على ورق البردي (الشكل ٣)، وقد وجدت خرائط مصرية قديمة ترجع إلى عهد رمسيس الثاني (١٣٠٠ ق.م)، تبين مواقع الأعمدة التي تحدد مساحة الأحواض الزراعية، وأخرى سجلوا عليها معاركهم ، وبينوا عليها أسماء البلدان التي زاروها.

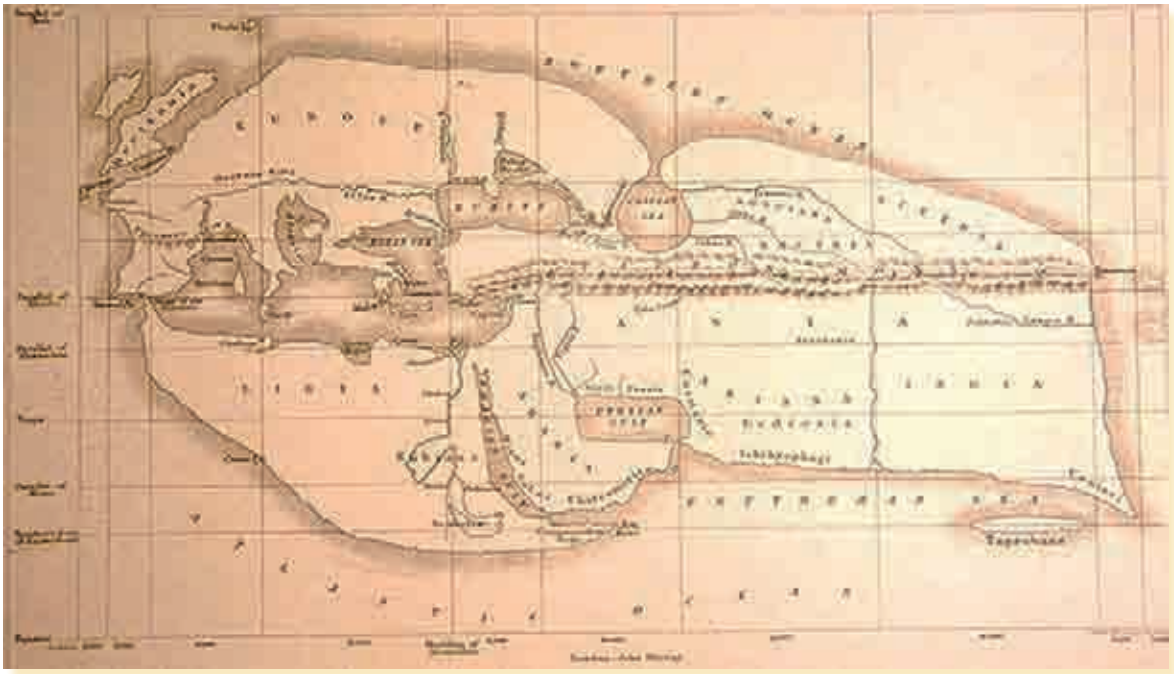
## الإغريق

نال الإغريق شهرة كبيرة بسبب مكانتهم العلمية ومنزلتهم الحضارية، وقد ساعدهم في ذلك مجموعة من الظروف الجغرافية الطبيعية التي كانت تحيط ببلادهم، ويُعَدُّ الإغريق أول من وضع الأسس والقواعد العلمية للجغرافيا؛ إذ اشتهر مفكروهم وفلاسفتهم بصياغة النظريات والقوانين والقواعد العلمية لتفسير الظواهر المختلفة، مثل: التوزيع العام للمناطق المناخية، وعلاقة المناخ بتوزيع الغطاء النباتي، كما اشتهروا بالدراسات الإقليمية (Regional Studies) للمناطق، من خلال وَصْف ما فيها من ظواهر طبيعية وبشرية، ودراستها دراسة شاملة.

وتمثل الخرائط الإغريقية نقطة البداية الحقيقية في تاريخ علم الخرائط؛ بفضل معرفتهم الفلكية والرياضية، وترجمتها إلى وسائل علمية؛ لتثبيت المواقع الأرضية على الخرائط، من خلال استخدام خطوط الطول ودوائر العرض ومقياس الرسم.

وتميزت خرائطهم بالدقة واشتملت على قارات العالم وأقطاره المعروفة آنذاك، بالإضافة إلى كثير من الظواهر الطبيعية، كالبحار والأنهار والخلجان، والظواهر البشرية كالمدن والقرى، ويوضح الشكل (٤) خريطة للعالم رسمها إيراتوستينس.

omaneducportal.com



الشكل (٤) خريطة العالم رسمها الإغريقي (إيراتوستينس)

## الرومـــان

اهتم الرومان بعلم الجغرافيا بسبب التوسع الكبير لحضارتهم برًا وبحرًا، وما تبع ذلك من علاقات تجارية وإرسال الحملات العسكرية، وقاموا بتوظيف خبراتهم ومهاراتهم الفنية في رسم الخرائط، ومن أهم المصادر في دراسة الخرائط الرومانية تلك التي تنسب إلى بطليموس (Ptolemaeus) في كتابه (المرشد إلى الجغرافيا) إذ تناول قواعد رسم الخريطة، ونظام المساقط، كما رسم خريطة للعالم، وضع فيها شبكة من خطوط الطول ودوائر العرض، ويوضح الشكل (٥) خريطة العالم لبطليموس (مُعَرَّبة).

omaneducportal.com

الشكل (٥) خريطة العالم لبطليموس (مُعَرَّبة).

**النشاط ٢**

أ- ارسم خريطة العالم -رسما تقريبيا معتمدا على ذاكرتك - مبينا عليها القارات وبعض الدول والمعالم الطبيعية التي تعرفها ثم:

١- قارنها بخريطة رسمها أحد زملائك .

٢- ناقش ما توصلت إليه مع زملائك في الصف.

ب- قارن بين خريطة العالم لإيراتوستينس شكل (٤) وخريطة العالم لبطليموس شكل (٥) من حيث القارات والمعالم التي تظهر فيهما، ثم ناقش أسباب اختلافهما.

ج- ناقش العوامل التي ساعدت كل من الإغريق والرومان للاهتمام بالجغرافيا والخرائط.

## المسلمون

ساعد ظهور الإسلام على ازدهار سائر أنواع المعرفة ومن بينها الجغرافيا، حيث كانت الجغرافيا في العالم الإسلامي خلال العصور الوسطى علمًا مزدهرًا مثل العلوم الأخرى. وقد ساهم عدد من العوامل في تطور الجغرافيا والخرائط عند المسلمين أهمها:

**أضف إلى معلوماتك**

أسهم العمانيون في تطوير علم الخرائط من أمثال شهاب الدين أحمد بن ماجد، حيث قام برسم الكثير من الخرائط البحرية أثناء رحلاته العديدة إلى شرق أفريقيا والهند، كما أسهم في تطوير البوصلة، بشكل لم يكن معروفا من قبل عن طريق تثبيت إبرة ممغنطة على سن في وسط البوصلة لتكون حرة الحركة.

١- ارتباط كثير من العبادات في الإسلام بتحديد الوقت والاتجاهات، مثل: الصلاة والصوم والحج؛ مما دفع المسلمين إلى ابتكار وتحسين الوسائل والأجهزة المتنوعة اللازمة لذلك.

٢- حركة الفتوح الإسلامية، وما لَزِمَها من إنشاء جهاز للبريد، ومَدَّ شبكة الطرق والمواصلات، وظهرت العديد من الكتب التي تناولت مواضيع المسالك والممالك، مثل: كتب ابن خرداذبة والإصطخري وابن حوقل وغيرهم.

٣- اتساع مساحة الدولة الإسلامية، مما استدعى وجود علم يساعد على جَمْع البيانات عن البلدان الجديدة من أجل إدارتها وحكمها.

٤- ازدهار النشاط التجاري، إذ ساعد على إثراء المعرفة الجغرافية من خلال جمع معلومات عن الطرق، والمدن التجارية الرئيسية، والأنشطة البشرية والاقتصادية للبلدان المختلفة.

٥- تعريب العلوم نتيجة اتصال المسلمين بالفكر الإغريقي والهندي والفارسي، ودراستهم لهذا الفكر.

omaneducportal.com

وقد ساهم الجغرافيون المسلمون، أمثال: الإدريسي والمسعودي وابن حوقل مساهمة فعّالة في تطوير علم الخرائط، وذلك باستخدام الدراسة الميدانية والاهتمام بالدراسة الإقليمية وتطوير علم القياس اللازم لإنتاج الخرائط، واستطاعوا بذلك تصحيح المعلومات التي كانت واردة في الخرائط الإغريقية والرومانية، وتعتبر الخرائط الإسلامية آنذاك من أدق الخرائط التي ظهرت لتحديد العالم المعروف في ذلك الوقت، كما تميزت بعض الخرائط الإسلامية باستخدام الألوان، واعتمدت بعضها على استخدام الخطوط والأشكال الهندسية، ويوضح الشكل (٦) إحدى الخرائط التي رسمها الجغرافيون المسلمون.

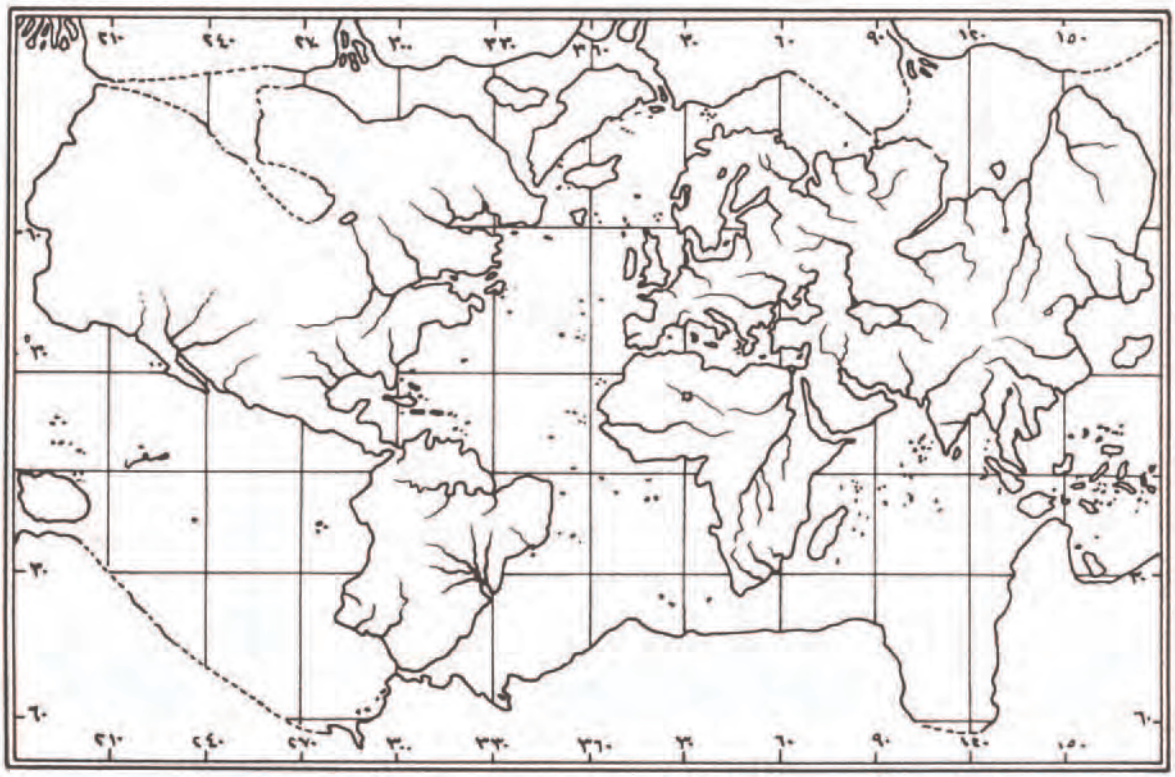
الشكل (٦) خريطة العالم التي رسمها الإدريسي

omaneduc portal.com

## الأوروبيون

استفاد الأوروبيون من الفكر الإسلامي مما ساعد على تغيّر الأفكار السائدة عن بعض مناطق العالم، وبدأت أوروبا في تطوير فكرها الجغرافي بالاعتماد على علماء الجغرافيا والملاحين المعروفين، مثل: ماجلان وكرستوفر كولمبس، الذين أسهموا في تقدم الفكر الجغرافي بعد القرن الخامس عشر الميلادي.

وأصبحت أوروبا بعد ذلك رائدة في علم الجغرافيا وعلم الخرائط، وتُعَدُّ الكشوف الجغرافية (Geographical Explorations) مرحلة جديدة في تاريخ علم الخرائط حيث أسهمت في رسم خرائط عديدة توضح الأماكن والقارات التي تم اكتشافها، ونظرًا لحاجة الملاحين إلى خرائط دقيقة لتحديد الاتجاهات الصحيحة أثناء الإبحار برزت الحاجة إلى ابتكار مسقط الخريطة؛ لتحويل السطح المنحني للأرض إلى لوحة مستوية، ويُعَدّ مركيتور (Mercator) أول من أنتج خريطة ملاحية وفق مسقط يحقق الاتجاه الصحيح سنة ١٥٦٩م (الشكل ٧).



الشكل (٧) خريطة مركيتور ١٥٦٩م

omaneducportal.com

**النشاط ٣**

أ- فرّق بين خريطة الإدريسي الواردة في الشكل (٦) وخريطة العالم في الأطلس المدرسي صفحة (٣٠) من حيث :

١- الاتجاهات. ٢- شكل البحار والقارات. ٣- مساحة البحار والقارات.

ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة :

١- وضح كيف استفاد الأوروبيون من المسلمين في تطوير الفكر الجغرافي لديهم.

٢- تحدث عن دور الشخصيات الآتية في تطوير علم الجغرافيا والخرائط :

أ. إيراتوستينس ب. بطليموس ج. الإدريسي د. مركيتور

٣- ابحث عن حضارات وشعوب أخرى أسهمت في تطور علم الجغرافيا والخرائط.

## الثورة الكمية في الجغرافيا

ظهرت الثورة الكمية في الجغرافيا بعد نهاية الحرب العالمية الثانية، مع اســتخدام الأساليب الإحصائية الكمية في الدراسات الجغرافية، وتزامن ذلك مع تطور أجهزة الحاسب الآلي والبرمجيات المتخصصة.

وتطور علم الخرائط تطورًا كبيرًا في القرن العشـرين، مع قيام الدول بإجراء عمليات حسابية منتظمة لقياس معالم سطح الأرض، وظهور تقنيات التصوير الجوي الذي وَفَّر كَمّاً هائلا من البيانات المكانية في وقت سريع وبتكلفة مناسبة، ومن أهم التقنيات الحديثة التي أسهمت في تطور علم الجغرافيا بشكل عام والخرائط بشكل خاص ما يأتي :

### نظام تحديد المواقع العالمي GPS (Global Positioning System) :

نظام متكامل يربط بين الأقمار الصناعية وأجهزة الاستقبال الأرضية، ويستخدم لتحديد إحداثيات المواقع على سطح الأرض.

### نظم المعلومات الجغرافية GIS (Geographical Information Systems) :

أنظمة حاسوبية لجمع البيانات الجغرافية وتخزينها وتحليلها ومعالجتها واسترجاعها وعرضها ، وتتسم بالدقة والسرعة في معالجة البيانات الجغرافية.

### الاستشعار عن بُعد RS (Remote Sensing) :

نظام يساعد على الحصول على بيانات عن الظواهر الجغرافية المختلفة، دون الاتصال المباشر بها.
(وسيتم دراسة هذه التقنيات بالتفصيل في الوحدات القادمة )

omaneducportal.com

**النشاط ٤**

بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة:

١- وضّح التغيرات التي أحدثتها الثورة الكمية في علم الجغرافيا والخرائط.

٢- اجمع معلومات وصور عن التقنيات الحديثة في الجغرافيا للتعرف عليها قبل دراستها بشكل موسع في الوحدات القادمة.

# الدرس الثاني
# الخريطة: عناصرها وأنواعها

## في هذا الدرس:

**أتعلّم:**

- مفهوم الخريطة وأهميتها .
- مساقط الخريطة.
- العناصر الأساسية للخريطة.
- أنواع الخرائط وتصنيفاتها .

**مفاهيم أتعلمها :**

الخريطة، مسقط الخريطة، مقياس رسم الخريطة، الأسماء الجغرافية، شبكة الإحداثيات، الخرائط الطوبوغرافية، خرائط البعد الثالث، الخرائط المصورة .

تعلمنا في الدرس السابق أن بعض الشعوب القديمة تمكنت من رسم الخرائط قبل أن تتوصل إلى معرفة الكتابة، وهذا جعل من الخريطة وسيلة عالمية للتعبير والاتصال تتخطى الحواجز اللغوية بين الشعوب، فهي توضح ظواهر المكان الذي يعيش فيه الإنسان، ومن خلالها يتعرف العلاقات المكانية فيه.

وتستخدم الخريطة في مختلف العلوم كالجغرافيا والجيولوجيا والتاريخ والآثار والزراعة والهندسة والسياحة وغيرها.

## مفهوم الخريطة وأهميتها

تُعَرَّف الخريطة بأنها: **تمثيل لسطح الأرض أو جزء منه، وما عليه من ظواهر طبيعية وبشرية على لوحة مستوية، باستخدام مسقط خرائطي ومقياس رسم ورموز مناسبة.**

وللخريطة أهمية كبيرة في حياتنا اليومية، كما أنها أداة مهمة للجغرافيين وعدد كثير من المتخصصين في العلوم المختلفة، إذ يستخدم كل متخصص الخريطة بطريقة تختلف عن الآخر حسب الغرض من الاستخدام. وتتمثل أهميتها في عدة جوانب، منها:

- معرفة الظواهر الطبيعية والبشرية في البيئة المحلية والبيئات الأخرى.
- فهم الأحداث الجارية المحلية والإقليمية والدولية.
- قياس المسافات وتحديد الاتجاهات وحساب المساحات.
- فهم العلاقات المتبادلة بين الإنسان والبيئة وتفسيرها.
- وضع الخطط والمشاريع وتنفيذها.

omaneduportal.com

**النشاط ١**

أ- ارسم في دفترك مسار الطريق الذي تسلكه من منزلك إلى المدرسة موضحا أبرز المعالم الطبيعية والبشرية التي تشاهدها.

ب- وضح أهمية الخريطة لكل من :

١- السائح ٢- العسكري ٣- الجيولوجي ٤- المهندس المعماري

## مساقط الخرائط (Map Projections) :

واجه رسامو الخرائط منذ القدم صعوبة في كيفية تمثيل شكل الأرض الكروي على السطح المستوي دون وجود تشوهات واضحة لمعالم سطح الأرض، وللتغلب على ذلك ابتكروا فكرة المساقط، ويُعَرَّف مسقط الخريطة بأنه **النظام الذي يتم بواسطته تحويل سطح الأرض الكروي أو جزء منه إلى سطح مستو وفق قواعد رياضية وهندسية معينة.**

وتهدف المساقط إلى تحقيق الأشكال والمساحات والاتجاهات والمسافات الصحيحة لمعالم سطح الأرض على الخرائط إذ يصعب تحقيق كل هذه العناصر إلا على نموذج الكرة الأرضية (Globe).

## أنـــواع المساقط

توجد أنواع مختلفة من مساقط الخرائط، وتفضيل نوع على آخر يتوقف على عدد من الجوانب، كالهدف من الخريطة والموقع الجغرافي للمنطقة وشكلها العام، وتتفاوت المساقط في تحقيق العناصر المتعلقة بالشكل والمساحة والاتجاه والمسافة في صورتها الصحيحة على الخرائط، فبعضها يحقق عنصراً أو عنصرين على حساب العناصر الأخرى.

ولتوضيح فكرة رسم هذه المساقط نتصور كرة مصنوعة من الزجاج، مرسوم عليها شبكة خطوط الطول ودوائر العرض كما هي على نموذج الكرة الأرضية، فإذا وضعنا مصباحاً في وسط الكرة الزجاجية، فسوف تسقط خطوط الطول ودوائر العرض كالظلال على أي سطح مستو ملامس لها، كما هو واضح في (الشكل ٨).

الشكل (٨) أنـواع المساقط وفق الرسم المنظور

omaneducportal.com

### ١- المساقط المخروطية (Conical Projections)

وهي التي تكون فيها لوحة الرسم على شكل مخروط، وتوضع على نموذج الكرة الأرضية فوق أحد القطبين، وتستخدم هذه المساقط بشكل خاص في رسم خرائط الدول والمناطق الواقعة على خطوط العرض المتوسطة ذات المساحة الواسعة، التي لها امتداد شرقي-غربي، مثل الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا لإظهارها بالشكل الصحيح، ومن أمثلتها مسقط لامبرت المخروطي المتطابق (Lambert Conic Conformal Projection).

### ٢- المساقط الأسطوانية (Cylindrical Projections)

وهي التي تكون فيها لوحة الرسم محيطة بنموذج الكرة الأرضية في شكل أسطوانة، وتكون ملامسة لها عند دائرة الاستواء، وتستخدم هذه المساقط في رسم خرائط الدول والمناطق الاستوائية، وتزداد نسبة التشويه في هذا النوع من المساقط كلما اتجهنا نحو القطبين، وأكثر ما تستخدم في الملاحة بسبب الاتجاهات الصحيحة التي تحققها، ومن أمثلتها مسقط مركيتور (Mercator Projection).

#### أضف إلى معلوماتك

مسقط مركيتور المستعرض العالمي
Universal Transverse Mercator Projection

يعد أشهر أنواع مساقط الخرائط على المستوى العالمي ويرمز له اختصارا (UTM) ويستخدم في خرائط كثيرة من دول العالم مثل سلطنة عمان وبريطانيا. كما زادت أهميته في السنوات الأخيرة بسبب استخدامه في أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

### ٣- المساقط المستوية (Azimuthal Projections)

وهي التي تكون فيها لوحة الرسم مماسة لنموذج سطح الكرة عند أحد القطبين أو دائرة الاستواء أو عند دائرة من دوائر العرض، وتستخدم هذه المساقط بشكل خاص في رسم خرائط نصف الكرة الأرضية، كما تستخدم لإظهار القطبين بالشكل المناسب، ومن أمثلتها المسقط المتساوي المساحات (Azimuthal Equidistant).

والجدير بالذكر أن المتخصصين طوروا مساقط كثيرة للتغلب على جوانب القصور التي تظهر في المساقط المذكورة لرسم خرائط الدول والأقاليم المختلفة.

#### النشاط ٢

أ- ناقش الأسباب التي أدت إلى ابتكار مساقط الخرائط.

ب- بيّن أوجه الشبه والاختلاف بين الخريطة ونموذج الكرة الأرضية.

ج- بالاستعانة بالأطلس المدرسي (ص ١٦٩)، فرّق بين مساحة جزيرة جرينلاند وقارة استراليا، ثم اكتب المساحة الصحيحة لكل منهما، وناقش استنتاجاتك مع مجموعتك.

omaneduportal.com

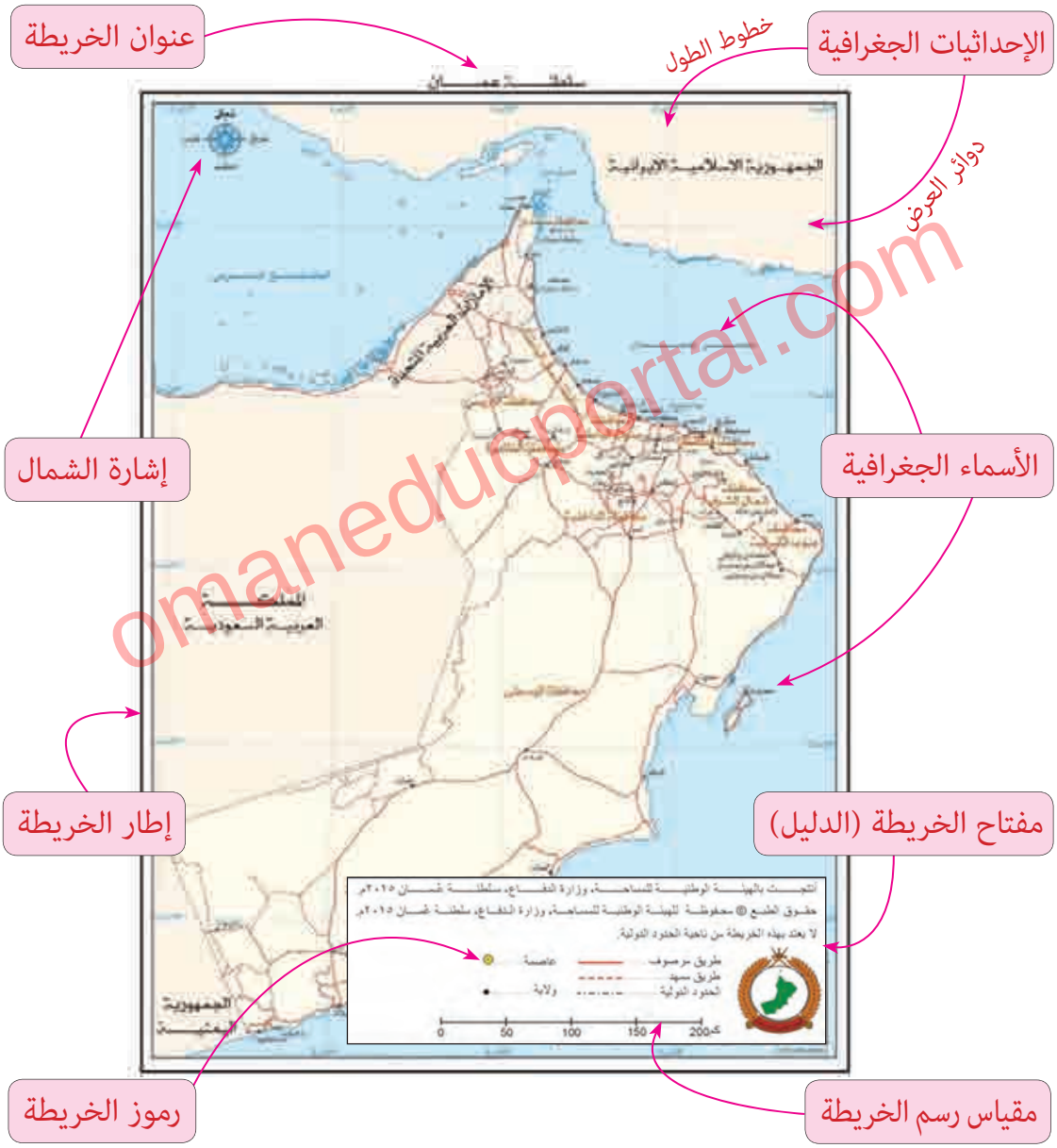
د- استنتج المسقط المناسب لرسم خريطة:

١- القطب الشمالي ٢- جمهورية اندونيسيا ٣- جمهورية روسيا الاتحادية

هـ- بالرجوع إلى مصادر التعلم، اكتب تقريرا مختصرا (٢٠٠ كلمة) عن أبرز الشخصيات التي لها دور كبير في ابتكار مساقط الخريطة.

## العناصر الأساسية للخريطة

يجب أن تحقق الخريطة الغرض الأساسي من صنعها تحقيقا كاملا، بحيث يمكن قراءتها وفهمها بسهولة، من خلال مجموعة من العناصر الأساسية كما في الشكل (٩) .




الشكل (٩) أهم العناصر الأساسية للخريطة

omaneduportal.com

## ١- عنوان الخريطة (Map Title) :

تحتوي كل خريطة على عنوان يدل على محتواها واسم المكان الذي يظهر عليها والظواهر الجغرافية التي تمثلها مثل (خريطة سلطنة عمان الطبيعية) أو (خريطة توزيع الغطاء النباتي في العالم) ، ومن الشروط التي يجب مراعاتها في عنوان الخريطة:

١- يوضح الغرض الأساسي من إنتاج الخريطة، ويكون مختصرا.

٢- يتميز بوضوح الخط ولونه وحجمه.

٣- يتلاءم حجم العنوان مع حجم الخريطة.

## ٢- نظام الإحداثيات الجغرافية (Geographic Coordinate System)

الإحداثيات الجغرافية عبارة عن شبكة وهمية متكاملة من خطوط الطول ودوائر العرض ترسم على نموذج الكرة الأرضية والخرائط.

ويوضح الشكل (١٠) شبكة الإحداثيات الجغرافية على نموذج الكرة الأرضية.

الشكل (١٠) شبكة الإحداثيات الجغرافية على نموذج الكرة الارضية

### أ) دوائر العرض (Latitudes) :

هي دوائر كاملة تمتد من الشرق إلى الغرب تتوسطها دائرة الاستواء ودرجتها (صفر)، عددها (١٨٠) دائرة، منها (٩٠) دائرة شمال دائرة الاستواء، و (٩٠) دائرة جنوبها.

### ب) خطوط الطول (Longitudes):

هي أنصاف دوائر تمتد من الشمال إلى الجنوب وتلتقي عند القطبين ويتوسطها خط جرينتش ودرجته (صفر)، وعددها (٣٦٠) خطا منها (١٨٠) خطا يقع شرق خط جرينتش، و(١٨٠) يقع غربه.

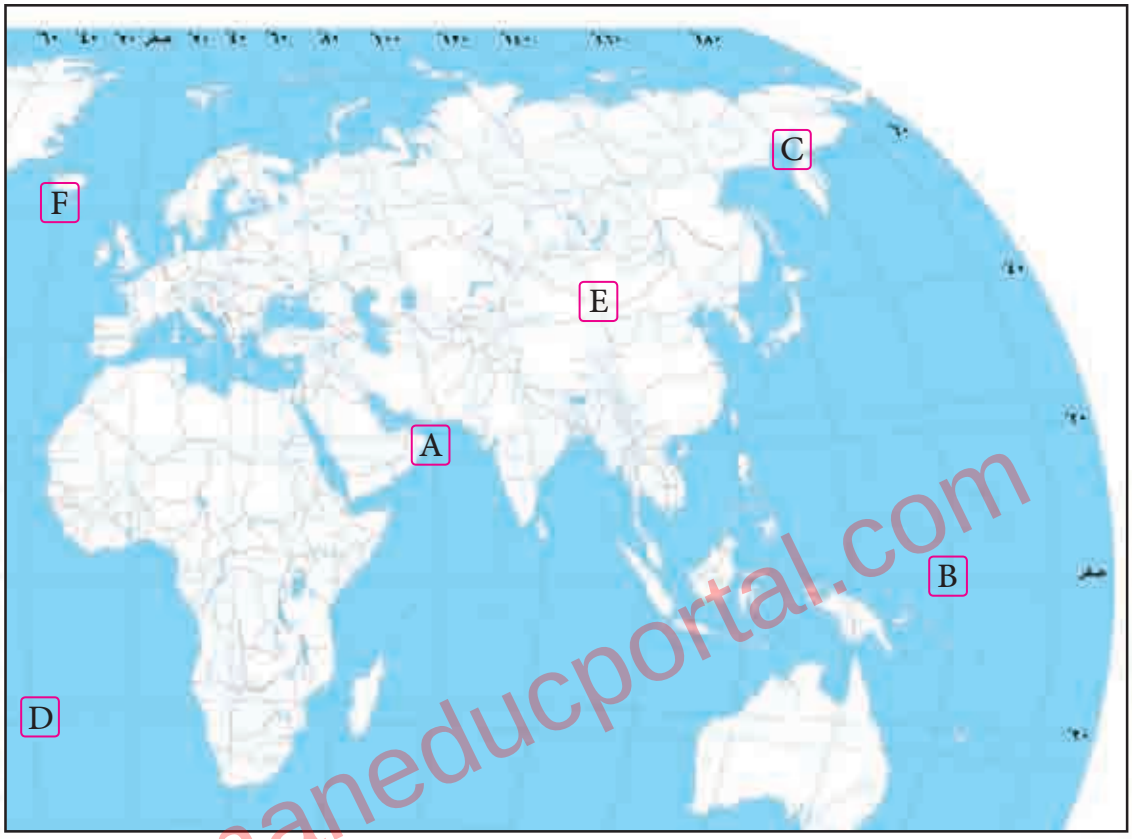
وتتمثل أهمية الإحداثيات الجغرافية في تحديد مواقع الأماكن بدقة على سطح الأرض والخرائط، ومعرفة الاتجاهات، وقياس المسافات، ومعرفة الوقت.

### أضف إلى معلوماتك

تستخدم الدرجات الجغرافية لقراءة الإحداثيات، ويرمز لها بالرمز ( ° )، وتقسم كل درجة إلى (٦٠) دقيقة جغرافية ويرمز لها بالرمز ( ′ )، وكل دقيقة تقسم إلى (٦٠) ثانية جغرافية، ويرمز لها بالرمز ( ″ ). فعلى سبيل المثال، ينحصر موقع سلطنة عمان بين خطي طول (٥٢° ٠٠′)و (٥٩° ٥٠′) شرقا ودائرتي عرض(١٦′ ٣٩°)و(٢٦′ ٣٠°) شمالا.

Omaneducportal.com

انقل الجدول أدناه إلى دفترك موقَّعا عليه إحداثيات النقاط الموضحة على الخريطة التي أمامك، مع مراعاة الانتباه لموقع النقطة (شرق/غرب) بالنسبة لخط جرينتش و(شمال/جنوب) بالنسبة لدائرة الاستواء.



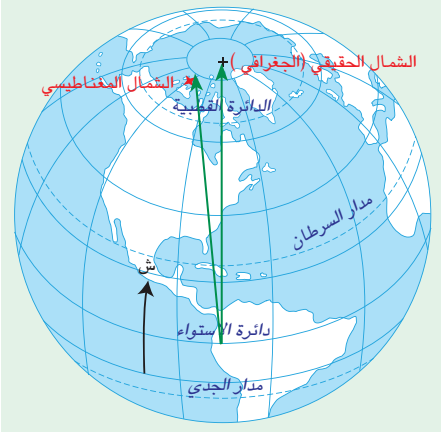

omaneducportal.com

| | دائرة العرض | خط الطول |
|---|---|---|
| A | ٢٠° شمال دائرة الاستواء | ٦٠° شرق خط جرينتش |
| B | | |
| C | | |
| D | | |
| E | | |
| F | | |

## ٣- إشارة الشمال الجغرافي (North Arrow) :

تشير إشارة الشمال الجغرافي إلى القطب الشمالي الجغرافي وهو يختلف عن الشمال المغناطيسي الذي تشير إليه الإبرة الممغنطة في البوصلة (الشكل ١١). وتستخدم إشارة الشمال الجغرافي لتوجيه الخريطة ولمعرفة الظواهر الجغرافية والعلاقات المكانية بينها.

وترسم إشارة الشمال الجغرافي على هيئة سهم بأشكال مختلفة، وقد يوضع أعلى السهم حرف (ش، N) ليعبر عن جهة الشمال، وغالبا ما توضع إشارة الشمال في أعلى الخريطة سواء على اليمين أو اليسار.




الشكل (١١) الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي

**النشاط ٤**

أ- وضح الفرق بين الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي.

ب- بالاستعانة بحقيبة رسم الخرائط، استخدم ومجموعتك البوصلة في توجيه خريطة سلطنة عمان (حائطية)، توجيها صحيحا مطابقا للجهات الحقيقية على الأرض .

ج- وضح كيف يمكن معرفة الشمال الجغرافي على الخريطة في حالة عدم وجود إشارة الشمال.

د- ابحث في مصادر التعلم المختلفة عن أشكال مختلفة لإشارة الشمال الجغرافي التي ترسم في الخرائط.

omaneducportal.com

## ٤- رموز الخريطة (Map Symbols) :

وهي مجموعة من الأشكال والخطوط والألوان، ترسم على الخريطة للتعبير عن الظواهر الجغرافية الموجودة في الطبيعة. ومهما اختلفت الرموز المستخدمة في الخرائط ، فيمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع (الجدول رقم ١):

### ١- الرموز النقطية:

تستخدم لتمثيل الظواهر الجغرافية محدودة الانتشار، كالمدن والقرى والمناجم.

### ٢- الرموز الخطية:

تستخدم لتمثيل الظواهر الجغرافية التي تتميز بخاصية الاستمرار والحركة، كالطرق والمجاري المائية والحدود السياسية والإدارية.

### ٣- الرموز المساحية:

تستخدم لتمثيل الظواهر الجغرافية التي تشغل مساحة واسعة، مثل الكثبان الرملية والغطاء النباتي والمسطحات المائية .

| الرمـــوز النقطيـة | | الرمـــوز الخطـيـة | | الرمـــوز المساحيـة | |
|---|---|---|---|---|---|
| عاصمة | ■ | حدود دولية | | بحيرة دائمة | |
| مدينة | ● | حدود إدارية | | بحيرة موسمية | |
| مطار | | طريق رئيسي | | كثبان رملية | |
| ميناء | | وادي | | سبخة | |
| بئر نفط | | خط أنابيب | | حقل نفط | |
| بئر غاز | | مجرى مياه | | حقل غـاز | |

جدول رقم (١) رموز الخريطة

omaneducportal.com

وكل نوع من هذه الرموز يمكن أن يكون نوعيا أو كميا، وذلك على النحو الآتي:

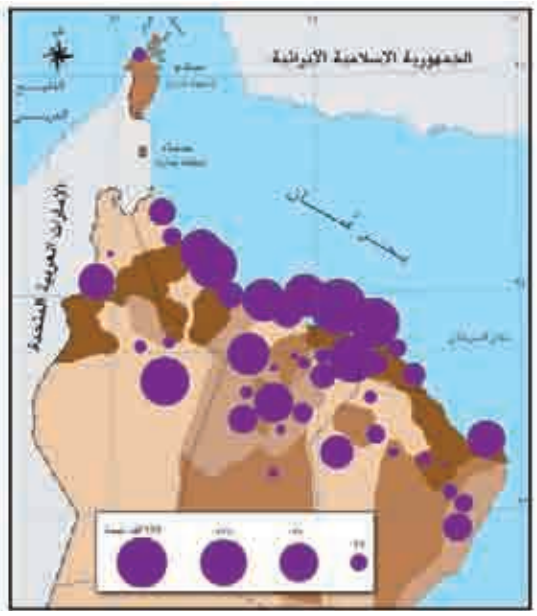
#### الرموز النوعية:

هي التي تبين الاختلافات في النوع فقط، دون الإشارة إلى الكم مثل استخدام الرمز النقطي في الخريطة على شكل نقطة، ليمثل موقع المدينة، واستخدامه على شكل مربع ليمثل موقع العاصمة (الشكل ١٢) .

#### الرموز الكمية:

هي التي تبين معلومات وبيانات إضافية تختص بالاختلاف والتباين في الدرجة أو الكمية، مثل استخدام الرمز النقطي في الخريطة على شكل دائرة يكبر حجمها كلما زاد عدد السكان في المدينة (الشكل ١٣) .

الشكل (١٢) رمز نقطي نوعي يدل على الموقع




الشكل (١٣) رمز نقطي كمي يدل على اختلاف عدد السكان

**النشاط ٥**

بالاستعانة بالأطلس المدرسي ، أكمل البيانات الناقصة في الجدول أدناه.

| أنواع الرموز | الظاهرة | أمثلة من خرائط الأطلس | شكل الرمز |
|---|---|---|---|
| رموز نقطية نوعية | | | |
| رموز نقطية كمية | | | |
| رموز خطية نوعية | | | |
| رموز خطية كمية | | | |
| رموز مساحية نوعية | | | |
| رموز مساحية كمية | | | |

omaneducportal.com

## ٥- الأسماء الجغرافية (Geographic Names) :

ويقصد بها أسماء الأماكن والظواهر الطبيعية والبشرية المهمة التي تتضمنها الخريطة. ولكتابة الأسماء الجغرافية على الخريطة طرق فنية، من بينها:

١- تُكتب الكلمات على الخريطة بحجم خط مناسب، وتكون في وضع أفقي ما أمكن؛ حتى تكون واضحة ومقروءة، خاصة بعد تصغير الخريطة، ويتوقف حجم الكلمات على أهمية الظاهرة المُوَقَّعة على الخريطة، إذ تكتب أسماء عواصم المحافظات بكلمات ذات حروف كبيرة، بينما تكتب أسماء المدن الأخرى بكلمات ذات حروف صغيرة.

٢- تُكتب الكلمة في موضع يشـير إلى رمز واحد فقط، حتى لا تلتبس على قارئ الخريطة فيظن أن الكلمة تشير إلى رمزين.

٣- تُكتب أسماء الرموز النقطية (مدينة أو عاصمة) أعلى الرمز أو يمينه مباشرة، وإن لم يكن ذلك ممكنا فتُكتب أسفله أو يساره .

٤- يُفضل أن تُكتب أسماء المدن الساحلية في المسطح المائي، وأما إذا كانت قريبة من المسطح المائي فيختار لها موضع مناسب على اليابسة.

٥- تُكتب أسماء الرموز الخطية الرئيسية (نهر أو طريق) فوق الرمز مباشرة وليس أسفله.

٦- تكتب الظواهر التي لها امتداد مساحي (سلاسل جبلية، كثبان رملية) في وضع يدل على اتجاه امتدادها وطول المحور الرئيسي لامتدادها من بدايتها إلى نهايتها.

**النشاط ٦**

حدد الطريقة الصحيحة لكتابة الأسماء الجغرافية على الرموز الدالة عليها في الأشكال أدناه، موضحا السبب :

.....  .....  .....  .....

omaneducportal.com

## ٦- إطار الخريطة (Map Border):

يجب أن يرسم لكل خريطة إطار يحيط بها، يُراعى عند البدء في إنتاج الخريطة مقدار الحيز اللازم لإطار الخريطة، ويستحسن استخدام الإطارات البسيطة في الخرائط أي تلك التي تتكون من خط مفرد أو مزدوج، ويراعى أن تكون خطوط الإطار مستقيمة، والزوايا الأربع قائمة، مع تجنُّب الزخرفة.

## ٧- مفتاح الخريطة (Map legend):

يوضح مفتاح الخريطة أو دليلها ما تمثله الرموز والعلامات الظاهرة على الخريطة، لكي يسهل فهم محتواها وتفسيره، وما تمثله من ظواهر جغرافية، ويوضع الدليل في الغالب في الركن الأسفل أو الأعلى من الخريطة، ويُختار لذلك جانب غير مزدحم بالمعلومات .

## ٨- مقياس رسم الخريطة (Map Scale):

يبين مقياس الرسم النسبة بين بعدين: أحدهما على الخريطة والآخر على الطبيعة، ويوضع مقياس الرسم أسفل الخريطة، إما على هيئة كسر حسابي (نسبة) أو على هيئة مقياس خطي أو كليهما، ومن الضروري تحديد مقياس رسم الخريطة قبل البدء في إنشائها؛ لأن مقياس الرسم يحدد مقدار التفاصيل التي تتضمنها الخريطة.

### أنواع مقاييس الرسم:

يوجد ثلاثة أنواع من مقاييس رسم الخريطة:

#### ١- المقياس الكتابي:

وهو الأبسط في التعبير بين المقاييس الثلاثة؛ لأنه يكتب ويلفظ حرفياً، فعلى سبيل المثال (سنتيمتر لكل كيلومتر) ومعناه أن السنتيمتر الواحد على الخريطة يقابله كيلومتر واحد على الطبيعة.

**أضف إلى معلوماتك**

**يوجد نظامان لقياس المسافات:**

- النظام المتري (الفرنسي): ووحداته الكيلومتر والمتر والسنتيمتر والمليمتر.
- النظام الإنجليزي: ووحداته الميل والياردة والقدم والبوصة.

#### ٢- المقياس الكسري (النسبي):

يُعَبَّر عن هذا النوع بالكسر العشري (بسط ومقام)، إذ يمثل البسط المسافة على الخريطة، ويمثل المقام المسافة على الطبيعة؛ بذلك يكون التمثيل (سنتيمتر لكل كيلومتر) كالآتي: $\frac{١}{١٠٠٠٠٠}$

وتعارف رسامو الخرائط على كتابة المقياس الكسري على هيئة نسبة كالآتي: (١: ١٠٠٠٠٠).

**أضف إلى معلوماتك**

١ كم = ١٠٠٠٠٠ سم

١ كم = ١٠٠٠ متر

١ متر = ١٠٠ سم

omaneducportal.com

**مثال عملي ( عملية تحويل المقاييس )**

**المثال :** حَوِّل مقياس الرسم الكتابي (سنتيمتر لكل ٥ كيلومتر) إلى مقياس كسري أو نسبي .

**الحل :** نظرًا إلى أن الكيلو متر الواحد يساوي ( ١٠٠٠ متر) والمتر الواحد يساوي (١٠٠سم)

فإن الكيلو متر الواحد يساوي ( ١٠٠ × ١٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠ سم )

إذاً سنتيمتر (سم) واحد على الخريطة حسب هذا المقياس يمثل (٥٠٠٠٠٠ سم)، أي: بضرب

(٥ × ١٠٠٠٠٠ =٥٠٠٠٠٠ ).

المقياس الكسري يساوي $\frac{١}{٥٠٠٠٠٠}$ أما المقياس النسبي يساوي (١ : ٥٠٠٠٠٠)

**النشاط ٧**

**حوّل المقاييس الكتابية الآتية إلى مقاييس كسرية أو نسبية :**

أ- سنتيمتر لكل ٤ كيلومترات.

ب - سنتيمتر لكل ٢ كيلومتر .

ج- سنتيمتر لكل ٢٠٠ متر .

د - سنتيمتر لكل ٢٠ متراً .

omaneducportal.com

## ٣- المقياس الخطي :

وهو عبارة عن خط أو عدة خطوط مقسمة بدقة إلى وحدات (كيلومترات أو أميال) لتمثيل المسافات على الأرض .

**طريقة رسم المقياس الخطي :**

إذا أردنا أن نرسم مقياساً خطياً لأي خريطة وليكن (١: ١٠٠٠٠٠٠سم ) .

فإننا نتبع الخطوات الآتية :

١- تبسيط المقياس، أي: تحويله من السنتيمتر إلى المتر وذلك بالقسمة على (١٠٠) = $\frac{١٠٠٠٠٠٠}{١٠٠}$ = ١٠٠٠٠ متر

٢- تحويل الأمتار إلى كيلومترات بالقسمة على (١٠٠٠) = $\frac{١٠٠٠٠}{١٠٠٠}$ (١٠كم) فيصبح (١سم) بالخريطة يمثل (١٠كم) على الطبيعة.

٣- نرسم خطاً مستقيما بأي طول يمكن أن نقسمه إلى سنتيمترات صحيحة، وليكن مثلاً (٥ سنتيمترات)، ثم نقسمه بالمسطرة إلى وحدات طول الوحدة (١سنتيمتر) .

(٥ سم)

٤- عند نقاط التقسيم نكتب القيم التي تمثلها هذه الوحدات في الطبيعة، وهي في هذه الحالة (١٠كيلومترات)، فنكتب القيمة الأولى (صفراً) لأنها البداية، ثم الثانية (١٠كيلومترات)، ثم الثالثة (٢٠ كيلومتر)، وهكذا حتى نصل إلى الأخيرة فنكتبها (٥٠ كيلومتراً)، وهكذا نفعل مع أي مقياس عن طريق التبسيط بتحويله إلى وحدات ثم رسم هذه الوحدات خطيًّا.

٠ ١٠ ٢٠ ٣٠ ٤٠ ٥٠ كم

ويوضح الشكل (١٤) بعض أشكال المقاييس الخطية التي ترسم على الخرائط .

omaneducportal.com

الشكل (١٤) أمثلة على بعض أشكال المقاييس الخطية

**النشاط ٨**

أ- ارسم مقياسا خطياً للمقاييس الآتية :

١- (١ : ١٠٠٠٠ سم)　　٢- (١ : ٥٠٠٠٠٠ سم)

٣- (سنتيمتر لكل ٤ كيلومتر)　　٤- (سنتيمتر لكل ٥٠ متراً)

ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة ، ابحث عن أشكال لمقاييس خطية أخرى وارسمها في دفترك.

ج- ناقش ومجموعتك عناصر أخرى للخريطة تراها مهمة.

وتوجد تطبيقات متنوعة لمقياس الرسم كقياس المسافات والأطوال الحقيقية للظاهرات على الخريطة أو الطبيعة.

**مثال تطبيقي** على كيفية معرفة المسافات الحقيقية على الطبيعة بمعرفة مقياس رسم الخريطة:

تم قياس طول خط بين مدينتين على خريطة بالمسطرة فبلغ (٤,٦ سنتيمتر). احسب الطول الحقيقي لهذا الخط على الطبيعة إذا علمت أن مقياس رسم الخريطة (١: ١٠٠٠٠).

**خطوات الحل :**

بما أن مقياس رسم الخريطة ١ : ١٠٠٠٠ فإن كل ١ سنتيمتر على الخريطة = ١٠٠٠٠ سنتيمتر في الطبيعة.

**لكننا في الطبيعة نقيس المسافات بالمتر أو الكيلومتر وليس بالسنتيمتر :**

فنحول مقياس الرسم من السنتيمتر إلى المتر: $\frac{١٠٠٠٠}{١٠٠}$ = ١٠٠ متر

إذاً كل ١ سنتيمتر على الخريطة = ١٠٠ متر في الطبيعة.

٤,٦ سنتيمتر على الخريطة = ؟ متر في الطبيعة

ولمعرفة الطول الحقيقي بين المدينتين على الطبيعة حسب المعطيات السابقة:

٤,٦ × ١٠٠ ÷ ١ = ٤٦٠ متر.

**مثال تطبيقي** على كيفية معرفة المسافات على الخريطة بمعرفة مقياس رسم الخريطة :

إذا كان طول الطريق بين مدينتين على الطبيعة ١٠٠ كيلومتر، كم سيكون طوله بالمسطرة على خريطة مقياس رسمها ١ : ١٠٠٠٠٠٠ .

**خطوات الحل :**

بما أن مقياس رسم الخريطة (١: ١٠٠٠٠٠٠) فإن كل ١سنتيمتر على الخريطة =١٠٠٠٠٠٠سنتيمتر على الطبيعة

**لكننا في الطبيعة نقيس المسافات بالمتر أو الكيلومتر وليس بالسنتيمتر :**

فنحول مقياس الرسم من السنتيمتر إلى الكيلومتر : $\frac{١٠٠٠٠٠٠}{١٠٠٠٠٠}$ = ١٠ كيلومتر.

إذاً كل ١ سنتيمتر على الخريطة = ١٠ كيلومتر في الطبيعة.

؟ سنتيمتر على الخريطة = ١٠٠ كيلومتر في الطبيعة.

ولمعرفة طول الطريق بين المدينتين على الخريطة حسب المعطيات السابقة:

١ × ١٠٠ ÷ ١٠ = ١٠ سنتيمتر.

omaneducportal.com

**النشاط ٩**

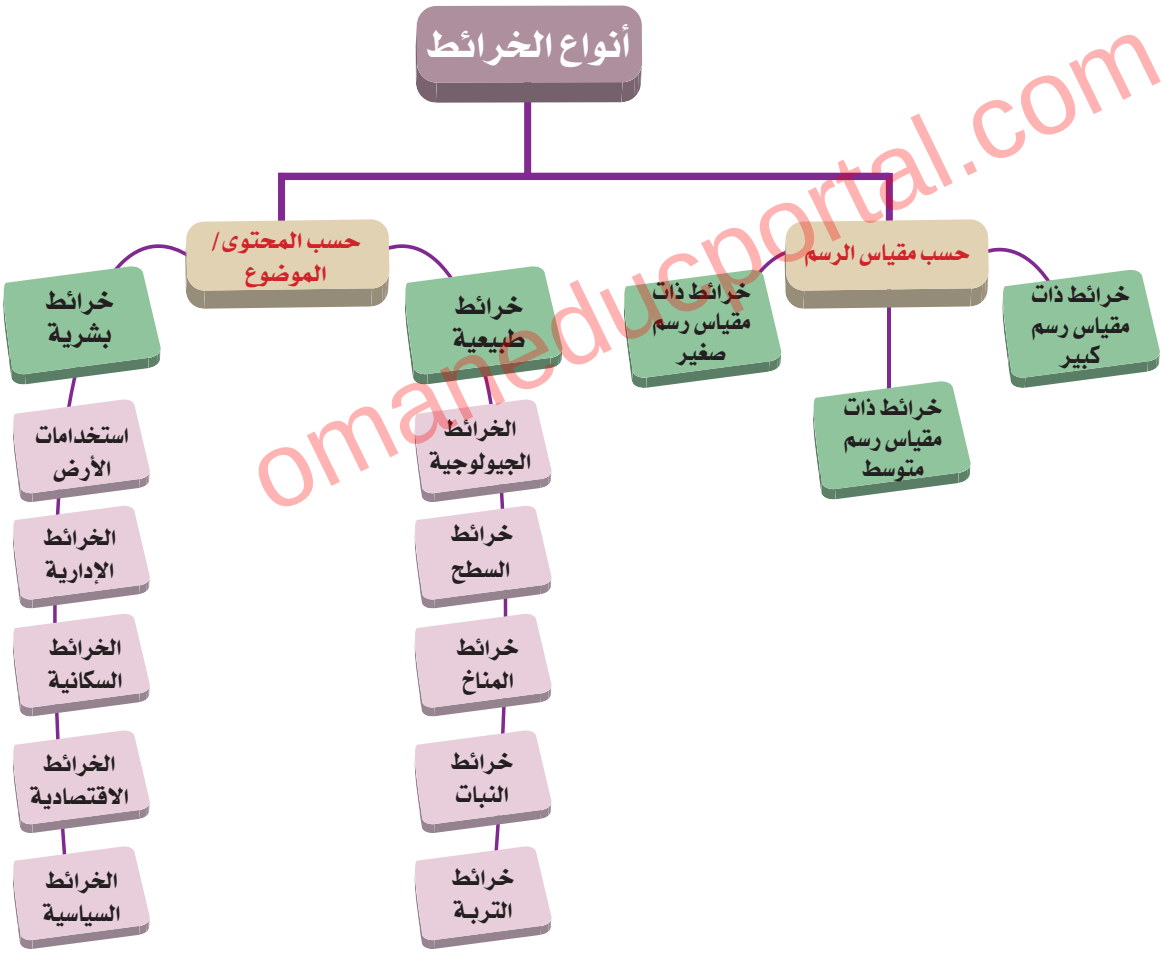
أ- إذا كان طول الطريق من مسقط إلى صلالة (٩٠٠ كيلومتر)، فكم سيكون طوله على خريطة مقياس رسمها (١: ١٠٠٠٠٠٠٠).

ب- تم قياس طول خط بين نقطتين على خريطة بالمسطرة فبلغ (٨ سنتيمتر)، احسب الطول الحقيقي لهذا الخط على الطبيعة إذا علمت أن مقياس رسم الخريطة (١ : ١٠٠٠٠) .

ج- ما العوامل التي تقلل من صحة نتائج قياس المسافات قياسا دقيقا على الخرائط؟

## أنواع الخرائط وتصنيفاتها

تتعدد تصنيفات الخرائط لتمييز أنواعها، وأفضل تصنيف لها هو حسب مقياس رسم الخريطة، وحسب محتواها أو موضوعها، ويوضح الشكل (١٥) أنواع الخرائط.




الشكل (١٥) أنـــواع الخـرائـــط

omaneducportal.com

## أولا : أنواع الخرائط حسب مقياس الرسم :

تقسم الخرائط حسب مقياس الرسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية: خرائط ذات مقياس رسم كبير ومتوسط وصغير، وتختلف المقاييس المستخدمة من دولة إلى أخرى وفقا لمعايير الرسم الخرائطي المعتمدة، ومن أهم التصنيفات المستخدمة ما يأتي :

### خرائط ذات مقياس رسم كبير:

وتسمى بالخرائط التفصيلية، وهي خرائط تغطي مساحات صغيرة، وتعطي تفاصيل واضحة، كمخططات المدن وخرائط استخدام الأرض، ومن أمثلتها الخرائط التي مقياسها (١: ٥٠) إلى (١: ٢٠٠٠٠).

### خرائط ذات مقياس رسم متوسط:

وتسمى بالخرائط الطوبوغرافية، وهي خرائط تغطي مساحات متوسطة الحجم، مع تفاصيل متوسطة محصورة بين مقياس (١: ٢١٠٠٠) إلى (١: ٢٠٠٠٠٠)، ويسمح هذا النوع من الخرائط بظهور بعض التفاصيل المكانية، مثل: القرى والمدن، وطرق المواصلات، والبحيرات، والغابات، وهي من أنسب المقاييس لرسم الخرائط الكنتورية التي توضح مناسيب الارتفاعات والخرائط الجيولوجية.

الخريطة الطوبوغرافية (Topographic Map) هي الخريطة التي تظهر المعالم الطبيعية والبشرية لمنطقة ما .

### خرائط ذات مقياس رسم صغير:

وهي الخرائط التي تظهر مساحات كبيرة من سطح الأرض مع تفاصيل قليلة ، ويكون مقياس رسم هذا النوع من الخرائط أكبر من (١: ١٠٠٠٠٠٠)؛ ولذلك تُسَمَّى بالخرائط المليونية، وهذا المقياس مناسب لرسم خرائط العالم والقارات.

## ثانيا : أنواع الخرائط على حسب المحتوى أو الموضوع

تقسم الخرائط حسب محتواها أو موضوعها إلى قسمين رئيسيين، هما :

### الخرائط الطبيعية:

وتتناول تمثيل الظاهرات الطبيعية في منطقة جغرافية محددة سواء كانت نوعية أو كمية، ومن أمثلتها: الخرائط الجيولوجية، وخرائط السطح، وخرائط المناخ والتربة والنبات .

omaneducportal.com

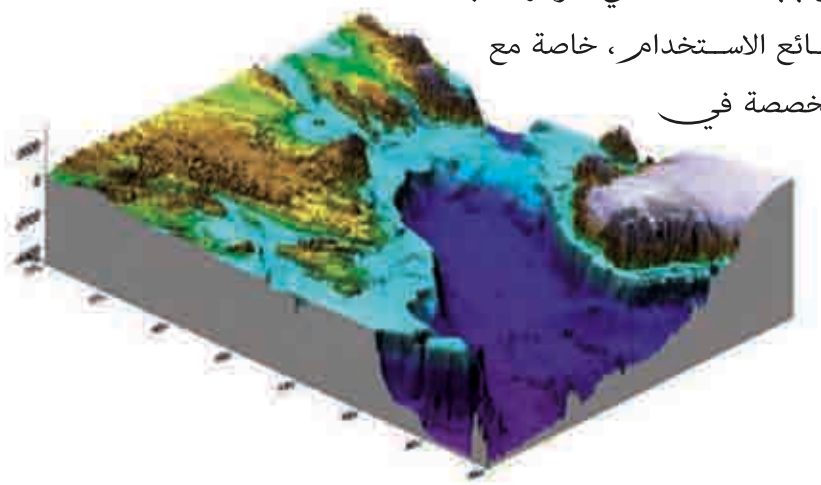
## الخرائط البشرية :

وتهتم بدراسة السكان، من حيث العدد والنوع والتطور والتوزيع وأنشطتهم المختلفة، ومن أمثلتها خرائط استخدامات الأراضي (زراعية، صناعية، خدمية) والخرائط الإدارية والخرائط السكانية والخرائط الاقتصادية.

ومع تقدم برامج الحاسب الآلي وتطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ظهرت منتجات تقنية حديثة من الخرائط مثل:

## خرائط البعد الثالث (3D) أو الخرائط المجسمة:

حيث يتم تمثيل سطح الأرض بأبعاده الثلاثة في صورة مجسمة، وحاليا أصبح هذا النوع شائع الاستخدام، خاصة مع انتشار برامج الكمبيوتر المتخصصة في إنتاجه وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) (الشكل١٦).



الشكل (١٦) نموذج لخريطة البعد الثالث

## الخرائط المصورة (Orthophoto Maps) :

وهي عبارة عن مجموعة من الصور الجوية أو المرئيات الفضائية، تجمع معاً في صورة واحدة لتغطي منطقة جغرافية، وتظهر فيها تفاصيل معالمها المكانية؛ ويتم تعديل معالم التضاريس عليها مع إضافة بعض المعلومات كأسماء الطرق والمعالم المهمة بالمنطقة الشكل (١٧).

الشكل (١٧) نموذج لخريطة مصورة

omaneducportal.com

أ- صنف الخرائط الآتية حسب مقياس الرسم، مع التعليل.

(١)

(٢)

(٣)

ب- بالاستعانة بالأطلس المدرسي ، أعط أمثلة على كل نوع من أنواع الخرائط حسب المحتوى أو الموضوع .

ج- وضح العلاقة بين مقياس الرسم وتفاصيل المنطقة الجغرافية على الخريطة.

د- ابحث في شبكة المعلومات العالمية عن منتجات حديثة من الخرائط ، واكتب وصفًا مختصرًا عنها.

omaneducportal.com

# الدرس الثالث
# إنتـــاج الخـرائـــط

## في هذا الدرس :

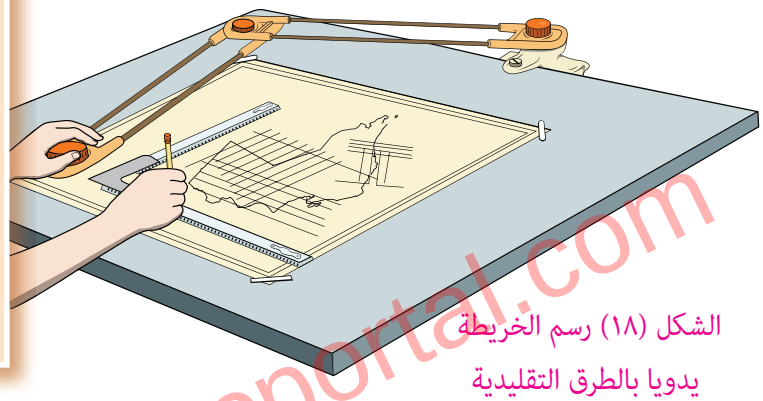
**أتعلّم :**

- مراحل إنتاج الخريطة.
- الخريطة الورقية والخريطة الرقمية .
- فوائد الإنتاج الآلي للخريطة.
- عرض الخرائط على شبكة المعلومات العالمية.

**مفاهيم أتعلمها :**

الترقيم الإلكتروني، المسح الضوئي، خريطة الأساس، الخريطة الورقية، الخريطة الرقمية، جوجل إيرث (Google Earth).

تُرسم الخرائط منذ القدم يدويًا باستخدام أدوات وطرق رسم تقليدية،مع ضرورة توافر مهارات عالية لدى الرسامين لإنتاج خرائط عالية الجودة (الشكل ١٨)، ومع التطور التقني استخدمت التقنية الحديثة في رسم الخرائط المتمثلة في الحاسبات الآلية والبرامج المتخصصة للإسراع في عمليات رسمها وإنتاجها .

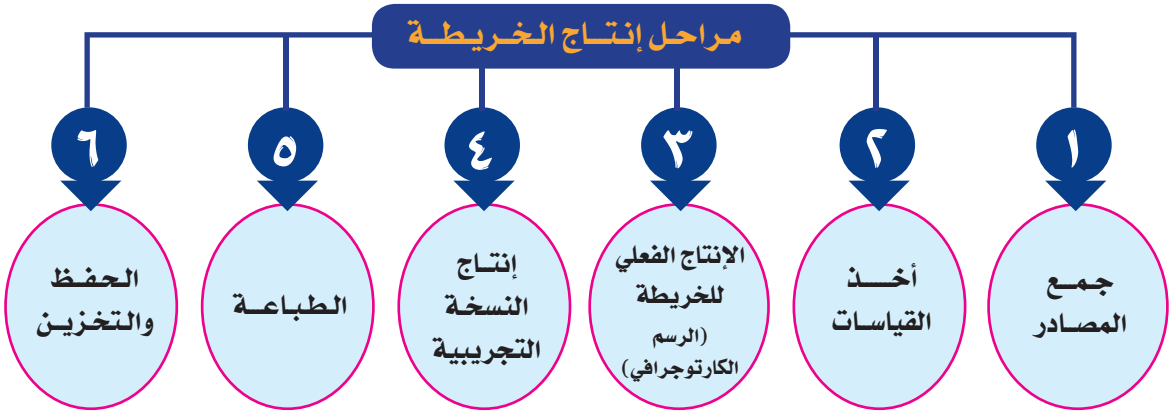


الشكل (١٨) رسم الخريطة يدويا بالطرق التقليدية

omaneducportal.com

## مراحل إنتاج الخريطة

تمر عملية إنتاج الخريطة (الورقية والرقمية) بعدد من المراحل كما يوضحها الشكل (١٩).




الشكل (١٩) مراحل إنتاج الخريطة

## أولاً : جمع المصادر:

قبل البدء في إنتاج خريطة لأي منطقة جغرافية تجمع المصادر والبيانات المتعلقة بها، كالصور الجوية والفضائية والخرائط القديمة والأسماء الجغرافية والبيانات الإحصائية المنشورة ، ثم تُدَقَّق هذه المصادر لاختيار المعلومات المهمة؛ للاستفادة منها في إنتاج الخريطة الجديدة .

## ثانياً: أخذ القياسات:

يتم أخذ القياسات المختلفة مثل : المسافات والارتفاعات والزوايا وإحداثيات المعالم والظواهر الجغرافية على أرض الواقع، سواء باستخدام طرق وأدوات القياس التقليدية، أو الأجهزة الحديثة المتطورة التي تستخدم في المسح الأرضي والمسح الجوي التصويري (سيتم دراستها في الوحدة القادمة)، ثم تخضع القياسات للمعالجة والتحليل باستخدام أجهزة وبرامج مختلفة .

## ثالثاً: الإنتاج الفعلي للخريطة ( الرسم الكارتوجرافي ):

تأتي مرحلة الإنتاج الفعلي للخريطة بمواصفات محددة لرسم رموز المعالم والظواهر الجغرافية المختلفة، وتعتبر مواصفات الخريطة مرشداً يستدل به على شكل الظاهرة الجغرافية ولونها وحجمها قبل رسمها الفعلي في الخريطة، وتقوم الجهات المسؤولة عن إنتاج الخرائط بالدول بإعداد ملفات إرشادية (Guidelines) لمواصفات الخرائط، وتختلف تفاصيل الملفات الإرشادية من دولة إلى أخرى ومن خريطة إلى أخرى، ولكن هناك مواصفات أساسية للخريطة تتمثل في:

١- نوع المسقط والإحداثيات ووحدات القياس المستخدمة في رسم الخريطة .

٢- الشكل واللون والحجم للرموز الدالة على المعالم والظواهر الجغرافية المختلفة .

٣- صيغة البيانات الرقمية المستخدمة في الرسم الآلي للخريطة (Data Format) .

٤- كمية التفاصيل ونوعها على خريطة الأساس (Base Map) .

٥- مواصفات تختص بالتصميم الفني للخريطة (العناصر الأساسية للخريطة).

**خريطة الأساس:**
هي الخريطة الأولية لموقع معين، ويعتمد عليها في إنشاء خرائط أخرى أو تطوير خرائط جديدة لذلك الموقع.

omaneducportal.com

**النشاط ١**

أ- ناقش ومجموعتك أهمية وضع مواصفات رسم الخريطة قبل البدء في رسمها .

ب- حدد على الخريطة التي يقدمها لك معلمك بعض الظواهر الجغرافية المرسومة على شكل رموز نقطية ومساحية وخطية، واشرح مواصفاتها من حيث الشكل واللون والحجم .

وتمر مرحلة الإنتاج الفعلي للخريطة بعدة خطوات تبدأ بوضع التصميم المبدئي للخريطة، ثم توقيع الرموز للمعالم والظواهر الجغرافية، وفي هذه المرحلة تستخدم أدوات وتقنيات مختلفة في الرسم سواء التقليدي منها أو الآلي الحديث، وفيما يأتي نوضح خطوات رسم الخريطة:

## أ- التصميم المبدئي للخريطة :

يتم تصميم الخريطة مبدئيا موضحا عليها العناصر الأساسية للخريطة - والتي تم دراستها سابقا- وتجمع كل المعلومات التي تظهر في محتوى الخريطة، من الظواهر والأسماء الجغرافية والمعلومات الخاصة بهوامش الخريطة، كتاريخ الإنتاج والجهة المنفذة وغيرها من المعلومات.

## ب- توقيع الرموز :

تمثل الرموز النقطية والخطية والمساحية العنصر الأساسي في رسم الخريطة، ولكل رمز من هذه الرموز طريقة خاصة عند إنتاج الخريطة، سواء بالطرق التقليدية أو بالطرق الآلية الحديثة .

### - توقيع الرموز تقليديا :

ترسم رموز الخريطة النقطية والخطية والمساحية تقليديا بطرق مختلفة، وتستخدم في رسمها الأدوات التالية:

١- أقلام التحبير التي تستخدم في الرسم الأولي للخريطة على الأوراق الشفافة .

٢- الإبر بأحجام وبرؤوس مختلفة تستخدم للرسم النهائي للرموز الخطية، لضمان جودة الخطوط، بعكس الأقلام التي يتغير سمكها على حسب تَدَفُّق الحِبر منها.

٣- القواطع والمشارط التي تستخدم لتوقيع الرموز المساحية .

٤- المساطر المعدنية والمنحنيات لرسم الرموز الخطية ومنحنياتها بدقة متقنة .

الشكل (٢٠) بعض أدوات الرسم التقليدي

ويوضح الشكل (٢٠) بعض أدوات الرسم التقليدي المستخدمة في رسم رموز الخريطة .

**النشاط ٢**

أ- ارسم مخططاً لموقع منزلك بالنسبة للمنازل المجاورة له، باستخدام الأدوات التقليدية الموجودة في حقيبة رسم الخرائط .

ب- وقع يدويا على المخطط الذي رسمته، رموزًا نقطية وخطية ومساحية للمعالم والظواهر الجغرافية،مراعياً شكلها ولونها وحجمها المناسب مع مقياس الرسم.

omaneducportal.com

## - توقيع الرموز آلياً:

مع التطور التقني استخدم النظام الرقمي المتمثل في جهاز الحاسب الآلي والأجهزة والبرمجيات المرتبطة به في رسم رموز الخرائط، مما سهل عملية إدخال البيانات ومعالجتها، ومن أبرز التقنيات المستخدمة لتوقيع الرموز النقطية والخطية والمساحية على الخريطة، ما يأتي:

**الترقيم الإلكتروني** (Digitizing) :

وتستخدم هذه التقنية لنقل تفاصيل الخريطة المطلوب رسمها إلى جهاز الحاسب الآلي، وتقوم فكرة العمل على تحويل الظواهر الجغرافية إلى بيانات رقمية خطية(Vector) لها إحداثيات سينية وصادية(X-Y)، إذ تمثل البيانات على شكل نقاط أو خطوط أو مساحات في الحاسب الآلي.

ومن بين الأجهزة التي استخدمت مع بدايات توظيف الحواسيب في رسم الخرائط هو جهاز الترقيم الإلكتروني (Digitizer) ويتكون هذا الجهاز الموضح في (الشكل ٢١)من لوحة إلكترونية توضع عليها الخريطة، وقلم أو جهاز صغير يشبه فأرة الحاسب الآلي، موصول كهربائيا باللوحة الإلكترونية، يمرر على بيانات الخريطة الورقية فينقلها إلى جهاز الحاسب الآلي، ومع التطور التقني تم توظيف تقنية الترقيم على شاشة الحاسوب مباشرة باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

الشكل (٢١) جهاز الترقيم الإلكتروني

**المسح الضوئي** ( Scanning ) :

وتستخدم هذه التقنية لمسح الخرائط والصور الجوية في صورة بيانات شبكية (Raster)، من خلال استخدام أجهزة المسح الضوئي (Scanners)، وتوجد أحجام مختلفة من الماسحات الضوئية؛ لتتعامل مع مقاسات ورقية مختلفة ابتداء من (A4) إلى (A0) (الشكل ٢٢).

وتعتمد درجة وضوح المسح الضوئي على حجم الخلية المكونة للصورة وعددها، فكلما زادت عدد الخلايا زادت درجة وضوح الصورة.

omaneducportal.com

الشكل (٢٢) أنواع مختلفة من الماسحات الضوئية للخرائط

## رابعاً: إنتاج النسخة التجريبية للخريطة:

بعد الانتهاء من توقيع الرموز تطبع نسخة تجريبية للخريطة على الورق؛ ليتم مطابقة معالمها مع الظواهر الجغرافية على أرض الواقع؛ بغرض التأكد من صحة البيانات، ثم تصحح الأخطاء إن وجدت قبل عملية الطباعة النهائية، وتكتسب هذه المرحلة أهمية خاصة، إذ يمكن مشاهدة جميع مصادر المعلومات المرسومة مجمعة كخريطة واحدة.

## خامساً: الطباعة:

بعد الانتهاء من تصحيح الأخطاء في النسخة التجريبية تأتي مرحلة الطباعة، وتختلف الطابعات المستخدمة في طباعة الخرائط من حيث:

١- حجم الورق المستخدم لطباعة الخريطة، إذ توجد طابعات بمقاسات مختلفة (A4) إلى (A0).

٢- التقنية المستخدمة للطباعة ، إذ تستخدم مجموعة من التقنيات من بينها الطباعة بتقنية الأفلام والطباعة بتقنية الليزر والطباعة الرقمية.

٣- جودة ووضوح الصورة من حيث عدد الخلايا.

### أضف إلى معلوماتك

من التحديات التي تواجه إنتاج الخرائط بالطرق التقليدية: إجراء التعديلات عليها عند ظهور أخطاء في النسخة التجريبية، والرغبة في تحديثها بعد مرور سنوات من رسمها، وهذا يلزم إعادة العمل كاملاً في الخريطة، ولكن مع استخدام الحاسب الآلي وبرامج الرسم في إنتاج الخرائط، أصبح من السهل التعامل مع البيانات الجغرافية ومعالجتها في صورة طبقات، إذ تختص كل طبقة بنوع معين من الظواهر الجغرافية، مما سهل تعديلها وتحديثها في أي وقت.

الشكل (٢٣) طابعات لإنتاج الخرائط

omaneducportal.com

### سادساً: الحفظ والتخزين :

في الطرق التقليدية يتم بعد الطباعة مراجعة ألوان الخريطة، والتأكد من دقتها وتطابقها، ثم تفرز الخرائط المطابقة للمواصفات وتجمع وتغلف بواسطة أغلفة بلاستيكية شفافة، للمحافظة عليها أثناء النقل و النشر، كما تحفظ في مخازن أرشفة حسب عناوين الخرائط ومواضيعها، بينما في الطرق الحديثة تحفظ مكونات الخريطة وطبقاتها رقميا في قواعد بيانات جغرافية، أو أقراص مدمجة (CD)، وبذلك يمكن طباعتها متى ما لزم ذلك.

**النشاط ٣**

"تعتبر الهيئة الوطنية للمساحة الجهة المسؤولة عن عمليات إنتاج الخرائط الخاصة بسلطنة عمان، إذ يوجد لدى الهيئة حزمة متكاملة من قدرات إنتاج الخرائط، بدءاً من أخذ القياسات من الحقل إلى عمليات الطباعة والحفظ" (الهيئة الوطنية للمساحة: www.nsaom.org.om).

في ضوء ما سبق وبالاستعانة بالموقع الإلكتروني للهيئة الوطنية للمساحة :

١- سجِّل في دفترك مهام الهيئة الوطنية للمساحة في مجال إنتاج الخرائط.

٢- ما التقنيات الرقمية التي تستخدمها الهيئة الوطنية للمساحة في المراحل المختلفة لإنتاج الخرائط؟

omaneducportal.com

## الخريطة الورقية والخريطة الرقمية

من خلال ما تم تناوله سابقا نستطيع أن نفرق بين الخريطة الورقية والخريطة الرقمية، وفق الآتي:

### ١- الخريطة الورقية:

هي التي ترسم لتطبع في النهاية على الأوراق، حتى ولو رسمت رقميا واستخدمت برمجيات الحاسب الآلي لإنتاجها.

### ٢- الخريطة الرقمية:

هي التي تُعَدّ على هيئة طبقات أو شرائح، وتحفظ في صورة رقمية، إما في أجهزة الحاسب الآلي من خلال قواعد البيانات الجغرافية، وإما في أقراص الحفظ الخاصة، كالأشرطة والأقراص المدمجة، وهو ما يساعد على سهولة الرجوع إليها وتحديثها مستقبلاً.

**النشاط ٤**

لو أُعطيت خريطة ورقية وقرصا مدمجا للخريطة نفسها ، وطُلب إليك تحديث الخريطة ، فما المصدر الذي ستقوم باستخدامه ؟ ولماذا ؟

## فوائد الإنتاج الآلي للخريطة

إن استخدام الحاسب الآلي والأجهزة والبرامج المرتبطة به أحدث نقلة كبيرة في إنتاج الخرائط؛ إذ حقق هذا التطور لمنتجي الخرائط ورساميها فوائد كثيرة نذكر أهمها فيما يأتي:

### سرعة معالجة بيانات الخريطة:

ساهم الحاسب الآلي في سرعة إعداد ومعالجة بيانات الخريطة ، فعلى سبيل المثال يمكن معالجة بيانات وإحصائيات تعداد السكان وتضمينها في الخريطة بصورة أسرع من المعالجة اليدوية.

### إعداد التصميم الأولي وإجراء التعديلات:

تُعَدّ مرحلة تصميم الخريطة من أهم المراحل في اختيار الشكل الذي ستظهر عليه الخريطة النهائية؛ فقد ساهمت البرامج المختلفة والمتخصصة في سرعة إعداد عدة نماذج ، وهو ما يعطي مصمم الخريطة الحرية في اختيار التصميم المناسب ، وكذلك ساهمت في تبسيط وتصحيح الخريطة ومعالمها؛ فأمكن بذلك تصحيح الخطأ دون تأثر المواد التي تنتج منها الخريطة، كما يمكن تغيير مقياس رسم الخريطة ومسقطها بسهولة، وطباعتها بالمقياس والمسقط الجديدين.

omaneducportal.com

### الطباعة وإنتاج الخرائط:

أسهمت أجهزة الطباعة بمختلف أنواعها في تعزيز المقدرة على طباعة وإنتاج الخرائط كمًا ونوعًا لغرض النشر والتوزيع.

### تحديث الخريطة:

يصعب الاستفادة من الخريطة بعد مرور فترة زمنية طويلة على إنتاجها بسبب التغيرات التي قد تحدث على المعالم والظواهر الجغرافية المختلفة ، ولكن الحاسب الآلي ساهم في سرعة تحديث الخريطة، وإضافة التغيرات التي قد تطرأ عليها في أي وقت.

## عرض الخرائط على شبكة المعلومات العالمية

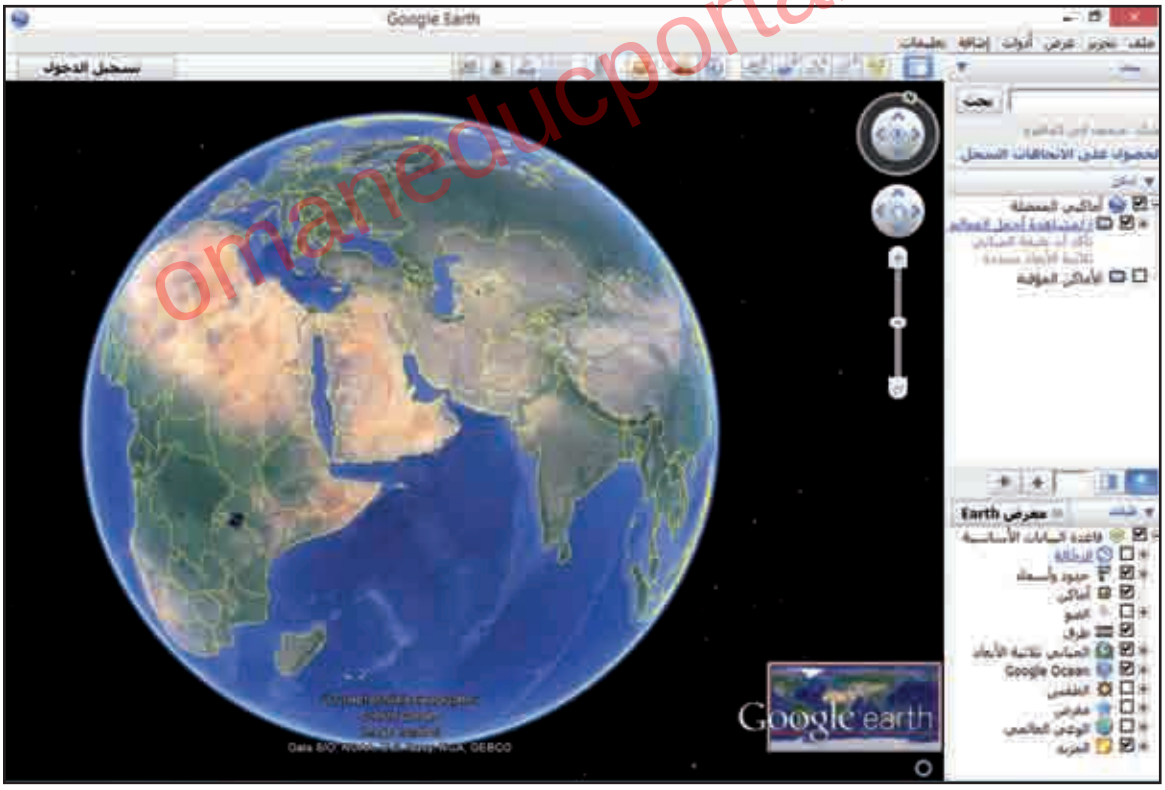
أتاحت شبكة المعلومات العالمية للمستخدمين الاستفادة المباشرة من المواقع المتخصصة للإطلاع على ما توصلت إليه هذه التقنية في مجال الخرائط.

ويُعَدّ برنامج جوجل إيرث (Google Earth) كما في (الشكل ٢٤)، أحد البرامج المناسبة لتصَفُّح خرائط العالم ومعرفة مجموعة متنوعة من البيانات المتعلقة بسطح الأرض، حيث بإمكان المستخدمين بحث وعرض معلومات مفيدة عن: أسماء المدن والطرق والمطارات، والحصول على الاتجاهات المختلفة للأماكن، ومشاهدة الصور الثلاثية الأبعاد (3D) للمعالم البشرية والطبيعية، كما يُمَكِّن البرنامج من إجراء عمليات التحليل المكاني، مثل قياس المسافات وتحديد المسارات وغيرها .

### أضف إلى معلوماتك

تم نشر برنامج جوجل إيرث على شبكة المعلومات العالمية في عام ٢٠٠٥م ، وهو متاح للاستخدام على الحواسيب الشخصية وتطبيقات الهواتف المحمولة والأجهزة اللوحية .

omaneducportal.com




الشكل (٢٤) واجهة برنامج جوجل إيرث

أ-ابحث في شبكة المعلومات العالمية عن مواقع لنشر الخرائط وبيعها، واستعرض نوعية الخرائط المعروضة فيها ومقاييس رسمها.

ب- استخدم برنامج جوجل إيرث(Google Earth ) في:

١- معرفة وظائف عناصر التحكم التالية في واجهة البرنامج وكيفية تطبيقها :

٢- معرفة دلالة الرموز التالية على شريط أدوات البرنامج:

٣- باستخدام خاصية البحث في البرنامج ابحث عن الأماكن والمواقع التالية:

**سلطنة عمان – محافظة مسقط – أحد المعالم السياحية في السلطنة .**

٤- ابحث عن إحدى المدن التي ترغب في زيارتها، ثم استعرض الطبقات التالية:

**- الطرق - المباني ثلاثية الأبعاد - التضاريس**

**- طبقات أخرى ذات علاقة باهتماماتك الشخصية.**

omaneducportal.com

# مراجع الوحدة

## أولاً: المراجع العربية


١- الخروصي، خالد بن سليمان بن سالم (٢٠٠٦). **الطوبوغرافيا وتطور علم الخرائط** . بيروت : دار ومكتبة الهلال للطباعة والنشر.

٢- خميس، محمد عطية. **مقرر الخرائط والتمثيل الكارتوجرافي**،جامعة الفيوم – مصر. استرجع بتاريخ ١ فبراير ٢٠١٦م. http://www.**fayoum.edu**.eg

٣- داود، جمعة محمد (٢٠١٢). **مدخل إلى الخرائط الرقمية**. مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية:

٤- الشريعي، أحمد البدوي ، (٢٠٠٦). **الخريطة الطوبوغرافية** . القاهرة، مصر: دار الفكر العربي .

٥- الشريعي، أحمد البدوي (٢٠١١). **الخرائط العلمية نماذج وتطبيقات** . القاهرة، مصر: دار الفكر العربي .

٦- العثمان، عبدالعزيز العثمان ( ٢٠١٥). **الفكر الجغرافي القديم والإسلامي**.عمان، الاردن: مكتبة دجلة للطباعة والنشر.

٧-قطيشات، ضياء الدين أمجد (٢٠١٤). **علم الخرائط** .عمان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

٨- محمدين، محمد محمود (١٩٩٢). **الجغرافيا والجغرافيون بين الزمان والمكان** .الرياض : دار الخريجي للنشر والتوزيع .

٩- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني (د.ت). **تقنية مدنية**. المملكة العربية السعودية: المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني.

١٠- وزارة التربية والتعليم (٢٠٠٤). **الأطلس المدرسي لسلطنة عمان والعالم** .سلطنة عمان : دار النهضة للنشر والتوزيع.

١١- وزارة التربية والتعليم (٢٠١١). **جغرافية الخرائط والنظم الطبيعية للأرض**. مسقط، سلطنة عمان: وزارة التربية والتعليم.

١٢- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥) . **الجغرافيا والتقنيات الحديثة**. مسقط، سلطنة عمان: وزارة التربية والتعليم.


## ثانيًا: المراجع الأجنبية


1-Rosenberg, M. (2015). **Branches of geography**. Retrieved on March 1, 2016 from HYPERLINK "http://**geography**.about.com/od/studygeography/a/branchesgeog.htm"http://geography.about.com/od/**studygeography**/a/branchesgeog.htm

2-Snyder, J. (1987). **Map projections: A working manual**. Washington DC: US Government Printing Office.


omaneducportal.com

الوحدة الثانية

# علم المساحة وتطبيقاته

## الأهداف العامة للوحدة

يتوقع من الطالب من خلال دراسته للوحدة أن :

١- يتعرف علم المساحة وتطبيقاته المختلفة.

٢- يتعرف أجهزة وأدوات المسح الأرضي والمسح الجوي التصويري.

٣- يستنتج دور المسح الأرضي والمسح الجوي التصويري في إنتاج الخرائط.

٤- يستخدم بعض أجهزة وأدوات المسح الأرضي والمسح الجوي التصويري في أخذ قياسات مختلفة عن سطح الأرض.

٥- يُقدّر جهود علماء المسلمين في تطور علم المساحة.

٦- يُؤمن بأهمية توظيف علم المساحة في مجالات الحياة المختلفة.

٧- يُحلل الخرائط والأشكال والصور الواردة في الوحدة.

٨- يستوعب المفاهيم والمصطلحات والتعميمات الواردة في الوحدة.

٩- يكتسب القيم والمهارات والاتجاهات المتضمنة في الوحدة.

## دروس الوحدة

- مدخل إلى علم المساحة
- المسح الأرضي
- نظام تحديد المواقع العالمي
- المسح الجوي التصويري

omaneducportal.com

# الدرس الأول
# مدخل إلى علم المساحة

يُعد علم المساحة (Surveying) الأساس لتخطيط وتنفيذ معظم المشاريع الهندسية على سطح الأرض، مثل إنشاء المباني والطرق والمطارات والسدود وشق قنوات الري، ولا تقتصر أهمية علم المساحة في الأعمال الهندسية فحسب، بل تعتمد عليه عددٌ من العلوم الأخرى، مثل علم الجغرافيا وعلوم البحار والعلوم الزراعية والعسكرية، ويُعرف علم المساحة بأنه: **العلم الذي يختص بقياس المواقع النسبية للظواهر على سطح الأرض أو بالقرب منه، بحيث تظهر بمواقعها الصحيحة بعد رسمها على الخرائط.**

## في هذا الدرس:

**أتعلّم:**

- مفهوم علم المساحة وأهميته.
- تطور علم المساحة.
- أنواع المساحة.

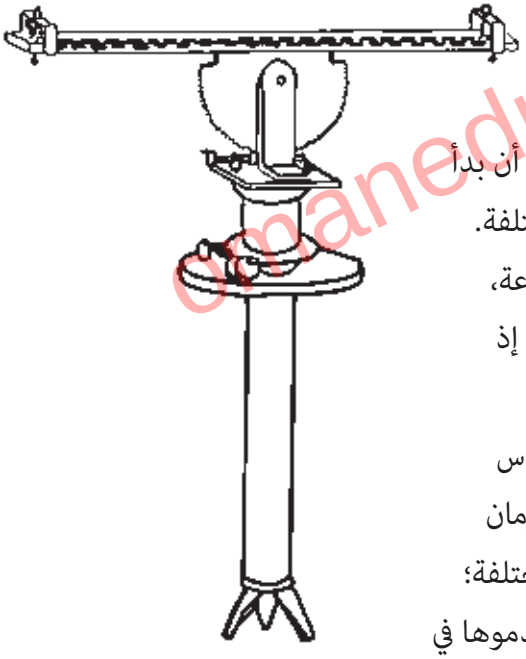
**مفاهيم أتعلمها:**

علم المساحة، المساحة الأرضية (الحقلية)، المساحة المستوية، المساحة الجيوديسية، المساحة الجوية.

## تطور علم المساحة

ترجع بدايات علم المساحة إلى آلاف السنين، منذ أن بدأ الإنسان في تشييد المدن والآثار الضخمة في الحضارات المختلفة. فقدماء المصريين استخدموا علم المساحة في مجالات متنوعة، مثل قياس الملكيات الزراعية وتحديدها لجمع الضرائب، إذ كانوا يستخدمون الحبال المدرّجة في قياس المسافات.

أما اليونانيون فقد اخترعوا أول جهاز في المساحة لقياس الارتفاع، عُرف بالديوبتر (Diopter) (الشكل ١)، كما أولى الرومان اهتمامًا بالغًا بعلم المساحة لإنجاز الأعمال الإنشائية المختلفة؛ حيث اخترعوا العديد من الأدوات المساحية التي استخدموها في حساب الارتفاع عن سطح البحر وتحديد الاتجاهات.



الشكل (١) جهاز الديوبتر

omaneducportal.com

وساهم العلماء المسلمون مساهمة فعّالة في تطور علم المساحة؛ فقاموا بقياس المسافات بين المدن وأطوال السواحل والطرق، كما اهتموا بقياس الزمن، وبنوا العديد من المراصد، واخترعوا عددًا من الأجهزة لقياس الزوايا وتحديد الاتجاهات، ويُعد الإسطرلاب(Astrolabe) (الشكل٢) من الأجهزة التي طورها المسلمون، واستخدموها في مجالات عديدة، واشتهر عدد من العلماء المسلمين في مجال المساحة منهم الإدريسي والبلخي والمسعودي والبتاني والبيروني وغيرهم.

الشكل (٢) إسطرلاب إسلامي
من القرن الخامس الهجري

### أضف إلى معلوماتك

**الإسطرلاب**

آلة فلكية قديمة أطلق عليه العرب ذات الصفائح، وكلمة إسطرلاب من أصل يوناني، وتعني «قياس النجوم»، ولا يُعرف على وجه التحديد من اخترع الإسطرلاب، ولكن يُقال أن مخترعه هو اليوناني كلاوديويس البطلمي، واستخدم العرب الإسطرلاب في تحديد المواقع في البحار ومعرفة التوقيت وتحديد اتجاه القِبلة وغيرها من الاستخدامات.

Omaneducportal.com

وبرع العمانيون في مجال المساحة، ويُستدل على ذلك من خلال نظام الأفلاج التي تُعد معلمًا هندسيًا وحضاريًا يؤكد براعة العمانيين في توظيف علم المساحة واستخدام المقاييس، والأدوات المساحية والهندسية المختلفة في شق الأفلاج، واستخراج المياه وتوزيعها.

ومع بداية عصر النهضة في أوروبا اهتمت حكومات الدول بعلم المساحة كمرحلة مهمة من مراحل إنتاج الخرائط، فبدأت بأخذ قياسات عن سطح الأرض؛ لاستخدامها في رسم الخرائط الإدارية للدولة، وخرائط توزيع الموارد الطبيعية، ومع التقدم العلمي والتقني في القرن العشرين تطور علم المساحة تطورًا ملحوظًا، واتسعت تطبيقاته؛ فاختُرع العديد من الأجهزة المساحية الحديثة، كما اعتُمد على الأقمار الصناعية في أخذ القياسات المختلفة عن الظواهر الجغرافية الموجودة على سطح الأرض.

**النشاط ١**

أ- وضح أهمية علم المساحة للعلوم الآتية:

١-علوم البحار ٢- العلوم العسكرية ٣- العلوم الزراعية

ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ابحث ومجموعتك عن جهود أحد العلماء المسلمين في تطور علم المساحة، ثم لخصوا ما توصلتم إليه من معلومات، واعرضوها على زملائكم في الصف.

ج- صمم خريطة ذهنية تلخص فيها تطور علم المساحة، ثم اعرض تصميمك على زملائك في الصف.

د- يُعد نظام الأفلاج معلمًا هندسيًا حضاريًا يؤكد براعة العمانيين في توظيف علم المساحة، وضح ذلك مدعما إجابتك بالأدلة.

## أنــواع المساحة

تتعدد تصنيفات المساحة حسب الطريقة المتبعة في أخذ القياسات والغرض من القيام بالعمليات المساحية، وبشكل عام تنقسم المساحة إلى نوعين رئيسيين هما: المساحة الأرضية (Land Surveying) وتسمى أيضا بالمساحة الحقلية، والمساحة الجوية(Aerial Surveying).

### أولًا: المساحة الأرضية (Land Surveying)

هي عمليات القياس التي تتم ميدانيًا على سطح الأرض (الشكل٣)، وذلك بأخذ القياسات مباشرة من الحقل باستخدام أجهزة قد تكون يدوية أو آلية، وتنقسم المساحة الأرضية إلى قسمين رئيسيين هما: المساحة المستوية والمساحة الجيوديسية.

#### ١. المساحة المستوية (Plane Surveying)

تختص بالمساحات الصغيرة (أقل من ٢٦٠ كيلومتر مربع)، ويتم التعامل مع سطح الأرض على أنه سطح مستوٍ، أي أن هذا النوع من المساحة يهمل كروية الأرض، وتستخدم المساحة المستوية على نطاق واسع في تخطيط العديد من المشاريع الهندسية والإنشائية، مثل: شق الطرق، والسكك الحديدية، وإقامة الجسور وإنشاء المصانع.

الشكل (٣) من عمليات المساحة الأرضية

omaneduportal.com

## ٢- المساحة الجيوديسية (Geodetic Surveying)

المساحة الجيوديسية أو الجيوديسيا: أصلها في اللغة اليونانية كلمتان (جيو) وتعني الأرض و(ديسيا) ومعناها تقسيم، أي العلم الذي يبحث في دراسة شكل الأرض الحقيقي ومساحة أجزائها. ويهتم هذا النوع من المساحة بالشكل الحقيقي للأرض، وبالتالي يعطي نتائج أكثر دقة مقارنة بالمساحة المستوية، وتختص المساحة الجيوديسية بالمساحات الكبيرة (أكبر من ٢٦٠كيلومتر مربع)، ولا سيما المشاريع التي تتطلب الدقة العالية، مثل: ترسيم الحدود بين الدول ومراقبة حركات الأرض.

## ثانيًا: المساحة الجوية (Aerial Surveying)

هي المساحة التي تتم عن طريق التصوير الجوي للأرض باستخدام وسائل جوية مختلفة كالمناطيد والطائرات وغيرها (الشكل٤)، إذ يتم دراسة سطح الأرض وأخذ القياسات المختلفة ورسم الخرائط بالاعتماد على الصور الجوية.

الشكل (٤) التصوير الجوي

omaneducportal.com

### النشاط ٢

أ- قارن في جدول بين المساحة المستوية والمساحة الجيوديسية من حيث:

١- الاهتمام بالشكل الحقيقي للأرض ٢- الاستخدامات ٣- دقة نتائج القياس

ب- تُعد المساحة الهيدروغرافية (Hydrographic Surveying) من أنواع المساحة التي تستخدم في قياس منسوب المياه في المسطحات المائية، وتمثيل تضاريس أعماقها، وإعداد الخرائط البحرية. في ضوء ذلك:

١- وضح أهمية المساحة الهيدروغرافية في تأمين حركة السفن وحمايتها من المخاطر.

٢- اعطِ أمثلة على تطبيقات المساحة الهيدروغرافية في سلطنة عُمان.

## العمليات الأساسية في المساحة

يتضمن العمل المساحي في المشاريع الهندسية والإنشائية عمليتين رئيسيتين، هما:

### ١-عملية الرفع المساحي

وهي الخطوة الأولى قبل البدء في تنفيذ أي مشروع، إذ يقوم المسّاح بأخذ قياسات مختلفة عن ظواهر سطح الأرض وتسجيلها في لوحة (خريطة)، ثم يتم إرسالها إلى مهندس التصميم لرسم مخطط المشروع.

### ٢-عملية التوقيع المساحي

ويتم فيها نقل التفاصيل من اللوحة أو المخطط إلى الطبيعة باستخدام الأجهزة المساحية المختلفة، ويُعد التوقيع أولى خطوات انتقال المشروع من التصميم إلى التنفيذ.

## تطبيقات علم المساحة

تتعدد تطبيقات علم المساحة وتتسع مجالاته، ومن أهم تطبيقاته ما يأتي:

* **أخذ القياسات لأي جزء من سطح الأرض؛ وتحديد حجمه وشكله وموقعه، ورصد التغيرات التي تحدث فيه.**
* **الرصد الفلكي لتحديد المواقع والتوقيت على سطح الأرض.**
* **دراسة البيئة الطبيعية والاجتماعية في الدولة والمساهمة في وضع خطط التنمية لها.**
* **جمع البيانات الجغرافية المكانية وتخزينها وإدارتها؛ وتوظيفها في نظم المعلومات الجغرافية (GIS).**
* **تخطيط العقارات والممتلكات المختلفة في الدولة وتطويرها.**
* **تحليل الصور الجوية والفضائية لأي جزء من سطح الأرض وتفسيرها.**

### أضف إلى معلوماتك

تُعد المساحة الفلكية (Astronomical Surveying) من أنواع المساحة، وتعتمد على الأرصاد والحسابات الفلكية لتحديد إحداثيات المواقع والتوقيت على سطح الأرض.

omaneducportal.com

### النشاط ٣

أ- من خلال دراستك للعمليات الأساسية في المساحة، اقترح ومجموعتك أحد المشاريع الإنشائية في سلطنة عُمان موضحين الآتي:

١- عنوان المشروع.
٢- الهدف من المشروع.
٣- الولاية التي سيقام فيها المشروع.
٤-عمليات الرفع وعمليات التوقيع المساحي اللازمة لتنفيذ المشروع.

ب- يُعد علم المساحة شرطًا أساسيًا لنجاح الخطط التنموية للدولة. فسر ذلك.

ج- تُعنى (الجمعية الفلكية العمانية) بالرصد الفلكي في السلطنة، ومن أهدافها رصد الأحداث الفلكية المهمة وتوعية الناس بها. في ضوء ذلك قم بزيارة الموقع الالكتروني للجمعية على الرابط www.falakoman.org وسجل في دفترك بعض الأسطر عن توظيف الجمعية للمساحة الفلكية في الأعمال التي تقوم بها.

ويُوظف علم المساحة في سلطنة عُمان على نطاق واسع في العديد من المؤسسات والهيئات الحكومية والخاصة المتخصصة في الأعمال الهندسية والإنشائية، إذ تعمل أقسام المساحة في تلك المؤسسات بجمع البيانات المساحية وتخزينها باستخدام الأدوات والأجهزة المساحية الحديثة.

فعلى سبيل المثال تعتمد وزارة الإسكان على أعمال المساحة في تخطيط الأراضي والملكيات المختلفة، وإعداد مخططات المدن، واعتماد أعمال الإنشاءات للمباني والعقارات في الدولة، كما توظف وزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه علم المساحة في إدارة موارد المياه في السلطنة، وأعمال تصميم وإنشاء سدود المياه على مجاري الأودية الرئيسية.

بالإضافة إلى ذلك نجد أن وزارة الدفاع ممثلة بالهيئة الوطنية للمساحة تعتمد على علم المساحة في توفير البيانات الجغرافية المكانية عن سلطنة عُمان (الشكل٥) وإنتاج الخرائط الطبوغرافية لها.

الشكل (٥) مساحون من الهيئة الوطنية للمساحة يقومون بالمسح الأرضي

### أضف إلى معلوماتك

**الهيئة الوطنية للمساحة**

هي الجهة المسؤولة عن توفير البيانات الجغرافية المكانية للسلطنة، وإنتاج ومراجعة الخرائط الطبوغرافية لها، وقد أنشئت عام ١٩٨٤م، وتضم الهيئة العديد من الأقسام منها: قسم المسح الميداني، وقسم المسح التصويري، وقسم رسم الخرائط، كما تضم الهيئة معهدًا متخصصًا في المساحة وإنتاج الخرائط.

http://www.nsaom.org.om/ar.php

### النشاط ٤

بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، اكتب ملخصًا لا يتجاوز صفحة واحدة عن توظيف أحد الجهات الحكومية أو الخاصة في سلطنة عُمان لعلم المساحة في أعمالها المختلفة، ثم اعرضه على زملائك في الصف.

omaneduc portal.com

# الدرس الثاني
# المسح الأرضي

**في هذا الدرس:**

**أتعلّم:**

- مفهوم المسح الأرضي وتطبيقاته.
- الأجهزة المستخدمة في المسح الأرضي.
- مصادر الأخطاء المؤثرة في دقة نتائج المسح الأرضي.

**مفاهيم أتعلمها:**

المسح الأرضي، نقاط التحكم الأرضي.

كثيرًا ما نشاهد مهندسي الطرق، ومخططي الأراضي وهم يقومون بعملهم قبل البدء في شق الطريق أو تخطيط الأراضي. ولكن هل فكرت يومًا في العمل الذي يقومون به، ماذا يُسمى؟ وما الأجهزة والأدوات التي يستخدمونها في عملهم؟

إن العمل الذي يقوم به مهندسو الطرق ومخططو الأراضي يُعرف بالمسح الأرضي (Land Surveying)، **ويُقصد به عمليات قياس ورصد الظواهر الطبيعية والبشرية الموجودة على سطح الأرض، ثم نقلها إلى لوحة (خريطة) بمقياس رسم مناسب، وباستخدام أجهزة مساحية مختلفة.**

omaneducportal.com

ويتضمن المسح الأرضي (الشكل ٦) إجراء عدد من القياسات على سطح الأرض، أهمها:

* **قياس المسافات.**
* **حساب المساحات.**
* **تحديد الاتجاهات.**
* **حساب الارتفاع عن مستوى سطح البحر.**
* **تحديد مواقع الظواهر الجغرافية.**

الشكل (٦) بعض عمليات المسح الأرضي

## الأجهزة المستخدمة في المسح الأرضي

تختلف الأجهزة المستخدمة في عمليات المسح الأرضي حسب نوع القياسات المطلوبة، فهناك أجهزة تختص في قياس المسافات، وأخرى في تحديد الاتجاهات أو قياس الزوايا، ولكن مع التطور التقني والتكنولوجي ظهرت أجهزة تقوم بإجراء عدد من القياسات في آن واحد، وفيما يأتي عرض لبعض الأجهزة المستخدمة في المسح الأرضي.

### شريط القياس (Tape)

يُستخدم في قياس المسافات، وهو مناسب لأعمال المسح في الأراضي المستوية والخالية نسبياً من العوائق والمساحات الصغيرة، وتتعدد أنواعه حسب المادة المصنوع منها، فبعضها مصنوع من نسيج الكتان، وبعضها الآخر مصنوع من الصلب أو الفولاذ (الشكل ٧).

وتكون الشرائط بعدة أطوال ومدرّجة من الجهتين أحدهما بالأمتار والجهة الأخرى مدرّجة بالأقدام، وتوجد اليوم شرائط رقمية تعمل تلقائيًا عند فردها، ومزودة بذاكرة لحفظ القياسات بالإضافة إلى شرائط تعمل بتقنية الليزر (الشكل ٨).

الشكل (٧) بعض أنواع شرائط القياس

الشكل (٨) شريط قياس بالليزر

omaneducportal.com

## البوصلة (Compass)

الشكل(٩) البوصلة المنشورية

تُستخدم البوصلة لتحديد الاتجاهات، وتوجد أنواع مختلفة منها، وتُعد البوصلة المنشورية (الشكل ٩) من أفضل الأنواع استخداماً في عمليات المسح الأرضي، وهي تتركب من كبسولة صغيرة ممتلئة بالزيت وقرص ممغنط، وتتميز البوصلة المنشورية باحتوائها على مواد مضيئة تُنير في الإضاءات الخافتة أو الظلام، كما تتميز بأنها خفيفة الوزن، وسهلة الاستخدام مما يجعلها مناسبة للأعمال الاستكشافية البرية والبحرية.

ويوجد نوع آخر من البوصلات تُعرف بالبوصلة الجيروسكوبية (Gyroscopic Compass) تُستخدم بشكل واسع في الملاحة البحرية والجوية، ومن مميزاتها أنها تشير إلى الشمال الحقيقي للأرض، ولا تتأثر بالمعادن الحديدية الموجودة في السفن أو الطائرات.

## الطاولة المستوية (Plane Table)

هي مجموعة من الأدوات المساحية، وتستخدم في عمليات رفع المساحات الصغيرة من الأرض بشكل مباشر من الحقل، وتُعد من أسهل طرق المسح الأرضي وأسرعها، إذ تستخدم في رفع التفاصيل من الأرض وتوقيعها مباشرة على لوحة من الورق بمقياس رسم مناسب (الشكل ١٠).

الشكل(١٠) الطاولة المستوية

omaneducportal.com

## النشاط ١

أ- انقل الجدول أدناه إلى دفترك، ثم أكمل البيانات الناقصة:

| الجهاز | الاستخدامات |
|---|---|
| | يُستخدم في السفن والطائرات ويُشير إلى الشمال الحقيقي للأرض. |
| | قياس المسافات في المساحات المستوية والخالية من العوائق. |
| | رفع المساحات الصغيرة مباشرة من الحقل. |

ب- تُعد البوصلة المنشورية من أفضل الأنواع استخدامًا في مسح قاع البحار والمحيطات، علل ذلك.

ج- طورت الشعوب منذ القدم طرقًا مختلفة لقياس الأطوال والمسافات، في ضوء ذلك وبالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ابحث عن بعض الطرق التي استخدمها العرب قديمًا لقياس الأطوال والمسافات، ثم اعرض ما توصلت إليه أمام زملائك في الصف.

omaneducportal.com

### الميزان (Level)

يتميز بسهولة استخدامه مقارنة بالأجهزة المساحية الأخرى، ويُستخدم لتحديد المناسيب (الارتفاع)، ويتكون من منظار (تليسكوب)، وقامة مدرّجة على هيئة مسطرة تُوضع على النقطة المطلوب حساب ارتفاعها (الشكل١١).

الشكل(١١) الميزان

## الثيودوليت (Theodolite)

يُعد من أفضل وأدق الأجهزة المستخدمة في قياس الزوايا، ويُستخدم في الأعمال المساحية التي تحتاج إلى دقة كبيرة في الرصد، وتوجد أنواع مختلفة من الثيودوليت، أهمها: الثيودوليت العادي (البصري)، والثيودوليت الرقمي الذي يُظهر القراءة مباشرة على الشاشة (الشكل ١٢).

الشكل (١٢) الثيودوليت الرقمي

## جهاز تحديد المواقع (GPS)

هو جهاز يعمل وفق نظام عالمي لتحديد المواقع من خلال استقبال إشارات من الأقمار الصناعية (الشكل١٣)؛ ونظرًا لشيوع استخدامه في عمليات المسح الأرضي سيتم التركيز عليه في الدرس القادم.

الشكل (١٣) جهاز تحديد المواقع (GPS)

omaneducportal.com

## محطة العمل المتكاملة (Total Station)

تجمع بين جهاز الثيودوليت الرقمي وأجهزة قياس المسافات الإلكترونية، وتُستخدم لرصد وتخزين بيانات الظواهر الجغرافية المرفوعة مساحيًا، وتتميز عن غيرها من أجهزة المسح الأرضي بالقيام بجميع العمليات الحسابية بشكل مباشر، ليتم بعد ذلك نقل تلك البيانات إلى الحاسب الآلي لتوقيعها على الخريطة (الشكل ١٤).

الشكل (١٤) محطة العمل المتكاملة

**النشاط ٢**

أ- صمم جدولًا تقارن فيه بين الأجهزة المستخدمة في المسح الأرضي من حيث:

١- الاستخدامات ٢- الأنواع ٣- المميزات

ب- بالاستعانة بأحد أجهزة المسح الأرضي المتوفرة في مدرستك، قم بإجراء بعض القياسات في ساحة المدرسة أو البيئة المحيطة بها مسجلًا: الجهاز المستخدم، وخطوات العمل، ونتائج القياس.

## مصادر الأخطاء التي تؤثر في دقة نتائج المسح الأرضي

تتأثر عمليات المسح الأرضي بعدد من العوامل التي تؤدي إلى حدوث أخطاء في نتائج القياسات المأخوذة عن سطح الأرض، ويمكن تقسيم مصادر الأخطاء المساحية إلى:

### مصادر شخصية

وهي ناتجة عن عدم تمكن المسّاح من أخذ القراءة بدقة في الحقل، وقد ترجع إلى عدم خبرته الكافية في استخدام الجهاز أو قلة إلمامه بالعمل في الموقع، كما يمكن أن تحدث هذه الأخطاء نتيجة وجود مشاكل صحية قد يعاني منها المسّاح أثناء قيامه بعمليات المسح الأرضي.

### مصادر آليـة

تحدث الأخطاء الآلية بسبب عدم الدقة في صناعة بعض أجهزة المسح الأرضي، أو وجود أخطاء في تدرج وحدات القياس الموجودة في الجهاز، كما أن اختلاف المواد المستخدمة في صناعة الأجهزة قد يؤدي إلى حدوث أخطاء في نتائج القياس.

### مصادر طبيعية

تعود لأسباب متعلقة بالظروف الجوية أثناء القيام بعمليات المسح الأرضي، إذ تتأثر بعض الأجهزة بالحرارة أو الأمطار، مثل شريط القياس المصنوع من المعدن أو الكتان، كما أن صعوبة الرؤية بسبب الأمطار أو الضباب قد تقلل من دقة القياسات المأخوذة عن سطح الأرض، ولا سيما عند استخدام الأجهزة العادية (البصرية).

وجديرٌ بالذكر أن التطور في أجهزة المساحة الأرضية كاختراع الأجهزة الرقمية والأجهزة التي تعمل بتقنية الليزر ساعد على التقليل من أخطاء القياس، والحصول على قراءة أكثر دقة حتى في الظروف الجوية الصعبة.

omaneducportal.com

**النشاط ٣**

أ- في ضوء دراستك للمصادر الطبيعية المؤثرة في دقة المسح الأرضي، وضح كيف يتأثر شريط القياس المصنوع من الكتان وشريط القياس المعدني بالعوامل الجوية، وما البديل المناسب من وجهة نظرك.

ب- ناقش ومجموعتك الإجراءات التي يمكن اتباعها للتقليل من الأخطاء في الأرصاد المساحية المأخوذة عن سطح الأرض، ثم سجلوا ما توصلتم إليه وفق الجدول أدناه:

| مصادر الأخطاء | الإجراءات المقترحة للتقليل من تأثيرها |
|---|---|
| الطبيعية | |
| الآلية | |
| الشخصية | |

omaneducportal.com

## تطبيقات المسح الأرضي

تُستخدم عمليات المسح الأرضي في كثير من التطبيقات، أهمها:

١- **تخطيط المدن، وشق الطرق.**

٢- **الإنشاءات الهندسية وتحديد القِبلة في المساجد.**

٣- **أغراض الملاحة، مثل: تحديد المواقع في السفر.**

٤- **رصد وقياس حركة زحزحة القارات.**

٥- **التصحيح الإحداثي للصور الجوية والفضائية.**

٦- **إنتاج الخرائط أو تحديثها.**

٧- **إنشاء نقاط التحكم الأرضي.**

## استخدام المسح الأرضي في إنشاء نقاط التحكم الأرضي

**نقاط التحكم الأرضي**
**هي نقاط معلومة الإحداثيات، يتم تحديدها على سطح الأرض، وقد تكون ثنائية أو ثلاثية الأبعاد.**

تُعد نقاط التحكم الأرضي (Ground Control Points) (الشكل١٥) من التطبيقات المهمة للمسح الأرضي، وهي ضرورية لحساب نقاط أخرى مجهولة أثناء عمليات المسح الأرضي، كما تُستخدم لربط الصور الجوية والفضائية بأرض الواقع بواسطة الإحداثيات، أو ربط تلك الصور بعضها ببعض وهذا سندرسه لاحقا.

ويتم تثبيت علامات خاصة على سطح الأرض باستخدام مواد ثابتة، مثل: الإسمنت أو المعدن للدلالة على موقع نقاط التحكم لتكون واضحة للراصد عند إجراء العمليات المساحية المختلفة.

ونظراً لأهمية نقاط التحكم الأرضي لأعمال المساحة فإن الجهة المختصة بالمساحة في كل دولة تقوم بتحديد شبكة من نقاط التحكم الأرضي، إذ تختص الهيئة الوطنية للمساحة بتحديد تلك النقاط في السلطنة.

### أضف إلى معلوماتك

تُقسم نقاط التحكم الأرضي إلى نوعين، هما:

**نقاط ثنائية الأبعاد:** هي النقاط التي تحدد الإحداثيين السيني (X) خط الطول، والصادي (Y) دائرة العرض.

**نقاط ثلاثية الأبعاد:** هي النقاط التي تحدد الارتفاع (Z) بالإضافة إلى الإحداثي السيني (X) والإحداثي الصادي (Y).

الشكل (١٥) نقطة تحكم أرضي

omaneducportal.com

### النشاط ٤

أ- يُعدّ رصد وقياس حركة زحزحة القارات من التطبيقات المهمة للمسح الأرضي، في ضوء ذلك وبالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة:

١. وضح المقصود بحركة زحزحة القارات.

٢. كيف تُسهم عمليات المسح الأرضي في رصد حركة زحزحة القارات؟

ب- من خلال دراستك لنقاط التحكم الأرضي، وبالاستعانة بالشكل (١٥) ناقش ومجموعتك النقاط الآتية، ثم اعرضوا ما توصلتم إليه أمام بقية المجموعات في الصف:

١. أهمية نقاط التحكم الأرضي.

٢. الشروط الواجب مراعاتها عند وضع العلامات الدالة على نقاط التحكم الأرضي.

# الدرس الثالث

# نظام تحديد المواقع العالمي

## في هذا الدرس :

### أتعلّم :

- مفهوم نظام تحديد المواقع العالمي ومكوناته.
- فكرة عمل نظام تحديد المواقع العالمي.
- العوامل المؤثرة في دقة نظام تحديد المواقع العالمي.

### مفاهيم أتعلمها :

نظام تحديد المواقع العالمي(GPS)، نظام جلونس، نظام جاليليو.

بدأت حاجة الإنسان في التعرف على الاتجاهات والمواقع على سطح الأرض منذ القدم، وقد اعتمد في بداية الأمر على رصد حركة النجوم بالعين المجردة، ثم اخترع أدوات وأجهزة تعينه على الرصد والقياس مثل الإسطرلاب، ومع ازدياد الحاجة إلى تحديد المواقع بدقة، سواء على اليابسة أم في البحار والمحيطات وللتغلب على الصعوبات التي كانت تقلل من دقة الرصد وبالاستفادة من التطورات في جميع المجالات تم استحداث عددٍ من الأنظمة المتخصصة في تحديد المواقع على الكرة الأرضية أكثرها شيوعًا هو نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) .

## مفهوم نظام تحديد المواقع العالمي

هو نظام يُستخدم في الملاحة وتحديد المواقع على سطح الأرض، إذ يتم تحديد إحداثيات الموقع من خلال استقبال إشارات لاسلكية من الأقمار الصناعية، في أي مكان من العالم، وفي أي وقت، وتحت أي ظروف جوية على مدار أيام السنة، ويُعد النظام الأمريكي (GPS) الذي أطلقته وزارة الدفاع الأمريكية عام ١٩٧٣م من أكثر الأنظمة استخدامًا حول العالم، وقد كان هذا النظام في بداية الأمر مقتصرًا على الاستخدامات العسكرية فقط إلا أنه فى عام ١٩٨٤م تم السماح باستخدامه للأغراض المدنية.

omaneduportal.com

### أضف إلى معلوماتك

توجد أنظمة أخرى لتحديد المواقع على سطح الأرض، منها:

**جلونس (Glonass) :** وهو نظام مملوك لجمهورية روسيا الاتحادية، ويتكون من حوالي ٢٤ قمرًا تدور في ثلاثة مدارات حول الأرض.

**جاليليو (Galileo) :** وهو نظام مدني يطوّره الاتحاد الأوروبي، ومن المتوقع أن يضم ٣٠ قمرًا صناعيًا عند اكتمال منظومته.

**النشاط ١**

أ- علل: ظهرت حاجة الإنسان إلى تحديد المواقع على سطح الأرض منذ القدم.

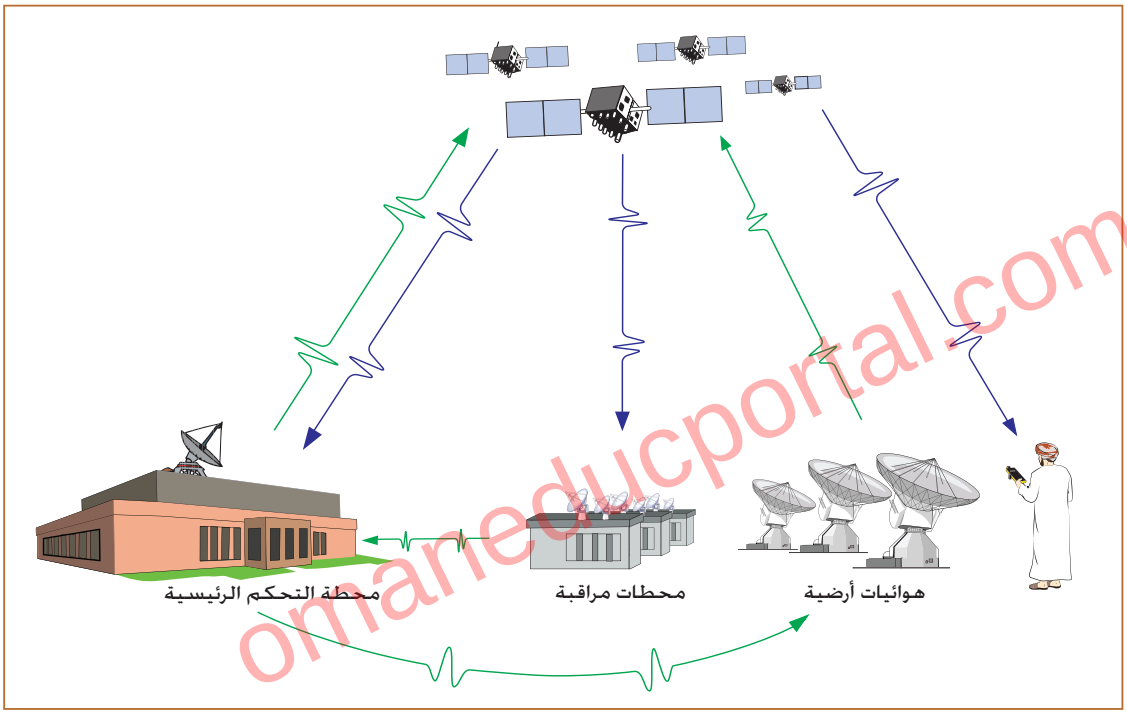
ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة:

١- ابحث عن أنظمة أخرى لتحديد المواقع على سطح الأرض غير تلك الواردة في الدرس.

٢- حدد النتائج الإيجابية المتوقعة من تعدد أنظمة تحديد المواقع في العالم.

## مكونات نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

يتكون نظام تحديد المواقع العالمي الأمريكي (GPS) من ثلاثة قطاعات رئيسية يوضّحها الشكل(١٦)، هي:




omaneducportal.com

الشكل(١٦) مكونات نظام تحديد المواقع العالمي

### قطاع الأقمار الصناعية الفضائية (Space Segment)

يتكون من منظومة تضم حوالي (٢٧) قمرًا صناعيًا، المستخدم منها (٢٤) قمرًا وثلاثة أقمار احتياطية في حال تعطل أي من الأقمار الرئيسية، وتدور تلك الأقمار في ستة مدارات حول الكرة الأرضية على ارتفاع (٢٠٢٠٠) كيلومتر وبزاوية انحراف (٥٥°) عن مستوى دائرة الاستواء؛ مما يساعد في وجود أربعة أقمار صناعية على الأقل تغطي كل منطقة من سطح الأرض في آن واحد، ويستغرق القمر الصناعي الواحد لإكمال دورته حول الأرض حوالي (١١) ساعة و (٥٨) دقيقة، أي أن القمر الصناعي يُكمل دورتين حول الأرض يومياً.

## قطاع التحكم الأرضي ( Control Segment )

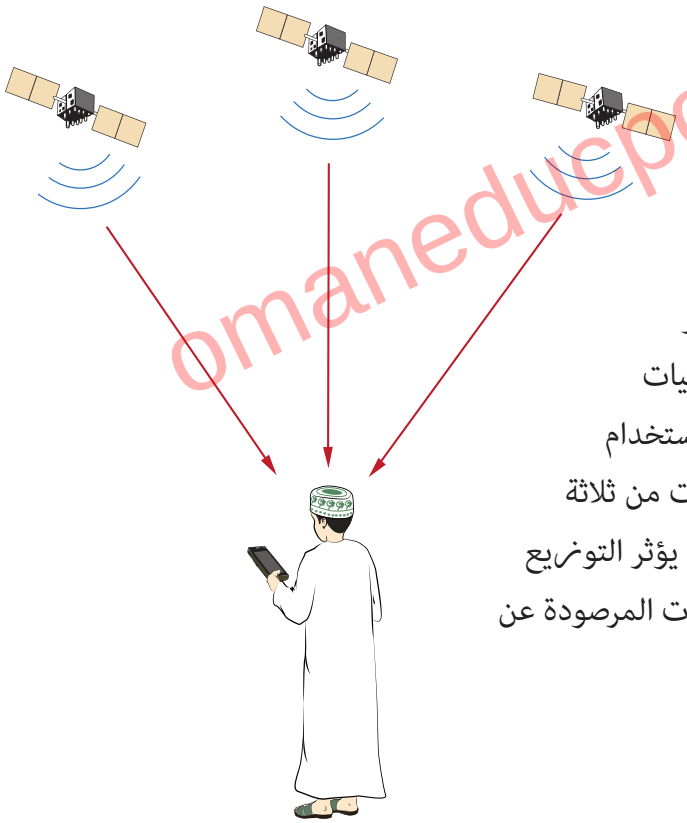
يضم شـبكة من المحطات الأرضية موزعة حول العالم، وظيفتها متابعة حركة الأقمار الصناعية، واستقبال الإشـارات التي تبثها أثناء دورانها حول الأرض، كما يختص بعضها برصد عناصر الغلاف الجوي، وجميعها ترسـل بياناتها إلى محطة التحكم الرئيسية الموجودة في قاعدة كولورادو سبرينغ العسكرية الأمريكية التي تقوم بدورها بتصحيح مسار الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض.

## قطاع المستخدمين ( User Segment )

يشـمل أجهزة الاستقبال الأرضية المستخدمة في تحديد المواقع، إذ تستقبل تلك الأجهزة إشارات الأقمار الصناعية، وتحللها للحصول على المعلومات المطلوبة عن إحداثيات الموقع والارتفاع عن مستوى سطح البحر (X,Y,Z) والزمن، كما توجد في تلك الأجهزة بعض التطبيقات التي توفر معلومات أخرى للمستخدم، مثل: التوقيت والاتجاه أو المسافة وهذا يعتمد حسب نوع الجهاز المستخدم والغرض من استخدامه.

## فكرة عمل نظام تحديد المواقع العالمي

تعتمـد فكرة عمل نظام تحديد المواقع العالمي على مبدأ قياس المسافة بين الأقمار الصناعية (ذات المواقع المعلومة)، والنقاط المجهولة (أجهزة الاسـتقبال) المراد معرفة موقعها، ويتـم ذلك عن طريق قياس الزمن الذي تستغرقه الإشارة في الوصول من القمر الصناعي إلى جهاز الاستقبال، ولتحديد إحداثيات موقع أي نقطة على الكرة الأرضية بدقة باستخدام جهاز تحديد المواقع لا بد من استقبال إشارات من ثلاثة أقمـار صناعية على الأقل (الشـكل ١٧)، كما يؤثر التوزيع الهندسي للأقمار الصناعية على دقة المعلومات المرصودة عن سطح الأرض.



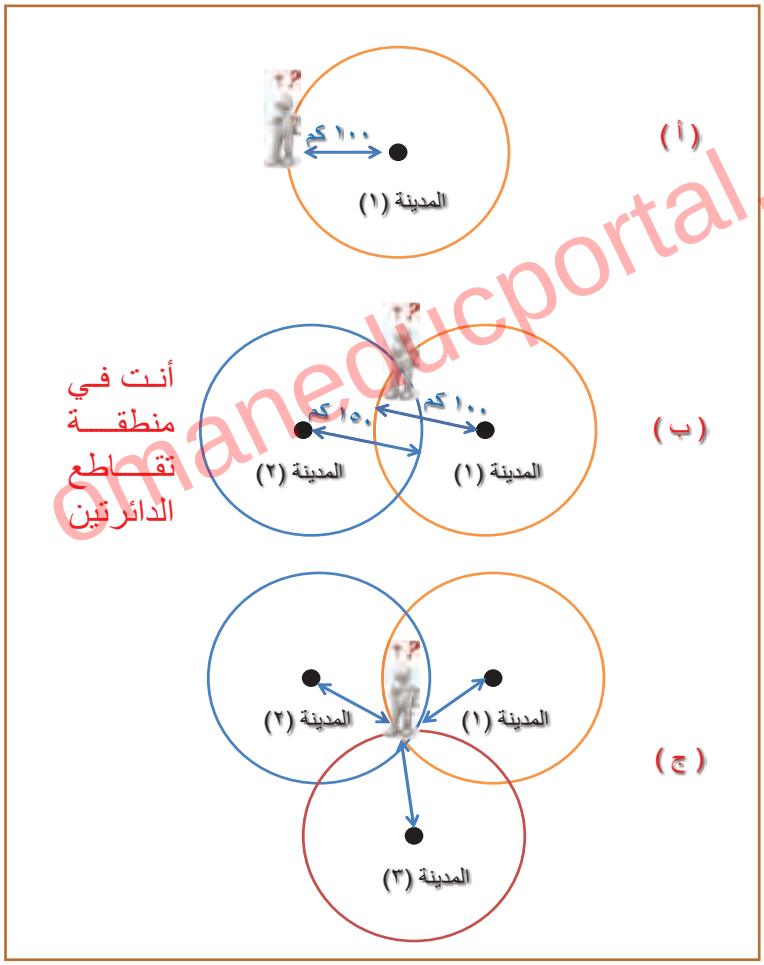
الشكل(١٧) استقبال إشارة ثلاثة أقمار صناعية

omaneduceportal.com

**وهنا نطرح التساؤل الآتي: لماذا يُفضّل استقبال إشارات من ثلاثة أقمار صناعية على الأقل لتحديد المواقع على سطح الأرض؟**

للإجابة عن هذا التساؤل تخيل أنك فقدت الاتجاهات يومًا في منطقة صحراوية ووجدت شخصا أخبرك بأنك على بعد (١٠٠) كيلومتر من المدينة (١) فهذا يعني أنك في مكان ما داخل دائرة نصف قطرها (١٠٠) كيلومتر، وهي بالطبع مساحة كبيرة (انظر الشكل ١٨-أ)، ولكن إذا وجدت شخصًا آخر وأخبرك بأنك على بعد (١٥٠) كيلومتر مثلاً من المدينة(٢) فحينها يصبح تحديد موقعك أسهل؛ لأنك ستكون في منطقة تقاطع الدائرتين (انظر الشكل ١٨-ب)، وفي حال عرفت معلومة من شخص ثالث فإنك سوف تستطيع تحديد موقعك بدقة أكثر، وذلك في منطقة تقاطع الدوائر الثلاث (انظر الشكل ١٨-ج).

وهذا ينطبق على نظام تحديد المواقع العالمي، فكلما زاد عدد الأقمار الصناعية التي يلتقط جهاز تحديد المواقع إشاراتها زادت دقة المعلومات التي نحصل عليها.




الشكل(١٨) أهمية استقبال إشارة ثلاثة أقمار صناعية لتحديد المواقع على سطح الأرض

omaneducportal.com

ويوفـر جهاز تحديـد المواقع بيانات متنوعة عن النقطة المرصودة (الشكل ١٩)، أهمها:

١- إحداثيات الموقع: دوائر العرض وخطوط الطول.

٢- الارتفـاع عن مستوى سطح البحـر.

٣- مخطـط الأقمار الصناعية التي يستقبل الجهاز منها الإشارة.

الشكل (١٩) بعض البيانات التي يوفرها جهاز تحديد المواقع

وتوجد تطبيقات أخرى لجهاز تحديد المواقع، من أهمها: إمكانية التوجيه لمكان معيّن، وذلك عـن طريق إدخال إحداثيات الموقع المـراد الوصول إليه. وسيوفر الجهاز بيانات حول الاتجاه الذي يجب أن تسـلكه للوصول إلى ذلك الموقع والمسافة التي تفصلك عنه (الشكل٢٠).

الشكل (٢٠) تطبيقات نظام تحديد المواقع في السيارات

omaneducportal.com

**النشاط ٢**

أ- صمـم جدولًا تقارن فيه بين مكونات نظام تحديد المواقع العالمي من حيث: ما يتضمنه كل مكوّن والوظيفة التي يقوم بها.

ب- بالاستعانة بجهاز تحديد المواقع المتوفر في مدرستك، قم ومجموعتك تحت إشراف المعلم برصد بعض النقاط داخل المدرسة أو خارجها، مُسجِلين خطوات العمل ونتائج الرصد حسب البطاقة الآتية:

**بطاقة رصد**

اسم المدرسة: ..... المجموعة: .....

**بيانات الرصد:**

النقطة المرصودة: .....

الإحداثيات: ..... الارتفاع: .....

الزمن: ..... أخرى: .....

ج- في ضوء دراستك لفكرة عمل نظام تحديد المواقع ، أعطِ أمثلة على توظيف نظام تحديد المواقع في سلطنة عُمان حسب المجالات الآتية:

١- السياحة ٢- الأنواء المناخية ٣- النقل والمواصلات

## العوامل المؤثرة في دقة نظام تحديد المواقع العالمي

تطورت أجهزة تحديد المواقع (GPS) في السنوات الأخيرة، وأصبحت أكثر دقة، إلا أنه توجد بعض العوامل التي تؤثر في دقة نتائج الرصد، أهمها:

١- انحناء الغلاف الجوي مما يؤثر في بطء الإشارة القادمة من القمر الصناعي، وعادة تكون أجهزة الاستقبال مزودة بنظام يقوم بحساب معدل التأخير من أجل تصحيح هذا الخطأ.

٢- القرب من المساكن والأشجار وغيرها من العوائق التي قد تصطدم بها الإشارة قبل وصولها إلى جهاز الاستقبال.

٣- أخطاء في الساعة الداخلية لجهاز الاستقبال، حيث أنها ليست بدقة الساعة الموجودة في القمر الصناعي، مما يؤدي إلى حدوث بعض الأخطاء نتيجة اختلاف التوقيت.

٤- أخطاء ناتجة عن ضعف دقة المعلومات التي يرسلها القمر الصناعي عن موقعه في الفضاء نتيجة الإزاحات التي تحدث أحيانًا أثناء سير القمر في مداره.

٥- المؤثرات المتعمّدة على الإشارة، منها سياسة (تقييد الاستفادة) بحيث يتم تقليل دقة الإشارة قبل وصولها لأجهزة الاستقبال.

omaneduportal.com

## أضف إلى معلوماتك

يمكن التغلب على بعض العوامل التي تقلل من دقة نتائج الرصد باستخدام جهاز تحديد المواقع عن طريق استخدام ما يُعرف بالطريقة التفاضلية في الرصد، وذلك بالاعتماد على أكثر من جهاز استقبال، حيث يوضع الجهاز الرئيسي على نقطة معلومة الإحداثيات بينما يكون الجهاز الآخر متحركاً لرصد إحداثيات النقاط الأخرى المجهولة.

## النشاط ٣

أ- ادرس الشكلين أدناه، ثم حدد أيهما يكون فيه المعلومات المرصودة عن سطح الأرض أكثر دقة ، مع التعليل :

(١)

(٢)

ب - تعتبر المؤثرات المتعمّدة على الإشارة من العوامل التي تقلل دقة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، في ضوء ذلك وضح :

١- النتائج المترتبة على تلك المؤثرات.

٢- كيف يمكن التغلب عليها.

ج- إذا أردت استخدام جهاز تحديد المواقع لمعرفة إحداثيات موقع معين على سطح الأرض، فما الاحتياطات التي يجب أن تتخذها لتجنب الأخطاء المحتملة في الرصد؟

د- بالاستعانة بتطبيق الخرائط في الهواتف الذكية، وتحت إشراف مُعلمك، حدد موقع منزلك، ثم اكتب إحداثيات الموقع.

omaneducportal.com

# الدرس الرابع
# المسح الجوي التصويري

## في هذا الدرس:

### أتعلّم:

- مفهوم المسح الجوي التصويري وتطبيقاته.
- مراحل المسح الجوي التصويري.
- الأجهزة المستخدمة في تحليل الصور الجوية.

### مفاهيم أتعلمها:

المسح الجوي التصويري، التداخل الرأسي والتداخل الجانبي للصور الجوية، التثليث الجوي.

يُعد المسح الجوي التصويري (Photogrammetry) أحد أنواع المساحة المستخدمة في رصد الظواهر الجغرافية الموجودة على سطح الأرض، وقد بدأ استخدام الطائرات لغرض التصوير الجوي منذ عام ١٩٠٩م، وتطور استخدام الصور الجوية في عمليات المساحة أثناء الحربين العالميتين الأولى والثانية (الشكل٢١)، وفي الوقت الحاضر أصبحت الصور الجوية أساسًا لدراسة وحصر الموارد الطبيعية المختلفة على سطح الأرض وإنتاج الخرائط، بالإضافة إلى المشاريع الهندسية وغيرها.

omaneducportal.com

الشكل(٢١) المسح الجوي التصويري أثناء الحرب العالمية الأولى

### أضف إلى معلوماتك

تُستخدم اليوم الطائرات بدون طيّار Unmanned Aerial Vehicle (UAV) للقيام بعمليات المسح الجوي التصويري، إذ يتم استخدامها لمسح المناطق ذات التضاريس الصعبة، مثل: الجبال والغابات والصحاري، كما تُستخدم للأغراض الطارئة، مثل إدارة الكوارث الطبيعية.

**النشاط ١**

أ- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ابحث عن بعض الوسائل التي كانت تستخدم في المسح الجوي التصويري قبل اختراع الطائرات، ثم اعرض ما توصلت إليه على زملائك في الصف.

ب- اتسع نطاق استخدام الطائرات بدون طيار في وقتنا الحالي؛ ليشمل مجالات أخرى غير المسح الجوي، في ضوء ذلك:

١- اعطِ أمثلة على بعض الاستخدامات المدنية والاقتصادية للطائرات بدون طيار.

٢- وضح إيجابيات وسلبيات استخدام هذه التقنية في التصوير.

## مفهوم المسح الجوي التصويري وتطبيقاته

يتكون مصطلح المسح الجوي التصويري (Photogrammetry) من مقطعين: (Photo) وتعني صورة، و(Grammetry) وتعني القياس، أي القياس من الصورة، ويُعرف بأنه **علم استخدام تقنيات مختلفة للحصول على بيانات عن معالم سطح الأرض من خلال الصور الجوية.**

ويتميز المسح الجوي بإمكانية مسح مساحات شاسعة من سطح الأرض، كما أنه استطاع التغلب على بعض العقبات التي تواجه المسح الأرضي، مثل: مسح المناطق الوعرة أو المستنقعات أو المناطق الواسعة، مثل مناطق الكثبان الرملية الشاسعة الامتداد، يُضاف إلى ذلك أن المسح الجوي التصويري أقل تكلفة من المسح الأرضي، ولا سيما في المساحات الكبيرة أو تلك التي يصعب الوصول إليها.

وتتنوع تطبيقات المسح الجوي التصويري وذلك حسب الغرض من عمليات المسح، منها:

**١- إنتاج الخرائط وتحديثها.**

**٢- التخطيط العمراني.**

**٣- الدراسات المتعلقة بتتبع ظاهرة معينة على سطح الأرض خلال فترات زمنية محددة، مثل تتبع النمو الحضري.**

**٤- الاستخدامات العسكرية والأمنية.**

**النشاط ٢**

أ- من مميزات المسح الجوي أنه استطاع التغلب على بعض العقبات التي تواجه المسح الأرضي، وضح ذلك.

ب- بالاستعانة بأطلس سلطنة عمان والعالم صفحة(٢٢)، ومن خلال دراستك لمفهوم الخريطة وعناصرها، استنتج الفرق بين الصورة الجوية والخريطة.

ج- من خلال دراستك لتطبيقات المسح الجوي التصويري، ناقش ومجموعتك كيف يمكن توظيف المسح الجوي التصويري في سلطنة عُمان حسب المجالات أدناه، ثم اعرض ما توصلتم إليه أمام بقية المجموعات:

١- تقليل مخاطر الفيضانات ٢- معالجة ظاهرة التصحر ٣- تخطيط المدن الحديثة

omaneducportal.com

## مراحل المسح الجوي التصويري

يمر المسح الجوي التصويري بعدة مراحل تختلف حسب الغرض من إجراء عملية المسح، يمكن إيجازها في الآتي:

### أولاً: وضع خطة الطيران

يُعد التخطيط لرحلات التصوير الجوي من العمليات الأساسية للحصول على صور تحقق الغرض منها؛ فقبل البدء بالتصوير لابد من دراسة المنطقة المراد تصويرها وتحديد نقاط التحكم الأرضي، كما يتم تحديد خطوط الطيران بما يتناسب مع تضاريس المنطقة وحدودها السياسية إن وُجدت (الشكل٢٢).

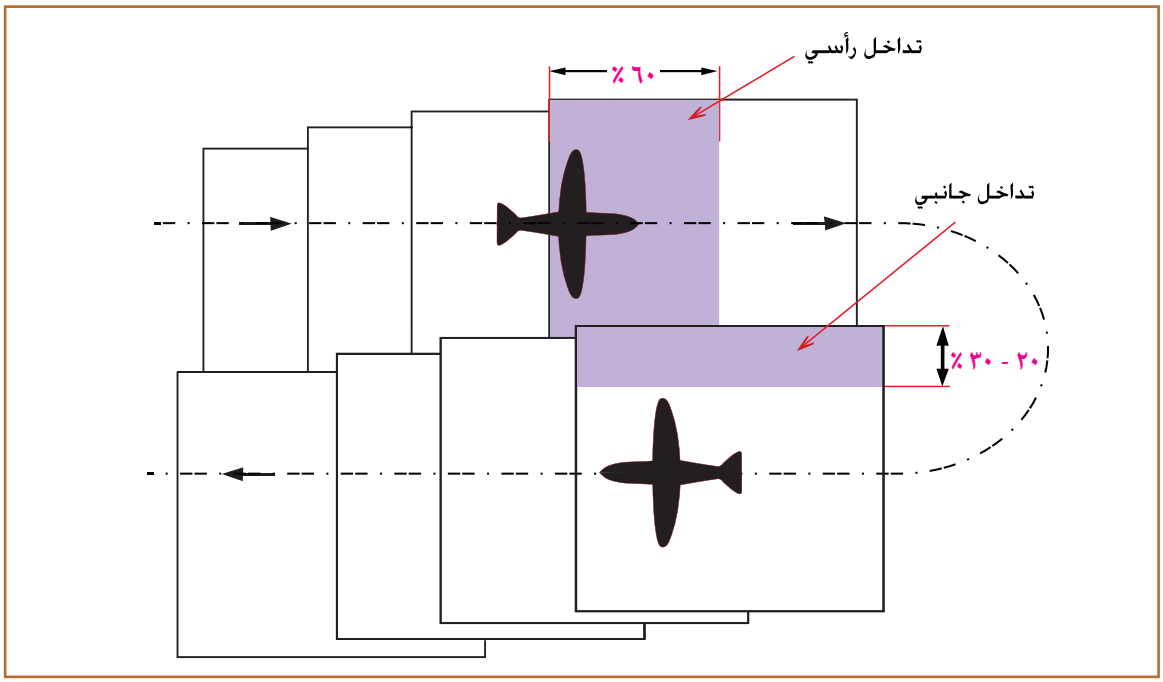
الشكل(٢٢) مخطط طيران لإحدى المناطق المراد تصويرها

omaneducportal.com

### ثانياً: التصوير الفعلي

تنطلق الطائرة المزودة بآلة تصوير متخصصة حسب خطة الطيران المعتمدة سابقًا، وتسير الطائرة على شكل خطوط، إذ يتم التقاط عدة صور لخط الطيران الأول بفاصل زمني محدد؛ حتى يمكن تحقيق تداخل رأسي(أمامي) (Overlap) بين الصورة والأخرى بمقدار (٦٠٪) تقريباً، مما يوفر رؤية مُجَسَّمة (ثلاثية الأبعاد) عند وضع الصور في جهاز الإبصار المُجَسِّم.

ثم بعد انتهاء الطائرة من تصوير خط الطيران الأول تستدير وتعود بخط طيران موازي للأول بحيث تتطابق الصور الملتقطة في خط الطيران الثاني مع الصور الملتقطة في خط الطيران الأول جانبيًا (Sidelap)، بمقدار (٢٠٪- ٣٠٪) ؛ وذلك لضمان تصوير المنطقة المراد مسحها جويًا دون انقطاع، ويوضح الشكل(٢٣) التداخل الرأسي و التداخل الجانبي بين الصور الجوية.

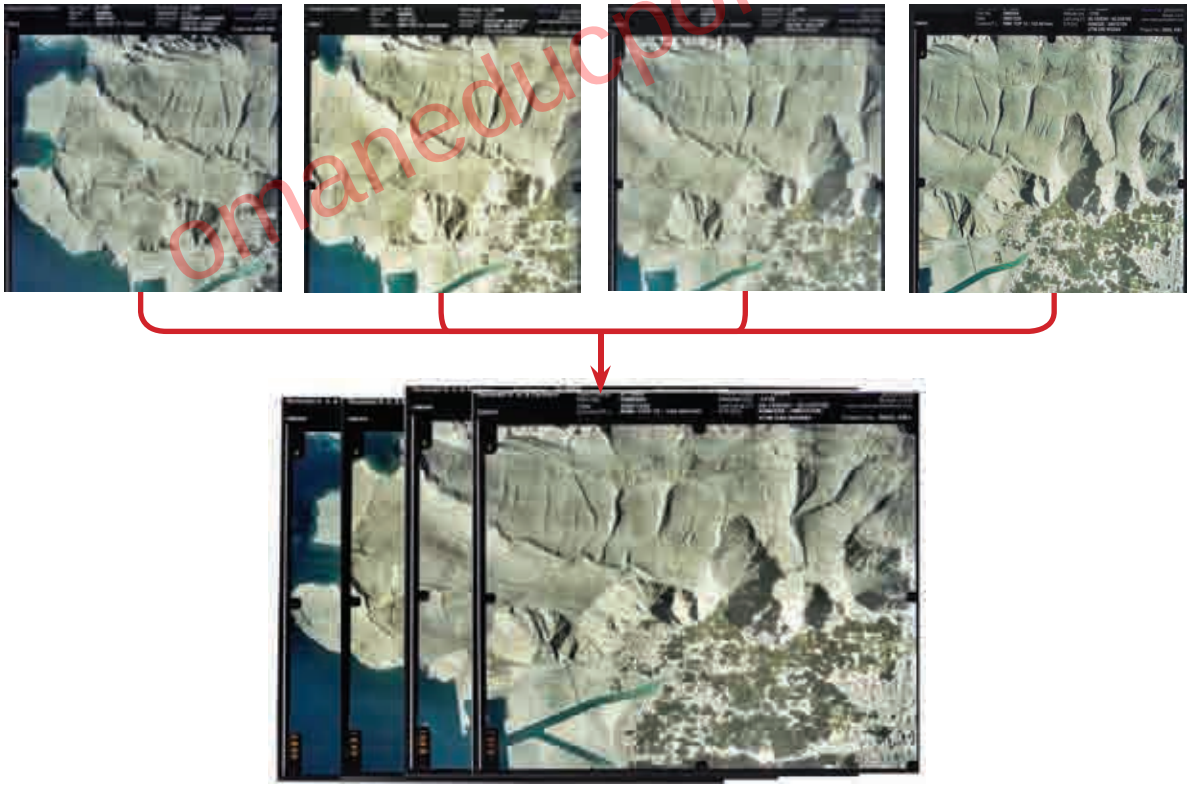



الشكل (٢٣) التداخل الرأسي والتداخل الجانبي بين الصور الجوية

## ثالثًا: ترتيب الصور الجوية وجمع بياناتها

في هذه المرحلة تُجمع المعلومات الأساسية عن الصور الملتقطة، منها على سبيل المثال: معلومات عن آلة التصوير المستخدمة والبعد البؤري لعدستها، ومقدار ارتفاع الطائرة واهتزازها أثناء التقاط كل صورة، وفي هذه المرحلة أيضًا تُرتّب الصور الملتقطة حسب تتابعها أثناء التصوير (الشكل٢٤).

omaneducportal.com



الشكل (٢٤) ترتيب الصور الجوية

## رابعًا: ربط الصور والتثليث الجوي

بعد ترتيب الصــور الجوية تُطبّق عملية التثليث الجوي على الصور، حيث يتــم رفع دقة الصور عن طريق ربطها بعضها ببعض وربطها إحداثيًّا بالأرض باستخدام نقاط التحكم الأرضي؛ وهنا تصبح هذه الصور نمــاذج (Models) تكوّن في النهاية خريطة المنطقة التي تم تصويرها.

### أضف إلى معلوماتك

تختلف دقة القياسات بين أجزاء الصــورة الجوية، إذ إن دقة القياسات في الصورة تكون عالية في الوسط، وتقل كلما ابتعدنا عن مركز الصورة.

## خامسًا: تحليل الصور الجوية

بعــد التأكد من جودة التثليث الجوي تبدأ مرحلة تحليل الصور الجوية؛ وذلك باســتخلاص الظواهر الجغرافية المختلفة منها، وترتيبها على هيئة طبقات (Layers)؛ تمهيدًا لاســتخدامها في إنتاج الخريطة، أو توظيفها في تطبيقات أخرى، مثل برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

### النشاط ٣

أ- لَخِّص في خريطة ذهنية مراحل المسح الجوي التصويري موضحًا فيها كل مرحلة وما يتم فيها من أعمال.

ب- تُعد عملية التثليث الجوي من أساسيات المسح الجوي التصويري، فَسَّر ذلك.

ج- علل: يتم التقاط الصور الجوية بنسبة تداخل جانبي ما بين ٢٠٪ إلى ٣٠٪.

omaneducportal.com

## الأجهزة المستخدمة في تحليل الصور الجوية

توجد العديد من الأجهزة التي تُستخدم في تحليل الصور الجوية واستخلاص المعلومات منها، وذلك بما يتناسب والغرض من المسح الجوي منذ البداية، وقد تطورت الأجهزة المستخدمة في تحليل الصور الجوية بتطور التقنيات المســتخدمة في التصوير الجوي نفسه، إذ ساهم استخدام الكاميرات الرقمية في التصوير الجوي في تقليل الجهد المبذول والوقت المستغرق في تحليل الصور واستخلاص الظواهر الجغرافية منها.

وفيما يأتي توضيح لبعض الأجهزة المستخدمة في تحليل الصور الجوية:

## جهاز الإبصار المُجَسِّم ( Stereo scope )

يوفر هذا الجهاز رؤية مُجسَّمة (ثلاثية الأبعاد) للظواهر الجغرافية الممسوحة جويًا، ويوجد عدة أنواع للجهاز، منها: المُجسِّم الجيبي(الشكل٢٥)، والمُجسِّم ذو المرايا (الشكل٢٦)، وللحصول على الرؤية المُجسَّمة يجب أن تكون الصورتان متتاليتين بنسبة تداخل حوالي (٦٠ ٪) إذ تُوضع الصورتان بشكل متجاور ثم يُنظر من خلال الجهاز، مما يُتيح رؤية الظواهر الجغرافية التي تم تصويرها بشكل مُجَسَّم (ثلاثي الأبعاد) .

الشكل(٢٥) جهاز الإبصار المُجَسِّم الجيبي

الشكل(٢٦) جهاز الإبصار المُجَسِّم ذو المرايا

### أضف إلى معلوماتك

**الأناجليـف (Anaglyph) :** هـي مـن الأدوات البسيطة التي تُستخدم في الرؤية المُجسَّمة للصور الجوية، وهي عبارة عن نظارة بعدستين ذات لونين مختلفين مثل: الأحمر والأزرق أو الأحمر والأخضر.

omaneducportal.com

## جهاز تحليل الصور الجوية شبه الآلي

هو جهاز يرسم الظواهر الجغرافية رقميًا على هيئة طبقات باستخدام الحاسب الآلي، إذ تُوضع الصوّر في جهاز الإبصار المُجسِّم ثم تُنقل إلى الحاسب الآلي؛ ولهذا السبب أُطلق عليه جهاز شبه آلي (الشكل٢٧).

الشكل(٢٧) جهاز تحليل الصور الجوية شبه الآلي

## محطات العمل الفوتجرامترية الرقمية Digital Photogrammetric Workstations (DPW)

تتكون من ماسح ضوئي متخصص للصور الجوية، وشاشة عرض ونظارات للرؤية ثلاثية الأبعاد (الشكل ٢٨)، وتتميز بوجود برمجيات متخصصة في معالجة الصور وتصحيحها آليا وإنتاج خرائط نماذج الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Models) والخرائط المصوّرة (Orthophoto Maps).

الشكل(٢٨) محطة العمل الفوتجرامترية الرقمية

### النشاط ٤

أ- درست سابقا أن هناك بعض العوامل التي تتحكم في دقة القياسات المأخوذة عن سطح الأرض، في ضوء ذلك:

١- عدد العوامل التي قد تقلل من دقة القياسات المأخوذة من الصور الجوية.

٢- اقترح بعض الاجراءات التي يمكن اتخاذها لرفع دقة نتائج المسح الجوي التصويري.

ب- تُستخدم الرؤية المُجسَّمة اليوم في العديد من المجالات، في ضوء ذلك وبالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، قم ومجموعتك بإعداد عرض مرئي لأهم تلك الاستخدامات، ثم اعرضوه أمام زملائكم في الصف.

omaneducportal.com

# مراجع الوحدة

## أولاً: المراجع العربية


١- **الجمعية الفلكية العمانية**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٥م www.falakoman.org .

٢- داود، جمعة محمد (٢٠١٢). **مدخل إلى الخرائط الرقمية**. تم الاسترجاع بتاريخ ٧ مارس٢٠١٦م من:

https://uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/filemanager/files/4260086/Dawod_Digital_Maps_2012.pdf

٣- الدرايسة، محمد عبدالله (٢٠١٣). **المساحة الأرضية (٢)**. عمّان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي

٤- الشالاتي، محمد حسام (٢٠١٢). **مجلة الباحثون العلمية. ماذا تعرف عن البوصلة**. تم الاسترجاع بتاريخ ٢٦ أبريل ٢٠١٦م من:

http://albahethon.com/?page=show_det&select_page=49&id=1551

٥- **الطائرات بدون طيار.. استخدامات عدة ومستقبل واعد**. تم الاسترجاع بتاريخ ٢ مايو ٢٠١٦م من:

http://www.aljazeera.net/news/scienceandtechnology/2015

٦- العبادي، خضر(٢٠٠٢). **مبادئ المساحة والتصوير الجوي**. عمّان، الأردن: الدار العلمية الدولية.

٧- عبد اللاه، عبد الفتاح صديق (٢٠٠٩). **أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد** (ط٣). الرياض، المملكة العربية السعودية: مكتبة الرشد.

٨- العيسى، سميح يوسف (٢٠٠٦). **مبادئ عمل منظومة التموضع (GPS)**.حلب، سوريا: شعاع للنشر والعلوم

٩- قطيشات، ضياء الدين أمجد ( ٢٠١٤). **النظام الكوني لتحديد المواقع(GPS)**. عمّان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي.

١٠- النجار، زغلول راغب والدفاع، علي عبدالله (١٩٨٨). **إسهام علماء المسلمين الأوائل في تطور علوم الأرض**. الرياض، المملكة العربية السعودية: مكتب التربية العربي لدول الخليج.

١١- النسور، شيرين حسن (٢٠١٤). **المساحة الجوية التصويرية** (ط١). عمّان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي.

١٢- نصر الله، علي (٢٠١٤)، **تاريخ المساحة التصويرية ومراحلها**، تم الاسترجاع بتاريخ ٨ مارس ٢٠١٦م من :

http://th3-surveyor.blogspot.com/2014/12//photogrammetry-history.html

١٣- **المكتب الهندسي**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٠م.

http://www.alhandasisurveyor.com/2014/11//blog-post_78.html

١٤- **المكتب الهيدروغرافي الوطني العماني**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٢م.

http://www.mod.gov.om/ar-om/RNO/HydrographicOceanicServices

١٥- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني (١٤٢٦هـ). **المساحة: النظام الكوني لتحديد المواقع (الصف الثالث)**. المملكة العربية السعودية. تم الاسترجاع بتاريخ ٢٠ مارس ٢٠١٦م من:

http://download-engineering-pdf-ebooks.com/782-free-book


omaneducportal.com

١٦- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني (١٤٢٥هـ). **المساحة: المدخل إلى المساحة (الصف الأول)**. المملكة العربية السعودية. تم الاسترجاع بتاريخ ٢٠ مارس ٢٠١٦م من:

http://download-engineering-pdf-ebooks.com/782-free-book

١٧- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني (١٤٢٥هـ). **المساحة: الرفع الطبوغرافي (الصف الثاني)**. المملكة العربية السعودية. تم الاسترجاع بتاريخ ٢٠ مارس ٢٠١٦م من:

http://download-engineering-pdf-ebooks.com/782-free-book

١٨- **وزارة الإسكان**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٢م من:

https://eservices.housing.gov.om/arb/Pages/Default.aspx

١٩- **وزارة البلديات الاقليمية وموارد المياه**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٢م من:

http://www.mrmwr.gov.om/new/Default.aspx

٢٠- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥). **الجغرافيا والتقنيات الحديثة للصف الثاني عشر**. مسقط، سلطنة عمان.

٢١- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٠). **كتاب المعلم لمادة الجغرافيا والتقنيات الحديثة**. مسقط، سلطنة عمان.

٢٢- **الهيئة العامة للاستشعار عن بعد**. الجمهورية السورية. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٥/١٧م من:

http://www.gors.sy/Detail.aspx?ArticleID=77

٢٣- **الهيئة الوطنية للمساحة**. تاريخ الزيارة ٢٠١٦/٤/٢٥م من:

http://www.nsaom.org.om/ar.php

omaneducportal.com

## ثانيًا: المراجع الأجنبية

1 - Baumann, Paul R. (2014), **History of remote sensing, aerial photograph**, State University of New York, retrieved on 21\4\2016 from:

http://www.oneonta.edu/faculty/baumanpr/geosat2/RS%20History%20I/RS-History-Part-1.htm

2 - Galileo: A constellation of 30 Navigation Satellites (28\8\2015), retrieved on 21\4\2016 from:

http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future _ 1\3\2016

3 - International Federation of Surveyors (FIG), retrieved on 18\1\2016 from http://www.fig.net/about/general/definition/index.asp

4 - The history of Galileo, retrieved on 28\1\2016 from:

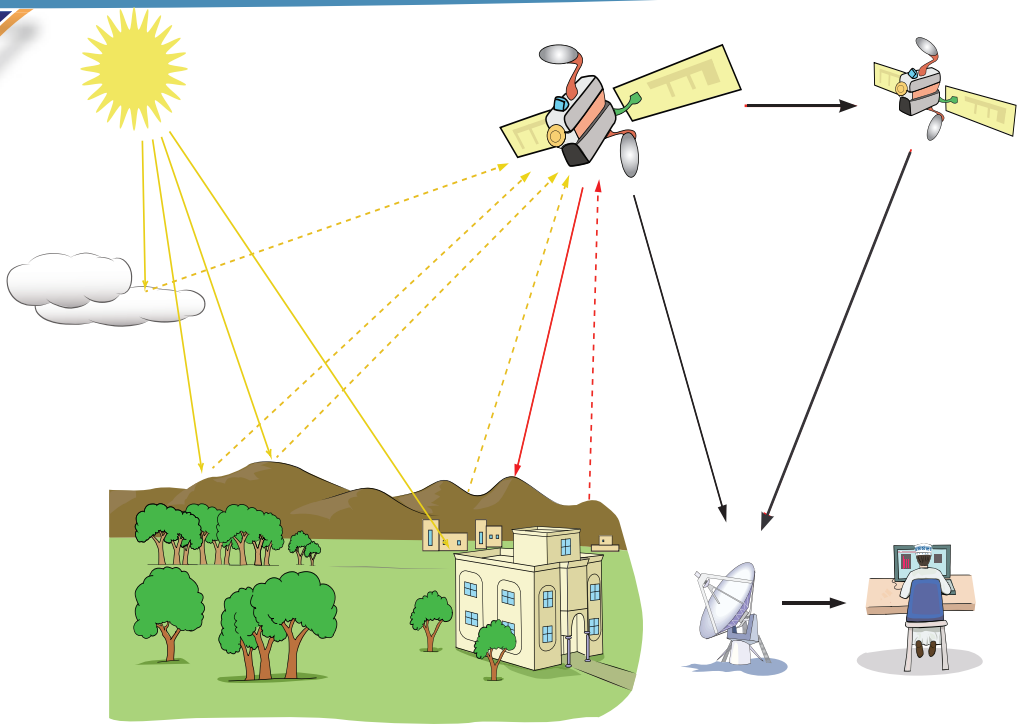
http://ec.europa.eu/growth/sectors/space/galileo/history/index_en.

5 - http://www.gps.gov/systems/gps, retrieved on 27\1\2016

omaneducportal.com

الوحدة الثالثة

# الاستشعار عن بُعْد



## الأهداف العامة للوحدة

يتوقع من الطالب من خلال دراسته للوحدة أن :

١- يتعرف الاتجاهات الحديثة المستخدمة في جمع البيانات الجغرافية والمتمثلة في الاستشعار عن بُعْد.

٢- يعزز مقدرته على التعامل مع التطورات الحديثة في المجالات الجغرافية.

٣- يتعرف المفاهيم الرئيسية للاستشعار عن بُعْد.

٤- يكتسب المهارات التطبيقية للاستشعار عن بُعْد.

٥- يُحلل الخرائط والأشكال والصور الواردة في الوحدة.

٦- يتعرف المفاهيم والمصطلحات الواردة في الوحدة .

٧- يكتسب القيم والاتجاهات والمهارات المضمنة في الوحدة.

## دروس الوحدة

- تطور الاستشعار عن بُعْد
- أقمار الاستشعار عن بُعْد ومصادر البيانات
- تحليل الصور الفضائية وتفسيرها
- تطبيقات الاستشعار عن بُعْد

omaneducportal.com

## الدرس الأول

# تطور الاستشعار عن بُعْد

ساهمت الثورة الكمية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية في تغيير الأساليب المستخدمة في الدراسات الجغرافية، وتطوير التقنيات الجغرافية بشكل ملحوظ مما ساعد على ظهور العديد من العلوم الحديثة، ومن أبرز هذه العلوم الاستشعار عن بُعْد (Remote Sensing) **وهو علم يُعنى بالحصول على بيانات ومعلومات عن سطح الأرض، بما عليه من ظواهر طبيعية وبشرية، باستخدام أجهزة تصوير خاصة لا تلامس الظاهرة مباشرة،** بل تعتمد على التقاط موجات الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الظواهر المختلفة، ويوضح الشكل (١) نطاقات الطيف الكهرومغناطيسي.

### في هذا الدرس:

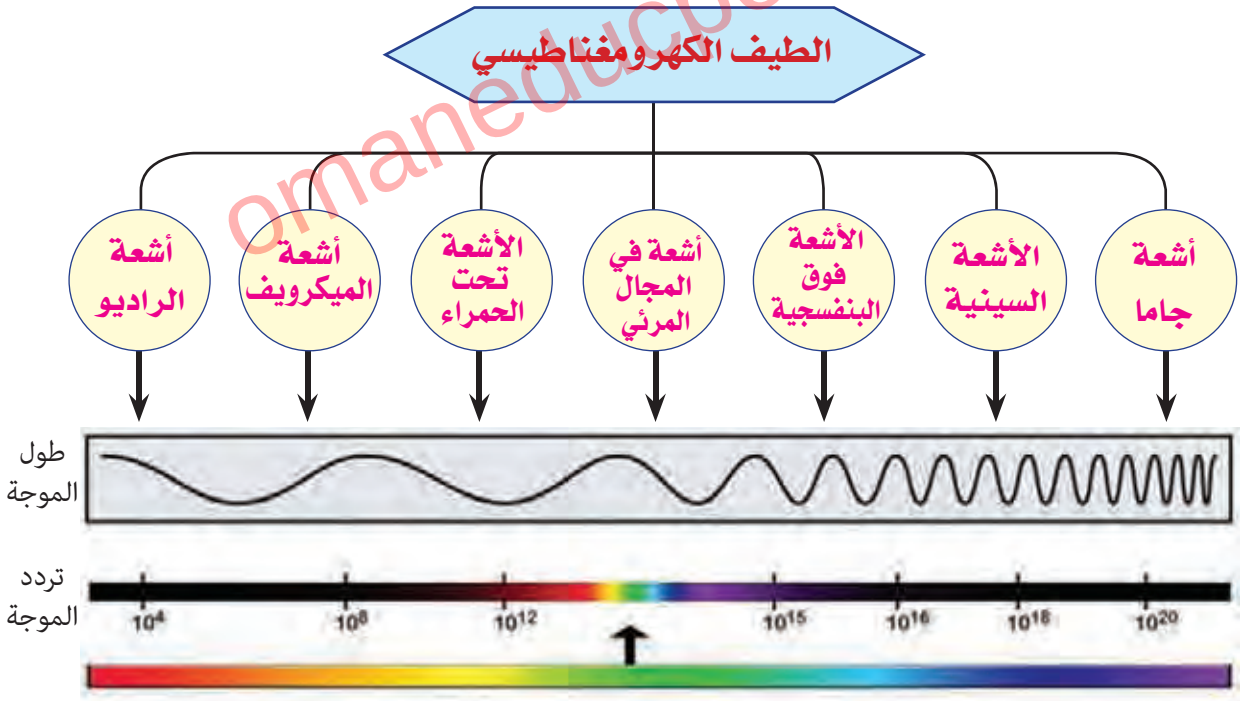
**أتعلّم:**

- مفهوم الاستشعار عن بُعْد.
- مراحل تطور الاستشعار عن بُعْد.
- مميزات الاستشعار عن بُعْد.
- طرائق الاستشعار عن بُعْد.

**مفاهيم أتعلمها:**

الاستشعار عن بُعْد، الثورة الكمية، الطاقة الكهرومغناطيسية، الصور الفضائية، النطاق المرئي، الاستشعار الإيجابي، الاستشعار السلبي.

omaneduportal.com




الشكل (١) الطيف الكهرومغناطيسي

## أضف إلى معلوماتك

تنتقل الطاقة الكهرومغناطيسية (Electromagnetism) على شكل موجات كهربائية ومغناطيسية، وتنتشر في الفراغ بسرعة الضوء (٣×١٠$^{٨}$م/ث) في موجات مختلفة الأطوال، وتعد الشمس المصدر الرئيسي للطاقة الكهرومغناطيسية.

### النشاط ١

أ- اذكر حواس الإنسان التي يمكن اعتبارها وسائل استشعار عن بُعْد.

ب- فَسِّر : يعتبر علم الاستشعار عن بُعْد أحد فروع علم الجغرافيا.

ج- من خلال تعريف علم الاستشعار عن بُعْد، ما المواضيع البيئية التي تقترح دراستها في السلطنة؟

د- اذكر أمثلة لأجهزة تعمل بتكنولوجيا الاستشعار عن بُعْد.

omaneduportal.com

## مراحل تطور الاستشعار عن بُعد

يعد تصوير سطح الأرض أهم استخدامات الاستشعار عن بُعْد؛ لذلك ارتبطت البدايات التاريخية لظهور الاستشعار عن بُعْد بالتصوير الفوتوغرافي الذي بدأ في القرن التاسع عشر ،ويمكن تتبع مراحل تطور هذا العلم على النحو الآتي:

### المرحلة الأولى

بدأت هذه المرحلة سنة ١٩٠٩م حينما التُقطت أول صورة جوية للأراضي الإيطالية، وتُعَدّ فترة الحرب العالمية الأولى (١٩١٤-١٩١٨م) البداية الحقيقية للتصوير الجوي المنظم ، الذي اعتمد على معالجة الصور الجوية وتفسيرها لإنتاج الخرائط منها،كما أسهمت الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩-١٩٤٥م) في تطور علم الاستشعار عن بُعْد للأغراض العسكرية، وكان لاستخدام التصوير الجوي دور كبير في تحديد مسار الحرب من خلال توفير بيئة مناسبة لتطوير أساليب الاستكشاف، التي تم الاحتفاظ بها كأسرار عسكرية لفترة طويلة، كما بدأ في هذه المرحلة أيضا إنشاء العديد من المعاهد والمراكز للدراسة الأكاديمية في مجال الاستشعار عن بُعْد.

**النشاط ٢**

"ساهمت الحربان العالميتان الأولى والثانية في تطور علم الاستشعار عن بُعْد" ناقش ذلك.

## المرحلة الثانية

بدأت هذه المرحلة في ستينات القرن العشرين بإطلاق أول قمر صناعي في عام ١٩٦٠م لأغراض الطقس والمناخ وأطلق عليه تيروس ١ (TIROS-1) واستمر في العمل لمدة ٧٨ يومًا فقط، إلا أنه حقق إنجازات علمية في مجال دراسة الأحوال الجوية. وفي هذه المرحلة بدأت الاستخدامات المدنية لبعض أجهزة الاستشعار عن بُعد العسكرية، وظهر مصطلح الاستشعار عن بُعد (Remote Sensing) لأول مرة.

**أضف إلى معلوماتك**

العَالِمة ايفلين برويت (Evelyn Pruit) هي أول من استخدمت مصطلح الاستشعار عن بُعْد، إذ وجدت أن مصطلح التصوير الجوي (Arial Photography) غير مناسب لاستخدامه في وصف الصور التي تلتقط باستخدام الأشعة غير المرئية مثل الأشعة تحت الحمراء والموجات الكهرومغناطيسية.

## المرحلة الثالثة

ارتبط الاستشعار عن بُعْد في هذه المرحلة بتطور أنواع الأقمار الصناعية ، فقد أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أول قمر صناعي في عام ١٩٧٢م ، بهدف مراقبة سطح الأرض ودراسة التغيرات التي تنشأ بسبب العوامل الطبيعية و البشرية، وسُمِّي بقمر تكنولوجيا الموارد الأرضية (ERTS-1)، وأُطلقَ عليه لاحقاً لاندسات ١ (LANDSAT-1)، ويعد نظام لاندسات أحد العلامات البارزة في تاريخ الاستشعار عن بُعْد.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك كثيراً من أنظمة الأقمار الصناعية الحديثة مثل : القمر الصناعي الفرنسي سبوت (SPOT)، والقمر الصناعي الياباني (JERS)، والقمر الصناعي الروسي (RESURS)، والقمر الصناعي الكَنَدي (RADARSAT)بالإضافة إلى الأقمار التجارية مثل إيكونوس(IKONOS) وكويك بيرد (QuickBird) والورد فيو (WorldView).

omaneducportal.com

وتتميز هذه المرحلة بتطور كبير في الاعتماد على مصادر بيانات الاستشعار عن بُعد غير فوتوغرافية واستخدام برمجيات تحليل الصور الفضائية، إضافة إلى زيادة عدد الكوادر البشرية الخبيرة في التحليل الرقمي للصور.

## أضف إلى معلوماتك

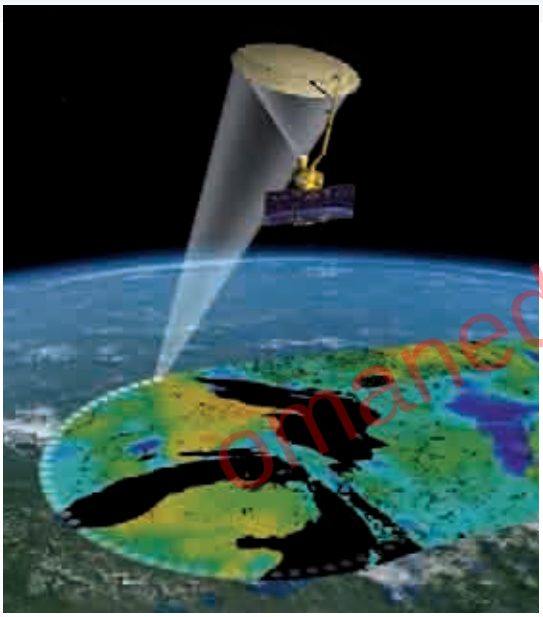
### محطة الفضاء الدولية (International Space Station)

يتم التعاون مع محطة الفضاء الدولية فيما يتعلق بإطلاق أقمار الاستشعار عن بُعْد وعدد من المجالات الأخرى.

وتعدّ هذه المحطة أكبر جسم صناعي يدور على ارتفاع ٣٩٠ كم من كوكب الأرض، لذا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. وتعتبر هذه المحطة أهم مشروع علمي في تاريخ استكشاف الفضاء، حيث تعاونت خمس وكالات فضاء من (١٦) دولة لإنشائها، وهي مأهولة بطاقم من رواد الفضاء يتم استبدالهم من فترة لأخرى.

وهي تبث صوراً مباشرة عن كوكب الأرض تساهم في العديد من الأبحاث العلمية في مختلف المجالات.

## النشاط ٣



أ- «تسهم الأقمار الصناعية بالنصيب الأكبر في الحصول على بيانات الاستشعار عن بُعْد» وضِّح ذلك.

ب- متى تتوقع اطلاق أول قمر صناعي عماني، ولأي المجالات سيستخدم ؟

ج- ابحث في مصادر التعلم المختلفة عن شخصيات عربية لها دور بارز في مجال علم الاستشعار عن بُعْد.

د- بالاستعانة بالشكلين المقابلين، قارن بين التصوير الجوي والفضائي في تصوير ظواهر سطح الأرض من حيث: التكلفة المادية، والتغطية، والحدود السياسية بين الدول.

omaneducportal.com

## مميزات الاستشعار عن بُعد

تساعد تقنية الاستشعار عن بُعد على تقليل الكلفة المادية في الحصول على البيانات مقارنة بالمساحات الشاسعة التي يتم تغطيتها ، كما توفر هذه التقنية أرشيفا هائلا من البيانات والمعلومات تجعل إجراء الدراسات أمرا متيسِّرا ومتاحا.

وللاستشعار عن بُعْد مميزات أخرى عديدة تتمثل فيما يأتي:

**١- قلة تأثرها بالظروف المناخية.**

**٢- مراقبة الظواهر الأرضية على نطاق مكاني واسع يتسم بالشمولية والوضوح مما يساعد على إجراء الدراسات على مستوى الدولة أو العالم.**

**٣- دراسة الظواهر الطبيعية والبشرية التي تتميز بالتغير والاستمرارية، مثل الفيضانات والنمو العمراني واستخدامات الأراضي، حيث تقدم الأقمار الصناعية تصويرًا متتابعا ومنظما للظواهر جميعها.**

**٤- تعد مصدرًا للبيانات والصور الفضائية مع إمكانية ربطها بنظم المعلومات الجغرافية.**

**٥- إنتاج الخرائط في وقت قصير وإمكانية تحديثها لاحقا تبعا للمستجدات المختلفة.**

**النشاط ٤**

أ- استنتج أهمية علم الاستشعار عن بُعْد في إجراء البحوث والدراسات عن كوكب الأرض.

ب- ما المؤسسات التي تعتمد على علم الاستشعار عن بُعْد في توفير المعلومات اللازمة للمشاريع التنموية في السلطنة.

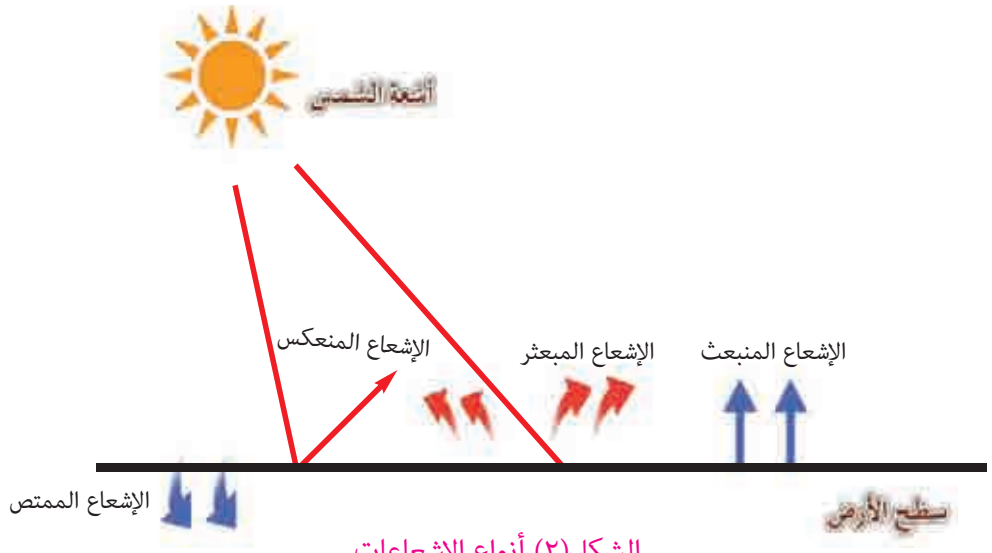
### أضف إلى معلوماتك

يعد مركز نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعْد في جامعة السلطان قابوس مؤسسة وطنية تعمل على توفير المعلومات الجغرافية والخدمات الاستراتيجية وتنظيم الدورات التدريبية والمساهمة في تعزيز التعاون الدولي في مجال الاستشعار عن بُعْد والرصد الجوي.

omaneduc portal.com

## طرائق الاستشعار عن بُعد

تتعرض الأشعة الكهرومغناطيسية لتأثير عدد من العوامل التي تؤدي إلى إحداث تغيير في طبيعة هذه الأشعة، ويُعد الغلاف الجوي والمواد المكونة له من أهم هذه العوامل، وكذلك فإن لسطح الأرض واختلاف خصائص الظواهر الأرضية تأثير على أنواع الإشعاعات (شكل٢). وتقوم أجهزة الاستشعار عن بُعد بتسجيل الأشعة المنعكسة والمنبعثة عن الظواهر الطبيعية والبشرية.




الشكل(٢) أنواع الإشعاعات

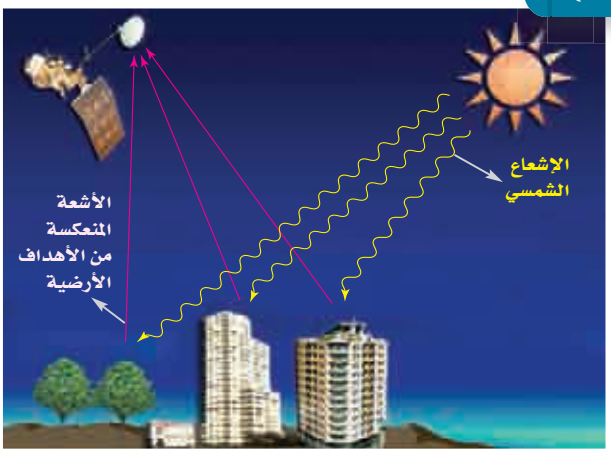
## تنقسم طرائق الاستشعار عن بُعْد إلى نوعين :

### الاستشعار الإيجابي (Active Remote Sensing)

الشكل(٣) الاستشعار الإيجابي

يقوم جهاز الاستشعار بإرسال أشعة إلى الأهداف الأرضية، التي تعكس هذه الأشعة مرة أخرى إلى جهاز الاستشعار، الذي يقوم بتسجيلها مكونا صورة فضائية، (الشكل ٣) ويتميز هذا النوع بعدم تأثره بالظروف الجوية والقدرة العالية على اختراق الأهداف.

### الاستشعار السلبي (Passive Remote Sensing)




الشكل(٤) الاستشعار السلبي

يقوم جهاز الاستشعار باستقبال وتسجيل الأشعة الصادرة أو المنعكسة من الأهداف الأرضية، ويصدر الإشعاع من خارج جهاز الاستشعار مثل الإشعاع الشمسي الأمر الذي يجعل هذا النوع أكثر تأثراً بالظروف الجوية (الشكل ٤).

omaneducportal.com

## أضف إلى معلوماتك

إن آلة التصوير العادية يمكن أن تقدم مثالا جيدا لكل من طرائق الاستشعار السلبية والإيجابية كما يأتي :

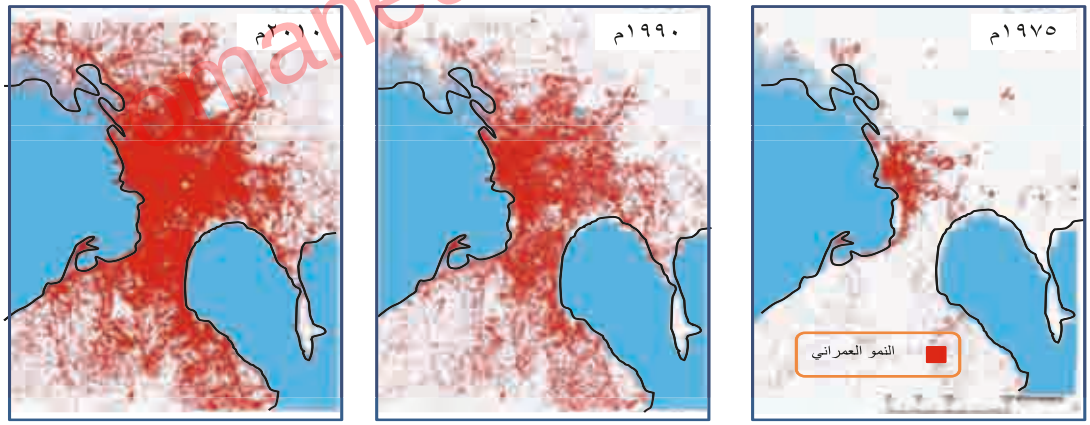
- فعندما تقوم بالتقاط صور مستخدما ضوء الشمس فإن هذا الضوء ينعكس على الأشياء التي تريد تصويرها ، ثم يرتد إلى عدسة آلة التصوير ، ومن ثم تقوم الآلة بتسجيل هذا الإشعاع وهذا يكون استشعارا سلبيا عن بُعْد.
- وعندما تريد التقاط صورة أثناء الليل فإنك تقوم باستخدام فلاش آلة التصوير الذي ينعكس على الأشياء التي تريد تصويرها ، ثم يرتد إلى عدسة الآلة ، ثم تقوم الآلة بتسجيل هذا الإشعاع وهذا يكون استشعارا إيجابيًا عن بُعْد.

## النشاط ٥

أ- وضح العلاقة بين استخدام فلاش آلة التصوير وبين الاستشعار الإيجابي.

ب- ما الذي يميز الاستشعار الإيجابي عن الاستشعار السلبي؟

ج- بالاستعانة بالأشكال أدناه تتبع مراحل النمو العمراني ثم وضح دور الاستشعار عن بُعْد في حماية كوكب الأرض.




النمو العمراني في مانيلا (الفلبين) في الفترة من ١٩٧٥ - ٢٠١٠م

naneducportal.com

## الدرس الثاني

# أقمار الاستشعار عن بُعْد ومصادر البيانات

### في هذا الدرس :

**أتعلّم :**

- مصادر البيانات في الاستشعار عن بُعْد.
- آلية الاستشعار عن بُعْد.
- الأقمار الصناعية المستخدمة في الاستشعار عن بُعْد.

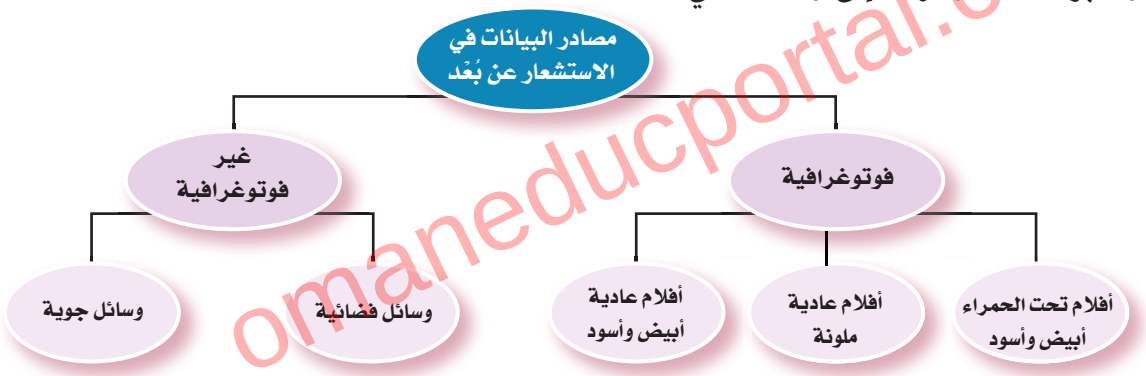
**مفاهيم أتعلمها :**

المدار، نطاق التغطية، درجة الوضوح المكانية، أقمار الأرصاد الجوية.

توجد مصادر متنوعة لجمع بيانات الاستشعار عن بُعْد، وقد تزامن ظهور هذه المصادر مع المراحل التاريخية لتطور علم الاستشعار عن بُعْد. وتعد الأقمارُ الصناعيةُ حاليا المصدرَ الرئيسيَّ في الحصول على معظم بيانات الاستشعار عن بُعْد.

## مصادر البيانات في الاستشعار عن بُعد

مصادر البيانات في الاستشعار عن بُعْد تعتمد على مدى توفر الطاقة الكهرومغناطيسية، وهناك عدد من المصادر ظهرت مع تطور التقنيات المستخدمة في هذا العلم، واعتبرت مصادر مهمة إلى وقتنا الحالي (الشكل ٥).




الشكل (٥) مصادر البيانات في الاستشعار عن بُعْد

**النشاط ١**

أ- من خلال دراستك للشكل رقم (٥)، استنتج علاقة التصوير الفوتوغرافي بالاستشعار عن بُعْد.

ب- إذا أردت أن ترسم خريطة لجبل شمس في السلطنة، حدد مصدر الاستشعار عن بُعْد المناسب لذلك. ولماذا ؟

ج- فسر : اعتماد غالبية مصادر الاستشعار عن بُعْد على الأقمار الصناعية أكثر من أي مصدر آخر.

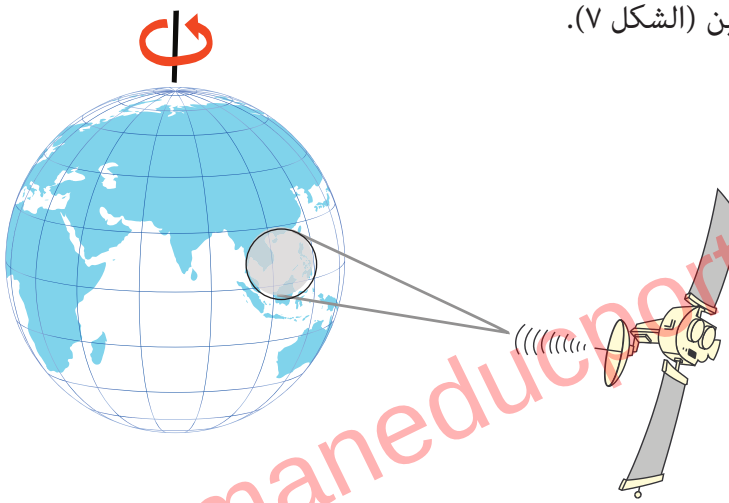
omaneducportal.com

## مفاهيم أساسية

لفهم آلية عمل الاستشعار عن بُعْد ، نوضح بعض المفاهيم الأساسية الآتية :

### المدار (Orbit)

هو المسار الذي يتبعه القمر الصناعي، إذ أن لكل قمر صناعي مسار خاص به، فبعض الأقمار الصناعية تتحرك في مدارات متوافقة مع حركة دوران الأرض (غربي - شرقي) كما في الشكل (٦)، وتكون على مسافة بعيدة من الأرض تصل إلى (٣٦٠٠٠كم ) وتغطي المساحة نفسها في كل الأوقات، بينما هناك أقمار صناعية أخرى مصممة بحيث تتحرك في مدار شمالي جنوبي بحيث تستفيد من حركة الأرض من الغرب إلى الشرق حيث تغطي معظم سطح الأرض في فترة زمنية معينة، وتسمى مدارات شبه قطبية؛ لأن مساراتها تمر بالقطبين (الشكل ٧).



الشكل (٦) الأقمار الصناعية التي تتوافق في مدارها مع حركة دوران الأرض

الشكل (٧) الأقمار الصناعية ذات المدارات شبه القطبية

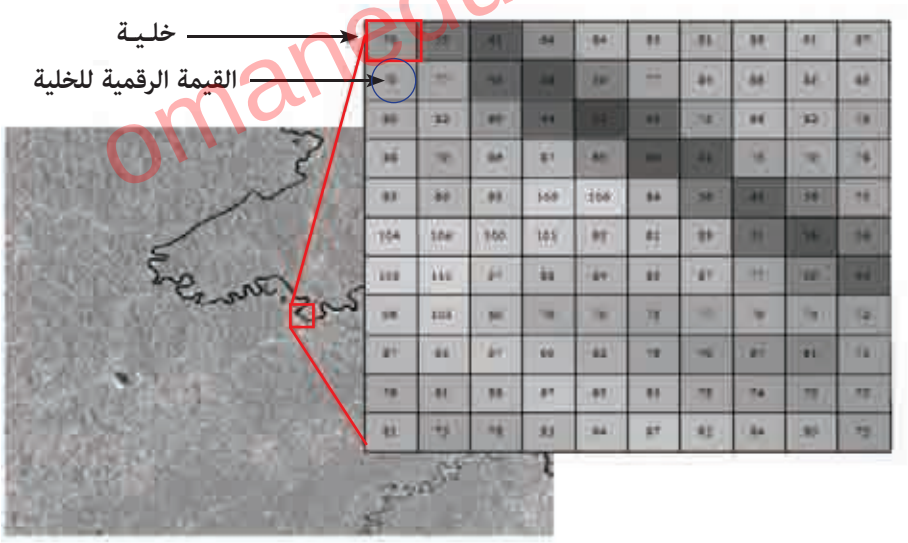
omaneducportal.com

## نطاق التغطية (Swath)

يقصد بنطاق التغطية: **الجزء من سطح الأرض الذي يصوره القمر الصناعي حينما يدور حول الأرض**، ونطاق التغطية يختلف في اتساعه من عشرات الكيلومترات إلى مئاتها، وذلك حسب القمر الصناعي المستخدم، ومعظم الأقمار تتزامن مع حركة الشمس ؛أي أنها تغطي مساحة من الأرض في وقت محلي محدد يُسَمَّى التوقيت الشمسي المحلي، وعلى هذا فإن القمر الصناعي يكرر زيارته للمنطقة نفسها في التوقيت الشمسي نفسه الذي زارها فيه من قبل، وهذا مفيد جدا عند إجراء دراسات مقارنة على فترات زمنية منتظمة.

## درجة الوضوح المكانية (Spatial Resolution)

هي أصغر وحدة مكانية يمكن رؤيتها من خلال صور القمر الصناعي، وتزداد شدة وضوح الظواهر على الصور كلما قَلَّ الرقم الدال عليها ، فالصورة ذات درجة الوضوح المكانية (١) متر أفضل من الصورة التي دقتها (٥) متر وهكذا . والأقمار الصناعية العسكرية تتميز بدقة مكانية عالية، بينما الأقمار الصناعية التجارية تتراوح دقتها المكانية بين متر و(٨٠) مترًا أو أقل من ذلك، والجدير بالذكر أنه كلما ارتفعت الدقة المكانية قلت مساحة الأرض المصورة والعكس صحيح، وتتكون الصورة الفضائية الرقمية(Digital Image) من مجموعة مربعات تسمى خلايا (Pixels) تكون متساوية الشكل والمساحة ولكل خلية قيمة رقمية (الشكل ٨)، تتراوح بين الصفر للون الأسود و٢٥٥ للون الأبيض.




الشكل (٨) درجة الوضوح المكانية

omaneducportal.com

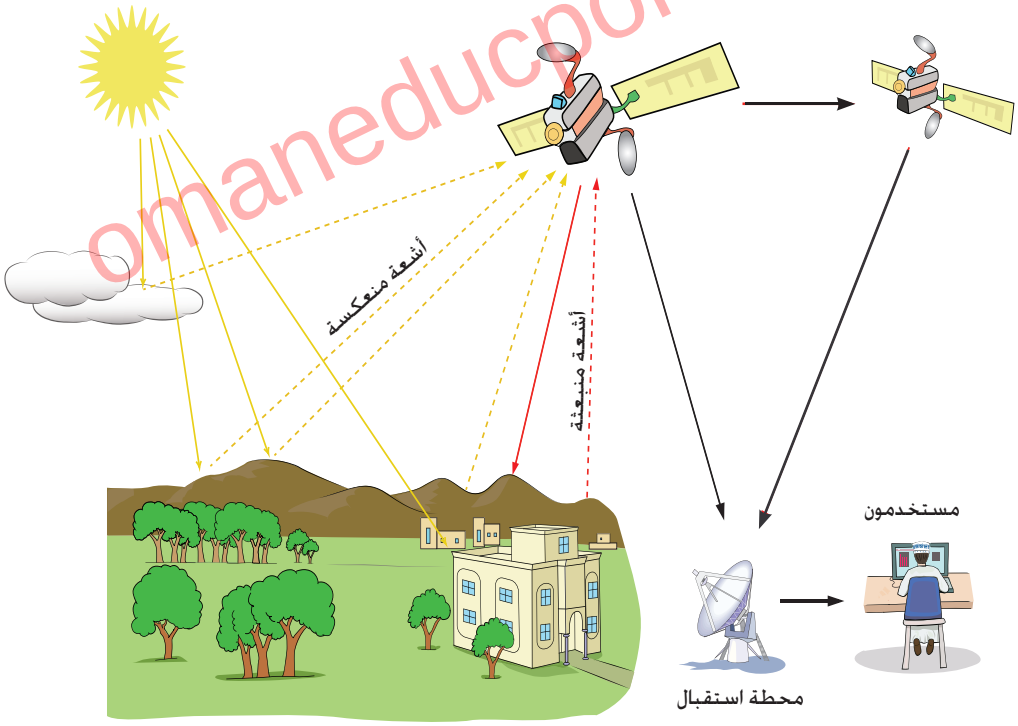
## آلية الاستشعار عن بُعْد

هناك مراحل تنظم آلية نقل البيانات من القمر الصناعي إلى سطح الأرض وتحويلها إلى معلومات (الشكل ٩) ، حيث تستقبل المستشعرات (أجهزة التصوير) الأشعة المنعكسة أو المنبعثة من الظواهر المختلفة وتخزنها على القمر نفسه، ومن ثم ترسلها إلى المحطة الأرضية في وقت لاحق ، أو قد تنقل البيانات الرقمية الخام من قمر إلى قمر حتى تصل إلى محطة الاستقبال الأرضية لتتم معالجتها وتصحيحها من التشوهات، ثم البدء في مرحلة التحليل والتفسير للوصول إلى المنتج النهائي في الصورة الفضائية(المرئية)، وإعدادها للتخزين ليتم استخدامها في الدراسات والبحوث وغيرها من المجالات.

### أضف إلى معلوماتك

تختلف درجة الوضوح المكانية في المستشعرات (Sensors) حسب نوعها، وتؤثر خواص الظواهر وطبيعتها في دقة الصور أحيانا، وتركب أجهزة الاستشعار على منصات (Platforms) تختلف في ارتفاعها عن سطح الأرض، فقد تكون في طائرة أو منطاد أو محطة فضائية أو قمر صناعي . وتعتبر سلسلة أقمار (Landsat) أشهر المنصات الفضائية لاستشعار الموارد الأرضية.

omaneducportal.com




الشكل(٩) نظام الاستشعار عن بُعْد

**النشاط ٢**

أ- أعد رسم الشكلين (٦ و ٧) مع تحديد نطاق التغطية في كل منهما .

ب- استنتج العلاقة بين درجة الوضوح المكانية ومقياس رسم الخريطة.

ج- " البصمـة الطيفية (Spectral Signature) هي ما يميز الظواهر بعضها من بعض بحيث إن كل مادة تعكس كمية معينة من الأشـعة الساقطة عليها لذلك تظهر بألوان مختلفة تميزها ". فسِّر العبارة السابقة بالبحث عن أمثلة توضح ذلك.

د- بالاستعانة بالشكل (٩)، فسر منظومة عمل الاستشعار عن بُعْد.

## أنواع الأقمار الصناعية الخاصة بالاستشعار عن بُعْد

تعد الأقمار الصناعية من المنصات الرئيسـية للاستشعار عن بُعد، وهي أحد السمات البارزة للعصر الحالي التي لها الأثر المهم في تطور أساليب الحصول على المعلومات واتخاذ القرارات، وفيما يلي بعض أنواع أقمار الاستشعار عن بُعْد:

**أضف إلى معلوماتك**

بعض الصور الفضائية قد تغطي مساحة تصـل إلى ٣٤ ألف كم مربع بما يعادل ١٦٠٠ صورة جوية للمساحة نفسها.

### أقمار الأرصاد الجوية

تعد أقمار الأرصاد الجوية من التطبيقات المدنية الأولى للاستشـعار عن بُعْد منذ ستينات القرن الماضي حينما تم إطلاق القمر الأول تيروس ١ (TIROS - 1) في الولايات المتحدة الأمريكية ، ثم تلى ذلك إطلاق العديد من الأقمار لهذا الغرض، حتى أصبح للعديد من الدول أقمارها الخاصـة، والجدير بالذكر أن لأجهزة الاستشعار لهذه الأقمار دقة مكانية منخفضة مما يجعلها تغطي مساحة واسعة من الأرض (الشكل ١٠).

الشكل(١٠) القمر الصناعي (TIROS)

omaneducportal.com

## أقمار تصوير سطح الأرض

يعد القمر الصناعي لاندسات (LANDSAT) أول قمر تم استخدامه لمراقبة سطح الأرض بهدف حصر الموارد الأرضية والتخطيط ، وفي عام ١٩٨٥م أصبح هذا البرنامج تجاريا ، وبات يوفر البيانات للتطبيقات المدنية ، وتبلغ درجة الوضوح المكانية للصورة من (١٥) إلى (٣٠) مترًا .

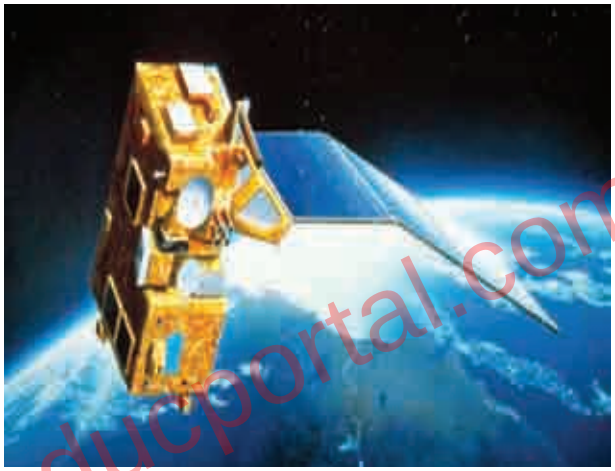
وهناك أيضا القمر الفرنسي سبوت (SPOT) ، وهو بدرجة وضوح مكانية (٨٠) مترًا عند إطلاقه ١٩٨٦م ، ولكنها وصلت حاليا إلى خمسة أمتار للصور الملونة (الشكل١١) و(٢,٥) مترا للصور باللونين الأبيض والأسود، كما تم إطلاق القمر الصناعي الهندي أيرس (IRS-IC) في عام ١٩٩٥م والجدير بالذكر أن هذا القمر يجمع خصائص كل من القمر الأمريكي لاندسات والفرنسي سبوت، كما يوجد القمر الصناعي التجاري الأمريكي المعروف باسم ايكونوس( IKONOS )بدرجة وضوح مترًا واحدًا .

omaneducportal.com

الشكل(١١) صورة فضائية لجزء من مضيق جبل طارق ملتقطة من القمر الصناعي (SPOT 6)

## أقمار مراقبة البحار والمحيطات

من المعروف أن البحار والمحيطات تغطي ثلثي مساحة الكرة الأرضية، كما أنها تؤثر في النظام المناخي العالمي، وكذلك تحتوي على الكائنات الحية البحرية، وتُعد أحد أهم الموارد الطبيعية المعرضة للتلوث بواسطة الإنسان، ولذلك كان من المهم دراستها بواسطة الأقمار الصناعية الخاصة بها. وتم إطلاق القمر نيمبس ٧ (Nimbus7) في عام ١٩٧٨م لملاحظة لون المحيط ودرجة حرارته بالقرب من المناطق الساحلية، واكتشاف الملوثات في المستويات العليا من المحيط، كما أن اليابان أطلقت قمرين هما موس ١، وموس ب١(Mos-1/Mos-b1) في عامي ١٩٨٧م و ١٩٩٠م على التوالي (الشكل ١٢)، وهذه الأقمار المحيطية ضرورية لمراقبة التلوث البحري والمحيطي على المستويين الدولي والإقليمي، بالإضافة إلى مساعدة العلماء في فهم تأثيرات المحيطات في النظام المناخي العالمي.



الشكل(١٢) القمر الصناعي Mos-1

### أضف إلى معلوماتك

تحمل الأقمار الصناعية جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) الذي يربط جميع البيانات بالإحداثيات الجغرافية.

omaneducportal.com

### النشاط ٣

أ- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة :

١- بين الفرق بين القمر الصناعي والمحطة الفضائية.

٢- ابحث عن أقمارًا صناعية خاصة بدراسة الغلاف الجوي من موقع وكالة الفضاء الأمريكية " ناسا ".

٣- حدّد أقماراً صناعية تمتلكها دول عربية، موضحا استخداماتها.

ب- وضح أهمية وجود جهاز تحديد المواقع العالمي على الأقمار الصناعية.

ج- ما الاستخدامات الأخرى للأقمار الصناعية التي قد تستعين بها في حياتك اليومية ؟

# الدرس الثالث
# تحليل الصور الفضائية وتفسيرها

**في هذا الدرس:**

**أتعلّم :**

- خصائص الصور الفضائية.
- تحليل الصور الفضائية وتفسيرها.

**مفاهيم أتعلمها :**

التحليل البصري، التصنيف الموجه، التصنيف غير الموجه للصور الفضائية.

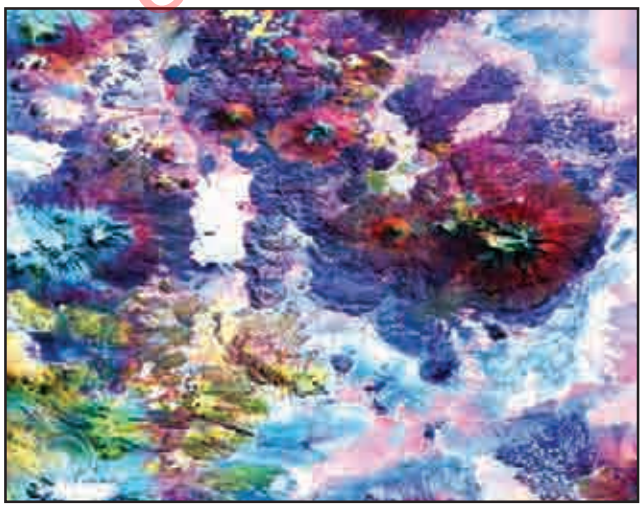
تتميز الصور الفضائية (Images) بأنها تمثيل للواقع يعكس التركيب الفيزيائي والحيوي للظواهر التي تم تصويرها باستخدام أجهزة الاستشعار، وتُعَدّ هذه الصور مادة خاماً لا بد من تحليلها وتفسيرها، ونظرا للحجم الكبير للبيانات الذي يتم جمعها وتخزينها عن سطح الأرض، فإن لتحليل الصور الفضائية وتفسيرها أهمية كبيرة في استخلاص المعلومات من هذه البيانات والاستفادة منها كما سنتعرف لاحقا عن تطبيقات الاستشعار عن بُعْد.

## خصائص الصور الفضائية

يعتمد مفسرو الصور الفضائية على عدد من الخصائص العامة التي تساعد على معرفة الظواهر الأرضية، كما أن تحليل الصور الفضائية وتفسيرها يُعَدّ مرحلة مهمة جدا في علم الاستشعار عن بعد، ويقصد بها : **دراسة منطقة ما بهدف اكتشاف مكونات الظاهرة ثم رصدها اعتمادا على فهم خصائص الصور الفضائية**، ومن هذه الخصائص:

### درجة الألوان (Tone)

درجة اللون ترتبط بكمية الأشعة المنعكسة أو المنبعثة من الظاهرة، ويُعَدّ اللون عنصرا أساسيا للتمييز بين الظواهر المختلفة، والاختلافات في درجات اللون تؤدي إلى سهولة التعرف إلى معظم العناصر البصرية للصورة. وتُظهر الألوان في الشكل (١٣) تغيرات درجات الحرارة في جبال الأنديز.



الشكل (١٣) سلسلة جبال الأنديز

omaneduportal.com

## الشكل (Shape)

يقصد به شكل الظاهرة وهو عامل مهم في التعرف عليها، ويعتمد المحلل على نمطين من الظواهر، هما : الظواهر المنتظمة وهي ذات أشكال هندسية تعبر عن ظواهر بشرية (الشكل ١٤)، مثل المباني والحقول الزراعية، والظواهر غير منتظمة الحدود والأشكال وهي تعد ظواهر طبيعية مثل: الغابات والمسطحات المائية.

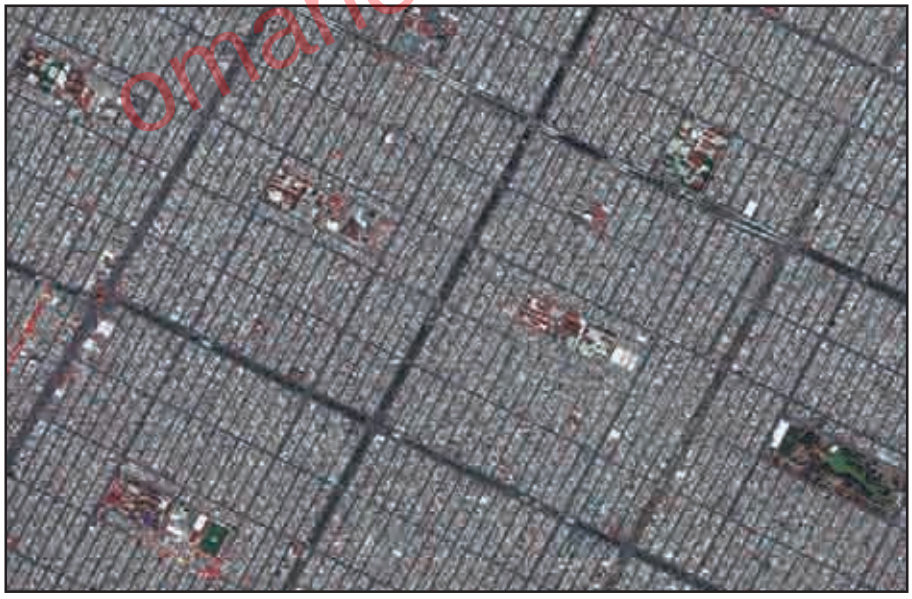
الشكل (١٤) أحد ملاعب كأس العالم في البرازيل

## الحجم (Size)

ويقصد به أبعاد الظواهر في الصور (الطول والعرض والارتفاع) إذ تساعد مقارنة حجم الظاهرة بالنسبة للظواهر الأخرى على تحليل الصورة الفضائية.

## النمط (Pattern)

يقصد به التكرار أو الترتيب المكاني للظواهر على سطح الأرض مما يؤدي إلى إيجاد نمط متعارف عليه، وتستخدم هذه الصفة عادة مع الظواهر البشرية مثل : المنازل وقنوات الري والشوارع (الشكل ١٥).



الشكل (١٥) نمط الأحياء السكنية في مدينة مكسيكو سيتي (المكسيك)

omaneducportal.com

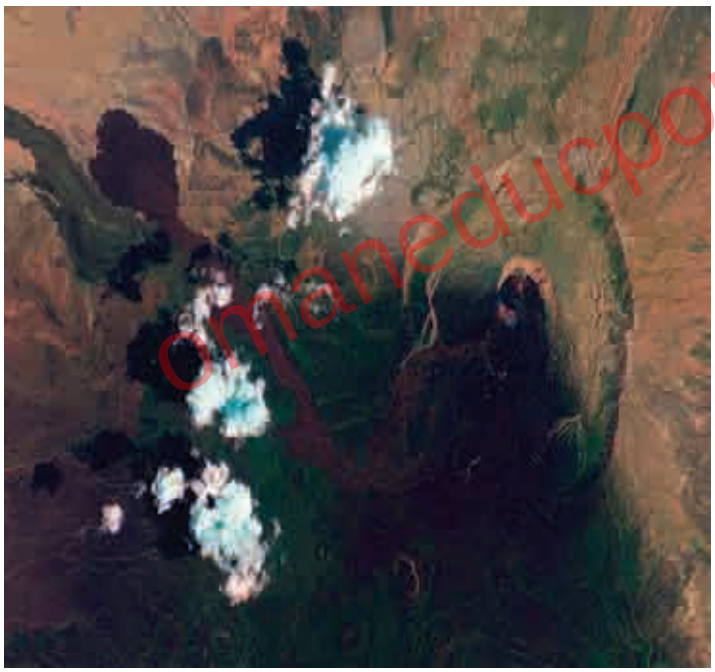
## البنية (Texture)

تشير إلى ترتيب التباين اللوني وتكراره في مناطق معينة من الصورة، فالبنية الصعبة هي التي تتغير فيها درجات اللون بصورة مفاجأة في مساحة صغيرة مثل الغابات الكثيفة، بينما البنية البسيطة لا تحدث فيها مثل هذه التباينات الكبرى، وهو ما نراه في الشكل (١٦) إذ تظهر المساحات الخضراء والحقول الزراعية باللون الأحمر.

الشكل (١٦) الأراضي الزراعية
بين حدود الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك

## الظل (Shadow)

يساعد في التعرف إلى ملامح الظواهر وارتفاعها، إلا أن أهمية هذه الخاصية ترتبط بارتفاع زاوية الشمس وبحجم الظاهرة،كما يعتمد على الظل للتفريق بين الغيوم والثلوج، (الشكل ١٧).



الشكل (١٧) انعكاس الغيوم يظهر على الأرض

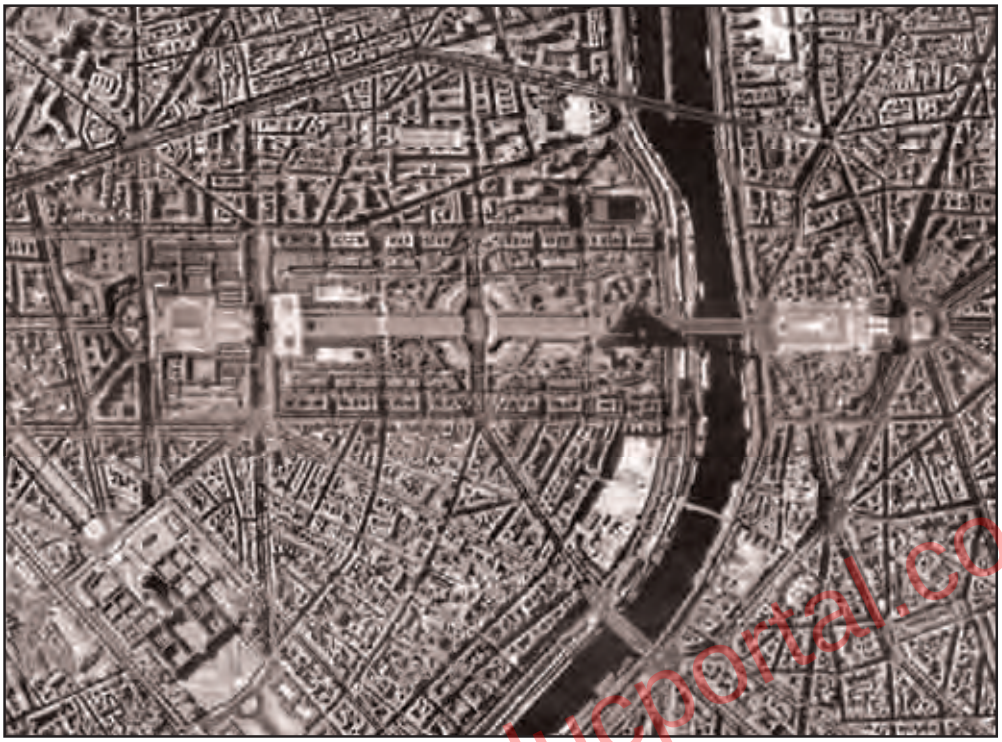
وهناك خصائص أخرى تساعد على إيجاد تحليل دقيق للظواهر المصورة ، مثل الموقع الجغرافي وارتباط هذه الخصائص بعضها ببعض.

omaneducportal.com

**النشاط ١**

أ- ابحث في مصادر التعلم المختلفة عن الخصائص الأخرى التي تتوقع أن يستعين بها الباحث في تحليل الصور الفضائية وتفسيرها.

ب- قم بتفسير الصورة أدناه مستعينًا بالخصائص التي درستها، وأعد رسمها مبينا الظواهر الآتية: نهر، طرق، جسور، مناطق سكنية، ملعب رياضي.



omaneducportal.com

## تحليل الصور الفضائية وتفسيرها :

يتم تحليل الظواهر الأرضيّة بتمييزها وفَصْل مكونات بعضها عن بعض، أما تفسير الظواهر يكون بفهم أبرز الخصائص في الصورة وتحديدها، وبناء على ذلك يصنف تحليل الصور الفضائية وتفسيرها إلى :

### أولاً : تحليل الصور الفضائية وتفسيرها بصريا:

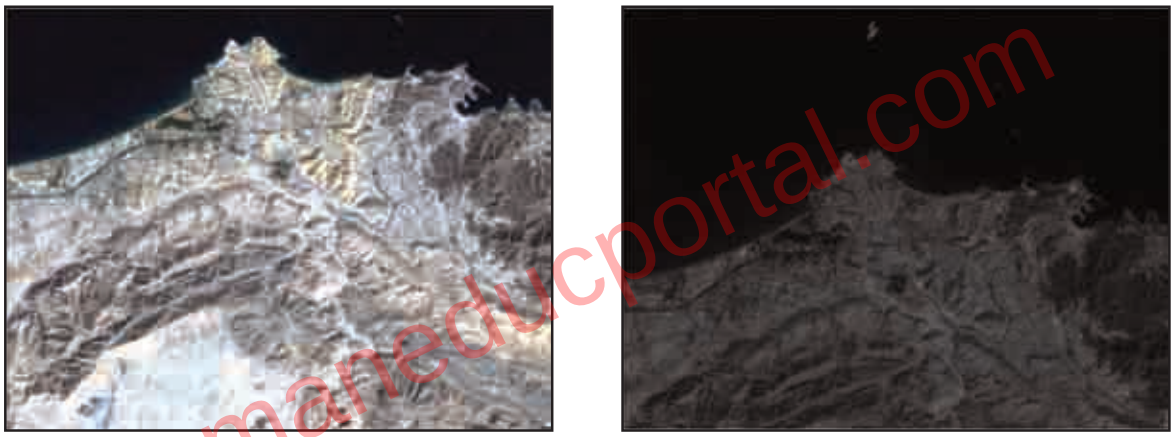
يعتمد التحليل البصري على خصائص الصورة الفضائية، التي يُستدل بها على الظواهر، كما أن خبرة المحلل ومهارته في تحديد الظواهر من الصورة تساعد على زيادة دقة المعلومات التي يمكن الحصول عليها، ويعتمد التفسير البصري للصور الفضائية الورقية أو على الحاسب الآلي على إجراء عدد من القياسات لمعرفة الطول والموقع والارتفاع والحرارة وغيرها من المعلومات الكمية عن الظاهرة، وأخيرًا يعتمد تحليل الصورة على معرفة المُحَلِّل وفهمه لما استنتجه منها، وكذلك مدى مطابقة استنتاجاته للواقع؛ ليتوصّل إلى المعلومات المطلوبة.

## ثانيًا : تحليل الصور الفضائية وتفسيرها رقميا :

يتطلب تحليل الصور الفضائية رقميا توافر البيانات في صورة رقمية مع نظام تحليل خاص بالصور الفضائية يتكون من أجهزة حاسوب وبرمجيات تحليل الصور ومن أشهر هذه البرامج (ILWIS ، Erdas ) ، وتمر عملية التحليل الرقمي للصور الفضائية بالمراحل الآتية:

### ١- ما قبل المعالجة:

في هذه المرحلة يتم إجراء التصحيح (Image Corrections) للتشوهات الهندسية والإشعاعية للصورة، وينتج التشوه الهندسي عن عوامل مرتبطة بالأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار وحركة دوران الأرض وتغير الظواهر على سطح الأرض وغالبًا ما يصعب التحكم بهذه العوامل ؛ لذا فإن التصحيح يسمح لاحقًا بإجراء قياس المسافات وحساب المساحات بطريقة صحيحة ، أمّا التشوه الإشعاعي فينتج من أي خلل في ضبط جهاز الاستشعار أو تأثير الغلاف الجوي فيه؛ لذلك لا بد من تصحيح الصور، لتمثل الإشعاع المنعكس أو المنبعث من الظواهر الأرضية بدقة (الشكل ١٨).



قبل التصحيح بعد التصحيح

omaneducportal.com

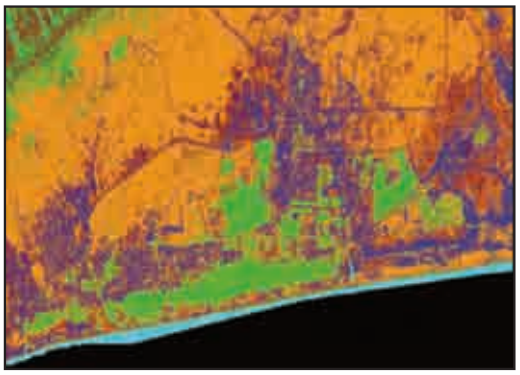
الشكل (١٨) صورة فضائية لمدينة مسقط

### ٢- مرحلة تحسين الصورة :

تهدف إلى تحسين (Image Enhancement) الملامح العامة للصورة الفضائية وتوضيحها ويتم ذلك بتطبيق العمليات الرياضية على النطاقات الطيفية لكل طبقات الصورة لإظهار بعض مكونات الصورة وإبرازها.

### ٣- مرحلة تصنيف الصور وتحليلها:

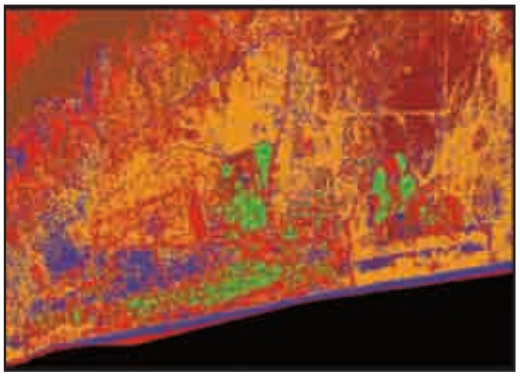
يعتمد تصنيف الصور على لون السطوع وقيمته للخلايا (Pixls)، ويقسم إلى نوعين:



الشكل (١٩) تصنيف موجه

**التصنيف المُوَجَّه (Supervised Classification) :**

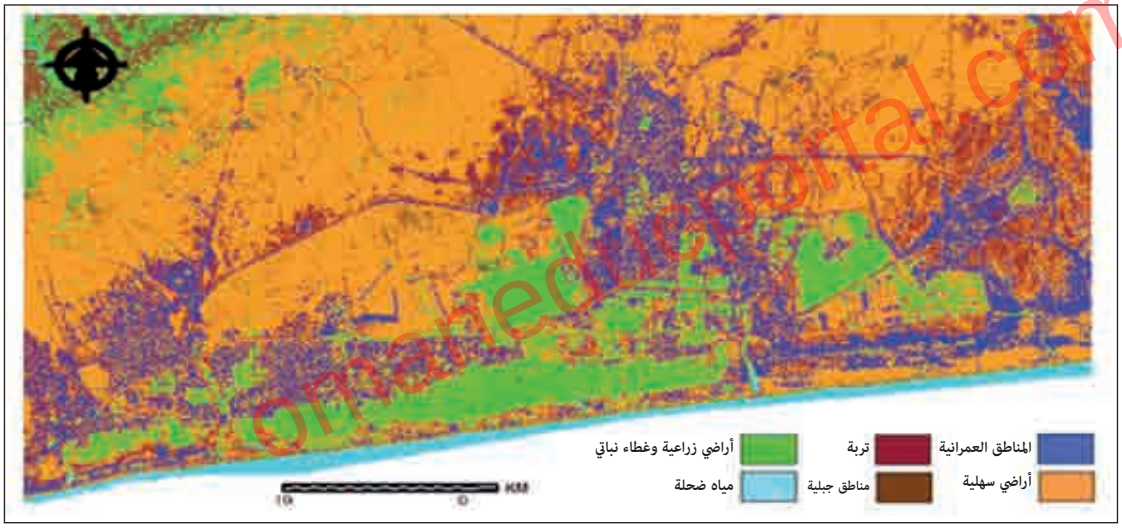
يقوم المحلل بتحديد قيمة السطوع لكل ظاهرة في الصورة بناء على خبرته ومعرفته السابقة بالمنطقة ، مستعينا بالبرمجيات المتخصصة في تصنيف عناصر الصورة (الشكل ١٩).



الشكل (٢٠) تصنيف غير موجه

**التصنيف غير المُوَجَّه (Unsupervised Classification) :**

يُعتمد في هذا التصنيف على برمجيات الحاسب الآلي في تصنيف قيم السطوع للخلايا (الشكل ٢٠).




الشكل (٢١) خريطة استخدام الأرض في ولاية صلالة

onlinedutyportal.com

**النشاط ٢**

أ- بالاستعانة ببرنامج (Google Earth) استعرض صورة أحد المواقع ثم قم بتحليلها بصريا مستعينا بالخصائص التي درستها.

ب- كيف يمكن أن تؤثر خبرة الباحث ومهارته في تفسير الصور الفضائية؟

ج- بالاستعانة بالشكل (٢١)، استنتج الهدف من دراسة استخدام الأرض في ولاية صلالة.

# الدرس الرابع
# تطبيقات الاستشعار عن بُعْد

## في هذا الدرس :

### أتعلّم :

- مجالات استخدام الاستشعار عن بُعْد.
- تكامل علم الاستشعار عن بُعْد مع العلوم الأخرى.

### مفاهيم أتعلمها :

استخدام الأرض، الانعكاس الطيفي، الخريطة الهيدروجيولوجية، نموذج الارتفاعات الرقمية، الجيولوجيا.

يوفر علم الاستشعار عن بُعْد مجالا رَحبًا من التطبيقات في العديد من العلوم وذلك للكَمّ الهائل من البيانات التي يوفرها عن سطح الأرض، ويختلف كل تطبيق بناء على بيانات ومعلومات الاستشعار عن بُعْد من حيث نوع القمر الصناعي وجهاز الاستشعار والفترة الزمنية التي التقطت فيها الصور بما يوفر للمستخدم معلومات دقيقة للهدف المراد دراسته، ويكثر استخدام الاستشعار عن بُعْد في التطبيقات الآتية :

## الطقس والمناخ

يستخدم الاستشعار عن بُعْد في عملية التنبؤ بالأحوال الجوية ؛ فالتقارير الجوية باختلاف مصادرها تعتمد على أقمار الاستشعار عن بُعْد وهذه الأقمار تعد مصدرا مثاليا لجمع البيانات المتعلقة بالغلاف الجوي ؛وذلك لأن هذه الأقمار توفر بيانات مستمرة عن الأحوال الجوية مهما كانت الظروف ، وتحدد هذه البيانات كمية الأمطار المتوقعة وسرعة الرياح، بما يتيح اتخاذ الإجراءات المناسبة للتحذير من هذه الحالات إذا لزم الأمر، كما يستفاد من هذه البيانات في إجراء دراسات الطقس والمناخ (الشكل ٢٢).

الشكل(٢٢) تحويل خرائط الطقس والمناخ إلى تقارير

omaneducportal.com

## النشاط ١

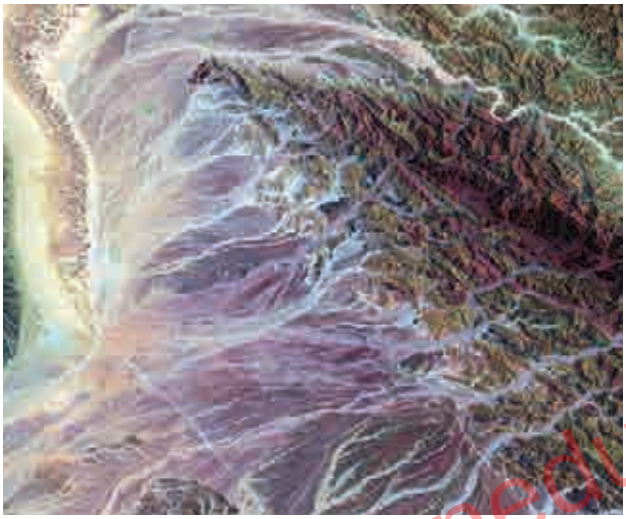
أ- يمكن الاستفادة من تتبع أحوال الطقس بالأقمار الصناعية في تفادي الخسائر المادية والبشرية المترتبة على الكوارث المرتبطة بالأحوال الجوية، فسر ذلك.

ب- بالاستعانة ببرنامج (Google Earth)، قم بتنشيط طبقة الطقس، وصف حالة الطقس في إحدى المدن العمانية أو غيرها من مدن العالم. ثم قم بإعداد نشرة جوية عنها.

ج- تصفح موقع الهيئة العامة للطيران المدني أو أي من صفحاتهم على مواقع التواصل الاجتماعي للتعرف على حالة الطقس في السلطنة من خلال قراءتك لخرائط الأقمار الصناعية.

## الجيولوجيا

يستخدم الاستشعار عن بُعْد في التطبيقات الجيولوجية للحصول على معلومات عن تركيب باطن الأرض، اعتمادا على الانعكاس الطيفي للصخور، ومن ثم فهو يستخدم في عمليات الكشف عن المعادن ، وتخطيط الطرق الواصلة بين المناجم، وإنشاء خرائط الأساس الجيولوجية (الشكل ٢٣).



الشكل(٢٣) تطبيقات جيولوجية تم تحديدها بالاستشعار عن بُعْد

## الزراعة

تستخدم الصور الفضائية للتعرف إلى أنواع المحاصيل المزروعة وتقييم ظروف زراعتها وحجم الإنتاج، كما تستخدم في اتخاذ القرارت المستقبلية المرتبطة بإدارة الأرض وتحديد مواقع المزارع وحماية التربة (الشكل ٢٤).

الشكل(٢٤) صورة لمناطق زراعية
عن طريق القمر الصناعي كويك بيرد (Quick bird)

omaneducportal.com

## الغطـاء النباتي

يعتمد على هذا التطبيق في الكثير من الدراسات البيئية المرتبطة بالتصحر وأثر قطع الغابات وتقييم الوضع البيئي لها، كما يســتعان بالصور الفضائية في إنتاج الخرائط الاستكشافية للغابات بغرض تحديث خرائط الغطاء النباتي ومراقبة حرائق الغابات.

## مـوارد المـيـاه

يقدم الاستشعار عن بُعْد رؤية شاملة عن التوزيع المكاني للموارد المائية خاصة تلك التي لا يمكن الحصول على بيانات لها بطرق المساحة الأرضية ، ويعد تقدير درجة رطوبة التربة وقياس سمك طبقات الجليد ومراقبة السيول والفيضانات واستكشاف التغير في الأنهار والدلتاوات واستكشاف تسرب القنوات المائية من أهم تطبيقات الاستشعار عن بُعْد في مجال المياه، وقامت وزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه بالاستفادة من بيانات الاستشعار عن بُعْد في تنفيذ مشروع الخريطة الهيدروجيولوجية للسلطنة.

## التخطيط الحضري والإقليمي

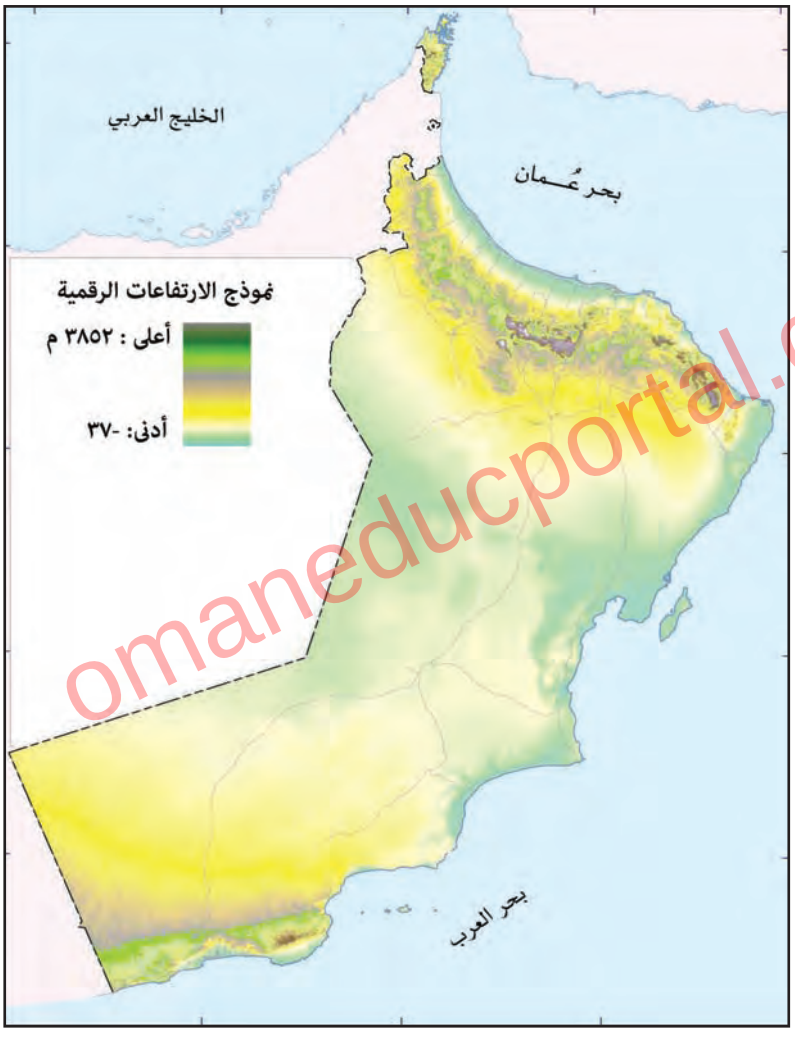
ويرتبط به دراسات استخدام الأرض، أي الغرض الذي تستخدم فيه الأرض مثل: السياحة أو الزراعة أو البناء ، ومن أشــهر هذه التطبيقات دراسة استخدام الأرض في المدن أو تتبع نمو المدينة خلال فترات زمنية مختلفة ؛ لتتم المقارنة لاحقا بين الصورتين وتحديد التغير، ومثل هذه المعلومات تســاعد على عملية إعداد الاستراتيجيات والخطط المستقبلية (الشكل ٢٥).

omaneducportal.com

الشكل(٢٥) النمو العمراني في إحدى المدن البريطانية

## إنتاج الخرائط

إنتاج الخرائط من بيانات الاستشعار عن بُعْد أصبح أمرا شائعا نظرا لنوعية البيانات التي توفرها إضافة إلى التغطية ثلاثية الأبعاد، والتصوير المتكرر لنفس المنطقة، وسرعة الحصول على البيانات، وتغطيتها لمساحات واسعة مع وسائط تخزين ضخمة للبيانات الرقمية ،التي سهلت عمليات تحديث الخرائط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ويمكن من خلال بيانات الاستشعار عن بُعْد إعداد خرائط الأساس كمدخلات في نظم المعلومات الجغرافية، ومن الأمثلة على هذه الخرائط خريطة نموذج الارتفاعات الرقمية للسلطنة (Digital Elevation Model) (الشكل ٢٦).




الشكل(٢٦) خريطة نموذج الارتفاعات الرقمية للسلطنة

omaneducportal.com

## أضف إلى معلوماتك

استخدمت وزارة الزراعة والثروة السمكية تقنية الاستشعار عن بُعْد ونظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط رقمية للمناطق الرعوية في السلطنة، وذلك انطلاقا من أهمية المحافظة على المراعي الطبيعية وحمايتها بما تحويه من أشجار مهمة مثل: أشجار السدر، والقرم، والأراك، والشوع، وغيرها، وصولاً إلى التوازن البيئي الطبيعي.

omaneducportal.com

## النشاط ٢

أ- ارسم في دفترك شكلا يجمع بين أهم العلوم التي تعتمد على تقنية الاستشعار عن بُعْد.

ب- ابحث في مصادر التعلم المختلفة عن مشاريع أخرى تعتمد على الاستشعار عن بُعْد في مجال حماية البيئة الطبيعية في سلطنة عُمان.

ج- بالاستعانة بالشكل (٢٦)، حدد التطبيقات أو الدراسات التي يمكن أن تستفيد من هذه الخريطة.

د- كيف يمكن أن تفيد مجتمعك مستقبلا بتخصصك في الاستشعار عن بُعْد؟ وما المؤسسات التي تتوقع أن تعمل بهما ضمن هذا التخصص؟

# مراجع الوحدة

## أولاً: المراجع العربية


١- بخاري،محمد عبدالرحمن . **أساسيات الاستشعار عن بُعْد** . تم الاسترجاع بتاريخ ١٠ مارس ٢٠١٦م :

http://www.sgs.org.sa/Arabic/Products/DigitalData/Pages/RemoteSensing.aspx

٢- الحارثي،نضيره أحمد (٢٠١١). **استخدامات الأرض في مدينة صلالة باستخدام الاستشعار عن بُعْد.** مشروع بحثي.

٣- الخليل،عمر محمد (٢٠١١). **مباديء الاستشعار عن بُعْد** . حلب:شعاع للنشر والعلوم.

٤- الصالح، محمد بن عبدالله (٢٠١٠) . **معالجة صور الاستشعار عن بُعْد الرقمية باستخدام برنامج الويس.** الرياض.مكتبة الملك فهد الوطنية.

٥- النسور،شيرين حسين (٢٠١٤). **الاستشعار عن بُعْد.** الأردن: مكتبة المجتمع العربي.

٦- جامعة السلطان قابوس، تم الاسترجاع بتاريخ ٢٠١٦/٤/٢٥م :

/https://**www.squ.edu.om**/rsgisc-ar

٧- وزارة التربية والتعليم ( ٢٠١٥).**الجغرافيا والتقنيات الحديثة للصف الثاني عشر** .مسقط: سلطنة عمان.

٨- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥).**كتاب المعلم لمادة الجغرافيا والتقنيات الحديثة للصف الثاني عشر.** مسقط:سلطنة عمان.


## ثانيًا: المراجع الأجنبية


1- **What is remote sensing** ?, retrieved on 4 january 2016 from :
http://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html

2- **Fundamentals of Remote Sensing** – Introduction, retrieved on 10 january 2016 from:
http://www.**nrcan.gc.ca**/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9363

3- **Remote Sensing – An Effective Data Source for Urban Monitoring**, retrieved on 20 march 2016 from:
http://**earthzine.org**/201120/07//remote-sensing-an-effective-data-source-for-urban-monitoring/

4- **Introduction to Remote Sensing** ,retrieved on 3 May 2016 from:
http://www.**physicalgeography.net**/fundamentals/2e.html.


omaneducportal.com

omaneducportal.com

الوحدة الرابعة

# نظم المعلومات الجغرافية

## الأهداف العامة للوحدة

يتوقع من الطالب من خلال دراسته للوحدة أن :

١- يتعرف ماهية نظم المعلومات الجغرافية وتطورها.

٢- يتعرف عناصر نظم المعلومات الجغرافية.

٣- يصنّف أنواع البيانات وخصائصها.

٤- يوضح نماذج تمثيل البيانات المكانية واستخداماتها.

٥- يكتسب المهارات التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية.

٦- يدرك دور نظم المعلومات الجغرافية في بعض المجالات التنموية.

٧- يحلل الخرائط والأشكال والجداول الواردة في الوحدة.

٨- يتعرف المفاهيم والمصطلحات والتعميمات الواردة في الوحدة.

٩- يكتسب القيم والمهارات والاتجاهات المتضمنة في الوحدة.

omaneducportal.com

## دروس الوحدة

- مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية.
- عناصر نظم المعلومات الجغرافية.
- البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.
- تمثيل البيانات المكانية.
- وظائف نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها.

# الدرس الأول

## مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية

### في هذا الدرس:

**أتعلّم:**

- مفهوم نظم المعلومات الجغرافية وأهميتها.
- التطور التاريخي لنظم المعلومات الجغرافية.

**مفاهيم أتعلمها:**

نظم المعلومات الجغرافية، نظام تحديد المواقع العالمي ، الخرائط الموضوعية.

أحدث التطور التكنولوجي في النصف الثاني من القرن العشرين ثورة في مختلف ميادين الحياة، فالنمو الكبير في تكنولوجيا المساحة الأرضية والجوية أسهم في تغطية سطح الأرض وتوفير كَمّ هائل من البيانات المكانية في الصورة الرقمية، كما صاحب ذلك توظيف واسع لتقنيات وبرمجيات الحاسوب في هذا المجال.

وتعدّ نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems) من العلوم والتقنيات الحاسوبية والتي طُوّرت للتعامل مع البيانات الجغرافية ومعالجتها وإخراجها.

وأصبحت هذه التقنية جزءاً لا يتجزأ من حياتنا اليومية، إذ تُستخدم بعضٌ من تطبيقاتها في الهواتف الذكية؛ لتحديد مواقع الأسواق التجارية، ومسارات الحركة إلى المناطق السياحية، كما تُشَكِّل نظم المعلومات الجغرافية أهمية كبيرة للمؤسسات التي يرتبط عملها بالمساحة والتخطيط ودراسة الظواهر الطبيعية والبشرية.

omaneducportal.com

### تعريف نظم المعلومات الجغرافية

يشار إلى نظم المعلومات الجغرافية اختصاراً بـ (GIS) وهي الحروف الأولى للمصطلح الانجليزي (Geographic Information Systems)، **وتعرف بأنها أنظمة حاسوبية تستخدم لجمع المعلومات الجغرافية وتخزينها ومعالجتها وعرضها وإخراجها.**

**ويتكون مصطلح نظم المعلومات الجغرافية من ثلاثة عناصر رئيسة هي:**

### أضف إلى معلوماتك

تعد سلطنة عمان من بين الدول العربية والخليجية الرائدة في توظيف نظم المعلومات الجغرافية؛ لتحليل التحديات المعاصرة و معالجتها، مثل: قضايا التخطيط و التلوث والازدحام المروري، وتحليل التغيرات في استخدام الأرض، ومراقبة التصحر، وغيرها من التطبيقات المفيدة.

### النظم (Systems)

هي تكنولوجيا الحاسوب والبرمجيات المرتبطة به.

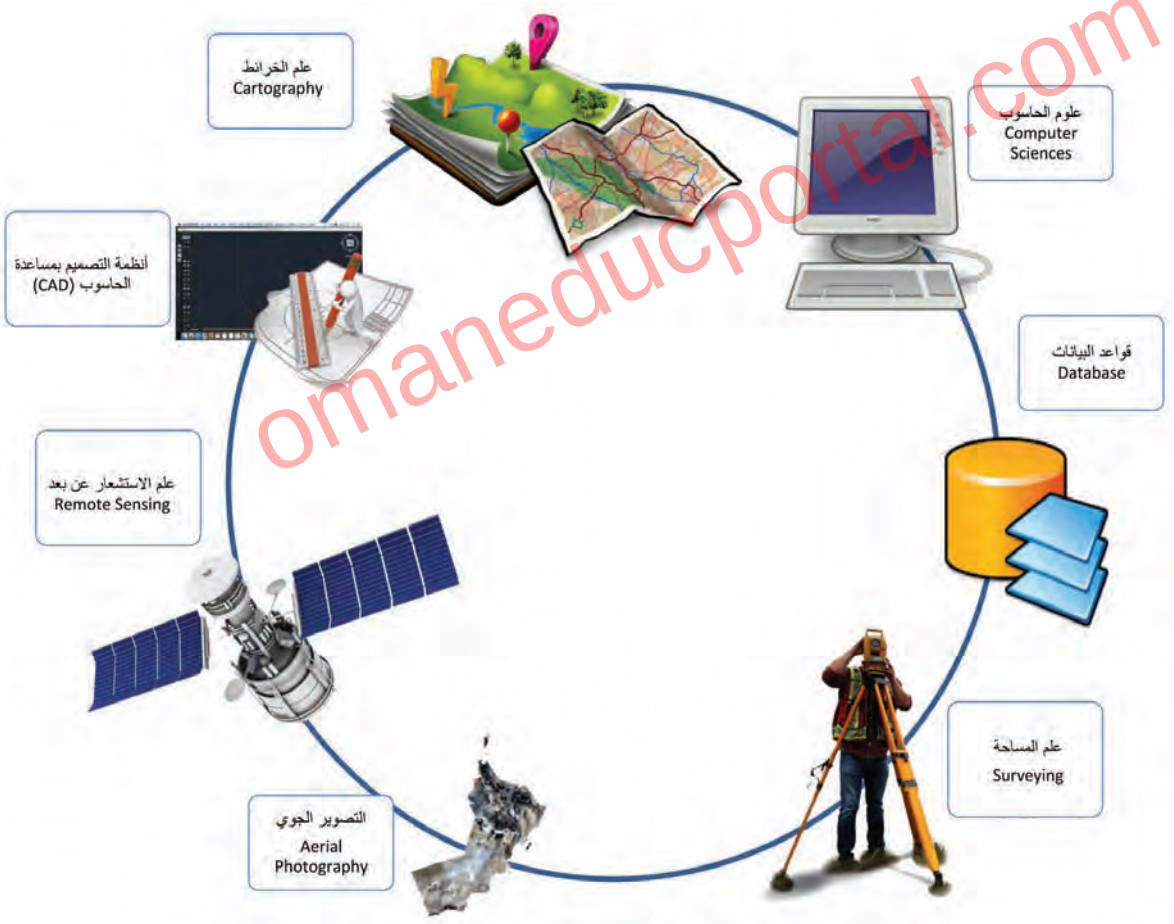
### المعلومات (Information)

هي المنتج الذي يتم الحصول عليه بعد عملية جمع البيانات الجغرافية وإدارتها وتنظيمها واستقرائها.

### الجغرافيا (Geography)

هي العنصر المكاني في هذه النظم، وهو الأرض والعالم الحقيقي الذي تستنبط منه المعلومات.

وتُدَّرس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات والمعاهد البحثية على أنها علم مستقل قائم على تطبيقات برمجيّة مُسَاندة، كما توظّف تلك النظم كأداة بحثية مهمة، ولايمكن القول إن نظم المعلومات الجغرافية قد تطورت على أساس جغرافي فحسب، بل ارتبطت بإسهامات علوم متنوعة وتقنيات عديدة، كما يوضحها الشكل (١).




omaneducportal.com

الشكل (١) العلوم المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية

ولا تعد نظم المعلومات الجغرافية حالياً حكرًا على الجغرافيين، فبإمكان المهندسين والأطباء ورجال الأعمال استخدامها، وقد جاء ربطها بالجغرافيا من منطلق اعتمادها على المبادئ الجغرافية الأساسية المرتبطة بالمكان.

ولا بد للمختصين في نظم المعلومات الجغرافية أن يكون لديهم إلمام بالمبادئ الأساسية في علم المساحة (الأرضية والجوية) والخرائط، و التقنيات الأخرى، مثل: نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، والاستشعار عن بُعْد (RS)، ولغات البرمجة.

## مميزات نظم المعلومات الجغرافية

تعدّ نظم المعلومات الجغرافية البيئة المثالية للتعامل مع بيانات سطح الأرض والظواهر الجغرافية الموجودة عليه، وتتميز من الأنظمة المعلوماتية الأخرى بالآتي:

١- التعامل مع البيانات المكانية والوصفية للظواهر الجغرافية في نظام واحد.

٢- جمع البيانات من مصادر وأشكال متعددة وتوظيفها لخدمة تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

٣- عرض البيانات الجغرافية بأشكال مختلفة والتحكم في طريقة عرضها وإخراجها.

**النشاط ١**

- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، أجب عمّا يأتي:

١- كيف تستطيع الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية في بيئتك المحلية؟

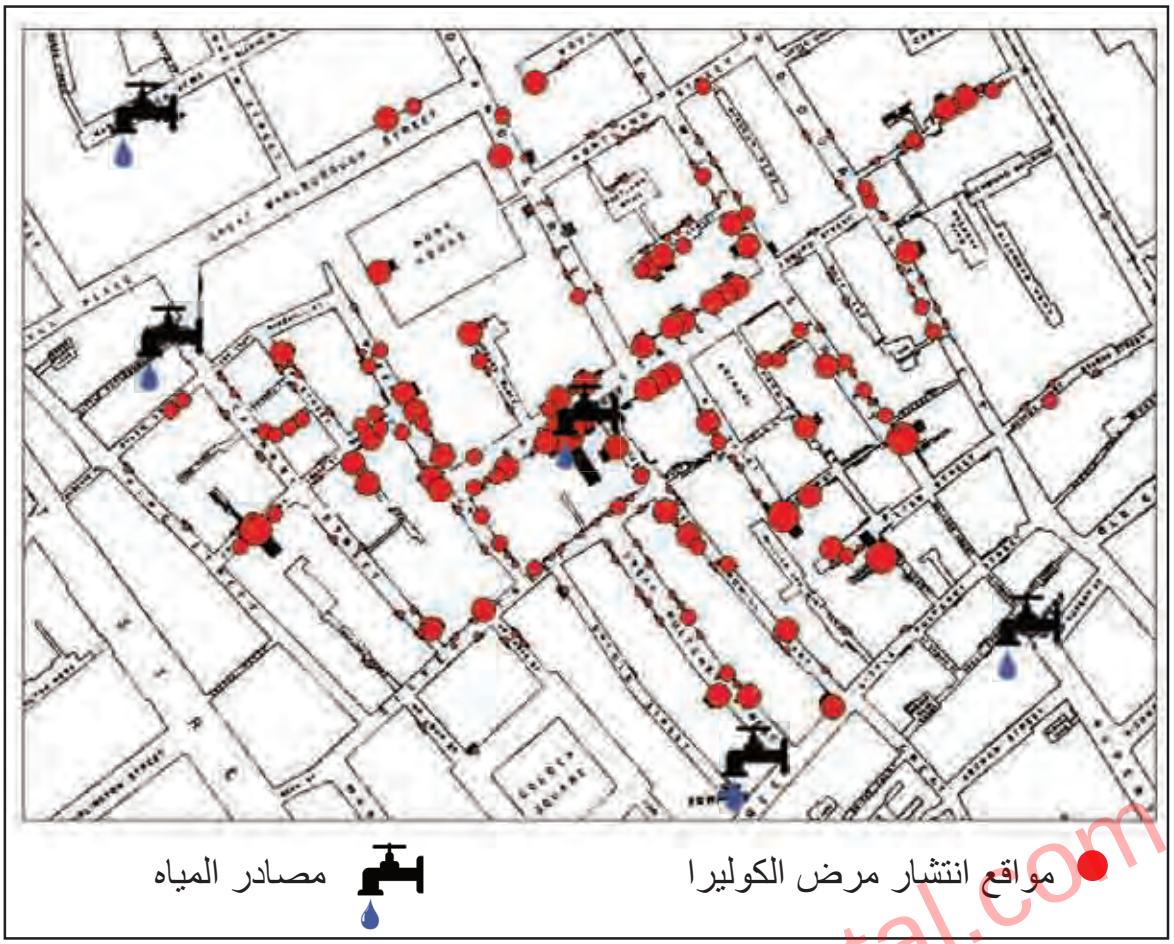
٢- فسّر ارتباط نظم المعلومات الجغرافية بعلم المساحة والاستشعار عن بُعْد.

٣- وضّح الفرق بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) و نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

omaneduc portal.com

## التطور التاريخي لنظم المعلومات الجغرافية

ارتبط ظهور المبادئ الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية بالتطور الكبير في علم الخرائط والتقنيات الحديثة، وترجع البداية الفكرية لتطور هذا العلم إلى جهود الطبيب الإنجليزي جون سنو (John Snow) الذي رسم خريطة توزيع انتشار مرض الكوليرا في أحد أحياء لندن عام ١٨٥٤، ووضح عليها مواقع مصادر المياه ومواقع الحالات المصابة بالكوليرا كما في الشكل (٢)، فوجد أن هناك علاقة ارتباط بين تركُّز مواقع انتشار المرض ومواقع مصادر المياه الملوثة، ويُعَدّ هذا الحدث ذا أهمية في تبنّي فكرة ربط الخريطة بالبيانات الوصفية؛ بهدف دَعْم القرار حول السبب الرئيسي لانتشار المرض.




الشكل (٢) خريطة الطبيب الإنجليزي جون سنو (John Snow) توضح انتشار مرض الكوليرا

وفي بداية القرن التاسع عشر ظهر ما يُعْرف بالخرائط الموضوعية (Thematic Maps) وهي الخرائط التي تتناول موضوعا محددا مثل خرائط المياه والتربة، وقد أسهمت هذه الخرائط في جذب انتباه الباحثين إلى فكرة الطبقات واختصاص كل طبقة بموضوع معين.

وقد ظهرت فكرت الطبقات الجغرافية بشكل أقرب إلى صورتها الحالية في الخمسينات من القرن الماضي على يد جاكلين تيرويت (Jacqueline Tyrwhitt)، إذ قامت بدراسة بعنوان "مسوحات التخطيط" ونظمت بيانات الخريطة فيها إلى أربعة أنواع: طبقة الارتفاعات والطبقات الصخرية وطبقة المياه وطبقة الأراضي الزراعية.

### أضف إلى معلوماتك

استخدم عالم الخرائط الفرنسي لويس ألكسندر بريتيه (Louis Alexander Bertier) طريقة تركيب الخرائط على هيئة طبقات قبل أكثر من ٢٠٠ عام، إذ استعمل مجموعة من الخرائط للولايات المتحدة لتوضع عليها مواقع الفرق العسكرية وتحركاتها خلال الثورة الأمريكية.

omaneducportal.com

وفي عام ١٩٦٤م قام روجر تومليسون (Roger Tomlinson) بتنفيذ مشروع مسح جوي للغابات في شرق أفريقيا لصالح المؤسسة الكندية للمساحة الجوية باستخدام الحاسب الآلي الأمر الذي شجع الحكومة الكندية على تكليفه بتأسيس مشروع نظم المعلومات الجغرافية الكندي والذي أشير إليه اختصارا (CGIS)، ويعد روجر تومليسون المؤسس الأول لنظم المعلومات الجغرافية.

وقامت جامعة هارفرد (Harvard University) بتأسيس معمل للحاسب الآلي للتحليل المكاني، إذ أسهم المعماري هوارد فيشر (Howard Fisher) في نهاية عام ١٩٦٤م بإنتاج النسخة الأولى من برنامج نظم المعلومات الجغرافية، والذي أطلق عليه (SYMAP)، والذي اختص بالرسومات الآلية والتحليل المكاني، وقد تُرْجَمتْ إرشادات استخدام البرنامج إلى عدة لغات بهدف نشر استخدام البرنامج على مستوى العالم.

وفي عام ١٩٦٩م أسس جاك دنجرموند (Jack Dangermond) وزوجته لورا شركة أطلقوا عليها إيزراي (ESRI) وهي اختصار لمعهد أبحاث النظم البيئية (Environmental System Research Institute) وكانت متخصصة في تحليل استخدامات الأرض، ثم توسع نطاق عملها ليشمل تطوير برمجيات وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، إذ أطلقت الشركة في عام ١٩٨٢م برنامجا في نظم معلومات جغرافية أطلق عليه (ArcInfo)، ثم ظهرت لاحقا العديد من الإصدارات المطورة للبرنامج.

وشهدت نظم المعلومات الجغرافية ثورة في الألفية الثالثة، إذ ظهرت العديد من الشركات العالمية في هذا المجال، صاحب ذلك تطويرٌ مُتَسَارِعٌ لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، وظهور مُتَصفّحات الخرائط الرقمية عبر شبكات الإنترنت، مثل: خرائط جوجل (Google Maps) ، بالإضافة إلى برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المجانية (المصادر المفتوحة والمتاحة للجميع)، وأصبح الآن بالإمكان نشر الخرائط الرقمية وتداولها عبر شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت)، مما عَزّز من توظيفها بسهولة ويسر.

omaneducportal.com

**وقد ساعدت عوامل أخرى على تطور نظم المعلومات الجغرافية وانتشارها، من بينها:**

١- تطور أجهزة الحاسب الآلي ورخص أسعارها.
٢- تطور برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وتنوعها ورخص أسعارها.
٣- وفرة البيانات المكانية والوصفية والخرائط في الصورة الرقمية.
٤- انخفاض تكلفة جمع البيانات الجغرافية.
٥- اتساع تطبيقاتها ومجالاتها، خاصة المجالات الاقتصادية المختلفة.
٦- ظهور شبكة الإنترنت وتطور وسائل الاتصال.
٧- زيادة الوعي بأهمية نظم المعلومات الجغرافية من خلال المؤتمرات والندوات والمعارض العلمية.

## النشاط ٢

أ- ارسم خطاً زمنياً يوضح أهم مراحل تطور نظم المعلومات الجغرافية.

ب- وضح أثر انخفاض أسعار أدوات جمع البيانات الجغرافية والخرائط، في تطور نظم المعلومات الجغرافية.

ج- نظمت وزارة التربية والتعليم الملتقى التربوي الأول للتقنيات الجغرافية في عام ٢٠١٤م بالجامعة الألمانية للتكنولوجيا في سلطنة عُمان، بهدف مواكبة التطورات التربوية والعلمية في مجال التقنيات الجغرافية، وتبادل وجهات النظر بين المختصين والمهتمين في هذا المجال، والاستفادة من تجارب المؤسسات والشركات الرائدة في توظيف التقنيات الجغرافية وتطويرها، وقد شارك في فعاليات الملتقى عدد كبير من المختصين والمعلمين والطلاب.

في ضوء العبارة السابقة، ناقش وزملائك أهمية المؤتمرات والندوات في نظم المعلومات الجغرافية في السلطنة.

omaneducportal.com

# الدرس الثاني
# عناصر نظم المعلومات الجغرافية

## في هذا الدرس :

**أتعلّم :**

- المكونات الرئيسية لنظم المعلومات الجغرافية.

**مفاهيم أتعلمها :**

وحدات الإدخال، وحدات المعالجة، وحدات الإخراج، البرامج مفتوحة المصادر، البرامج ذات الملكية الفكرية.

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من مجموعة من العناصر التي يرتبط بعضها ببعض لتشكِّل نظاما متكاملا، وليست نظم المعلومات الجغرافية مجرد أجهزة وبرامج حاسوبية تستخدم لغرض محدد، بمعزل عن العناصر الأخرى؛ لكنّ هذه العناصر كلها تتكامل فيما بينها لاستثمار النظام وتطويره.

وقد تطورت هذه العناصر بتطور التقنيات الحديثة، وظهور شبكة الإنترنت وما صاحبها من وسائل التواصل وسرعة نقل البيانات، الأمر الذي ساهم في سهولة الربط ما بين هذه العناصر.

## عناصر نظم المعلومات الجغرافية ومكوناتها

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من مجموعة من العناصر الأساسية، كما يوضحها الشكل (٣).

الشكل (٣) عناصر نظم المعلومات الجغرافية

omaneducportal.com

## ١- الأجهزة (Hardware)

تقسم الأجهزة والوحدات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية إلى ثلاثة أنواع:

### أ- وحدات إدخال البيانات (Data Entry Units)

وتشمل الوحدات المستخدمة لإدخال البيانات بأشكالها المختلفة إلى الحاسب الآلي، مثل: الفأرة (Mouse) ولوحة المفاتيح (Keyboard) والماسح الضوئي (Scanner) وجهاز تحديد المواقع العالمي (GPS)، والشاشة التفاعلية (Interactive Screen).

### ب- وحدات المعالجة (Processing Units)

وهي الوحدات المستخدمة لمعالجة البيانات التي تم إدخالها ، وقد اقتصر الاعتماد في المراحل الأولى من تطور نظم المعلومات الجغرافية على الحواسيب الكبيرة (Mainframe Computers) الموضحة في الشكل (٤)، أو محطات العمل (Work Stations)، ومع تطور سرعة المعالجة وزيادة التخزين في الحواسيب الشخصية (Desktop PC) أصبح بالإمكان الاعتماد عليها في معالجة البيانات.

الشكل (٤) نموذج قديم للحواسيب الكبيرة (Mainframe Computers)

### ج- وحدات الإخراج (Output Units)

وهي الوحدات التي تستخدم لعرض وطباعة الخرائط والمعلومات بعد معالجتها مثل شاشة العرض (Screen Display) و الطابعة (Printer) للخرائط ذات المقاسات A4 و A3 ، كما يستخدم الرسام الآلي (Plotter) لطباعة الخرائط ذات المقاس A0.

omaneduportal.com

**النشاط ١**

- بالرجوع إلى مصادر التعلم ناقش ما يأتي:

١- أهمية النماذج الأحدث من الحواسيب الكبيرة في مجال الأبحاث في نظم المعلومات الجغرافية.

٢- استخدام الشاشة التفاعلية في وحدات إدخال البيانات.

## ٢- البرامج (Software)

يتطلب بناء نظم المعلومات الجغرافية واستخدامها توفر برامج أساسية، وتنقسم هذه البرامج إلى نوعين:

### أ- أنظمة التشغيل (Operating Systems)

هي البرامج والتطبيقات الأساسية لتشغيل وظائف جهاز الحاسوب، وتعدّ إصدارات برامج النوافذ (Windows) من شركة مايكروسوفت (Microsoft) و نظام تشغيل ماكنتوش (Mac OS) من شركة أبل (Apple) ونظام التشغيل لينكس (Linux) من أشهر برامج التشغيل العالمية.

### ب- برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS Software)

وهي برامج يتم تنصيبها في أنظمة التشغيل وتختص بتنفيذ عمليات نظم المعلومات الجغرافية من جمع البيانات ومعالجتها وتحليلها وإخراجها، وتنقسم برامج نظم المعلومات الجغرافية من حيث الملكية الفكرية وحقوق النص المصدري (لغة البرمجة) إلى:

#### ١- البرامج ذات الملكية الفكرية (Copyright GIS Software)

وهي برامج تنتجها شركات عالمية، ومن بينها مجموعة إصدارات (ArcGIS) لشركة إيزراي (Esri) ومجموعة إصدارات شركة (Erdas)، وتمتاز هذه الشركات بالاستمرارية والاستقرار، وتعمل على التطوير بناء على احتياجات السوق.

وتحتفظ هذه الشركات بالملكية الفكرية للنص المصدري (لغة البرمجة) لبرامجها، وتستخدم هذه البرامج على نطاق واسع في المؤسسات التخطيطية الحكومية والشركات الهندسية، وتتمتع هذه البرامج بكفاءتها و بتعدد تطبيقاتها البرمجية، وتُزَوَّد بالعديد من الأدوات التي تخدم جميع التخصصات الفنية، وتمتاز بتوفير الدعم الفني من خلال شركات التوزيع المحلية أو من الشركة الأم لحل المشكلات التي قد تصادفها، وتستخدم البرامج من خلال تراخيص تجدد سنويا مقابل رسوم محددة، كما قد تفرض رسوم إضافية تبعا لنوع الرخصة وعدد التطبيقات التي يمكن استخدامها.

omaneduportal.com

### ٢- برامج مجانية عامة و مفتوحة المصادر (Open Source):

ويتم تـطويرها من قبل مبرمجين أو جمعيات علمية وأكاديمية بهدف نشـر ثقافة نظم المعلومات الجغرافية في الحياة اليومية، وأصبحت من البرامج التي يمكن الاعتماد عليهـا ومن أمثلتها مجموعة برنامج (MapWindow GIS) و(QGIS)، وتتميز هذه البرامج ببساطـتها ، إذ تشـتمل على التطبيـقات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية ، كما تتميز بإمكانية قراءة معظم ملفات نظـم المعلومات الجـغرافية.

وهي عادة ما تكون في صورة بسيطة، ويطوّرها المستخدمون أنفسهم، إذ يوفر المبرمجون في الغالب النص المصدري (لغة البرمجة) للبرنامج، ويسـمحون بحُرِّية توزيعه لجميع المستخدمين أو إنتاج برامج مشتقة أو محسنة عن البرنامج الأصلي، وتحتاج هذه البرامج إلى مختصين لتقديم الدعم والمساندة الفنية، إذ تعاني بعضها من مشكلات برمجية وفنية، وقد تتأخر معالجة المشكلات.

## ٣- البيانات (Data)

تعتمد أهمية نظم المعلومات الجغرافية على كمية ونوعية البيانات المخزنـة فيه، وتعدّ البيانات العنصر الأكثر كلفة من بقية عناصر النظام في نظم المعلومات الجغرافية، وأصبحت تكلفة جمع البيانات المكانية منخفضة عما كانت عليـه في السـنوات الماضيـة، نظـرا لتطور التقنيـات الخاصـة بجمع هذه البيانات وتحديثها، وسيتم التطرق لهذا العنصر بالتفصيل في الدرس الثالث.

**النشاط ٢**

أ- وازن في جدول من تصميمك بين برامج نظم المعلومات الجغرافيـة ذات الملكية الفكرية والبرامج مفتوحة المصادر من حيث حقوق الملكية الفكرية، وحل المشكلات التقنية، والجهات التي تستخدمها.

ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ابحث عن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية على الشبكة العالمية للمعلومات (Web GIS) .

omaneduportal.com

## ٤. الموارد البشرية (Human Resources)

وهي العناصر البشـرية التي تقـوم بتطـوير نظـم المعلومـات الجغرافية وتشغيلها والاستفادة منها، ويمكن تصنيفها إلى:

### المطورون (Developers):

هم فئة الفنيين والمهندسـين الذين يقومون بتصميم البرامج والأجهزة الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية وتطويرها وتحديثها.

ويعتمد المطورون على لغات البرمجة، مثل جافا سكريبت (JavaScript)، و لغة البايثون (Python) في تصميم برامج نظم المعلومات الجغرافية، و تطبيقات فرعية خاصة بعمل بعض المؤسسات، مثل: تطبيقات نظم الجغرافية لشركات الكهرباء أو الصرف الصحي وشركات التنقيب عن البترول.

### المستخدمون (Users)

هم الفئة التي تستخدم نظم المعلومات الجغرافية في المجالات المختلفة مثل: المساحين والمختصين بعلم الخرائط والجغرافيين والمخططين وغيرهم من المستخدمين، ويسهم المستخدمون في تقديم التغذية الراجعة لتطوير البرامج وتحسينها.

### متخذو القرار (Decision Makers)

هم الفئة التي تستفيد من نتائج نظم المعلومات الجغرافية في دعم اتخاذ القرارات، وتشمل المديرين ورؤساء الشركات والمسؤولين في الجهات الحكومية أو المراكز البحثية، وتستفيد هذه الفئة من النتائج النهائية لنظم المعلومات الجغرافية والموضحة على هيئة خرائط وجداول وأشكال بيانية أو نماذج محاكاة، بهدف تبني الرؤية والتوجهات حول مشروع معين، أو استنتاج ملاحظات لتحسين المشروع وتطويره.

omaneducportal.com

## ٥- التطبيقات (Applications)

تتنوع مجالات استخدام نظم المعلومات الجغرافية، فهي ليست محددة بمجال معين؛ ذلك لأن المجالات البيئية والهندسية والتخطيطة تُعَدّ من أهم تطبيقاتها حاليا.

**أضف إلى معلوماتك**

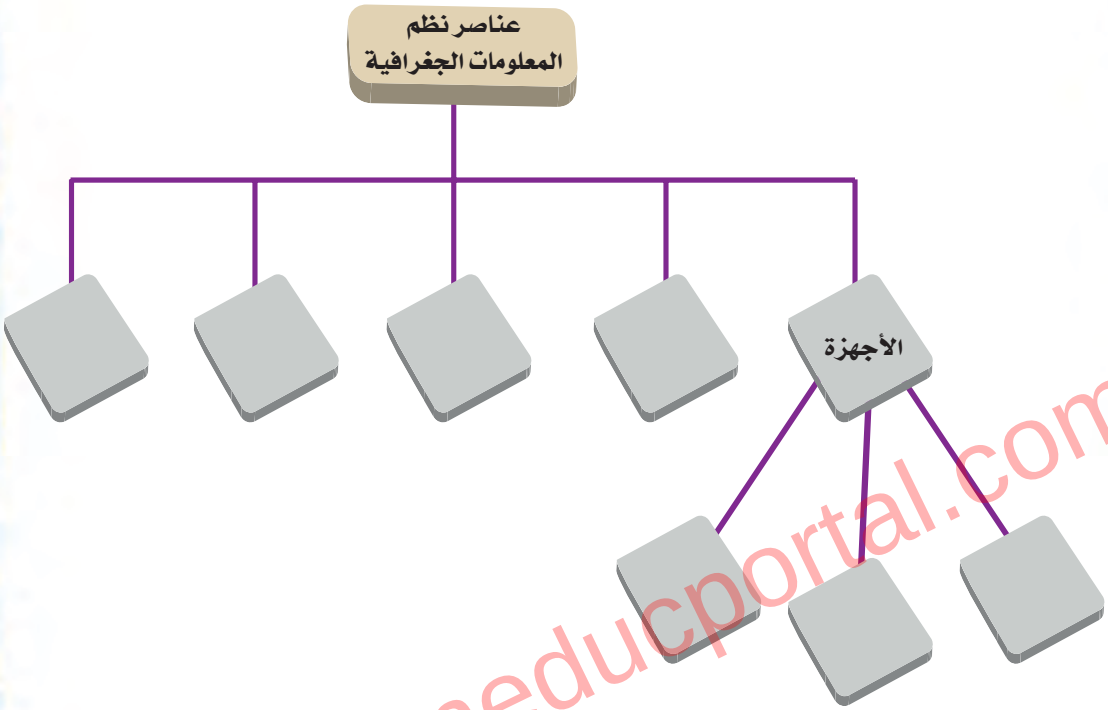
تخدم بعضُ تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية الاستخدامَ العامَّ، وتكون متاحة لجميع فئات المجتمع، مثل: تطبيقات الخرائط التفاعلية العامة للتعداد السكاني، والخرائط التفاعلية السياحية، في حين أن بعض التطبيقات تختص بعمل جهات تخطيطية ورقابية معينة، مثل: تطبيقات إدارة الخدمات (الكهرباء، المياه، الاتصالات)، وتطبيقات إدارة البنى الأساسية (الطرق، النقل والمواصلات)، علاوة على المجالات البيئيّة والأمنيّة.

## النشاط ٣

أ- ما أهمية تطوير تطبيقات خاصة لعمل بعض الشركات؟

ب- كيف يسهم متخذو القرار في تعزيز استخدام نظم المعلومات الجغرافية في مؤسساتهم؟

ج- انقل خريطة المفاهيم إلى دفترك، ثم أكمل البيانات الناقصة.




د- ناقش ومجموعتك أهمية التكامل بين عناصر نظم المعلومات الجغرافية.

omaneducportal.com

## الدرس الثالث

# البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

تزايدت عملية تدفق البيانات عن كوكب الأرض منذ إطلاق القمر الصناعي الأمريكي لاندسات (LANDSAT) الأول في عام ١٩٧٢م، وأجيال الأقمار الصناعية التي جاءت بعد ذلك، كما أتاحت التقنيات الرقمية الحديثة المستخدمة في عمليات المساحة الأرضية والجوية زيادة دقة البيانات ومساحاتها التخزينية في قواعد البيانات.

**في هذا الدرس:**

**أتعلّم:**

- أهمية البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.
- مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.
- أنواع البيانات وتقسيمها.

**مفاهيم أتعلمها:**

الطبقات، المطابقة، البيانات المكانية، البيانات الوصفية، المصادر الأولية للبيانات، المصادر الثانوية للبيانات.

## أهمية البيانات

تعدّ البيانات في نظم المعلومات الجغرافية المادة الأساسية لعملية التحليل والمعالجة والإخراج، والبيانات الخام وهي: (مجموعة من الحقائق أو الأفكار أو القياسات) يتم تحويلها ومعالجتها إلى معلومات مفيدة، فمثلا دليل الهاتف يحوي أرقاما وأسماء تمثل بيانات خام، ولكن عندما نقوم بالبحث عن اسم شخص ورقمه وهاتفه فإنها تتحول إلى معلومات.

وفي التحليل المكاني تؤثر دقة البيانات وخلوها من الأخطاء في النتائج النهائية، كما قد تؤثر في صناعة القرار لدى المسؤولين.

وترتبط دقة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية بدقة مصادر البيانات المختلفة التي تعتمد عليها، بالإضافة إلى دقة عملية إدخال البيانات وترميزها ومعالجتها. وتُشَكِّل البياناتُ بشكل عام القسمَ الأكثرَ كُلْفَةً بين عناصر نظم المعلومات الجغرافية، ولعل هذه الكُلْفة تقل بمرور الوقت وبمدى توفر البيانات الأساسية للمشاريع وتراكمها، ويتم ذلك من خلال البناء على تلك البيانات الأساسية لاحقًا وإنتاج البيانات الأخرى، كما تقل الكُلْفة أيضا من خلال تبني مفهوم مشاركة البيانات المكانية بين المؤسسات المختلفة.

## مصادر البيانات (Data Sources)

تنقسم مصادر البيانات في نظم المعلومات الجغرافية إلى:

### ١- مصادر البيانات الأولية (Primary Data Sources)

هي البيانات التي تم جمعها عن طريق المسح الميداني مثل بيانات المساحة الأرضية والجوية.

omaneducportal.com

## ٢- مصادر البيانات الثانوية (Secondary Data Sources)

هي البيانات التي تُجْمع من الدراسات والمواد المنشورة، مثل: النشرات الورقية للتعداد السكاني.

## أنواع البيانات

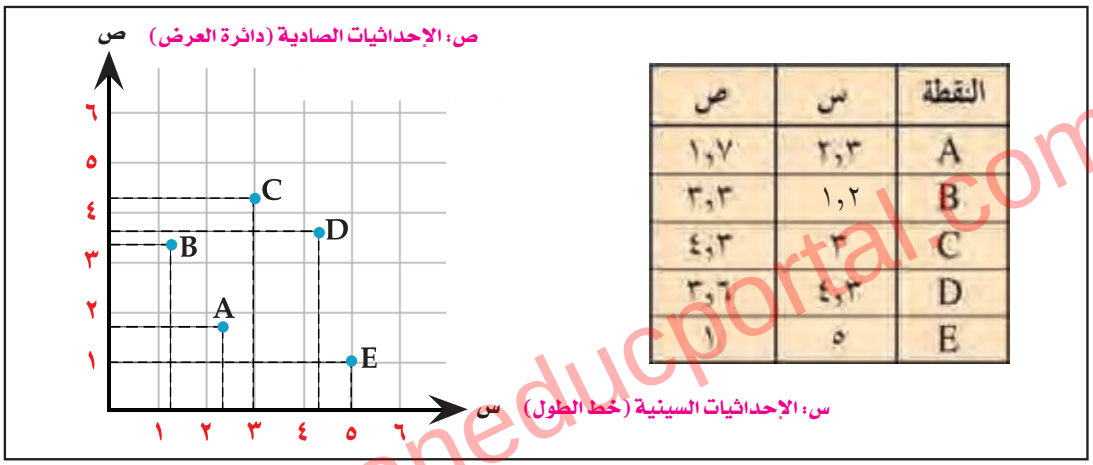
تنقسم البيانات في نظم المعلومات الجغرافية إلى نوعين:

**١- البيانات المكانية (Spatial Data)**

**٢- البيانات الوصفية (Attribute Data)**

### أولاً: البيانات المكانية (Spatial Data)

هي البيانات التي لها علاقة بالحَيّز المكاني (سطح الأرض)، وتعرف بأنها بيانات عن المواقع والظواهر الجغرافية المختلفة، وهي مرتبطة بمواقع الظواهر الجغرافية على الأرض من خلال إحداثيات جغرافية محددة، الشكل(٥).




| النقطة | س | ص |
|---|---|---|
| A | ٢,٣ | ١,٧ |
| B | ١,٢ | ٣,٣ |
| C | ٣ | ٤,٣ |
| D | ٤,٣ | ٣,٦ |
| E | ٥ | ١ |

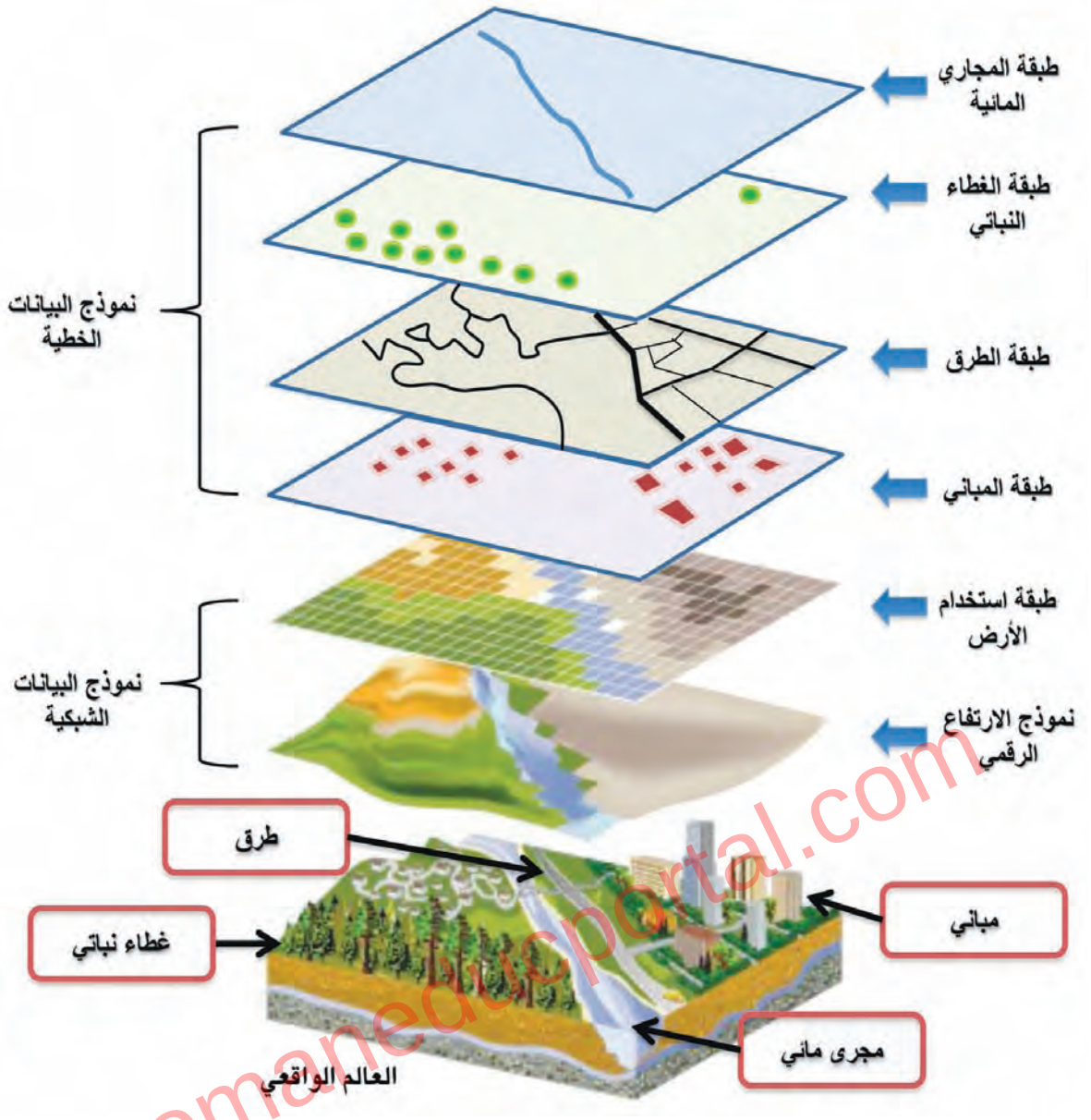
الشكل(٥) ربط المواقع بالإحداثيات

omaneducportal.com

وللتغلب على الكَمّ الهائل من البيانات تخزن البيانات المكانية على شكل طبقات (Layers)، وكل طبقة تمثل ظاهرة مكانية معينة، وفي الغالب تغطي الطبقات نفس المساحة من الأرض بما عليها من ظواهر طبيعية وبشرية، فعلى سبيل المثال، شبكة الطرق في الشكل (٦) تمثل في طبقة مختلفة عن طبقة المباني، إلا أن كلا من الطبقتين تغطيان المساحة نفسها من الأرض.

### أضف إلى معلوماتك

تساعد عملية المطابقة (Overlay) (تجميع الطبقات بعضها فوق بعض) لمنطقة جغرافية معينة على تحليل العلاقات بين الظواهر، مثل: تحليل العلاقة بين طبقة المجاري المائية وطبقة انتشار الغطاء الزراعي والظواهر المشتركة، مثل: تأثيرالفيضانات على الغطاء النباتي. كما تساعد المطابقة أيضا في إنتاج الخرائط وِفْقاً لموضوعها.




omaneduportal.com

الشكل (٦) تمثيل البيانات المكانية على شكل طبقات

**وتتمثل أهمية تنظيم البيانات المكانية وتخزينها في طبقات في الآتي:**

١- المرونة في معالجة كل طبقة تمثل ظاهرة جغرافية على حدة.

٢- سهولة إدارة البيانات وتنظيمها.

٣- تقليل احتمال حدوث الأخطاء، إذ يتم تركيز العمل على طبقة محددة، وتأمين بقية الطبقات.

٤- تسهيل تحديث البيانات في الطبقات، كما يرفع دقة عمليات التحديث.

## النشاط ١

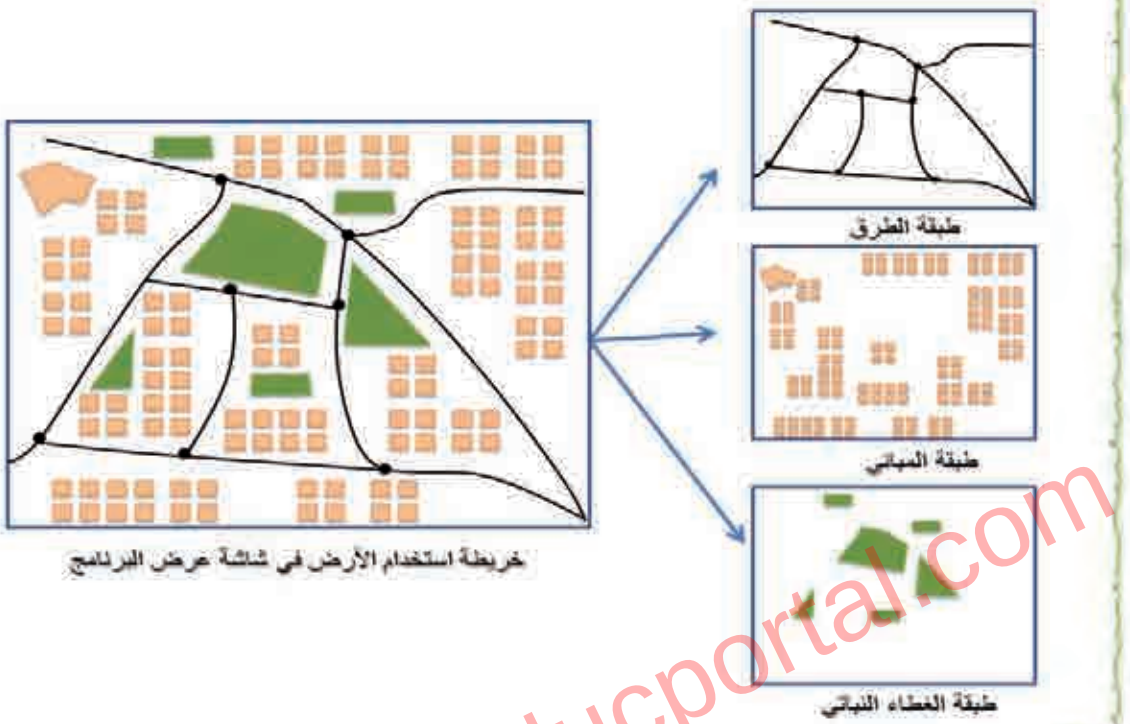
أ- وَضّح الفرق بين البيانات والمعلومات، مع إعطاء مثال على المجال السكاني.

ب- عرّف مفهوم البيانات المكانية، مع ذكر أمثلة عليها من بيئتك المحلية؟

ج- وَضّح أهمية المطابقة (Overlay).

د- بالاستعانة بالشكل أدناه فَسّر العبارة التالية:

«استحالة دمج الطبقات في نظم المعلومات الجغرافية في طبقة واحدة».




omaneducportal.com

## (تطبيق عملي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

**عنوان التطبيق:** مفهوم الطبقات (layers).

**الهدف من التطبيق:** التعرف على مفهوم الطبقات (layers) في نظم المعلومات الجغرافية.

**المتطلبات:** التطبيق العملي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

**المهام:**

١- افتح برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

٢- انقل الطبقات التي تمثل ظاهرات نقطية وخطية ومساحية من ملف التمرين واستعرضها في جدول المحتويات ولوحة العرض.

٣- سجل ما تعلمته حول مفهوم الطبقات في نظم المعلومات الجغرافية.

٤- وضح لماذا تخزن البيانات المكانية على شكل طبقات (Layers)؟

## ثانيا: البيانات الوصفية (Attribute Data)

تمثـل البيانات الوصفية صفات البيانات المكانية وخصائصها، وتخزن هذه البيانات في جدول يتكون مـن صفوف يمثل الحالات (الظواهر) وأعمـدة توضح المتغيرات (خصائص الظاهرة)، وتندرج البيانات الوصفية في الأعمدة ضمن أربع صيغ موضحة كآلاتي:

### ١- صيغة النص والرمز (Text and Character Format)

تضم وَصْفاً لخصائص الظاهرة وتستخدم الحروف أو الأرقام أو كليهما معاً، ولا تُعَامل الأرقام في هذه الحقول إحصائيا، إذ لا يمكن إجراء عمليات الجمع والطرح عليها، مثل عموديْ نوع المبنى والعنوان في جدول (١).

### ٢- صيغة الرقم (Numeric Format)

وتضم أرقاماً صحيحة ونسباً ودرجات، ويمكن التعامل مع هذه البيانات إحصائيا مثلـــ عمود عدد الطوابق في الجدول (١).

### ٣- صيغة التاريخ والزمن (Date/Time Format)

تضم البيانات المتعلقة بالتاريخ والزمن، مثل عمود تاريخ البناء.

### ٤- صيغة الوسائط (BLOB Format)

تخزن البيانات فيها على هيئة صور ووسائط متعددة، مثل عمود صورة المبنى.

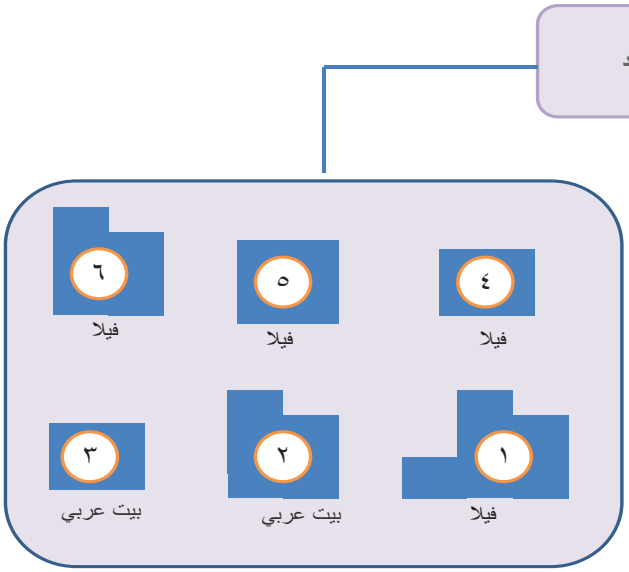
omaneducportal.com

| | أعمـــــــدة | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| صفـــوف | حقل التعريف الموحد (Feature ID) | نوع المبنى | عـدد الطوابق | العـنـوان | تـاريـخ البنـــاء | صـــورة المبنى |
| | ١ | فيـــلا | ٢ | سكة ٤١٢ | ٢٠٠٢/٢/١ | |
| | ٢ | مركز تجاري | ٣ | سكة ٢٣٤ | ٢٠٠٨/٤/٣ | |
| | ٣ | مصنـع | ٢ | سكة ٤١٢ | ٢٠١٦/١/٥ | |

جدول(١) قاعدة بيانات وصفية للمباني

وكل البيانات المكانية في الطبقات ترتبط بجدول البيانات الوصفية من خلال عنصر مشترك يربطهما، وهو حقل التعريف الموحد (Feature ID)، كما يوضحه الشكل (٧).

**ويساعد حقل التعريف الموحد في تسهيل إجراء عمليات التحليل المكاني، مثل الاستفسار والاشتقاق، بالإضافة إلى تحديث البيانات وربطها بجداول بيانات وصفية أخرى للظاهرة ذاتها.**




طبقة المباني السكنية

| حقل التعريف الموحد | الحلة | تصنيف المبنى | عدد أفراد الأسرة | عدد الغرف | عدد الطوابق |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | الأولى | فيلا | ٨ | ٥ | ٢ |
| ٢ | الثانية | بيت عربي | ٥ | ٤ | ٢ |
| ٣ | الثالثة | بيت عربي | ٤ | ٣ | ١ |
| ٤ | الثانية | فيلا | ٤ | ٣ | ١ |
| ٥ | الأولى | فيلا | ٣ | ٤ | ٢ |
| ٦ | الثالثة | فيلا | ٨ | ٦ | ٣ |

جدول البيانات الوصفية لطبقة المباني السكنية

الشكل (٧) الربط بين جدول البيانات الوصفية والبيانات المكانية من خلال حقل التعريف الموحد (Feature ID)

omaneducportal.com

## النشاط ٢

أ- وازن فـي جدول بين البيانات المكانية والبيانات الوصفية، من حيث: المفهوم والتخزين والأهمية، مع ذكر أمثلة لكل نوع من البيانات من بيئتك المحلية.

ب- ما الفرق بين الأعمدة والصفوف في جدول البيانات الوصفية؟

ج- بالتعاون مع أحد زملائك، وبالاستعانة بالجدول (١) صفحة (١٢٤)، صمم قاعدة بيانات وصفية في دفترك لـ :

١- عدد من المحـلات التجارية المحيطة بمنزلك، على أن تشمل البيانات التاليـة: حقل التعريف الموحد، رقم المبنى " إن وجد"، مـادة البنـاء، عدد الطوابق، نوع السلع المعروضة.

٢- المخطط المقابل.

## (تطبيق عملي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

**عنوان التطبيق:** جدول البيانات الوصفية (Attribute Data).

**الهدف من التطبيق:** التعرف على جدول البيانات الوصفية.

**المتطلبات:** التطبيق العملي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

**المهام:**

١- افتح برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

٢- انقل الطبقة التي يحددها لك معلمك، من ملف التمرين واستعرضها في جدول المحتويات ولوحة العرض.

٣- قم باستعراض جدول البيانات الوصفية للطبقة، وسجل ملاحظاتك.

٤- وضح مم يتكون جدول البيانات الوصفية.

٥- لاحظ الفرق بين صيغ البيانات في الأعمدة بجدول البيانات الوصفية ، وأعط مثالا لكل صيغة.

## أهمية نظم المعلومات الجغرافية في إدارة البيانات المكانية

أصبحت المؤسسات التي تتعامل مع البيانات المكانية بحاجة إلى نظام لإدارة قواعد البيانات (Database Management System) بهدف معالجتها وتخزينها في قواعد بيانات جغرافية مكانية (Spatial Database)، إذ تمثل قواعد البيانات المكانية الوعاء الذي تجمع فيه البيانات بحيث يسهل استرجاعها بشكل منظم.

وتعدّ نظم المعلومات الجغرافية إحدى الحلول والتقنيات المهمة لإدارة البيانات المكانية، إذ تتمثل إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في هذا المجال من خلال:

**١- جمع البيانات من مصادر مختلفة.**

**٢- تخزين البيانات.**

**٣- إدارة البيانات وربطها.**

**٤- استرجاع البيانات وعرضها.**

**٥- تعديل البيانات وتحويلها.**

**٦- تحليل البيانات وإنتاج أنماط أخرى منها.**

**٧- إخراج المعلومات وإنتاجها.**

omaneduportal.com

## تخزين البيانات المكانية (Spatial Data Storage)

تخزن البيانات في نظم المعلومات الجغرافية في قواعد بيانات مكانية (Spatial Database) على الحواسيب الشخصية ، وفي محطات العمل، والخوادم (Servers)؛ لتسهيل المحافظة على البيانات وأرشفتها وتبادلها بشكل آمن، كما يمكن تبادل البيانات داخليا ضمن المؤسسة الواحدة، أو مشاركتها مع بقية المؤسسات الأخرى وفقا للصلاحيات المحددة مسبقا للمستخدمين، بحيث يمكن تصفح بعض البيانات العامة، في حين توضع قيود(صلاحيات) للوصول إلى بعض البيانات الأخرى.

## تخزين بيانات نظم المعلومات الجغرافية سحابيا (Cloud GIS)

أتاحت الثورة العلمية في مجال تخزين البيانات وتحول عملية التخزين إلى خوادم افتراضية على شبكة المعلومات العالمية ظهور ما يعرف بالحوسبة السحابية ، إذ أمكن توظيف هذه التقنية (الحوسبة السحابية) في جمع البيانات المكانية من المستخدمين وقواعد البيانات المكانية من مختلف دول العالم وتخزينها في خوادم عالية التخزين والحماية تمتلكها شركات ومؤسسات متخصصة على المستوى الدولي كما هو موضح في الشكل(٨).

كما أصبح بالإمكان لمختص في نظم المعلومات الجغرافية من محافظة مسقط العمل على المشروع البحثي مع مختص آخر من محافظة ظفار في الوقت نفسه من خلال مشاركة البيانات المكانية وتحليلها سحابيا من خلال توظيف متصفحات نظم المعلومات على شبكة المعلومات العالمية (Web GIS) وتطبيقات الهواتف الذكية والحواسيب الشخصية.

omaneducportal.com

### أضف إلى معلوماتك

**الحوسبة السحابية:** تقنية ساهمت في الربط بين قواعد البيانات المكانية الموزعة حول العالم وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، لكن يثار عن هذه التقنية بعض القضايا كدرجة أمن البيانات المكانية المخزنة بها وخاصة ما يتعلق بالبيانات المكانية الخاصة بكل دولة، في ظل امتلاك شركات أو مؤسسات دولية خاصة لهذه التقنية وإمكانية إطلاعها على بيانات تلك الدول، إضافة إلى قضايا حقوق الملكية الفكرية وحقوق تعديل البيانات ونقلها والمشاركة بها؛ فهذه الحقوق تندرج ضمن أخلاقيات نظم المعلومات الجغرافية (The Ethics of GIS) .

شكل (٨) الحوسبة السحابية (Cloud GIS) .

omaneducportal.com

**النشاط ٣**

أ- اذكر أهمية إدارة قواعد البيانات في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.

ب- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، ابحث ومجموعتك عن:

١- مزايا التخزين السحابي وسلبياته.

٢- أمن البيانات المكانية.

٣- أخلاقيات نظم المعلومات الجغرافية.

# الدرس الرابع
# تمثيل البيانات المكانية

**في هذا الدرس :**

**أتعلّم :**

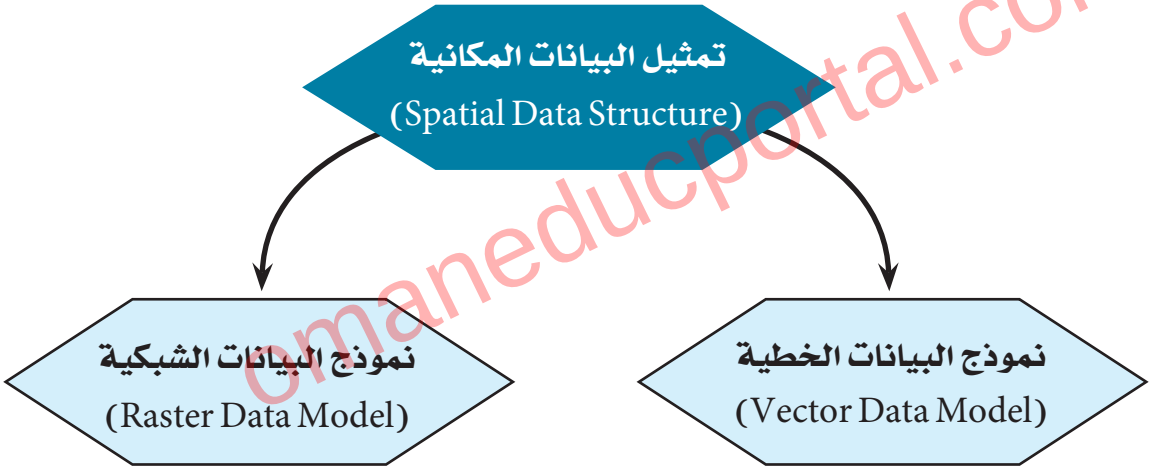
- الفرق بين نموذج البيانات الخطية ونموذج البيانات الشبكية.
- تمثيل البيانات الخطية والبيانات الشبكية.

**مفاهيم أتعلمها :**

البيانات الخطية، البيانات الشبكية، درجة الوضوح المكانية.

تحتوي نظم المعلومات الجغرافية على طرق مبسطة لبناء قواعد البيانات المكانية، فكل ظاهرة مكانية تمثل عن طريق الإحداثيات السينية والصادية مع إيجاد العلاقة بين مكوناتها المكانية.

وتمثل البيانات المكانية الرقمية باستخدام أحد النموذجين الآتيين (الشكل٩):

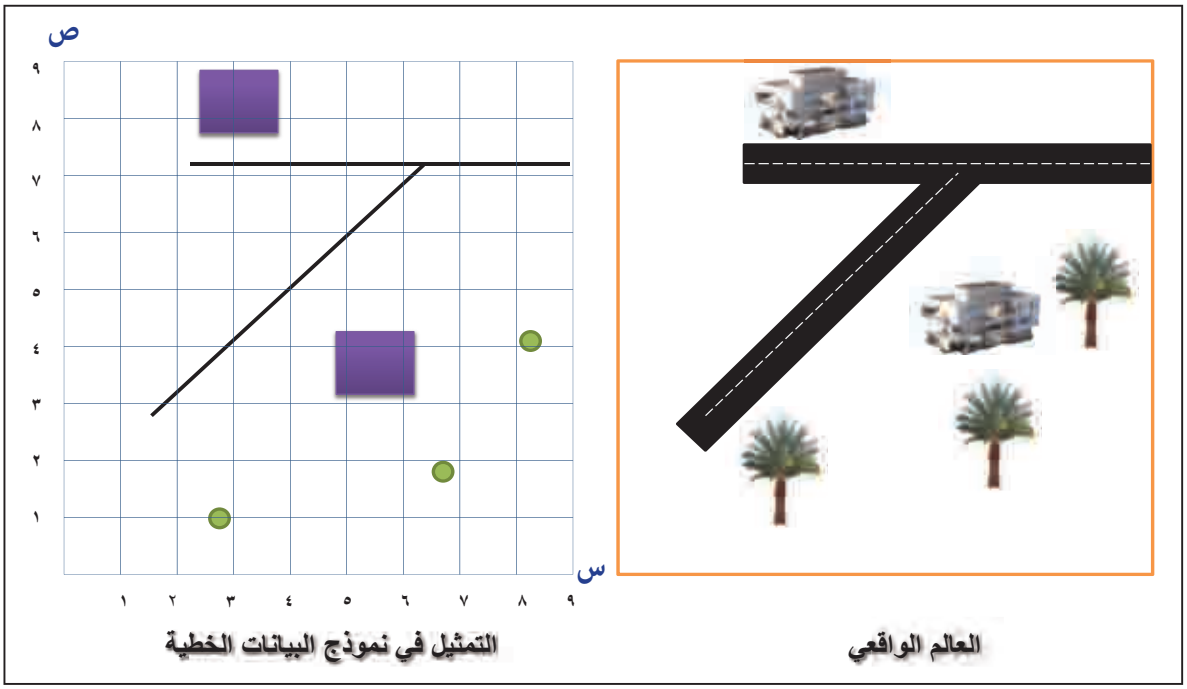



شكل (٩) تمثيل البيانات المكانية (Spatial Data Structure)

omaneducportal.com

## أولا: نموذج البيانات الخطية (Vector Data Model)

تخزن الظواهر الجغرافية في هذا النموذج على شكل نقاط (Points) أو خطوط (Lines) أو مساحات (Areas) ، باستخدام قائمة مرتبة من الإحداثيات (الإحداثيات السينية (خط الطول) والصادية (دائرة العرض))، كما هو موضح في الشكل (١٠).

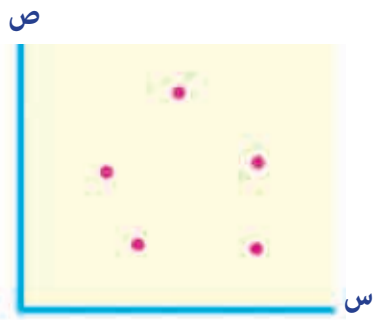



الشكل (١٠) نموذج البيانات الخطية (Vector Data Model)

ويتكون نموذج البيانات الخطية من:

## النقطة (Point)

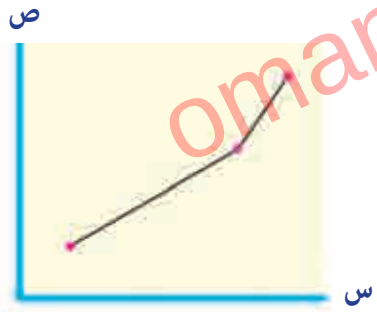
يستخدم لتمثيل بيانات الظواهر النقطية ، مثل موقع مدينة، بئر، محطة وقود، أعمدة هاتف (الشكل ١١).




الشكل (١١)النقطة

## الخط (Line)

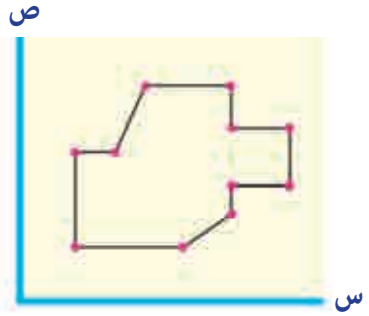
تستخدم لتمثيل بيانات الظواهر الخطية مثل الطريق، أو مجرى مائي وله عدة أشكال مثل الخط المستقيم والمنحنى والمنكسر(الشكل ١٢).




الشكل (١٢) الخط

## المساحة (Area)

تستخدم لتمثيل بيانات الظواهر التي تشغل مساحة محددة من الأرض، إذ تتكون المساحة من ثلاث نقاط أو أكثر وتكون فيها نقطة البداية والنهاية واحدة بحيث تشكل مساحة مغلقة، مثل المزارع والمناطق العمرانية (الشكل ١٣).




الشكل (١٣)المساحة

omaneducportal.com

**وتوجد مجموعة من الإيجابيات والسلبيات لطريقة التمثيل باستخدام نموذج البيانات الخطية، ويمكن تلخيصها في الآتي:**

### الإيجابيات:

١- تبسيط التمثيل الجغرافي للمعالم الطبيعية.

٢- فصل البيانات الخطية (النقطة ، الخط ، المساحة) عند التمثيل في طبقات.

٣- إظهار العلاقات المكانية بين النقاط والخطوط والمساحات وهو ما يُعرف بالبناء الطبولوجي.

٤- سهولة ربط نموذج البيانات الخطية بالبيانات الوصفية.

٥- سهولة إجراء العمليات التحليلية والقياسات، مثل: حساب الطول والمساحة والاتجاه.

٦- سهولة المعالجة والتحديث والتصحيح.

٧- صغر حجم الملف النهائي للبيانات.

### السلبيات:

١- لا تعطي الصورة الحقيقية لتمثيل الظواهر المتصلة مثل الارتفاعات ودرجات الحرارة.

٢- تتطلب وضع نموذج للتخزين والإدارة.

٣- تحتاج إلى تصميم خرائط لعرضها للمستخدمين.

٤- ظهور الأخطاء البشرية عند إدخال البيانات.

omaneducportal.com

**النشاط ١**

أ- ابحث ومجموعتك عن ظواهر جغرافية من بيئتك، وصنف طريقة تمثيلها بنموذج البيانات الخطية إلى نقطة وخط ومساحة.

ب- ناقش وزملاءك ما يأتي:

١- سهولة تحديد الأخطاء والتعديل في نموذج البيانات الخطية.

٢- تؤثر الأخطاء البشرية في نموذج البيانات الخطية على دقة البيانات.

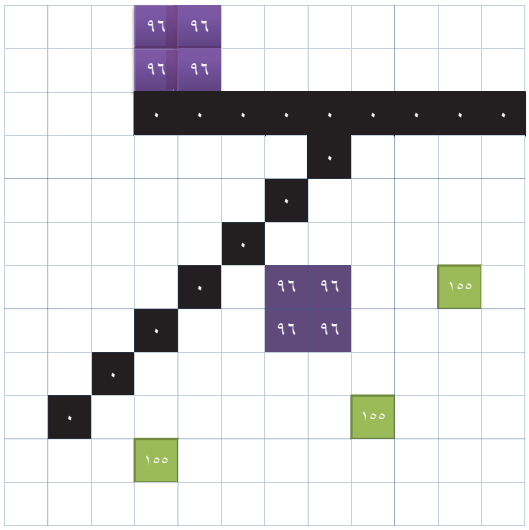
ج- وضح أهمية نموذج البيانات الخطية في تمثيل المخططات السكنية.

## ثانياً: نموذج البيانات الشبكية (Raster Data Model)

إن الاستخدام الرئيسي للبيانات الشبكية جاء من تكنولوجيا الصور الفضائية والجوية، إذ يتم تمثيل مواقع الظواهر الجغرافية (طبيعية - بشرية) على شكل بنية شبكية (Grid Structure)، كما يوضحه الشكل(١٤).

الشكل (١٤) نموذج البيانات الشبكية (Raster Data Model)

ويقوم هذا النموذج باستخدام الشبكة (Grid) أو الخلايا (Pixels) لتخزين البيانات الجغرافية المختلفة وعرضها ، بحيث يكون لكل خلية قيمة عددية محددة تعبر عن نوع الظاهرة التي تمثلها كما هو موضح في الشكل (١٥).




شكل (١٥) القيم العددية للخلايا الشبكية

omaneducportal.com

## تمثيل الظواهر الجغرافية بنموذج البيانات الشبكية

يتم تمثيل الظواهر الجغرافية بنموذج البيانات الشبكية على النحو الآتي :

### ١- الظواهر النقطية مثل (الأشجار، أعمدة الإنارة)

تمثل بخلية واحدة، ومثال ذلك الخلايا باللون الأخضر في الشكل (١٥).

### ٢- الظواهر الخطية مثل (الأودية، الطرق)

تمثل بعدد من الخلايا التي لها قيمة عددية واحدة، وتسير عادة في اتجاه واحد أو أكثر من اتجاه، حسب اتجاه الظاهرة، ومثال ذلك الخلايا باللون الأسود في الشكل السابق.

### ٣- الظواهر المساحية (المزارع، المناطق المبنية)

تمثل بعدد من الخلايا المترابطة تحمل نفس القيمة العددية، ومثال ذلك الخلايا باللون البنفسجي في الشكل السابق.

**وتوجد مجموعة من الإيجابيات والسلبيات لطريقة التمثيل باستخدام نموذج البيانات الشبكية، ويمكن تلخيصها في الآتي:**

omaneducportal.com

**الإيجابيات:**

١- تمثل الظاهرة بصورة أقرب للواقع.

٢- تتميز البيانات الشبكية بخاصية الاتصال؛ إذ أنها تغطي كامل منطقة الدراسة؛ لذلك تعد مناسبة لتمثيل الارتفاعات والانخفاضات على سطح الأرض، وغيرها من الظواهر الطبيعية.

٣- يعتبر مثالياً في تمثيل المساحات المتداخلة التي يصعب تمييزها و الفصل بينها، مثل بيانات أنواع التربة والغطاء النباتي.

٤- قلة التكاليف وسرعة إنجاز التحليل.

٥- يمكن استخدام نموذج البيانات الشبكية لجمع البيانات عن مساحات شاسعة من سطح الأرض.

٦- تُعد مصدراً لنموذج البيانات الخطية.

**السلبيات:**

١- ترتبط دقة التفاصيل ودرجة وضوحها في البيانات الشبكية بدرجة الوضوح المكانية.

٢- تحتاج البيانات الشبكية إلى مساحة تخزينية كبيرة في أجهزة التخزين.

٣- صعوبة تمييز بعض الظواهر الجغرافية في حالة انخفاض درجة الوضوح المكانية.

٤- غير مناسبة لتحليل المعالم والبيانات الجغرافية بشكل مباشر.

٥- تحتاج إلى أدوات وخبرات متقدمة للمعالجة والتصحيح.

**أضف إلى معلوماتك**

**درجة الوضوح المكانية**

**(Spatial Resolution)**

تعتمد درجة الوضوح المكانية في نموذج البيانات الشبكية على حجم الخلايا وعددها، فكلما كان عدد الخلايا أكثر كانت درجة الوضوح أعلى والعكس صحيح، وكلما زادت درجة الوضوح المكانية زادت المساحة التخزينية لملف البيانات.

**النشاط ٢**

أ- ابحث ومجموعتك عن ظواهر جغرافية من بيئتك يمكن تمثيلها بنموذج البيانات الشبكية.

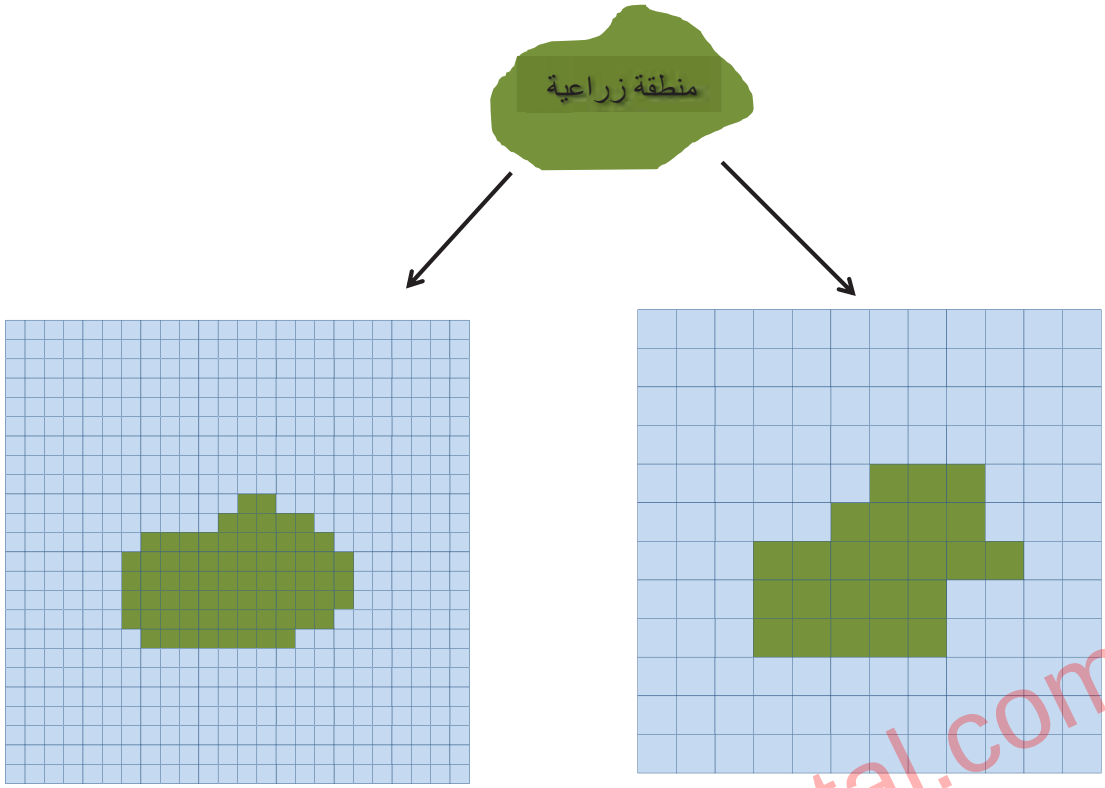
ب- انقل الشكل أدناه إلى دفترك، ثم استخدم الألوان لتمثيل الظاهرات من خلال تتبع القيمة الرقمية لكل خلية .

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ١ | ٣ | | | | |
| | ١ | | | ٢ | ٢ | |
| | | ١ | | ٢ | ٢ | ٢ |
| | | | ١ | | ٢ | ٢ |
| | | | | ١ | | |
| | ٣ | | ٣ | | ١ | ١ |

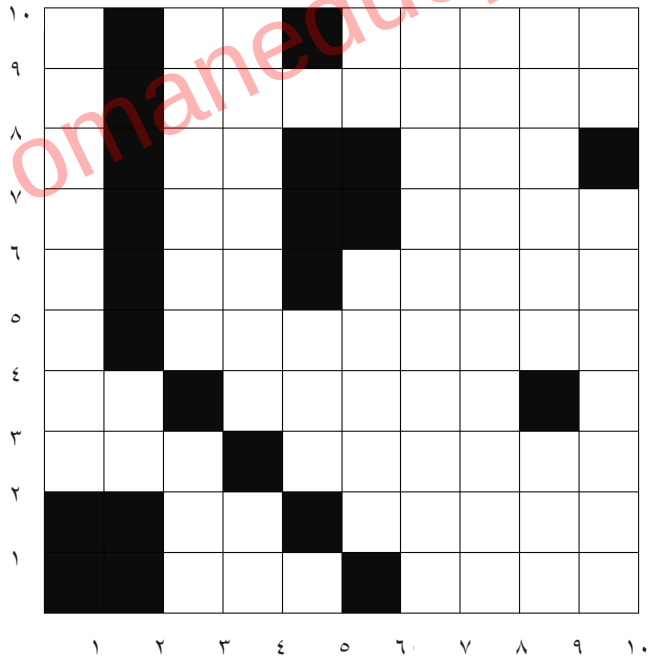
omaneducportal.com

ج- فسر العبارة الآتية " تمثل البيانات الشبكية الظواهر الجغرافية بصورة أقرب للواقع".

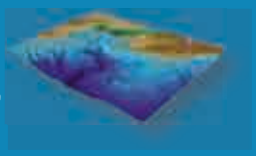
د- بالاستعانة بالشكل أدناه، فسر العلاقة بين درجة الوضوح المكانية وعدد الخلايا.



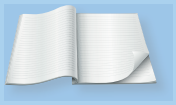

هـ- انقل الشكل أدناه إلى دفترك وحوّل البيانات الشبكية إلى بيانات خطية (نقطة، خط، مساحة):




omaneducportal.com



# الدرس الخامس
# وظائف نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها



**في هذا الدرس:**

**أتعلّم:**

- وظائف نظم المعلومات الجغرافية.
- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.

**مفاهيم أتعلمها:**

التحليل المكاني، الاستفسارات، القياسات، التحويلات، الإحرامات، الاشتقاق، تحليل الشبكات، المحاكاة، الاختيار الأمثل.

تساعد نظم المعلومات الجغرافية بما تمتلكه من تقنيات التحليل المكاني على تقليل الوقت المخصص لإجراء الدراسات والأبحاث ومعالجة البيانات وإنتاج الخرائط، إضافة إلى تقليل الأخطاء البشرية والكلفة على المدى البعيد .

## أولا: وظائف نظم المعلومات الجغرافية

تتلخص وظائف نظم المعلومات الجغرافية في الآتي:

### ١- الاستعلام (Identify) والاستفسار (Query)

وهما من عمليات التحليل الأساسية التي يمكن فيها استرجاع البيانات الخاصة بالظاهرة أو إجراء بعض التحليلات الشرطية كما هو في الاستفسار، دون أن يكون هناك أثر في قواعد البيانات. ومعظم برامج نظم المعلومات الجغرافية تعطي المستخدم فرصة التفاعل مع البيانات الجغرافية( بشقيهما المكاني والوصفي).

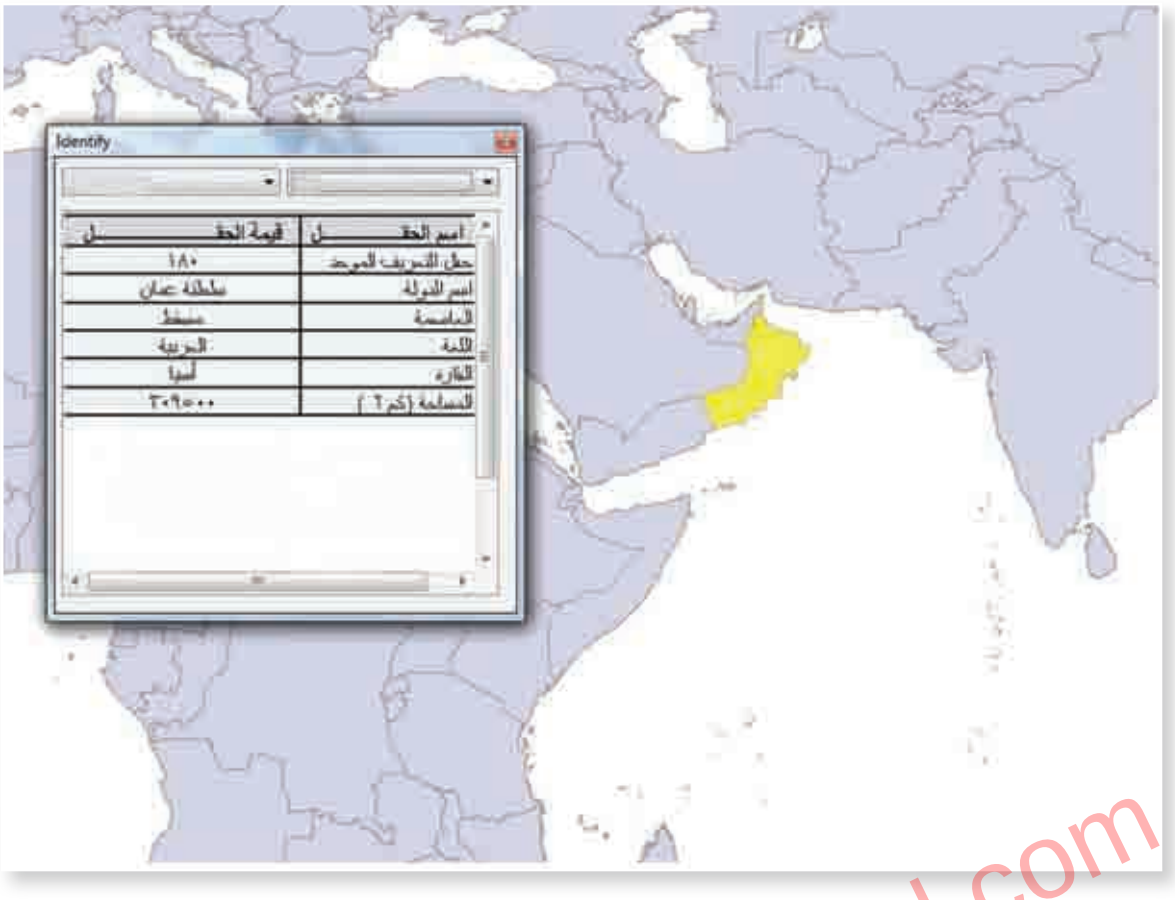
وفي الاستعلام (Identify) يسمح للمستخدم بمجرد النقر على أي معلم في أي طبقة باسترجاع البيانات وإظهارها في نافذة مستقلة ، إذ يمكن الحصول على بيانات سلطنة عمان بمجرد النقر على خريطة سلطنة عمان كما يظهر في الشكل (١٦).

omanreducportal.com

**أضف إلى معلوماتك**

**التحليل المكاني**

يعتبر التحليل المكاني (Spatial Analysis) المحرك الأساسي في نظم المعلومات الجغرافية، إذ تظهر أهميته في معالجة وتحليل البيانات الجغرافية الخام وتحويلها إلى معلومات مفيدة تساعد صناع القرار على دعم اتخاذ القرار، وقد أضافت التقنية الحديثة في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية بُعْدا مميزا ساعد على إنجاز العمل في وقت قياسي، بعدما كانت تنجز باستخدام الطرق الكارتوجرافية التقليدية وتستغرق فترات زمنية طويلة.




الشكل(١٦) نافذة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية توضح نتيجة الاستعلام عن سلطنة عمان

omaneducportal.com

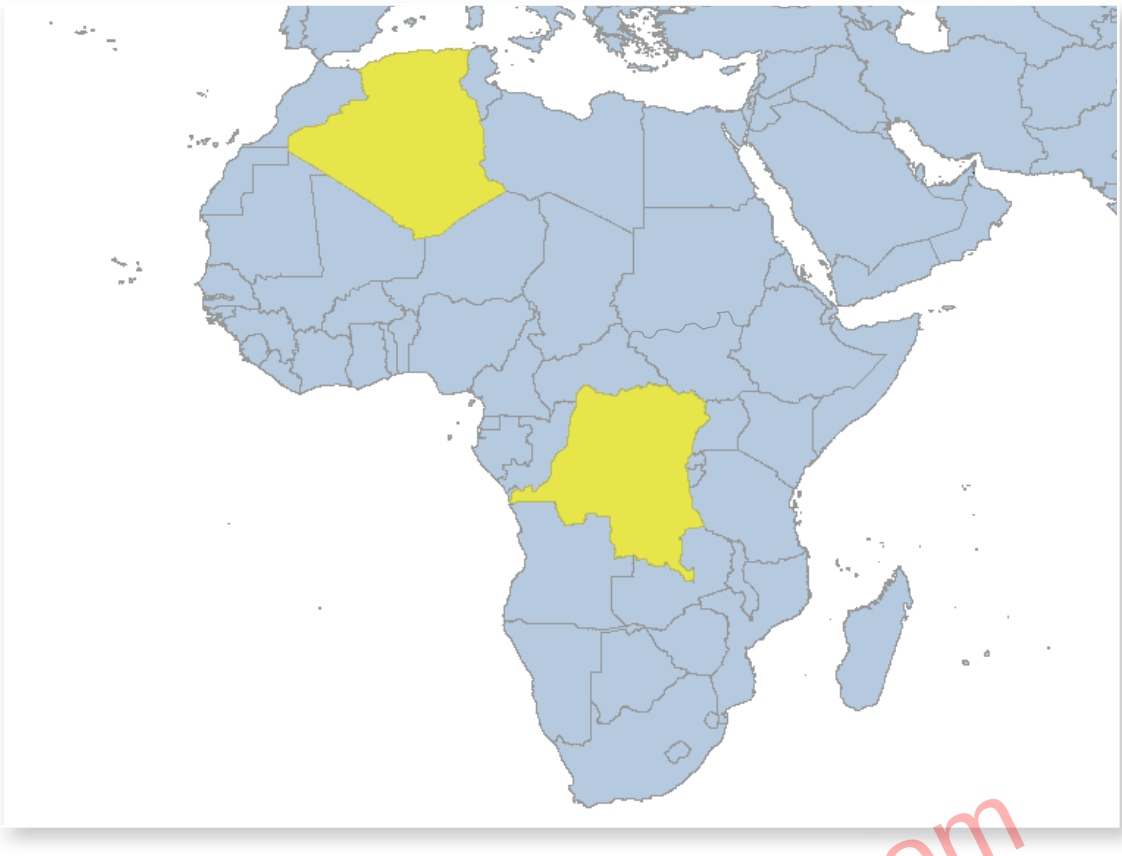
بينما في الاستفسار (Query) يتم كتابة شروط في نافذة المعادلة، ويقوم البرنامج بتطبيقها على جدول البيانات للطبقة المستهدفة، ويتم إظهار النتائج بلون مميز، وتنقسم الاستفسارات إلى ما يأتي:

### ١- الاستفسارات البسيطة:

يتم كتابة معادلة محددة ومباشـرة، فعلى سبيل المثال: (ابحث عن ولاية مطرح، أو عاصمة سلطنة عمان).

### ٢- الاستفسارات الشرطية:

يتم كتابة المعادلة، بحيث تتضمن أكثر من شـرط، فعلى سبيل المثال: (ابحث عن الدول التي تزيد مساحتها عن ٢ مليون كم٢، بشرط أن تكون في قارة إفريقيا)، فتظهر النتيجة بعد تطبيقها في البرنامج كما في الشكل (١٧) موضحة في دولتين وهما: الكونغو الديمقراطية والجزائر.



الشكل(١٧) نافذة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية توضح نتيجة الاستفسار الشرطي

omaneducportal.com

**النشاط ١**

أ- فسر العبارة الآتية " قواعد البيانات المكانية والوصفية لا تتأثر بالاستعلام والاستفسار".

ب- بالاستعانة بالجدول الآتي :اكتب معادلة مركبة من شرطين بحيث تكون النتيجة مرتبطة بمحصول التمور:

| رقم | نوع المحصول | عدد الأشجار | موقع المحصول في المزرعة |
|---|---|---|---|
| ١ | الليمون | ٢٤٩ | شمال شرق |
| ٢ | التفاح | ٧٠ | شمال غرب |
| ٣ | التمور | ٢٥٠ | شمال شرق |

## ٢- القياسات (Measurements)

تتوفر لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية أدوات وتطبيقات تسمح بإجراء القياسات البسيطة، مثل: الطول والمساحة أو إجراء قياسات معقدة، مثل: العمليات المتعلقة بحساب المساحات المتداخلة، ويوضح الشكل (١٨) حساب مسافة ما بين نقطتين (أ ، ب) على خريطة سلطنة عمان.

omaneducportal.com

الشكل(١٨) نافذة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية توضح حساب مسافة بين نقطتين (أ،ب) على خريطة سلطنة عمان باستخدام أداة القياسات (Measurements)

## (تطبيق عملي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

**عنوان التطبيق:** الاستعلام (Identify) والاستفسار (Query) والقياسات (Measurments).

**الهدف من التطبيق:** تطبيق وظائف نظم المعلومات الجغرافية المتعلقة بالاستعلام والاستفسار والقياسات.

**المتطلبات:** التطبيق العملي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

**المهام:**

١- افتح برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

٢- انقل الطبقة التي يحددها لك معلمك، من ملف التمرين واستعرضها في جدول المحتويات ولوحة العرض.

٣- ناقش مع زملائك كيف يمكن توظيف الاستعلام والاستفسار في البرنامج.

٤- نَشِّطْ خاصيةَ القياس وحساب الأطوال والمساحات، وقم بحساب المسافة بالكيلومتر من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) في البرنامج، كما هو واضح في الشكل المقابل.

٥- احسب مساحة أي شكل منتظم (مربع، مستطيل، مثلث) على الخريطة.

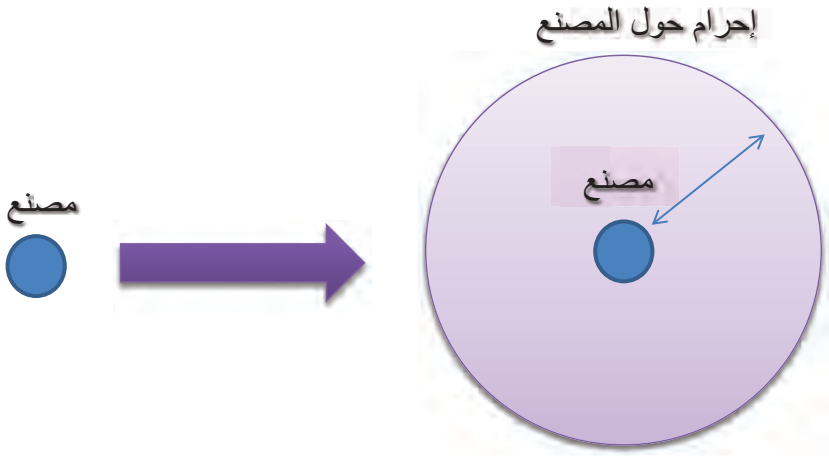
omaneducportal.com

## ٣- التحويلات (Transformations)

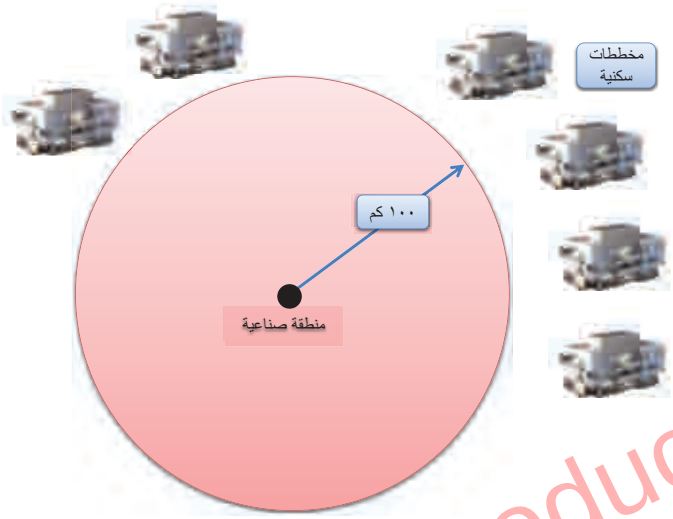
هي عملية تحويل البيانات الجغرافية من شكل إلى آخر للحصول على منتج جديد من البيانات الجغرافية، ومن بين الأمثلة على عمليات التحويل ما يأتي:

### أ- الإحرامات (Buffering)

يقصد بها تحديد نطاق حول ظاهرة جغرافية معينة سواء كانت هذه الظاهرة ممثلة بطريقة نقطية أو خطية أو مساحية، ومن الأمثلة على ذلك، تحديد إحرام حول مصنع، كما هو موضح في الشكل(١٩).



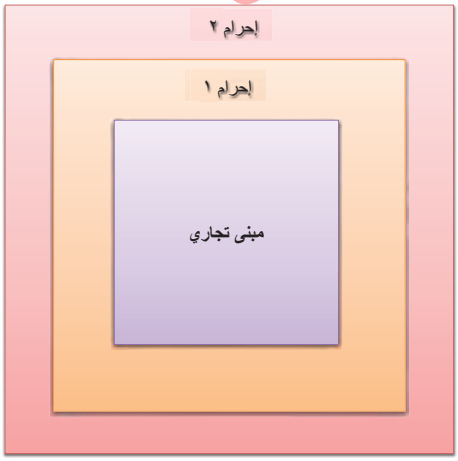

الشكل (١٩) الإحرامات (Buffering)




الشكل(٢٠) رسم إحرام حول المنطقة الصناعية

ويلاحظ أنه عند رسم إحرام حول المصنع كما يوضحه الشكل السابق، يظهر نطاق يحيط بالظاهرة المحددة، ويكون الإحرام بمسافة محددة وفق المعايير الموضوعة سابقاً. ومن الأمثلة على ذلك تحديد مواقع لبناء المخططات السكنية حول منطقة صناعية، بحيث تكون تلك المخططات السكنية بعيدة عن موقع المنطقة الصناعية مسافة افتراضية تزيد عن ١٠٠كم، كما يوضح ذلك الشكل (٢٠).

omaneducportal.com




الشكل(٢١) رسم إحرامات متعددة حول مبنى تجاري

كما ترسم أحيانا عدة إحرامات بمسافات مختلفة، لدراسة الانتشار والتوزيع حول ظاهرة ما، وفق الضوابط والمعايير، فمثلا يوضح الشكل (٢١) أن الإحرام رقم (١) حول المبنى التجاري يمثل مساحة البناء المخصصة للتوسع المستقبلي في حين يمثل الإحرام رقم (٢) المساحة المخصصة للمواقف.

## النشاط ٢

أ- قم باستخدام حقيبة أدوات رسم الخريطة، وورقة رسم بياني وحدد نقطة في منتصف الورقة، ثم ارسم إحراما حول موقع النقطة بمقدار ٤ كم، وفق مقياس رسم مناسب. (يمكن أن تستخدم الفرجار).

ب- في الشكل التالي يُخَطط لتوسعة الطرق المشار إليها بالخط المنقط لتصبح طرقا مزدوجة، ويراد حساب تكلفة إزالة أعمدة الإنارة والمباني المتضررة، إذا علمت أن التوسعة ستشغل حيزا مقداره ٣٠ متر، كما أن تكلفة إزالة عمود الإنارة الواحد يبلغ ٥٠ ريالاً عمانياً، في حين أن تكلفة إزالة المبنى الواحد يبلغ ٦٠٠٠ ريال عماني. قم برسم إحرام ، وحساب تكلفة إزالة الممتلكات المتضررة.

omaneducportal.com

## (تطبيق عملي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

**عنوان التطبيق:** الإحرامات (Buffering).

**الهدف من التطبيق:** رسم إحرام حول ظاهرة جغرافية.

**المتطلبات:** التطبيق العملي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

**المهام:**

١- افتح برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

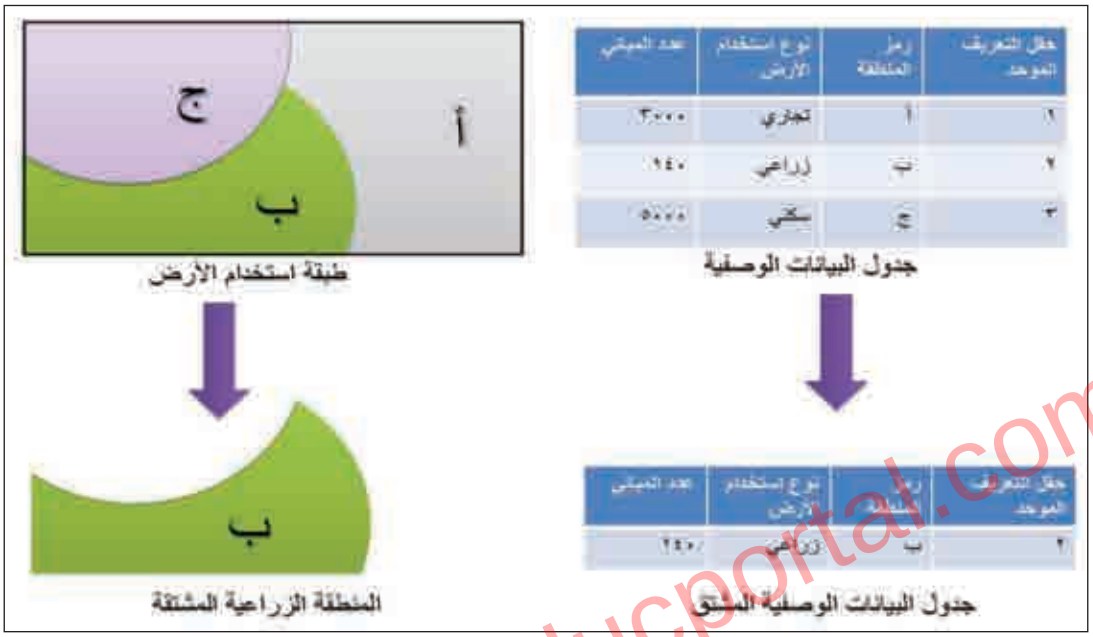
٢- انقل طبقة تمثل ظاهرة نقطية من ملف التمرين واستعرضها في جدول المحتويات ولوحة العرض.

٣- ارسم إحراماً حول الظاهرة النقطية باستخدام البرنامج، بمقدار ٤ كم، وسجل ملاحظتك في دفترك.

## ب- الاشتقاق ( Extraction)

هو إنشاء قاعدة بيانات مكانية جديدة بناء على اشتقاقها (استقطاعها) من قاعدة بيانات مكانية أخرى، مثل اشتقاق **الاستخدامات الزراعية** من قاعدة بيانات استخدامات الأرض بشكل عام، وتظهر نتيجة الاشتقاق على شكل طبقة من الخرائط (Layer) وجدول البيانات الوصفية (Table) للخريطة المشتقة، كما يمكن أيضا اشتقاق جدول خاص بظاهرة معينة من جدول آخر عام.

في الشكل (٢٢) يلاحظ أنه عند اشتقاق المنطقة الزراعية المعرفة بالرمز (ب) يصاحبها اشتقاق لجدول البيانات الوصفية الخاص بها فقط.




الشكل (٢٢) اشتقاق المنطقة الزراعية المعرفة بالرمز (ب) مع جدولها الوصفي

omaneducportal.com

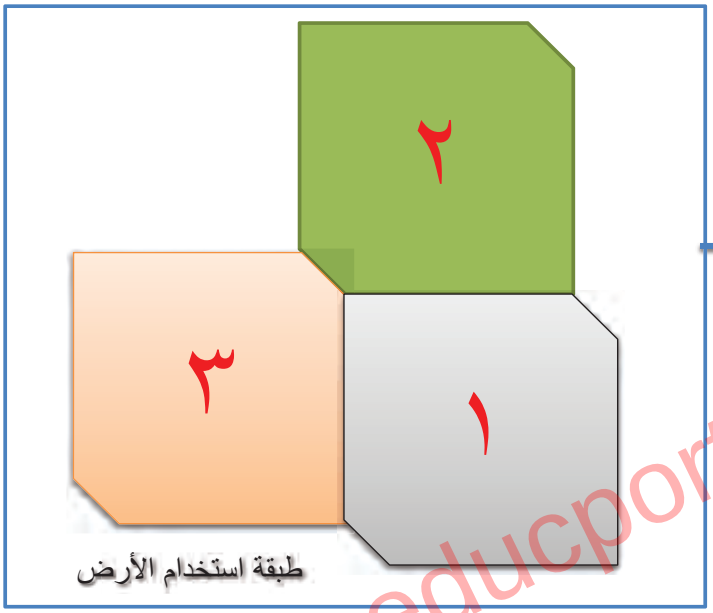
وبالتطبيق على الخرائط يمكن اشتقاق خريطة سلطنة عمان من خريطة شبه الجزيرة العربية كما يوضحه الشكل (٢٣).

الشكل (٢٣) نافذة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية توضح اشتقاق خريطة السلطنة من خريطة شبه الجزيرة العربية

كما توجد أشكال أخرى للتحويلات في نظم المعلومات الجغرافية، مثل تحويل البيانات من نموذج البيانات الخطية إلى نموذج البيانات الشبكية والعكس صحيح، ومثال ذلك تحويل الخرائط الرقمية إلى خرائط ورقية ، وكذلك تحويل نتائج تحليل الصور الفضائية باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعْد من نموذج البيانات الشبكية إلى نموذج البيانات الخطية.

## النشاط ٣

أ- قم باشتقاق المنطقة "ج" من قاعدة البيانات الآتية، وسجل ملاحظتك في دفترك المدرسي.




| حقل التعريف الموحد | رمز المنطقة | نوع استخدام الأرض | عدد السكان | سعر المتر المربع (تقديري) |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أ | تجاري | ١٥٠٠ | ١٥٠ر.ع |
| ٢ | ب | زراعي | ٤٠٠ | ٧٠ ر.ع |
| ٣ | ج | سكني | ٣٠٠٠ | ٥٠ ر.ع |

جدول البيانات الوصفية

omaneducportal.com

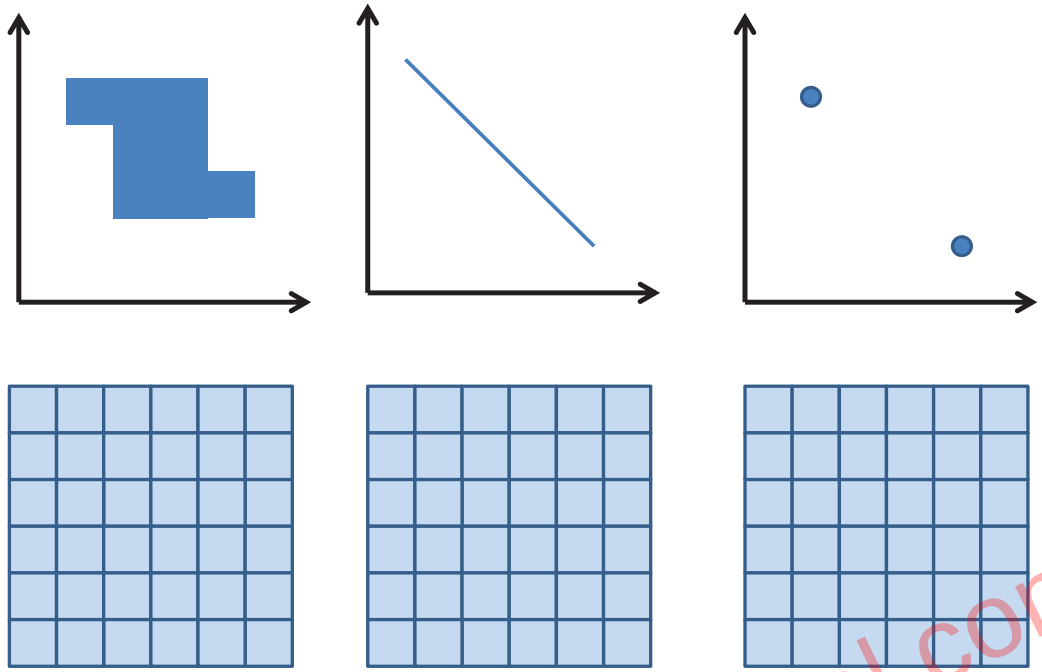
ب- من خلال دراستك لمفهوم الاستفسارات والبيانات الواردة في الشكل أعلاه ، أجب عن الاسئلة الآتية:

١- حدد المناطق التي يساوي فيها عدد السكان ٤٠٠ نسمة أو يزيد.

٢- حدد المناطق التي يقل فيها سعر المتر المربع عن ٨١ ريال عماني.

ج- "توجد أشكال للتحويلات في نظم المعلومات الجغرافية مثل تحويل البيانات من نموذج البيانات الخطية إلى نموذج البيانات الشبكية"

**في ضوء العبارة، قم بنقل الشكل أدناه إلى دفترك، ثم حول البيانات الخطية إلى بيانات شبكية.**



omaneducportal.com

## (تطبيق عملي) باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

**عنوان التطبيق:** الاشتقاق (Extraction).

**الهدف من التطبيق:** اشتقاق ظاهرة جغرافية.

**المتطلبات:** التطبيق العملي باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

**المهام:**

١- افتح برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

٢- انقل الطبقة التي يحددها لك معلمك من ملف التمرين واستعرضها في جدول المحتويات ولوحة العرض.

٣- اشتق الظاهرة المحددة لك.

٤- وَضّح الفَرْق بين الاستعلام والاشتقاق.

## ٤- التحليل الإحصائي (Statistical Analysis)

تعتمد فكرة التحليل الإحصائي على معالجة بيانات الجداول الوصفية، باستخدام الأساليب الكمية الإحصائية، وإظهار نتيجة التحليل على الخريطة مباشرة، إذ تمتلك نظم المعلومات الجغرافية أدوات وتطبيقات تساعد على التحليل الإحصائي وإيجاد العلاقات بين البيانات الجغرافية لتفسيرها بشكل أفضل.

ومن أبسط الأمثلة على التحليل الإحصائي جمع و طرح البيانات بين عمودين في جدول البيانات الوصفية، كما يظهرها الجدول (٢)، حيث يظهر العمود (ج) باللون الأخضر محصلة جمع عمود (أ) والعمود (ب).

| رقم المنطقة | اسم المنطقة | العمود (أ) | العمود (ب) | العمود (ج) |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أ | ٣٠٠ | ٢٥٠ | ٥٥٠ |
| ٢ | ب | ٤٠٠ | ٥٠٠ | ٩٠٠ |
| ٣ | ج | ٣٠٠ | ٤٠٠ | ٧٠٠ |

جدول (٢) التحليل الإحصائي للجداول

ومن بين النماذج المتقدمة للتحليل الإحصائي رسم الخطوط المتساوية لتوزيع درجات الحرارة والضغط الجوي، إضافة إلى تحديد نقاط تركز الحوادث والزلازل وغيرها من الظواهر البشرية أو الطبيعية التي تحدث باستمرار.

omaneducportal.com

**النشاط ٤**

**بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة وبرنامج جوجل إيرث (Google Earth) قم ومجموعتك بالآتي:**

أ- ارسم مخططاً لإحدى القرى القديمة في محافظتك موضحا عليه مواقع المساكن والمساجد والأفلاج والتحصينات الحربية، وفق مفهوم الطبقات.

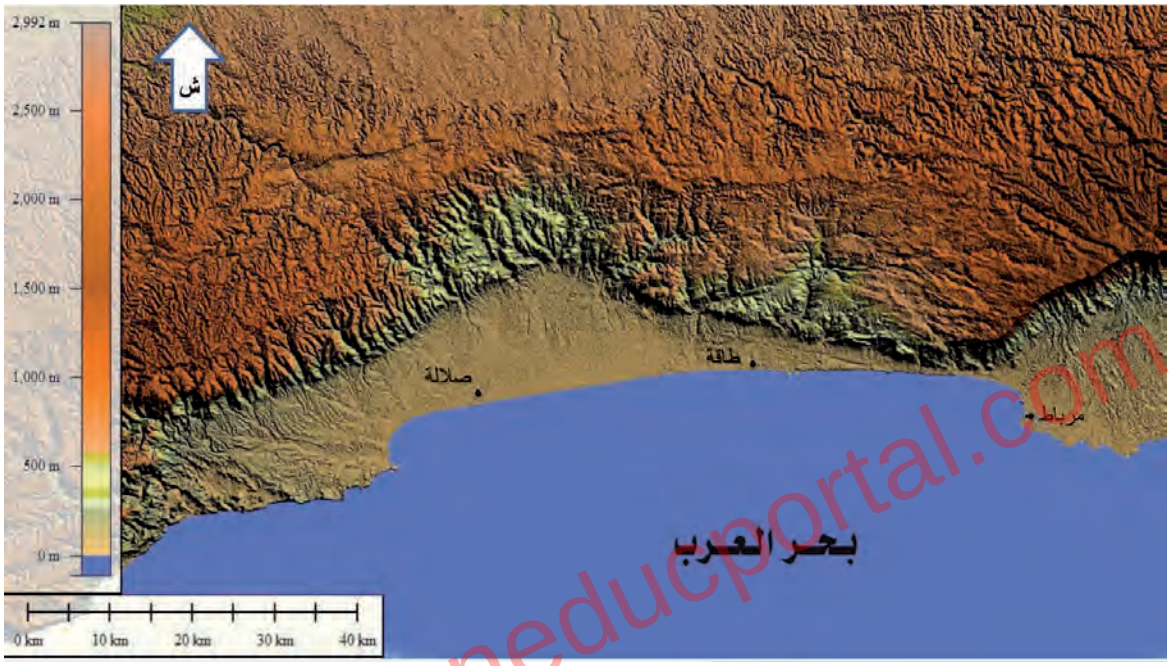
ب- صمم جدول بيانات وصفية للظواهر الموضحة في مخططك.

ج- استخدم ما تراه مناسبا من التحويلات لدراسة العلاقة بين مواقع الأفلاج والمساجد أو غيرها من الظواهر الجغرافية.

د-استخدم بعض الأساليب الإحصائية في جدول البيانات الوصفية.

## ٥- بناء نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model) وتحليله

لنظم المعلومات الجغرافية أدوات تسـمح ببناء نماذج ثلاثية الأبعاد لسطح الأرض من خلال تحويل البيانات الشبكية التي تضم إحداثيات (الطول والعرض ومتوسط الارتفاع في مساحة الخلية)، إلى نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model) ويشـار إليه اختصارا بـ (DEM)، ويوضح الشـكل (٢٤) نموذج ارتفاع رقمي لأجزاء من ولايات محافظة ظفار الساحلية والمنطقة الجبلية، ويساعد هذا النموذج على إظهار سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد، إضافة إلى إجراء مجموعة من التحليلات مثل حساب الانحدار و التحليل الهيدرولوجي (تحليل شبكات المجاري المائية).




الشكل (٢٤) نموذج الارتفاعات الرقمية لأجزاء من ولايات محافظة ظفار

omaneducportal.com

## ٦- تحليل الشبكات (Network Analysis)

تمتلك برامج نظم المعلومات الجغرافية أدوات لتحليل الشبكات والتي تستخدم بشكل واضح في تطبيقات شبكات الطرق والكهرباء والمياه والغاز، إذ تساعد على اختيار مسار محدد ضمن الشبكة، وفقا لعدد من الشروط، من بينها:

١- أقصر مسار بين النقطتين (أ،ب).

٢- المسار الأسرع بين النقطتين (أ،ب).

٣- المسار الأقل كلفة بين النقطتين (أ،ب).

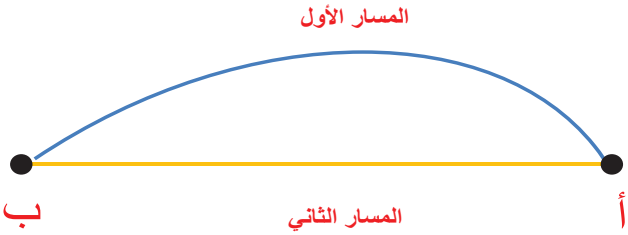
**وبالتطبيق على الشكل (٢٥) فإن:**

- أقصر مسار بين النقطتين (أ،ب)، هو المسار الثاني.
- المسار الأسرع بين النقطتين (أ،ب)، هو المسار الأول.

(يمكن حساب الزمن المستغرق لقطع المسار باستخدام القانون التالي) :

**الزمن المقطوع = المسافة / السرعة**

- المسار الأقل كلفة بين النقطتين (أ،ب)، هو المسار الثاني.




| المسار | طول المسار | السرعة القصوى | كلفة الحركة في المسار |
|---|---|---|---|
| الأول | ١٠٠كم | ١٢٠كم/س | عالية |
| الثاني | ٨٠كم | ٨٠كم/س | منخفضة |

الشكل (٢٥) تحليل الشبكات (Network Analysis) بين نقطتين ( أ،ب)

omaneducportal.com

## النشاط ٥

١- انظر الخريطة* التي توضح مسارات لثلاث طرق من مدينة مسقط إلى مدينة عبري، ثم أجب عن الآسئلة الآتية:

أ- تتبع مسارات الطرق المؤدية من مدينة مسقط إلى مدينة عبري.

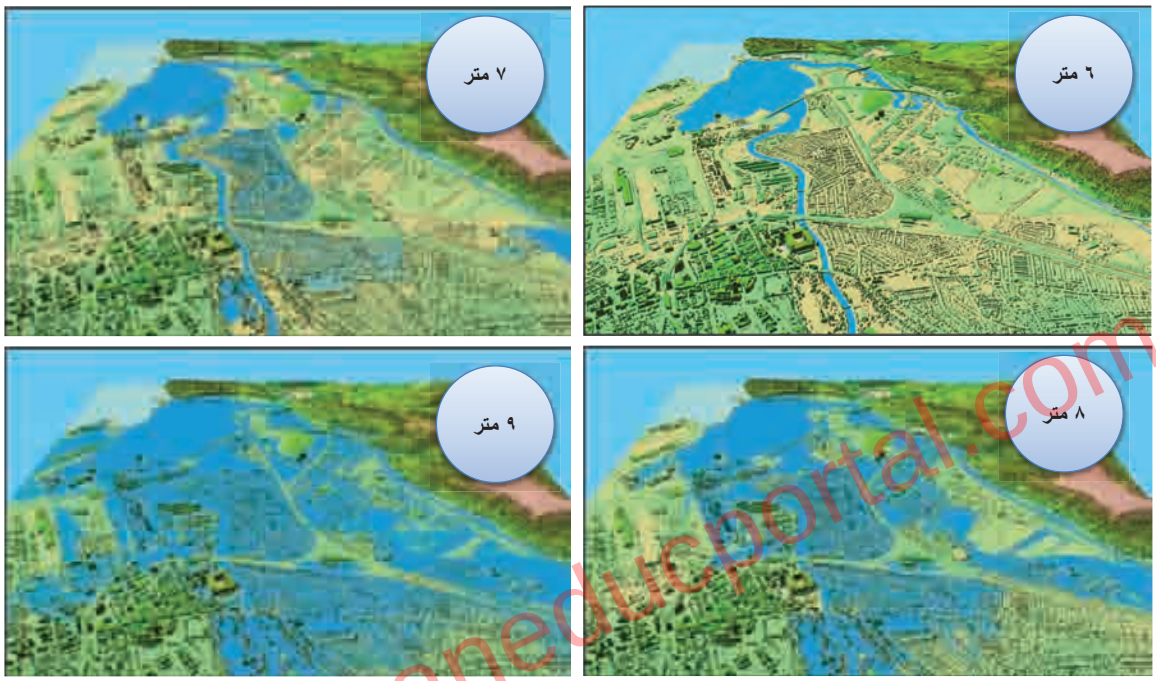
ب- ما أفضل المسارات المقترحة للوصول إلى مدينة عبري بالنسبة لك؟ ولماذا ؟

* تم إنتاج هذه الخريطة باستخدام خاصية الاتجاهات في محرك (Google Map)

٢- باستخدام تطبيق الخرائط على الهواتف الذكية، حدّد أقصر الطرق للانتقال من ولايتك إلى ولاية مدحاء.

## ٧- المحاكاة (Simulation)

من بين التطبيقات التفاعلية لبرامج نظم المعلومات الجغرافية، إمكانية محاكاة تصور مستقبلي ووضعه لتتبع ظواهر، مثل: الاختناقات المرورية و النمو السكاني و الفيضانات، اعتمادا على البيانات المتاحة، مما يساعد على معرفة تأثيرها على محيطها، والتحديات والمخاطر التي تصاحبها، الأمر الذي يسهم في وضع خطط للحد من تأثيراتها السلبية على المدى البعيد، وعلى سبيل المثال يمكن محاكاة مخاطر الفيضانات وتأثيرها في المدن من خلال وضع فرضيات لارتفاع معدل المياه بالأمتار وملاحظة المساحة المعرضة للغمر، كما يوضحها الشكل (٢٦)، مما يساعد على وضع خطط الطوارئ والإخلاء في حالات الكوارث الطبيعية.




شكل (٢٦) محاكاة لمخاطر الفيضانات لإحدى المدن

omaneducportal.com

## ٨- الاختيار الأمثل (Optimization)

وهو عملية الاختيار على أسس ومعايير محددة بهدف الخروج بأفضل الخيارات، فعلى سبيل المثال عند تخطيط مواقع المدارس، توضع معايير لاختيار أفضل المواقع، بحيث تكون بعيدة عن المجاري المائية وشبكة الطرق السريعة، وفي الغالب توضع المعايير وفق الأسس التخطيطية المتعارف عليها، أو تلك المعايير التي تضعها المؤسسات للتخطيط المستقبلي.

### أضف إلى معلوماتك

**النموذج (Model)**

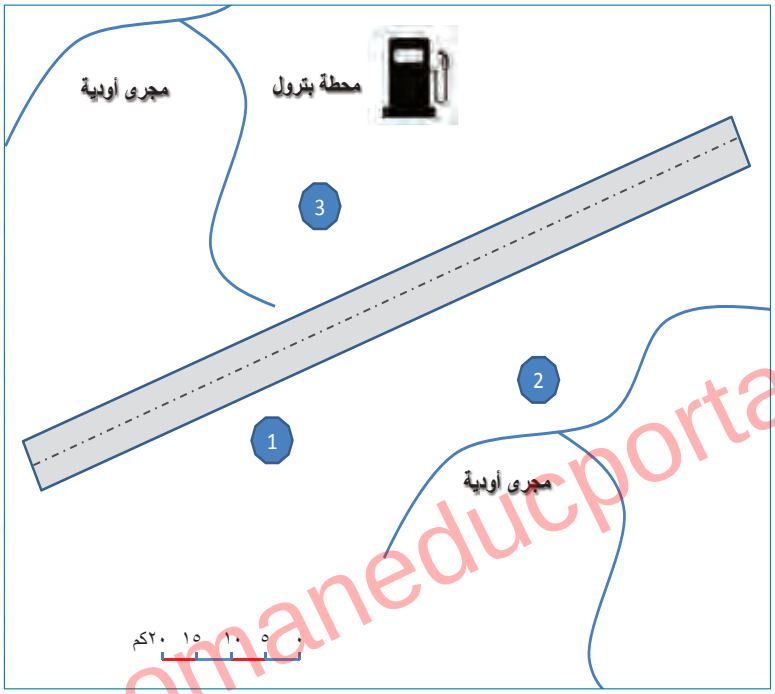
مخطط بياني برمجي يربط الأدوات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لتعمل معا بصورة متكاملة وفق أسس ومعايير يضعها المستخدم أو المبرمج بهدف تسريع عمليات التحليل.

وتتوفر لبرامج نظم المعلومات الجغرافية مجموعة أدوات تحليلية من بينها الإحرامات و تحليل الشبكات، إذ يمكن توظيفها لتطبيق المعايير المحددة، كما يمكن تحويل هذه المعايير إلى نموذج (Model) ، يتم تطبيقه على جميع المواقع المطلوب تقييمها لاختيار الأنسب منها .

ويستخدم الاختيار الأمثل بشكل واسع في البحث عن مجالات تسويقية جديدة للشركات، مثل اختيار مواقع الفروع الجديدة بحيث تكون قريبة من التجمعات السكنية وشبكات الطرق السريعة.

**النشاط ٦**

**يراد اختيار موقع لإنشاء مركز صحي يراعى فيه المعايير الآتية:**




١- أن يكون قريباً من الطريق السريع بمقدار ٥ كم.

٢- أن يكون بعيداً عن مجاري الأودية وعن محطة البترول بمسافة لا تقل عن ١٠كم.

في ضوء المعايير أعلاه وباستخدام مفهوم الإحرامات ومقياس الرسم، حدد أفضل موقع لإقامة المركز الصحي من بين البدائل المقترحة (١، ٢، ٣).

omaneducportal.com

## ثانياً: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية

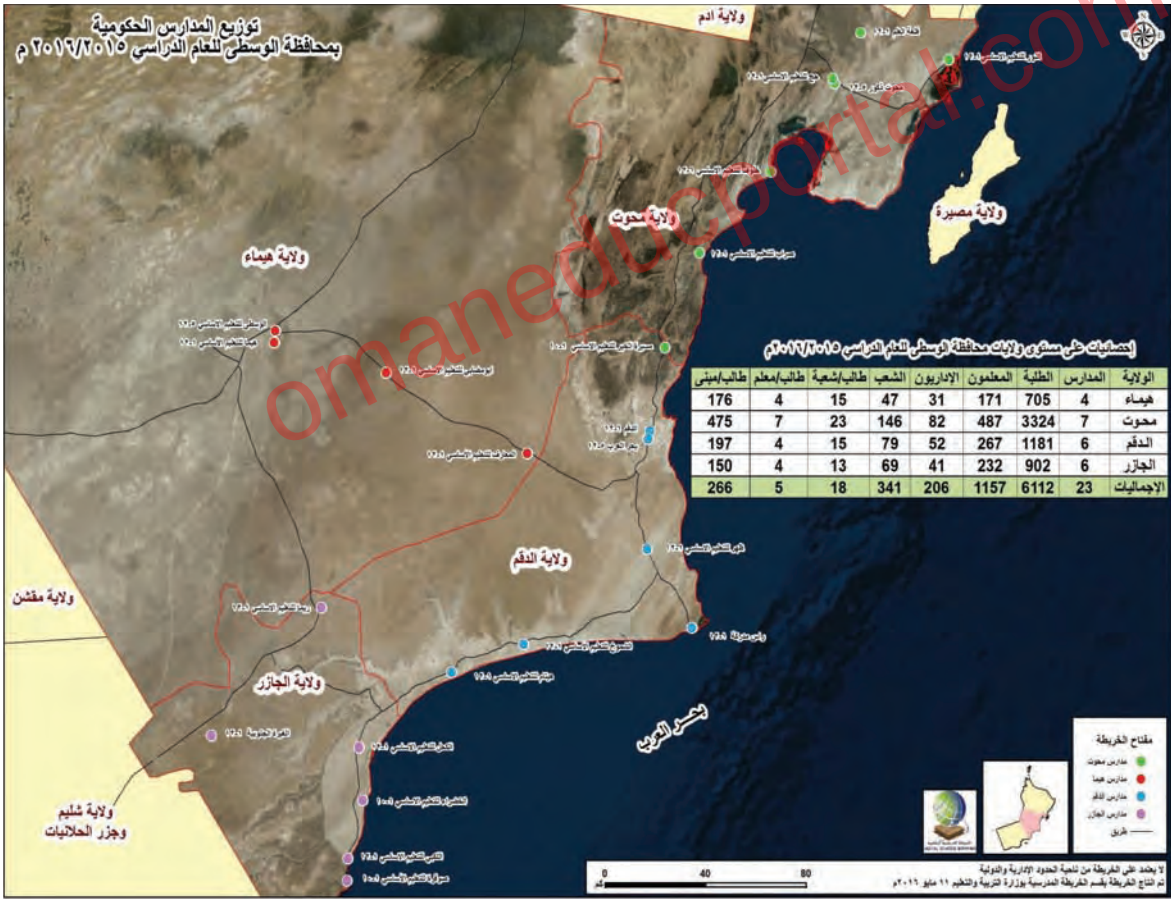
لا تتوقف تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية عند مجال معين ولا ترتبط بتخصص محدد، وفي الوقت الحاضر تجاوزت تطبيقاتها المجالات التقليدية، فأصبحت جزءا من العمليات المتكاملة لدعم اتخاذ القرار. وفي ما يلي عرض لبعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية بصفة عامة مع التركيز على تطبيقاتها في السلطنة.

## ١- التطبيقات الهندسية والتخطيطية

تُعد التطبيقات الهندسية والتخطيطة من أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، وتشمل الدراسات والمسوحات التخطيطية والهندسية مثل: تخطيط شبكات الطرق والكهرباء والمياه والصرف الصحي، واختيار مواقع الجسور والسدود. ومن بين نماذج المؤسسات الرائدة في سلطنة عمان في هذا المجال بلدية مسقط، التي تُعَدّ من أوائل المؤسسات التي تبنَّت إدخال نظم المعلومات الجغرافية لتخطيط الطرق وتراخيص البناء (إباحة البناء).

وقد أنتجت بلدية مسقط قُرْصاً مُدْمجاً باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية يضم خرائط رقمية لمحافظة مسقط (مستكشف مسقط) ، كما قامت بإضافة تطبيق على شبكة المعلومات العالمية؛ لتصفح الخرائط الرقمية الخاصة بالمخططات السكنية بالإضافة إلى بعض البيانات الخدمية.

ويوظف المجلس الأعلى للتخطيط ووزارة الإسكان عدة أشكال من التطبيقات التخطيطية، مثل توزيع المدن وتخطيط استخدامات الأرض، كما تبنت وزارة التربية والتعليم قسماً يُعْنى بتوظيف نظم المعلومات الجغرافية لدراسة اختيار مواقع المدارس وتحديد الروافد وربطها بالإحصاءات التعليمية، الشكل (٢٧).




| الولاية | المدارس | الطلبة | المعلمون | الاداريون | الشعب | طالب/شعبة | طالب/معلم | طالب/مبنى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| هيماء | 4 | 705 | 171 | 31 | 47 | 15 | 4 | 176 |
| محوت | 7 | 3324 | 487 | 82 | 146 | 23 | 7 | 475 |
| الدقم | 6 | 1181 | 267 | 52 | 79 | 15 | 4 | 197 |
| الجازر | 6 | 902 | 232 | 41 | 69 | 13 | 4 | 150 |
| الاجماليات | 23 | 6112 | 1157 | 206 | 341 | 18 | 5 | 266 |

omaneduportal.com

شكل (٢٧) إحصائيات على مستوى ولايات محافظة الوسطى من إنتاج قسم الخريطة المدرسية

## ٢- التطبيقات البيئية

وتشمل عدة أنواع من التطبيقات، مثل دراسة ظاهرة التصحّر وتَمَلُّح المياه والمراقبة البيئية لظاهرة التلوث، وتُعَدّ وزارة البلديات الإقليمية وموارد المياه ووزارة البيئة والشؤون المناخية من أهم مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية في المجال البيئي.

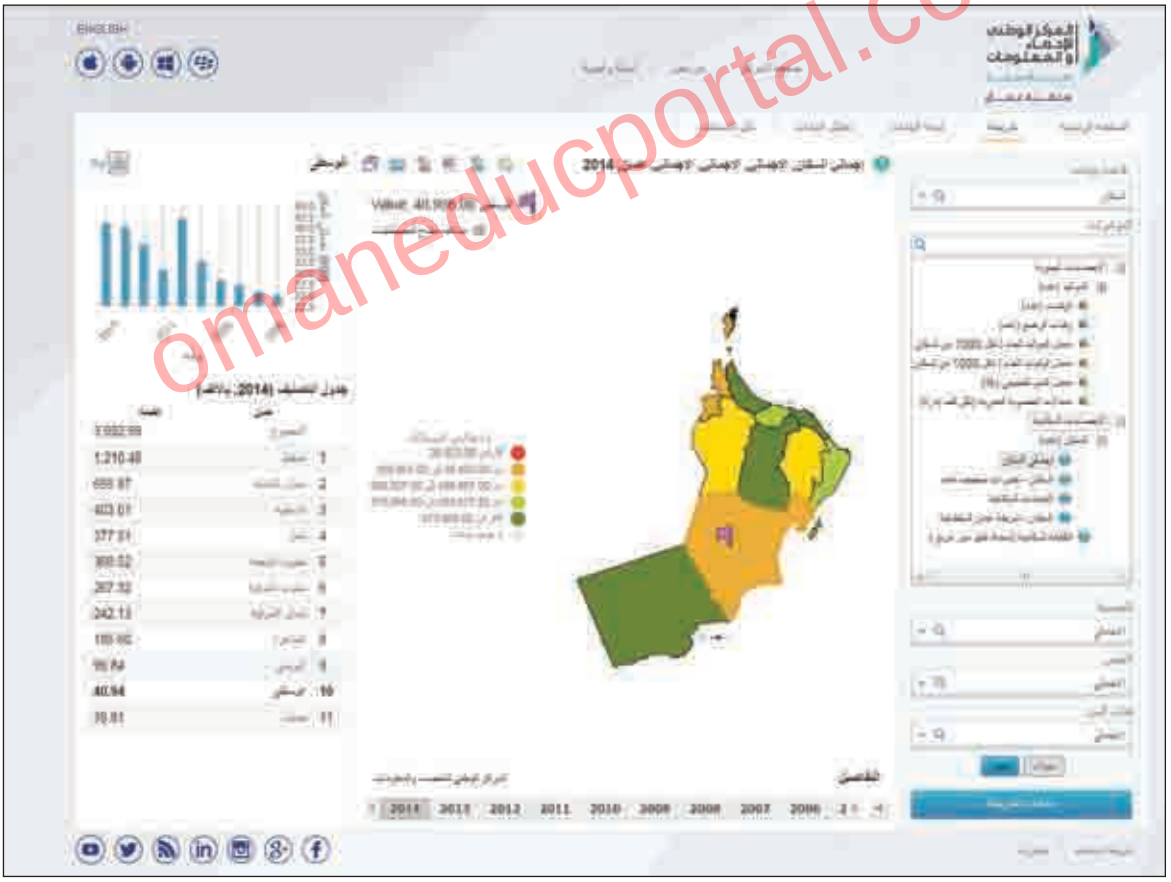
## ٣- تطبيقات الاحصاء السكاني

تتميز نظم المعلومات الجغرافية بقدرتها على التعامل مع البيانات المكانية والوصفية، وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية بشكل مباشر في التعدادات السكانية والاجتماعية المختلفة من خلال إنتاج الخرائط وقواعد البيانات الوصفية.

وقد قام المركز الوطني للإحصاء والمعلومات باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط تعداد ٢٠٠٣م و٢٠١٠م وتصميمها، مما سَهّل مرحلة العَدّ السكاني وجمع البيانات وأرشفتها، كما طَوّر المركز العديد من التطبيقات من بينها البوابة المكانية، إذ تعتبر البيئة المثالية لتبادل البيانات المكانية وخرائط الأساس بين المؤسسات والهيئات المشتركة في البوابة.

كما أطلق موقعا تفاعليا لعرض الخرائط التي ترتبط بالبيانات السكانية المختلفة، كما يوضحها الشكل(٢٨).

omaneducportal.com



شكل (٢٨) صفحة من موقع المركز الوطني للإحصاء والمعلومات

## ٤- التطبيقات الاقتصادية والتجارية

تتنوع التطبيقات الاقتصادية والتجارية لنظم المعلومات الجغرافية، وتركز على مساعدة مديري المؤسسات ومتخذي القرار في دراسة التوجهات لفتح أفرع أو مجالات جديدة للمؤسسات أو البحث عن أسواق جديدة، كما أصبح بالإمكان توظيف نظم المعلومات الجغرافية في اختيار أفضل مواقع الإعلانات التجارية لاستقطاب أكبر عدد من المستهلكين.

ولعل أهم الأمثلة دائرة نظم المعلومات الجغرافية والمسح الطبوغرافي بهيئة المنطقة الاقتصادية الخاصة بالدقم، التي أسهمت بدور فاعل في متابعة خرائط استخدامات الأرض في منطقة الميناء ورسمها.

وتعتمد معظم الشركات النفطية العاملة بالسلطنة، مثل شركة تنمية نفط عُمان على نظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط لمناطق التنقيب والامتياز، إضافة إلى مراقبة حركة مركباتها عبر الأقمار الصناعية.

## ٥- التطبيقات العسكرية والأمنية

تمتلك معظم المؤسسات العسكرية والأمنية في العالم أقساماً خاصة بنظم المعلومات الجغرافية، تستخدمها لإنتاج الخرائط وتوفير البيانات الرقمية عن المعلومات ذات الطبيعة العسكرية والأمنية، إضافة إلى رسم خرائط طبوغرافية للمناطق بهدف رسم خطط عسكرية تتلاءم وتفاصيل سطح الأرض.

كما توظف نظم المعلومات الجغرافية لتحديد مناطق الازدحام وحوادث الطرق وانتشار الجريمة ورسم خطط الطوارئ في حالة الكوارث البشرية والطبيعية وغيرها من التطبيقات الأمنية، وتَعدّ الهيئة الوطنية للمساحة التابعة لوزارة الدفاع هي الجهة الرسمية لإنتاج خرائط سلطنة عمان للأغراض العسكرية والمدنية.

omaneducportal.com

### أضف إلى معلوماتك

تعد وزارة التربية والتعليم وجامعة السلطان قابوس والجامعة الألمانية من المؤسسات التعليمية التي تُعْنى بتدريس نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في المناهج والمقررات الدراسية، إيمانا بأهمية هذا التخصص لسوق العمل، كما تخصص وزارة التعليم العالي بعثات سنوية لدراسة نظم المعلومات الجغرافية.

وقد بدأت وزارة التربية والتعليم ممثلة بقسم تطوير مناهج الدراسات الاجتماعية الاهتمام بتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الحديثة منذ عام ٢٠٠٧م، وذلك بتدريس مادة الجغرافيا والتقنيات الحديثة، وتوفير جميع المعينات والأجهزة لتدريس المادة.

## النشاط ٧

أ- بالاستعانة بمصادر التعلم المختلفة، وضح أهمية توظيف نظم المعلومات الجغرافية في:

١- المجال الصحي.

٢- الأرصاد الجوية.

٣- إدارة مخاطر الكوارث.

ب- ذكر "جاك دنجرموند" مؤسس شركة إيزري راي في أحد مؤتمرات نظم المعلومات الجغرافية العبارة التالية:

**"إن تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية محدودة بمخيلة المستخدمين لها"**

ناقش مع زملائك إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية في ضوء هذه العبارة.

omaneducportal.com

# مراجع الوحدة

## أولاً : المراجع العربية :


١. الأسدي، محمد (٢٠١٥). **مبادئ نظم المعلومات الجغرافية مع تطبيقات لبرمجية ARC GIS ٩,٣** (ط١). العراق: دار الوضاح للنشر، مكتبة دجلة للطباعة والنشر والتوزيع.

٢. الحناحنة، نجد(٢٠١٤).**مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية**.ورقة تدريبية للمعلمين بسلطنة عُمان، غير منشورة.٢-١١-٢٠١٤.

٣. العــزاوي، ثائر(٢٠٠٨).**مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية وبياناتها مع تطبيقات لبرنامج ARCVIEW GIS** (ط١).الأردن: دار الحامد للنشر والتوزيع.

٤. عودة، سميح (٢٠٠٥).**أساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في رؤية جغرافية**(ط١). الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

٥. وزارة التربية والتعليم (٢٠١٥). **كتاب الجغرافيا والتقنيات الحديثة** (ط١). .مسقط، سلطنة عمان:وزارة التربية والتعليم.

٦. الكلباني، خالد (٢٠١٦). **كراسة التطبيق العملي باستخدام برنامج Map Window GIS.** مسقط، سلطنة عمان:وزارة التربية والتعليم.

٧. الفــارس، رائد(٢٠١٢).**التشميل الخرائطي الفعال لمتغير الحبة Grain في نظم المعلومات الجغرافية GIS** (ط١). الأردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.


## ثانياً : المراجع الأجنبية :


1.Tomlinso, R. (2003), Thinking About GIS, 1st Edition, New York, ESRI Press.


omaneducportal.com

## ثالثاً : مراجع على شبكة المعلومات العالمية (الإنترنت):


١. برنامج TatukGIS .تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/١م

/http://www.tatukgis.com

٢. الحواسيب الكبيرة. تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/٨م

httpwww.computersciencelab.comComputerHistoryHtmlHelpImages2IBM7094.jpg

٣. سحابة نظم المعلومات الجغرافية Cloud GIS.تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/١م

/http://www.gislounge.com/learn-about-gis-in-the-cloud

٤.ما هي البرمجيات المفتوحة المصدر؟.تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/١٥م

/http://www.gisarab.com

٥. نظم المعلومات الجغرافية.تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/١م

/http://www.arabsciencepedia.org/wiki

٦. نوع البيانات الوصفية. تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/١٧م

/https://www.gislounge.com/attribute-data-types-gis

٧. GIS Analyses of Snow's Map. تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/٨م

https://www.udel.edu/johnmack/frec682/cholera/cholera2.html

٨. Newtwork Analysis (محمد حمود). تاريخ الاسترجاع ٢٠١٦/٢/٩م

https://www.cadmagazine.net/showthread.php?t=1828

٩. الأيقـونات والصـور المستخدمة في الوحدة (بتصرف). تاريخ الاسترجاع ( 2016/1/1م – 2016 /4/1):

http://caltechsurveys.com

http://www.iconarchive.com/show/gis-gps-map-icons-by-icons-land/Layers-icon.html

http://www.nesdis.noaa.gov/news_archives/earthday_2013.html

ORTL_icon_512x512.png/01/https://www.mapdiva.com/wp-content/uploads/2011

http://www.iconseeker.com/search-icon/superbuuf/map-2.html

http://www.iconarchive.com/show/urban-stories-icons-by-artdesigner/Map-icon.html

http://kuliahnyairwan.blogspot.com/2012_12_01_archive.html

http://www.pngall.com/satellite-png


**ملاحظة: تم تنفيذ الأشكال الخاصة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية، باستخدام برنامج MapWindow GIS الإصدار الثامن.**

omaneducportal.com

# سلطنة عمان

omaneducportal.com

# سلطنة عمان

omaneducportal.com

# سلطنـــــة عمـــــان

omaneducportal.com

# كشاف المفاهيم والمصطلحات

| المصطلح باللغة العربية | الاختصار | المصطلح باللغة الإنجليزية |
|---|---|---|
| الاستشعار الإيجابي | | Active Remote Sensing |
| التصوير الجوي | | Aerial photography |
| المساحة الجوية | | Aerial Surveying |
| الأناجليف | | Anaglyph |
| تحليل | | Analysis |
| التطبيقات | | Applications |
| الإسطرلاب | | Astrolabe |
| المساحة الفلكية | | Astronomical Surveying |
| البيانات الوصفية | | Attribute Data |
| جدول البيانات الوصفية | | Attribute Table |
| المساقط المستوية | | Azimuthal Projections |
| خريطة الأساس | | Base Map |
| صيغة الوسائط | BLOB | Binary Large OBject |
| الإحرامات | | Buffering |
| علم الخرائط | | Cartography |
| اقتطاع | | Clip |
| الحوسبة السحابية لنظم المعلومات الجغرافية | | Cloud GIS |
| البوصلة | | Compass |
| نظام تصميم الخرائط بمساعدة الحاسوب | CAD | Computer Aided Design |
| المساقط المخروطية | | Conical Projections |
| قطاع التحكم الأرضي | | Control Segment |
| نظام الإحداثيات الجغرافية | | Coordinate System |
| المساقط الأسطوانية | | Cylindrical Projections |
| البيانات | | Data |
| وحدات إدخال البيانات | | Data Entry Units |
| مصادر البيانات | | Data Sources |
| إدارة قواعد البيانات | | Database Management System |
| متخذو القرار | | Decision Makers |
| الحواسيب الشخصية | | Desktop PC |
| المطورون | | Developers |
| نموذج الارتفاع الرقمي | DEM | Digital Elevation Model |
| الصورة الفضائية الرقمية | | Digital Image |
| محطات العمل الفوتجرامترية الرقمية | DPW | Digital Photogrammetric Workstations |
| الترقيم الإلكتروني | | Digitizing |

omaneducportal.com

| | | |
|---|---|---|
| Electromagnetism | | الطاقة الكهرومغناطيسية |
| Elevation | | الارتفاع عن مستوى سطح البحر |
| Environmental System Research Institute | ESRI | معهد أبحاث النظم البيئية |
| Ethics of GIS | | أخلاقيات نظم المعلومات الجغرافية |
| Extraction | | الاشتقاق |
| Feature ID | | حقل التعريف الموحد / رقم الشكل |
| Galileo | | جاليليو |
| Geodetic Surveying | | المساحة الجيوديسية |
| Geographic Information Systems | GIS | نظم المعلومات الجغرافية |
| Geographic Names | | الأسماء الجغرافية |
| Geographical Explorations | | الكشوف الجغرافية |
| Geography | | الجغرافيا |
| Geometric Corrections | | التصحيح الهندسي |
| GIS Software | | برامج نظم المعلومات الجغرافية |
| Global Positioning System | GPS | نظام تحديد المواقع العالمي |
| Globe | | نموذج الكرة الأرضية |
| Glonass | | جلونس |
| Google Earth | | جوجل إيرث |
| Google Maps | | خرائط جوجل |
| Grid | | شبكة الخلايا |
| Ground Control Points | | نقاط التحكم الأرضي |
| Gyroscopic Compass | | البوصلة الجيروسكوبية |
| Hardware | | الأجهزة |
| Human Geography | | الجغرافيا البشرية |
| Human Resources | | الموارد البشرية |
| Hydrographic Surveying | | المساحة الهيدروغرافية |
| Identify | | الاستعلام |
| Information | | معلومات |
| Interactive screen | | الشاشة التفاعلية |
| Keyboard | | لوحة المفاتيح |
| Land Surveying | | المساحة الأرضية |
| Latitudes | | دوائر العرض |
| Layers / Themes | | طبقات / الشرائح |
| Level | | الميزان |
| Longitudes | | خطوط الطول |
| Mainframe Computers | | الحواسيب الكبيرة |
| Map Boarder | | إطار الخريطة |
| Map Legend | | مفتاح الخريطة |
| Map Projections | | مساقط الخرائط |

omaneducportal.com

| | | |
|---|---|---|
| Map Scale | | مقياس رسم الخريطة |
| Map Symbols | | رموز الخريطة |
| Map Title | | عنوان الخريطة |
| Measurements | | القياسات |
| Model | | نموذج برمجي في نظم المعلومات الجغرافية |
| Mouse | | الفأرة |
| Multispectral Image | | صورة متعددة الأطياف |
| Network Analysis | | تحليل الشبكات |
| North Arrow | | إشارة الشمال الجغرافي |
| Open Source | | برامج مفتوحة المصادر |
| Operating System | | أنظمة التشغيل |
| Optimization | | الاختيار الأمثل |
| Orbit | | المدار |
| Orthophoto Maps | | الخرائط المصورة |
| Output Units | | وحدات الإخراج |
| Overlap | | التداخل الرأسي (الأمامي) |
| Overlay | | المطابقة |
| Passive Remote Sensing | | الاستشعار السلبي |
| Pattern | | النمط |
| Photogrammetry | | المسح الجوي التصويري |
| Physical Geography | | الجغرافيا الطبيعية |
| Pixels / cells | | الخلايا |
| Plane Surveying | | المساحة المستوية |
| Plane Table | | الطاولة المستوية |
| Plotter | | الرسام الآلي |
| Position | | الموقع |
| Primary Data Sources | | مصادر البيانات الأولية |
| Processing Units | | وحدات المعالجة |
| Query | | الاستفسار |
| Raster | | بيانات رقمية شبكية |
| Raster Data Model | | نموذج البيانات الشبكية |
| Regional Studies | | الدراسات الإقليمية |
| Remote Sensing | RS | الاستشعار عن بعد |
| Scanning | | المسح الضوئي |
| Screen Display | | شاشة العرض |
| Secondary Data Sources | | مصادر البيانات الثانوية |
| Shadow | | الظل |
| Shape | | الشكل |
| Sidelap | | التداخل الجانبي |

omaneducportal.com

| | | |
|---|---|---|
| Simulation | | المحاكاة |
| Size | | الحجم |
| Space Segment | | قطاع الأقمار الصناعية |
| Spatial Analysis | | التحليل المكاني |
| Spatial Data / GeoSpatial Data | | البيانات المكانية |
| Spatial Data Storage / Geo Spatial Data Storage | | تخزين البيانات المكانية |
| Spatial Data Structure / Geo Spatial Data Structure | | تمثيل البيانات المكانية |
| Spatial Database / Geo Database | | قواعد بيانات جغرافية مكانية |
| Spatial Resolution | | درجة الوضوح المكانية |
| Spectral Signature | | البصمة الطيفية |
| Statistical Analysis | | التحليل الإحصائي |
| Stereoscope | | جهاز الإبصار المُجَسِّم |
| Surveying | | علم المساحة |
| Swath | | نطاق التغطية |
| Tape | | شريط القياس |
| Texture | | البنية |
| Thematic Maps | | الخرائط الموضوعية |
| Theodolite | | الثيودوليت |
| Three-dimensional maps | 3D Maps | خرائط البُعْد الثالث |
| Tone | | درجة اللون |
| Topographic Map | | الخريطة الطوبوغرافية |
| Total Station | | محطة العمل المتكاملة |
| Transformations | | التحويلات |
| Unmanned Aerial Vehicles | UAV | الطائرات بدون طيار |
| User Segment | | قطاع المستخدمين |
| Users | | المستخدمون |
| Vector Data Model | | نموذج البيانات الخطية |
| Web GIS | | متصفحات نظم المعلومات على شبكة المعلومات العالمية |
| Work Stations | | محطات العمل |

omaneducportal.com

omaneducportal.com

رقم الإيداع: ٤٨٤/ ٢٠١٦
ISBN: 978-99969-0-812-5

ISBN 9789996908125

عزيزي الطالب : محافظتك على كتابك المدرسي قيمة حضارية

www.moe.gov.om

omaneducportal.com