



لجنة استخدام الفضاء الخارجي  
في الأغراض السلمية

تقرير حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة ووكالة الفضاء الأوروبية  
ولجنة أبحاث الفضاء حول تقنيات تحليل البيانات ومعالجة الصور

(دمشق، ٢٥-٢٩ آذار/مارس ٢٠٠١)

المحتويات

| الصفحة | الفقرات | الفصل   |
|--------|---------|---|
| ٣      | ١١-١    | مقدمة   |
| ٣      | ٧-١     | ألف - الخلفية والأهداف  |
| ٤      | ١١-٨    | باء - التنظيم والبرنامج   |
| ٤      | ٥٤-١٢   | ملخص العروض   |
| ٤      | ٢٣-١٢   | ألف - الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية: دراسات حالات  |
| ٤      | ١٣-١٢   | ١ - مصر: نمذجة بيئة الصحراء الغربية باستخدام البيانات الساتلية  |
| ٥      | ١٥-١٤   | ٢ - الجماهيرية العربية الليبية: تدهور التربة والتصحر  |
| ٦      | ١٦      | ٣ - المملكة العربية السعودية: دراسة موارد المياه في المدينة المنورة   |
| ٦      | ١٩-١٧   | ٤ - السودان: اطلاع صانعي القرارات في البلدان النامية على الاستخدامات المحتملة لتكنولوجيا الاستشعار عن بُعد                          |
| ٧      | ٢١-٢٠   | ٥ - الجمهورية العربية السورية: رسم خرائط استخدام الأراضي وتحديد العوامل الملوثة في حوض نهر الأعوج باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد |

| الصفحة | الفقرات   | الفصل |
|--------|---|-------|
|        | ٦- الجمهورية العربية السورية: الاستشعار عن بُعد من أجل الزراعة                |       |
| ٧      | ٢٣-٢٢ ..... وموارد الأراضي  |       |
| ٧      | ٤٣-٢٤ الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية: تحليل البيانات وتجهيز الصور | باء-  |
| ٧      | ٢٥-٢٤ ..... ١- تجهيز الصور الرقمية  |       |
|        | ٢- دمج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من أجل ادارة                 |       |
| ٨      | ٢٨-٢٦ ..... الموارد الطبيعية  |       |
| ٨      | ٣١-٢٩ ..... ٣- ادارة الموارد الطبيعية استنادا الى النهج الجيوماتي             |       |
|        | ٤- نمذجة الخلائط الخطية من أجل رسم خرائط الغطاء الخضري في                     |       |
| ٩      | ٣٤-٣٢ ..... الأراضي الجافة  |       |
|        | ٥- تقييم تصنيف على أساس التكوين لصورة واحدة بالرادار ذي الفتحة                |       |
| ٩      | ٣٦-٣٥ ..... الاصطناعية  |       |
|        | ٦- تصنيف مشترك لصورة من سائل رصد الأرض (SPOT-XS)                              |       |
| ١٠     | ٤٢-٣٧ ..... باستخدام المعلومات التكوينية والمتعددة الأطياف                    |       |
|        | ٧- دور البارامترات الجيوفيزيائية واسترجاعها في دراسة عمليات سطح               |       |
| ١٠     | ٤٣ ..... الأرض  |       |
| ١١     | ٤٧-٤٤ ..... تطبيق الاستشعار عن بُعد في الأرصاد الجوية                         | جيم-  |
|        | لحظة عن منظومات سواتل الأرصاد الجوية العاملة في مدار ثابت                     |       |
| ١١     | ٤٧-٤٤ ..... بالنسبة للأرض وفي المدار القطبي                                   |       |
| ١١     | ٥١-٤٨ ..... المسح التصويري الرقمي باستخدام الحواسيب الشخصية                   | دال-  |
|        | هاء- تطبيقات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في الهيئة العامة      |       |
| ١٢     | ٥٤-٥٢ ..... للاستشعار عن بُعد   |       |

## أولاً - مقدمة

### ألف - الخلفية والأهداف

والتقنية للبيانات الساتلية قد تغطي نطاقاً كبيراً من المواضيع، من الرصد البيئي إلى علم الفلك ومن الأرصاد الجوية إلى الاستشعار عن بُعد، إلا أن التقنيات الأساسية لمعالجة البيانات الساتلية باستخدام البرمجيات الحاسوبية اللازمة تظل قاسماً مشتركاً بين هذه الأنشطة جميعاً. وبمقتضى حلقة العمل تقنيات تحليل البيانات وتجهيز الصور لكي يستطيع عدد أكبر من المهندسين والعلميين في البلدان النامية استخدام بنوك البيانات الضخمة المتعلقة بهذا الموضوع والموجودة في مختلف أنحاء العالم.

٥ - وأتاحت حلقة العمل محفلاً للتفاعل والتحاور بين المهندسين والعلميين الذين يستخلصون البيانات الساتلية لتطبيقات علمية وتقنية مختلفة، وهؤلاء الذين يعنون، خصوصاً في البلدان النامية، بالوصول إلى البيانات الساتلية وتجهيزها وتحليلها وتفسيرها لأغراض البحوث العلمية والتطبيقات العملية في مجالات تخصصهم. وزودت حلقة العمل المشاركين فيها بمعرفة خبيرة بالأدوات المتاحة للوصول إلى البيانات التي يُحصل عليها بواسطة نظم إحرار البيانات الرقمية وتحليلها وتفسيرها لأغراض عملية وتربوية وعلمية متنوعة. وقُدمت في الحلقة مبادئ وطرائق أساسية وامتددة، مشفوعة بأمثلة عملية مستقاة من عمليات يومية تستهدف الوصول إلى البيانات وتحليلها وتفسيرها. وشجعت حلقة العمل أيضاً الاتصالات بين مستخدمين من ذوي الخبرات الواسعة والمتنوعة في إنتاج واستخدام رزم البرمجيات الحاسوبية من أجل إدارة البيانات في عمليات الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وأنشطة المسح التصويري، وتطبيقاتها في إدارة الموارد الطبيعية، وخصوصاً رصد موارد المياه، والتصحر، واستخدام الأراضي، وتلوث البيئة، والتغيرات الحاصلة في النظم الأيكولوجية في المناطق الجافة.

٦ - كما أتاحت حلقة العمل الفرصة لبدء الأعمال التحضيرية لحلقة العمل القادمة في هذه السلسلة، والتي

١ - أوصى مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية (اليونيسبيس الثالث)، وخصوصاً في إعلان فيينا بشأن الفضاء والتنمية البشرية الصادر عن هذا المؤتمر، بأن ينهض برنامج الأمم المتحدة للتطبيقات الفضائية بالمشاركة التعاونية فيما بين الدول الأعضاء على كل من الصعيدين الإقليمي والدولي، مع التركيز على تطوير المعرفة والمهارات في البلدان النامية.<sup>(١)</sup>

٢ - وأقرت لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، في دورتها الثالثة والأربعين المعقودة في عام ٢٠٠٠، برنامج حلقات العمل والدورات التدريبية والندوات والمؤتمرات المقررة لعام ٢٠٠١.<sup>(٢)</sup> وبعد ذلك اعتمدت الجمعية العامة في قرارها ١٢٢/٥٥ المؤرخ ٨ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٠، برنامج الأمم المتحدة للتطبيقات الفضائية لعام ٢٠٠١.

٣ - وعملاً بالقرار ١٢٢/٥٥، ووفقاً لتوصية اليونيسبيس الثالث، نظمت الأمم المتحدة ووكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا)/ولجنة أبحاث الفضاء (الكوسبار) حلقة العمل المشتركة بين الأمم المتحدة ووكالة الفضاء الأوروبية (الإيسا) ولجنة أبحاث الفضاء (الكوسبار) وحكومة الجمهورية العربية السورية في مقر الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد في دمشق، في الفترة من ٢٥ إلى ٢٩ آذار/مارس ٢٠٠١. واستضافت الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد حلقة العمل هذه نيابة عن حكومة الجمهورية العربية السورية.

٤ - وكان الغرض الرئيسي من حلقة العمل هو تهيئة محفل للمهندسين والتربويين والعلميين المعنيين بالوصول إلى البيانات الساتلية وتحليلها وتفسيرها. والتطبيقات العلمية

١٠- وشارك في إعداد برنامج حلقة العمل مكتب شؤون الفضاء الخارجي والهيئة العامة للاستشعار عن بُعد، ووكالة الفضاء الأوروبية، ولجنة أبحاث الفضاء. وشملت العروض التي قدمت في حلقة العمل تقنيات تحليل البيانات الساتلية وتجهيز الصور، كما تستخدم في مجالات الاستشعار عن بُعد والأرصاد الجوية وعلوم الفضاء. وقدمت أثناء حلقة العمل معلومات عن الوصول إلى البيانات الساتلية وتفسيرها وحفظها، إضافة إلى عروض إيضاحية للأدوات البرمجية المناسبة.

١١- وأدلى بكلمات افتتاحية ممثلون عن الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد، ومكتب شؤون الفضاء الخارجي، ووكالة الفضاء الأوروبية.

## ثانياً- ملخص العروض

### ألف- الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية: دراسات حالات

#### ١- مصر: نمذجة بيئة الصحراء الغربية باستخدام البيانات الساتلية

١٢- جاء في العرض أن مصر شرعت في تنفيذ مشروع طموح لاستصلاح الأراضي في الصحراء الغربية، التي تشكل جزءاً من الصحراء الأفريقية الكبرى. وسيستخدم هذا المشروع المسمى "مشروع توشكى" موارد مياه نهر النيل لاستصلاح الأراضي الصحراوية. ويتضمن المشروع أيضاً أنشطة زراعية تتعلق باستصلاح الأراضي والزراعة والإنتاج الغذائي والصناعات الزراعية والإسكان والنقل وتوفير أشكال مختلفة من الطاقة. ولا تتوافر وثائق ومعلومات كافية عن تأثير الظروف المناخية في الأنشطة المذكورة كما أن هذا التأثير لا يُفهم جيداً. إلا أنه يمكن أن يكون للبيئة الجافة وحركة الكثبان الرملية تأثير قوي في استدامة جدوى الأنشطة المذكورة وفي جوانبها الاقتصادية.

ستستضيفها حكومة نيجيريا ويُفضّل أن تُعقد في المركز الاقليمي لتدريس علوم وتكنولوجيا الفضاء (المنتسب إلى الأمم المتحدة) في افريقيا (باللغة الانكليزية) في إيلي-إيفي، نيجيريا، في عام ٢٠٠٢.

٧- وقد أعد هذا التقرير لتقديمه إلى اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية في دورتها التاسعة والثلاثين في عام ٢٠٠٢. وقد قدّم المشاركون تقارير عما حصلوه من معارف وأجروه من أعمال أثناء حلقة العمل إلى السلطات المختصة في حكوماتهم وجامعاتهم ومؤسساتهم. وسينشر عدد من الأبحاث التي قدمت في حلقة العمل في سلسلة ندوات برنامج الأمم المتحدة للتطبيقات الفضائية: دراسات مختارة من الأنشطة في عام ٢٠٠١ (ST/SPACE/7).

### باء- التنظيم والبرنامج

٨- عقدت حلقة العمل في مقر الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد، في دمشق، في الفترة من ٢٥ إلى ٢٩ آذار/مارس ٢٠٠١. وحضرها ٥٦ من المهندسين والتربويين والعلميين من البلدان الخمسة عشر التالية: الأردن، ألمانيا، تونس، الجزائر، الجماهيرية العربية الليبية، الجمهورية العربية السورية، السودان، لبنان، مصر، المغرب، المملكة العربية السعودية، النمسا، نيجيريا، الهند، اليمن، بالإضافة إلى مهندسين وتربويين وعلميين من الأمم المتحدة ووكالة الفضاء الأوروبية.

٩- وقدمت الأمم المتحدة ووكالة الفضاء الأوروبية دعماً مالياً لتغطية تكاليف السفر الدولي عن طريق الجو وتكاليف المعيشة لعشرين من المشاركين من بلدان نامية. ووفرت الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد الإقامة الكاملة ووسائل الانتقال المحلي لأولئك المشاركين أنفسهم، كما قدمت المرافق والمعدات اللازمة لاجتماع حلقة العمل.

المنصرمة، وهناك حاجة عاجلة إلى المزيد من العمل في هذا الصدد. وتضمّن العرض أيضاً تطبيقاً للاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من أجل دراسة تدهور التربة في مناطق تقع في الجزء الشمالي الغربي من هذا البلد. وأشار العرض إلى أن ندرة المياه (الجفاف) والرعي المفرط وتغيير المراعي إلى زراعة بعلى كانت كلها عوامل تسببت في تدمير الغطاء النباتي الطبيعي (انخفاض الانتاجية الاحيائية وتدفق أنواع جديدة) والتحات المستحث بفعل الرياح والمياه. كما أدت زيادة الضغوط البشرية على استخدام مستودعات المياه الجوفية في مواقع معينة إلى اقتحام مياه البحر لبعض الأراضي الواقعة في المنطقة الساحلية.

١٥- وفي المناطق المروية، أدى الري المفرط وعدم كفاءة نظام الصرف إلى تغدق الأراضي وإلى تملح ثانوي. وبيّنت دراسات رصدية أجراها المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء في عام ١٩٩٧ في منطقة الوطية (كمشروع رائد) شدة حالة تدهور الموارد الطبيعية في مراعي المنطقة الساحلية في ليبيا (انخفاض في الغطاء النباتي بنسبة ٥٢ في المائة وزيادة بنسبة ٢٢٧ في المائة في تكوّن الكثبان الرملية خلال فترة السنوات العشر من عام ١٩٨٦ إلى عام ١٩٩٦). وقد اتخذت تدابير كثيرة من أجل مقاومة التصحر في ليبيا خلال العقود المنصرمة، تضمنت تنمية موارد المياه وصورها، والتحكم في التحات بفعل الرياح والمياه، والاصلاح الزراعي، واستصلاح الأراضي وتنميتها، فضلاً عن عدة إجراءات اجتماعية وقانونية. وقد نجحت بعض تدابير مقاومة التصحر السابقة والجاري تنفيذها في ليبيا، في حين أن هناك تدابير أخرى لم تكن مناسبة. ولذلك ينبغي تقييم هذه التدابير من أجل توضيح الرؤية للبرامج المقبلة. وركّز العرض أيضاً على أهمية تعديل السياسات الخاصة بموارد المياه، من أجل مراعاة تزايد ندرة المياه في هذا البلد، ومراعاة دور البحوث والتعليم والتدريب في مقاومة التصحر ووقف تدهور التربة. بمزيد من الكفاءة والفاعلية.

ويبدو أن الظروف المناخية المناسبة، مع التركيز على الاستخدام الملائم للوسائل الكامنة والطبيعية، تهيئ ظروفاً معيشية أفضل وتساعد على تحقيق وفورات هائلة في نفقات المشروع الجارية. ومع ذلك لا بد أن تعتمد هذه الممارسات على بيانات بيئية رصينة ومأمونة ومناسبة لأغراض التصميم والرصد والتقييم.

١٣- ووصف العرض اقتراحاً بشأن استخدام البيانات الساتلية لتكوين سلسلة متصلة من النماذج البيئية/المناخية صالحة للاستخدام في مختلف الأنشطة المذكورة وعلى مستويات مختلفة من حيث التفاصيل. ويتضمن ذلك مستويات لنماذج المناخ الكلي والمناخ المتوسط النطاق والمناخ الميكروي البسيط. واشتملت النماذج على خرائط بالصور الرقمية وعلى قواعد بيانات عن الأرصاد الجوية من أجل توفير العناصر الأساسية للنماذج. ودمجت في النموذج سلسلة من العمليات لحساب الأيروديناميكية، من أجل معرفة سرعة الرياح السطحية وظروف التجوية في مواقع مختارة، وذلك لأغراض التحليل والمحاكاة. واعتمد النموذج بدرجة كبيرة على تقنيات حديثة للتمثيل البصري للبيانات الجغرافية بغية تقديم مخرجات نموذجية لتحسين وتيسير الاستخدام. وكانت جهود التنسيق مع كيانات أخرى تعمل في المجالات ذات الصلة مثل التصحر والأرصاد الجوية والزراعة والعمارة وعلم الآثار والاستشعار عن بعد واستخدام الطاقة أحد الاعتبارات الهامة في هذا الاقتراح.

## ٢- الجماهيرية العربية الليبية: تدهور التربة والتصحر

١٤- قدم العرض خلفية عن المعلومات المتاحة بخصوص العمليات التي تسبب تدهور التربة والتصحر في الجماهيرية العربية الليبية وتؤثر فيهما، مع التركيز على منطقة البحر المتوسط الساحلية، حيث توجد إمكانات الأراضي الزراعية وحيث يتركز أكثر من ثلاثة أرباع السكان. وقد اتخذت تدابير وطنية من أجل مقاومة التصحر خلال العقود الأربعة

### ٣- المملكة العربية السعودية: دراسة موارد المياه في المدينة المنورة

١٦- كان الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم موارد المياه في المدينة المنورة والمنطقة المحاورة لها، بهدف استكشاف موارد إضافية من المياه الجوفية لتلبية الطلب المتزايد على مياه الشرب. وقد عولجت صور ساتلية، بما في ذلك صور ملتقطة بواسطة جهاز رسم الخرائط المواضيعية المحمول على ساتل استشعار الأرض عن بعد (Landsat-5) ونظام رصد الأرض (SPOT) لدراسة جيولوجيا هذه المنطقة. وقد استحدثت صور مجسمة لاستخدامها في دراسات تفصيلية للطبوغرافيا ونظم صرف المياه. وأجريت عمليات مسح جيوفيزيائية تضمنت عمليات مسح مغنطيسي ومسح للمقاومية، إضافة إلى اختبارات للضخ أجريت في عدد من آبار المياه الموجودة في المنطقة. وكان الغرض من ذلك هو استكشاف عمق القاع ومن خلال ذلك عمق الترسبات إضافة إلى عمق وحجم مستجمعات المياه الجوفية. واستُخدمت أيضا النمذجة الرياضية من أجل تحديد إمكانات مستودعات المياه الجوفية حاليا ومستقبلا. وأمكن تحديد عدد من المواقع يُحتمل أن توجد فيها مياه يمكن استخدامها لتلبية الطلب المتزايد على مياه الشرب في المنطقة التي شملتها الدراسة. وهذه الدراسة مدعومة جزئيا من هيئة مياه الشرب في المدينة المنورة.

### ٤- السودان: اطلاع صانعي القرارات في البلدان النامية على الاستخدامات المحتملة لتكنولوجيا الاستشعار عن بعد

١٧- تبلغ مساحة السودان ٢٠٥ مليون كيلومتر مربع، وهو أكبر بلدان أفريقيا، ويتميز بالتنوع من حيث الظروف المناخية والموارد الطبيعية. ويمكن أن يكون استغلال هذه الموارد أمرا عسيرا للغاية لبلد نام مثل السودان، لأن التكنولوجيا هي جوهر عملية التنمية. وهكذا فإن الحاجة إلى استخدام التكنولوجيا جعلت من الاستخدام البازغ

للاستشعار عن بعد مسألة ذات أهمية فائقة، نظرا إلى أنه يُعد من التقنيات المتقدمة المستخدمة على نطاق واسع. وقد لوحظ تزايد سريع في طلب البلدان على موارد الأرض، سواء على الصعيد المحلي أو الاقليمي أو العالمي. ويستلزم هذا الوضع ادارة رشيدة لهذه الموارد، وهو هدف يمكن بلوغه بواسطة الاستشعار عن بعد.

١٨- وكان الغرض من هذه الدراسة اطلاع صانعي القرارات في البلدان النامية، وخصوصا في السودان، على إمكانات التكنولوجيا الساتلية فيما يتعلق بالحصول على معلومات فائقة الأهمية عن المحاصيل واستخدام الأراضي والبيئات البحرية والساحلية والتنقيب عن المعادن وما إلى ذلك، والتأكيد على أهمية هذه البيانات في التطورات التي حدثت مؤخرا والمستجدات التي ستحدث مستقبلا. وأظهرت الدراسة تطبيقات البيانات المستشعرة عن بعد ومدى فائدتها بالنسبة لمختلف الموارد الطبيعية والحيوانية البيئية، كوسيلة لتوجيه صانعي السياسات العامة والمخططين والاداريين والباحثين وغيرهم. وبينت الدراسة أيضا حاجة البلدان النامية مثل السودان إلى استخدام الاستشعار عن بعد، لكونه أداة سريعة وعملية لتقدير البيئة والموارد الطبيعية وتقييمها ورصدها. وسيؤدي دمج الاستشعار عن بعد ضمن البحوث والتطبيقات والتعليم في السودان إلى دعم العلوم والتكنولوجيا في هذا البلد. وبفضل استخدام الاستشعار عن بعد، اكتشف في عام ١٩٩٧ أن ١٨ في المائة من المراعي في المناطق شبه القاحلة في الجزء الأوسط من السودان قد تحولت إلى أراض زراعية، مما أدى إلى تدهور التربة إلى حد كبير. وفي عام ١٩٨٥، بينت دراسات أجريت باستخدام الاستشعار عن بعد في غربي الكردفان عدم تحرك أية مناطق إيكولوجية صوب الجنوب، ومن ثم يبدو أن الحدود الفاصلة بين مختلف المناطق النباتية ظلت مثلما كانت عليه منذ ٨٠ عاما.

١٩- وأوصت الدراسة بأن تُعرض فوائد تكنولوجيا الاستشعار عن بعد، المدعومة بنظم المعلومات الجغرافية،

الأراضي. وفي هذا الميدان فإن الصور الجوية وصور التمثيل المرئي الملتقطة من الفضاء والتي تُسجل بواسطة أجهزة استشعار الكترونية أو الرادار، هي الأدوات التي يمكن استخدامها لاستبانة الثروة الزراعية وموارد الأراضي ورصدها وتقديرها ورسم خرائط لها. وتقوم الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بتنفيذ بعض هذه الأنشطة في الجمهورية العربية السورية. كما أُجريت دراسات الحالات التالية:

- (أ) رسم خرائط لاستخدام الأراضي في غربي وجنوبي البلد؛
- (ب) رسم خرائط للغطاء الأرضي؛
- (ج) مسح التربة وتصنيف الأراضي في القطاع الغربي؛
- (د) رصد تدهور الأراضي في مناطق مختارة؛
- (هـ) تقدير موارد الأراضي في الشمال الشرقي؛
- (و) رصد وتقييم المراعي في السهوب السورية؛
- (ز) رسم خرائط للغابات في الجبال الساحلية السورية.

٢٣- وأثبتت الدراسات أن الاستشعار عن بعد أداة قيّمة في مثل هذه التطبيقات، وأن الجمع بين الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية يعد مسألة أساسية لإنشاء قواعد بيانات للزراعة وإدارة موارد الأراضي.

باء- الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية: تحليل البيانات وتجهيز الصور

#### ١- تجهيز الصور الرقمية

٢٤- ينطوي تجهيز الصور الرقمية على معالجة وتفسير الصور الرقمية من البيانات المستشعرة عن بعد. وفي عام ١٩٧٢ أطلقت الولايات المتحدة الساتل لاندسات ١ وأصبحت الصورة الرقمية متاحة على نطاق واسع

لأغراض التخطيط والتنمية في البلدان النامية بطريقة من شأنها اقناع صانعي القرارات بمساندة تطبيقات الاستشعار عن بعد ودعمها. وتفتقر معظم البلدان النامية الى مرافق الاستشعار عن بعد. ولذلك أوصت الدراسة بأن تزود هذه البلدان بالمساعدة اللازمة لإنشاء نظم الاستشعار عن بعد.

#### ٥- الجمهورية العربية السورية: رسم خرائط استخدام الأراضي وتحديد العوامل الملوثة في حوض نهر الأعوج باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد

٢٠- كان الغرض من الدراسة هو اجراء مسح ايكولوجي لحوض نهر الأعوج (ويعتبر من بين أهم مصادر المياه لمدينة دمشق) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وركزت الدراسة على ما يلي:

(أ) خرائط توزيع الغطاء الحضري بمقياس ١:٠٠٠ ٠٠٠ تبين كثافة الغطاء الحضري الطبيعي والمزروع وتوزيعه في منطقة حوض النهر. كما تظهر الخرائط العلاقة بين الوجود الحضري ومياه النهر، مبينة في ثلاث مجموعات مختلفة؛

(ب) خرائط استخدام الأراضي بمقياس ١:٠٠٠ ٠٠٠ يمكن من خلالها تحديد العوامل الملوثة المؤثرة في حوض نهر الأعوج بصفة عامة.

٢١- واستنادا الى نتائج هذه الدراسة، قُدم عدد من التوصيات والاقتراحات الضرورية بغية مكافحة التلوث وحماية صحة الانسان والبيئة على حد سواء في منطقة الحوض المجاورة لمدينة دمشق.

#### ٦- الجمهورية العربية السورية: الاستشعار عن بعد من أجل الزراعة وموارد الأراضي

٢٢- جاء في العرض أن تقنيات الاستشعار عن بعد تنطوي على أهمية فائقة للدراسات الزراعية وإدارة موارد

الأرض - أصبح الاستشعار عن بعد مصدرا هاما للمعلومات التي تعتبر أساسية لإنشاء قواعد البيانات. وهكذا أصبح الاستشعار عن بعد حجر الزاوية في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية وفي تكنولوجيا المعلومات.

٢٨- وتعتبر الآن نظم المعلومات الجغرافية، التي تستند الى استخدام الحواسيب والبرامجيات التطبيقية، التكنولوجيا الجديدة لإنشاء قواعد البيانات. وتتكون قواعد البيانات هذه من خرائط مواضيعية مختلفة ذات تمييزات فراغية متنوعة وبارامترات طبيعية لتفسير الخرائط. وعلى أساس تجهيز وتحليل قواعد البيانات هذه، يُحصل على حلول وخيارات تُستخدم في تخطيط ادارة الموارد الطبيعية ونمذجتها.

### ٣- ادارة الموارد الطبيعية استنادا الى النهج الجيوماتي

٢٩- قدّم العرض فيما يتعلق بهذا الموضوع لمحة عن النهج المتبع في تجهيز الصور وتحليل البيانات من أجل ادارة الموارد الطبيعية، وذلك من خلال دراسات حالات عن رسم خرائط للغابات واجراء حصر لها وتقييم تحات التربة.

٣٠- وتعلق الحالة الأولى باستخدام صور رسم الخرائط المواضيعية الملتقطة بواسطة الساتل لاندسات (ساتل استشعار الأرض عن بُعد) من أجل وضع خرائط للغابات. وكان النهج المتبع يستند الى تفسير الصور لاستخلاص المعلومات المطلوبة. واستُخدمت لهذا الغرض عدة تقنيات للتجهيز: التصوير الهندسي، وتقوية التباين، والتصنيف. واستُخدمت أيضا بيانات من مصادر خارجية (الخرائط المتوافرة وعمليات المسح الميداني) من أجل رسم الخرائط النهائية.

٣١- واستخدم المشروع الثاني تقنيات الاستشعار عن بعد ونُظم المعلومات الجغرافية في آن معا من أجل وضع خرائط لأخطار التحات. وركّز العرض على المنهجيات المتبعة لإنتاج خرائط مواضيعية (درجة الحرارة، والانسياب السطحي، والتربة، والانحدار والتعرّض، واستخدام

لتطبيقات استشعار الأراضي عن بعد. وتوجد مصادر مختلفة لبيانات الصور الرقمية، وهي تتراوح بين نظم رصد الأرض الساتلية التجارية وسواتل الأرصاد الجوية والبيانات المسوَّحة جوا والبيانات الملتقطة بآلات التصوير الرقمي المحمولة جوا. ويمكن معالجة كل أشكال البيانات هذه وتحليلها باستخدام تقنيات برامجيات تجهيز الصور الرقمية.

٢٥- وكثيرا ما ينطوي تجهيز الصور الرقمية على اجراءات يمكن أن تكون بالغة التعقّد رياضيا. ولكن الهدف من العرض كان تقديم المبادئ الأساسية لتجهيز الصور الرقمية، ويتضمن هذا التجهيز ما يلي:

(أ) ادخال واسترجاع بيانات الاستشعار عن بعد لمعالجتها لاحقا؛

(ب) التصويب الراديومتري؛

(ج) التصويب الهندسي؛

(د) تحسين الصور؛

(هـ) تصنيف الصور؛

(و) توليد الخرائط على الحاسوب (من أجل

طبع الخرائط).

### ٢- استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في ادارة الموارد الطبيعية

٢٦- أشير الى أن التقدم السريع المحرز في تكنولوجيا الاستشعار عن بعد جعل من البيانات الفضائية موردا بالغ الدقة وعصريا للبيانات الحيزية، مما ساعد على اعداد خرائط عادية وموضوعية تحتوي على تفاصيل مختارة واجراء أنواع مختلفة من التجهيز الرقمي والتصنيف على درجة عالية من الدقة.

٢٧- ولما كانت تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية تستند الى الدمج والى نهج متعدد المستويات - يتضمن أساسا علوم الحاسوب، والرياضيات، والتخطيط، وعلم



الطيفية؛ (ب) مراعاة أن غالبية عناصر الصور عبارة عن خلائط؛ (ج) إبطال مفعول الغلاف الجوي. بالإضافة إلى معالجة مشاكل الاضاءة وهندسة الرصد. ومن المعروف أن نموذج الخلط الخطي المستند إلى مفهوم الأطياف يفني بهذه الشروط جميعا.

٣٤- وتوقفت خلال العرض الافتراضات التي يستند إليها الخلط الخطي، واقترح حل للطابع الخطي لمشكلة الخلط. وأعد تقرير عن النتائج التي أمكن تحقيقها عندما طُبّق هذا الاجراء على عدد من صور الخرائط المواضيعية من أجل توليد خرائط مختلفة للمنطقة موضع البحث.

#### ٥- تقييم تصنيف على أساس التكوين لصورة واحدة بالرادار ذي الفتحة الاصطناعية

٣٥- أُجريت في تقديم هذا الموضوع مقارنة بين طريقتين للتصنيف. استخدمت الطريقة الأولى تصنيفا مُجمعا على أساس المعلومات التكوينية والراديو مترية، بينما اقتصرَت الطريقة الثانية على استخدام المعلومات الراديو مترية. وأجري التحليل التكويني باستخدام مصفوفة الحدوث المشترك للمستوى الرمادي (GLCM). واستخدم لهذا الغرض التباين، والانتروبيا (درجة التعادل الحراري)، والتجانس، والترابط، والتجانس المحلي، والتوجيهية، والتوحد.

٣٦- ويبيّن العرض أنه أمكن تحقيق تحسّن ملحوظ في دقة التصنيف إذا استخدمت الصفات التكوينية كمدخلات إضافية للمعلومات الراديو مترية. ومع ذلك عجزت الطريقتان عن التمييز بين أهداف واقعة في مناطق محجوبة ومناطق مكشوفة مباشرة لإشارة الرادار. وبلغت دقة التصنيف اجمالا باستخدام طريقة المصفوفة (GLCM) ٥٥ في المائة، فكان ذلك أفضل بكثير من التصنيف المستند إلى البيانات الراديو مترية فقط، والذي بلغت دقته ٣٥ في المائة. ويمكن تحسّن هذه النتيجة إذا استُبعد أثر التضاريس الكلية

الأراضي، ودليل الغطاء الخضري) لدمجها بنماذج لتقدير التحات. وقدم العرض أيضا وصفا لدور نظم المعلومات الجغرافية في تحليل البيانات وإدارتها.

#### ٤- نمذجة الخلائط الخطية من أجل رسم خرائط الغطاء الخضري في الأراضي الجافة

٣٢- تطرح عملية رسم خرائط للغطاء الخضري في الأراضي الجافة مشكلة بسبب شدة تأثير التربة في الخواص الطيفية الخلفية لكل عنصر من عناصر الصورة (بيكسل)، نتيجة لانخفاض كثافة الغطاء الخضري. وتكثر عناصر الصور المختلطة في هذه البيئة لأن الغطاء الخضري نادرا ما يتسنى النفاذ إليه بنسبة ١٠٠ في المائة، مما يجعل معظم عناصر الصور خليطا من الخضرة والرواسب الدقيقة (التربة) والأحجار. وبالتالي تكون عناصر الصور المختلطة هي السبب الرئيسي للأخطاء في تصنيف الأراضي الجافة، لأن تقنيات تصنيف الصور تفترض أن تكون عناصر الصور نقية، ولكن للأسف لا ينطبق ذلك في حالة الأراضي الجافة حيث تكون فئات الغطاء الأرضي ممتدة ومتراصة وليست منفصلة أو متميزة. وعلاوة على ذلك، كثيرا ما يكون العديد من الفئات التي تُصنّف عادة بأنها "خضرية" أو "صخور عارية" غير متجانسة طيفيا لأنها عبارة عن فسيفساء من مواد عديدة مختلفة طيفيا، ولأن التنوعات الصخرية تُظهر طوبوغرافيات تؤدي إلى اختلاف في الاضاءة. ونتيجة لعدم التجانس هذا داخل الفئات تعاني الفئات الشديدة التباين من ارتفاع مستويات الخطأ في التصنيف. وعلاوة على ذلك، لا يمكن أن تُنتج نهج التصنيف خرائط موضوعية للغطاء الخضري نظرا للتدخل البشري اللازم في عمليات شديدة التفاعلية مثل تحديد الطبقات الطيفية.

٣٣- واتضح من ثم ان هناك حاجة إلى طريقة لرسم خرائط الغطاء الخضري في مناطق الأراضي الجافة تتميز بما يلي: (أ) استخدام أكبر قدر ممكن من المعلومات

عرض الخريطة الجيولوجية في شكل رسم بياني واضح المعالم، يقدم صورة مجسّمة ذات فائدة كبيرة للجيولوجيين.

#### ٧- دور البارامترات الجيوفيزيائية واسترجاعها في دراسة عمليات سطح الأرض

٤٣- أصبحت الأنشطة المتعلقة بأصل الانسان وتطوره عاملا هاما يؤثر في أداء النظام الأرضي. فالمناسخ والدورات العالمية للكربون والمياه وبنية النظم الايكولوجية الطبيعية كلها وثيقة الارتباط، وتؤثر أي تغيرات كبرى في أي من هذه النظم في النظم الأخرى. ومن ثم فإن هناك حاجة الى دراسة ونمذجة التفاعلات الهامة بين العمليات الأحيائية والكيميائية والفيزيائية التي تحكم التغيرات في النظام الأرضي والأكثر تعرضا للتأثير البشري. وتتيح مجموعات البيانات الساتلية فرصة فريدة لاسترجاع الكثير من البارامترات الجيوفيزيائية الهامة. وفي اطار عملية الاسترجاع هذه يعتبر فهم الجوانب الفيزيائية للمشكلة أمرا بالغ الأهمية. وتناولت الدراسة فائدة البيانات الساتلية في تقدير انعكاسية السطح، والابتعائية السطحية، ودرجة الحرارة السطحية، والبارامترات الفيزيائية ذات الصلة. وقد استخلصت هذه البارامترات باستخدام منهجيات مختلفة. فاستخدمت الألغوريثمات (الخوارزميات) لتقدير الانعكاسية السطحية باستخدام المعلومات المستمدة من البيانات الساتلية استخداما فعالا، كما بذلت محاولة لاستنتاج الابتعائية الضيقة النطاق والعريضة النطاق. ودُرس أيضا مفهوم مؤشرات الغطاء الخضري باعتبارها مدخلات لتقدير الابتعائية السطحية. وأسهم قياس هذه البارامترات في المعارف المتعلقة بدرجة الحرارة السطحية. وأمكن أيضا تقدير البخر الكلي الذي يشكل مكونا هاما في ميزان المياه وميزان الطاقة، باستخدام بيانات ساتلية. ويمكن القول بوجه عام ان جهودا قد بذلت لتقدير عمليات سطح الأرض التي يتعذر معرفتها بواسطة القياسات التي تُجرى على سطح الأرض.

من أجل عزل التضاريس الجزئية التي تحدد صفات المعلومات التكوينية.

#### ٦- تصنيف مشترك لصورة من ساتل رصد الأرض ( SPOT-XS ) باستخدام المعلومات التكوينية والمتعددة الأطياف

٣٧- يؤدي تحليل تكوين الصورة دورا هاما في معالجة الصور وتصنيفها وتفسير البيانات المستشعرة عن بُعد. ويعتبر نهج المصفوفة (GLCM) من بين الأساليب الاحصائية الأكثر شيوعا واستخداما في واقع الأمر لقياس المعلومات التكوينية الموجودة في الصور.

٣٨- وكان الغرض من الدراسة هو الجمع بين المعلومات التكوينية والمتعددة الأطياف من أجل اجراء تصنيف مشترك باستخدام احدى صور SPOT-XS.

٣٩- وطُبق اجراء مشترك لرسم الخرائط، استنادا الى نهج شبه أوتوماتي يستخدم اجراءات التصنيفات المراقبة لنفس المشهد في SPOT-XS، على منطقة تيليشت في جبال الأطلس الكبير الشرقية في المغرب.

٤٠- وساعد الجمع بين التكوينات على احدى صور SPOT-XS والخواص الطيفية على هذه الصورة في تحسين التصنيفات المراقبة، متيحاً بذلك تمييزاً أفضل للتشكيلات والبنى الجيولوجية.

٤١- وأمكن بفضل الجمع بين خرائط نظم المعلومات الجغرافية المستندة الى البيانات الخرائطية المتاحة والنماذج الرقمية للارتفاعات الأرضية والمعلومات المستخلصة منها، اجراء حصر جيولوجي لهذه المنطقة وتحسين الخرائط القديمة الى حد كبير.

٤٢- وكان لتكوين صورة SPOT-XS علاقة مباشرة بشكل وتركيبية الأرض وبالتضاريس. وهكذا ساعد تراكم الخريطة الجيولوجية التي حُصل عليها في هذه الدراسة على

٤٦- وتتضمن المنظومة العالمية لسواتل الأرصاد الجوية كوكبية من خمسة سواتل على الأقل موزعة على مسافات متساوية في مدار ثابت بالنسبة للأرض أعلى خط الاستواء، وما لا يقل عن ساتلين في مدارات قريبة من المدار القطبي. وتخلق السواتل الثابتة بالنسبة للأرض على ارتفاع يبلغ ٣٦ ٠٠٠ كم تقريباً، ويستطيع كل منها أن يوفر تصويراً مستمراً تقريباً ودعمًا للاتصالات عبر مناطق واسعة من الكوكب.

٤٧- ويستطيع كل من هذه السواتل أن ينتج صوراً قرصية كاملة للكوكب الأرضية تغطي ما يقرب من ربع مساحتها، ليلاً ونهاراً. وأما السواتل التي تدور في مدار قطبي فهي تخلق في مدارات أكثر انخفاضاً بكثير، عادة ما تكون ٨٥٠ كم تقريباً، حيث يكون مستوى المدار على زاوية ٨٠° تقريباً من خط الاستواء. والسواتل التي تدور في مدارات قطبية مصممة لكي تطل على سطح الأرض بأسره كل يوم. وأما السواتل التي تخلق في مدار قطبي فهي تدور حول الأرض كل يوم، مرة بالقطبين الشمالي والجنوبي عدة مرات في اليوم الواحد. وعندما يخلق الساتل حول الكوكب الأرضية، يبدو وكأن الأرض تدور على محور تحت المدار، بينما يمر الساتل فوق سطح الأرض كله يومياً.

#### دال- المسح التصويري الرقمي باستخدام الحواسيب الشخصية

٤٨- أدى استحداث المسح التصويري الرقمي الى تغيير كامل في عالم المسح التصويري، فلم تعد هناك ضرورة لاستخدام أجهزة الحواسيب المكلفة التي كانت لازمة سابقاً، بعد أن أصبحت الصور الرقمية حقيقة ملموسة. وكل ما يلزم هو جهاز مسح إذا أريد استخدام الصور الجوية التقليدية. وأفيد أن جامعة هانوفر في ألمانيا، قد طوّرت بالتعاون مع جامعة دوسلدورف، في ألمانيا أيضاً، برنامجاً حاسوبية تستطيع أن تؤدي الوظائف التالية: قياس إحداثيات الصورة كمدخلات للضبط الكتلي على الخريطة،

#### جيم- تطبيق الاستشعار عن بُعد في الأرصاد الجوية

##### لحة عامة عن منظومات سواتل الأرصاد الجوية العاملة في مدار ثابت بالنسبة للأرض وفي المدار القطبي

٤٤- أفيد أن أسطولاً من سواتل الأرصاد الجوية العاملة يدور حول الأرض منذ عقدين من الزمان، ويتدفق من هذه السواتل بيانات لا تقدر بثمن دعماً للأرصاد الجوية التطبيقية والعديد من فروع العلم الأخرى. وتوجد شبكة دولية من السواتل في مدار ثابت بالنسبة للأرض، في موقع يعلو خط الاستواء على ارتفاع شاهق، وهو يعطي صوراً لمنطقة خطوط العرض الوسطى والمنطقة الاستوائية كل نصف ساعة ليلاً ونهاراً. وهناك منظومات من السواتل تدور حول الكرة الأرضية في مدارات أكثر انخفاضاً، من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي كل مائة دقيقة، وهي ترصد الكوكب مرتين في اليوم مستعينة بمجموعة رائعة من أجهزة الاستشعار القوية.

٤٥- وخلال هذه الفترة تطورت تطبيقات هذه السواتل الى حد تجاوز بكثير أحلام أولئك الذين ابتكروا هذه المنظومات منذ عشرين عاماً ونيف. فقد أصبحت ضرورية، لا للأرصاد الجوية فحسب، وإنما لأغراض رصد المناخ أيضاً ولرصد صحة المحيطات ومسطحات اليابسة والغلاف الجوي المحيط بالكوكب. وصار نطاق التطبيقات واسعاً الى حد أنه يصعب الآن متابعة أوجه الاستخدام الممكنة للسواتل. فلاتل هم الذين كان يمكن أن يتخيلوا، مثلاً، أن سواتل الأرصاد الجوية التي يجري تصميمها ستقيس بدقة فائقة سرعة الرياح السطحية واتجاهها عبر محيطات الكوكب كله أو أنه يمكن استخدام الساتل نفسه لتعقب الحيوانات والطيور البرية المهاجرة ولرصد نمو النباتات. وقد لا تتوافر معلومات لدى المستخدم المحتمل، حتى بعد ادراكه لكل هذه الامكانيات، عن أي الأجهزة يستخدم لغرض معين، أو كيف تعالج البيانات من أجل الحصول على المعلومات المطلوبة وأي كيان في العالم بوسعه أن يقدم مزيداً من المعلومات.

٥١- وتوجد جميع الخطوات اللازمة، بدءاً من الصورة الرقمية حتى النتيجة النهائية، في برنامج نظام SIDIP الذي وضعته جامعة هانوفر بالتعاون مع جامعة دوسلدورف.

#### هاء- تطبيقات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية في الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد

٥٢- أنشئت الهيئة العامة للاستشعار عن بُعد في سوريا في شباط/فبراير ١٩٨٦. ويقع مقر الهيئة على مشارف مدينة دمشق، وهي تتعاون مع هيئات حكومية ومع بلدان غربي آسيا وهيئات دولية. وتجري الهيئة دراسات وتنفذ مشاريع خاصة بتطبيقات الاستشعار عن بُعد في ميادين الجيولوجيا، والهيدرولوجيا، والهيدروجيولوجيا، والزراعة، والتخطيط الحضري، والبيئة، والأرصاء الجوية، وعلم الآثار، باستخدام صور "لانديسات" و "سيوت". وتنشر الهيئة بانتظام أطلساً فضائياً للجمهورية العربية السورية، ومعجماً بمصطلحات الاستشعار عن بُعد بلغات مختلفة، كما تصدر مجلات خاصة بالاستشعار عن بُعد.

٥٣- وترمي هذه الهيئة في المقام الأول الى تعزيز التنمية المستدامة مع حماية البيئة السورية في الوقت نفسه. ويتطلب ذلك إدارة مثلى للموارد الطبيعية، وهذا يتوقف بدوره على توافر معلومات مأمونة وفي الوقت المناسب سواء على الصعيد الوطني أو الاقليمي. وتؤدي البيانات المستشعرة عن بُعد دوراً متزايد الأهمية كمصدر للمعلومات اللازمة للإدارة المستدامة للموارد الطبيعية وحماية البيئة. ويمكن من خلال نظم المعلومات الجغرافية، دمج البيانات المستقاة من الاستشعار عن بعد ببيانات من مصادر أخرى، من أجل تيسير جهود المسؤولين عن إدارة الموارد، والمخططين، ومقرري السياسات، وصانعي القرار في الحصول على المعلومات ذات الصلة التي يحتاجون إليها. ولكي يتسنى تيسير إدارة الموارد المستدامة في بلدان غربي آسيا، تنظم الهيئة دورات دراسية وندوات في ميدان الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من حيث انطباقها على مختلف

وحزم الضبط الكتلي، وقياس الأزواج المجسمة الرقمية، وتوليد النماذج الرقمية للارتفاعات الأرضية بمضاهاة الصور أوتوماتياً، وترشيح العناصر التي لا تخص النماذج الرقمية للارتفاعات الأرضية، وتوليد الصور المتعامدة، وفسيفساءات الصور المتعامدة، وتجهيز النماذج الرقمية للارتفاعات الأرضية. ويتضمن تجهيز النماذج الرقمية للارتفاعات الأرضية حساب الخطوط الكونتورية وتمثيل الجسم وغير ذلك. والبرنامج كله يستند الى الحاسوب الشخصي ويسهل تناوله. وهكذا أصبح عالم المسح التصويري بأسره متاحاً على الحواسيب الشخصية العادية بجهد يسير.

٤٩- والصور عبارة عن معلومات عن الأشياء المصورة، ولكن المعلومات دون إسناد هندسي تعتبر عديمة الفائدة. ويوفر المسح التصويري إسناداً مجسماً لمعلومات القرينة. وكان المسح التصويري القياسي والتحليلي سائدين منذ وقت بعيد، وكلاهما من التقنيات المحرّبة ولكنهما يحتاجان إلى أجهزة مكلفة. أما اليوم، فقد أصبحت حتى الحواسيب الشخصية قوية بما يكفي لتناول الصور الجوية أو الفضائية الكاملة الاستبانة، بحيث يمكن تناول تطبيقات المسح التصويري الرقمي على حواسيب شخصية بسيطة. والجهاز الوحيد اللازم، إلى جانب الحاسوب، للمسح التصويري الرقمي هو ماسح الصور، إذا لزم استخدام صور قياسية. وللإستفادة من نطاق الدقة الكامل للمسح التصويري يلزم استخدام ماسحات خاصة للتصوير المساحي الضوئي لأن دقة ماسحات النشر المكتبي تقتصر على ما يقرب من +/- ٥٠ ميكرومتر، حتى إذا كانت استبانة الصورة أعلى من ذلك.

٥٠- والميزة الهامة للمسح التصويري الرقمي هي إمكانية التشغيل الأوتوماتي. فالיום لم تعد مضاهاة الصور بطريقة أوتوماتية مستهلكة للوقت وأصبحت أسرع بكثير من القياس اليدوي للنموذج الرقمي للارتفاعات الأرضية.

(١) تقرير مؤتمر الأمم المتحدة الثالث المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية (اليونيسبيس الثالث)، الفصل الأول، البند (هـ) '٢' من الجزء الأول من القرار ١ والفقرة ٤٠٩ (د) '١'.

(٢) الوثائق الرسمية للجمعية العامة، الدورة الرابعة والخمسون، الملحق رقم ٢٠ والتصويب، (A/54/20) و Corr.1)، الفقرة ٥٢.

فروع علوم موارد الأرض. والهيئة العامة للاستشعار عن بعد، التي عُقدت حلقة العمل في مقرها، من أوائل مؤسسات التدريب في منطقة غربي آسيا، وقد وفّرت التدريب لأشخاص من الجمهورية العربية السورية ومن بلدان أخرى طوال العقدين المنصرمين. والهيئة مجهزة بأحدث الإمكانيات الحاسوبية، مثل الحواسيب الشخصية المتطورة والحواسيب المتعددة الأغراض العالية الأداء المزودة بأجهزة محيطية وبرامجيات حديثة للاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وتوجد بها أيضاً مختبرات فيها معدات خاصة بالتحقق على أرض الواقع. وأتيح للمشاركين في حلقة العمل فرصة للإطلاع على الحواسيب والبرامجيات الحاسوبية المتوفرة في الهيئة أثناء جلسات عملية لإختزال البيانات الساتلية وتجهيزها وتحليلها، وتطبيقها.

٥٤- وفي الجلسات العملية، استرعى الانتباه بشكل خاص إلى دراسة أنجزت مؤخراً عن استكشاف المياه الجوفية بواسطة الاستشعار عن بعد في الجمهورية العربية السورية، أجرتها الهيئة بالاشتراك مع إيطاليا ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة. ويّنت هذه الدراسة أن دمج البيانات المستمدة من سواتل رصد الأرض والبيانات التي تجمع بطرق تقليدية في نظم المعلومات الجغرافية، من شأنه أن يوفر أداة قوية تستخدم في استكشاف المياه الجوفية، على أن يقترن ذلك ببحوث ميدانية مختارة ومعارف عن التكوين الجيولوجي للمنطقة التي تشملها الدراسة.

الحواشي