العنوان:	الاستشعار من بعد في الشرق الأوسط - 25 -
المصدر:	رسائل جغرافية
الناشر:	جامعة الكويت - كلية العلوم الاجتماعية - قسم الجغرافيا
المؤلف الرئيسي:	هاريس، د. ر.
مؤلفين آخرين:	البنا، علي علي(مترجم)
المجلد/العدد:	الرسالة25
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	1981
الشهر:	يناير / ربيع الأول
الصفحات:	3 - 51
رقم MD:	250353
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	استخدامات المياه، الشرق الأوسط، الاستشعار عن بعد، الأقمار الصناعية، ايران، مصادر المياه، نظم المعلومات الجغرافية
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/250353

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الاستشعار من بُعد في الشرق الأوسط

تأليف : د. ر. هاريس
ترجمة : ا.د. علي علي البنا

٢٥

ربيع الأول ١٤٠١هـ
يناير ١٩٨١م

نشرة دورية محكّمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

رئيس الوحدة

د. عبدالله يوسف الغنيم

أسرة التحرير :

الدكتور عبدالله يوسف الغنيم	عميد كلية الآداب
الأستاذ إبراهيم الشطي	رئيس الجمعية الجغرافية الكويتية
الأستاذ الدكتور محمد صفي الدين أبو العز	رئيس قسم الجغرافيا
الأستاذ الدكتور محمود طه أبو العلا	
الدكتور محمد عبدالرحمن الشرنوبي	
الدكتور طه محمد جاد	

المراسلات : الجمعية الجغرافية الكويتية - ص.ب ١٧٠٥١ - الخالدية - الكويت

بسم الله الرحمن الرحيم

الاستشعار من بعد في الشرق الاوسط

اعداد : دكتور ر. هاريس
قسم الجغرافيا بجامعة درام
ترجمة : أ.د. علي علي البنـــا
استاذ الجغرافيا بجامعة الكويت

تقديم المترجم

أصبح الاستشعار من بعد Remote Sensing في الوقت الحاضر من أهم وسائل جمع البيانات الخاصة بالكوكب الذي نعيش عليه أرضا وبحرا وجوا . وقد ترتب على التطور الكبير الذي حدث في تكنـولوجيا الاقمـار الصناعية وخاصة المتعلق منها برصد موارد الارض « لاندسات Landsat » الذي سمي في الاصل Earth Resources Technology Satellite ، (ERTS) ، كما ترتب على التحسين المستمر في أدوات المسح والرصد في هذه الاقمار ، ثورة هائلة من المعلومات التي تخدم الدراسات البيئية وأنماط اسـتخدام الارض وموارد الثروة المختلفة بشكل لم يتيسر اتاحته بوسائل جمـع البيانـات التقليدية .

ان العالم يشـــــهد الان ثورة في استخدام البيانات الواردة من الاقمار الصناعية تماثل ما أسميناه منذ فترة بالثورة الكمية . وقد استفادت الدول المتقدمة من هذه البيانات في رصد التغـيرات البيئية ورسم خـرائط دقيقـة للموارد وأنماط استخدام الارض ومحاولة دراسة وحل مشكلات التلوث البيئي ، بل ومحاولة التنبؤ بالانتاج الزراعي . وهناك مشاريع متعددة تقوم بهـا

هيئات مختلفة لدراسة ورصد ورسم خرائط لكثير من المناطق المتقدمة أو النامية على حد سواء ، ومن ثم فان هذا المقال الذي نقوم بترجمته يمثل أحد المجالات الحديثة في الدراسات الجغرافية ٠

والمقال الاصلي باللغة الانجليزية "Remote Sensing in the Middle East" أعده دكتور هاريس Dr. R. Harris بقسم الجغرافيا بجامعة درام Durham بانجلترا ، وهو أحد أعضاء فريق تلك الجامعة في المشروع المشترك بينها وبين قسم الجغرافيا بجامعة الكويت وهو مشروع « الاستشعار من بعد وأهميته في دراسة البيئة في الكويت » ٠ والدكتور هاريس أحد الجغرافيين الذين تخصصوا في استخدام بيانات وصور الاقمار الصناعية في الدراسات الجغرافية عامة والمناخية بصفة خاصة ٠ وهو يعرض في هذا المقال أهمية الاستشعار من بعد في الداسات الجغرافية وخاصة في الشرق الاوسط ، كما يصف القواعد التي يقوم عليها الاستشعار من بعد مع اهتمام خاص بالقمر الصناعي الخاص برصد الارض « لاندسات Landst » ٠ ويعرض المؤلف في مقاله تطبيقات من ايران وعمان والكويت وهو يعطي أهمية لمنطقة أصفهان في ايران حيث قام بتحليل صور « اللاندسات » مستخدما الكمبيوتر ومستعينا بالدراسة الميدانية لمواقع مختارة في هذه المنطقة ٠ ومن ثم فان هذا المثال يعتبر تطبيقا جيدا لما يمكن أن يقوم به الجغرافي في دراسة استخدام الارض Land Use بالذات مستفيدا من صور وبيانات الاقمار الصناعية ٠

وتحقيقا للفائدة الاكبر فقد رؤى وضع الترجمة العربية مع النص الاصلي وذلك خدمة للقارىء العربي وطلاب الجغرافيا الذين قد يصعب عليهم تتبع المقال باللغة الانجليزية ٠

أ٠ د٠ علي علي البنا

ملخص المقال

يعرض المقال بعض الدراسات التطبيقية المنشورة عن الاستشعار من البعد في الشرق الاسط · يلي ذلك وصف الاسس التي يقوم عليها الاستشعار من بعد من حيث أجهزة الرصد وأدوات الاستشعار مع التأكيد بصفة خاصة على القمر الصناعي الخاص برصد الارض « اللاندسات Landsat » · ويشتمل المقال على ثلاثة تطبيقات دراسية لاستخدام وتحليل صور الاقمار الصناعية من ايران وعمان والكويت ·

مقدمة

يعتبر الاستشعار من بعد وسيلة جديدة لجمع البيانات وتحليلها في مجال الدراسات الجغرافية · وفيما يختص بالشرق الاوسط فان الاستشعار من بعد يمكن أن يستخدم في جمع البيانات عن المناطق الماحلة أو التي يصعب الوصول اليها ، وكذلك في رصد التغيرات التي تحدث في الحوال البيئية وفي اعطاء رؤية جديدة وتفهم حي للمشكلات الجغرافية · ومن الممكن ـ بواسطة استشعار الاقمار الصناعية بصفة خاصة ـ رسم خرائط للتلوث البحري والمناطق الزراعية والظواهر الجيومورفولوجية ، وذلك في فترة قصيرة نسبيا اذا ما قورن ذلك بعمليات المسح الارضي الواسع في الحقل والذي يعتمد على الوسائل الفنية التقليدية · وهذا من شأنه أن يتيح فرصة أكبر لتحليل الزخم الهائل من البيانات التي تتجمع بواسطة الاستشعار من بعد · وعلى أية حال فان الاستشعار من بعد ليس هو الحل الوحيد للمشكلات البيئية اذ أن البيانات التي نحصل عليها بهذه الطريقة تعطي أفضل النتائج اذا ما استخدمت جنبا الى جنب مع مصادر البيانات الاخرى التقليدية ، وذلك في زيادة فهم الظاهرات البيئية ·

ان كثيرا من أقطار الشرق الاوسط ينقصها الاسس الضرورية لانشاء خرائط طبوغرافية وخرائط التوزيعات المتنوعة تكون من الدقة بحيث يمكن الاعتماد عليها ، فقد وجد بتري Petrie (١٩٧٩) اثناء دراساته في السودان أن الخرائط الموجودة فقيرة وانها قد اعتمدت في رسمها أساسا على عمليات المسح التي تمت على طول الطرق بمساعدة صور جوية أخذت اثناء الحرب العالمية الثانية · ويقول بتري في هذا الصدد « هناك حاجة حقيقية في الاقطار النامية (كالسودان) بمساحاتها الضخمة وامكانياتها المحدودة نسبيا الى انشاء خرائط لهذه الاقطار » · وانطلاقا من ذلك قام بتري Petrie بدراسة وتحليل صور الاقمار الصناعية من أجل رسم خرائط طبوغرافية السودان بمقياس ١ : ٢٥٠٫٠٠٠ · وقد وجد بتري أن صور التابع الارضي « اللاندسات Landsat » كان لها فائدتها الكبيرة في التعرف على أنماط السطح العامة والمناطق الزراعية وان كانت أقل فائدة

عندما حاول التعرف على الظواهر الصغيرة التي تظهر كنقط أو خطوط (مثل القرى الصغيرة وشبكات الطرق) . ولقد توصل ليذرديل Leatherdale (١٩٧٨) الى نتيجة مشابهة لذلك ولاحظ أيضا أن الظاهرات التي هي من صنع الانسان كانت أصعب ما يمكن التعرف عليه من صور التابع الارضي (اللاندسات) .

على أية حال فان باري Parry (١٩٧٨) قد استطاع التعرف على بعض الظاهرات الخطية (كالطرق والسكك الحديدية) من صور الاقمار الصناعية لمنطقة جنوب دارفور في السودان وذلك من أجل عمليات المسح التي تقوم بها شركة هنتنج Hunting. ولقد كان القصد من القيام بهذا العمل التعرف على نظم الاراضي ضمن مشروع لمنظمة الاغذية والزراعة بدأ عام ١٩٧١ وذلك لرسم خرائط للموارد الطبيعية . وقد اتضح ان الخرائط الموجودة أصلا غير ملائمة لتحقيق هذ الهدف على حين انه باستخدام صور الاقمار الصناعية (اللاندسات) أمكن التعرف على الظاهرات المختلفة ورسم خرائط لأراضي القوز ومناطق البقارة ونظم الارض في الاجزاء المنخفضة والمرتفعة في أحواض الروافد النيليه ، وهذا بدوره أدى مباشرة الى انشاء الخرائط لمناطق تتنوع في امكانياتها الزراعية .

وبالاضافة الى ذلك فقد استخدمت صور « اللاندسات » في الشرق الاوسط في الاغراض الهندسية وذلك في انشاء الطرق الرئيسية . لقد استخدم كرينسلي Krinsley (١٩٧٤) صور الاقمار الصناعية للصحراء الملحية الكبرى Great Kavir Desert في ايران لتعديل خطة لمسار طريق يصل الى طهران ، وذلك بتجنب الاراضي الوعرة . وبهذه الطريقة أمكن توفير أعمال انشائية في الطريق بطول ٧٠٠ كيلومتر ، وذلك بشق الطريق في أقصر مسافة ممكنة وفي حالته المثلى . وقد ترتب على ذلك الاقتصاد فى نفقات انشاء الطريق الجديد وفي صيانته . وقد قام كل من بومونت Beaumont وبيفان Beavan (١٩٧٧) بعمل مشابه في السودان وأقطار نامية أخرى وذلك باستخدام صور الاقمار الصناعية للتعرف على مواد البناء مثل الزلط (الصلبوخ) وكذلك لتحديد أنسب أماكن شق الطرق .

لقد أثبتت تقنيات الاستشعار من بعد أن لها فائدتها في انشاء

خرائط بمقياس رسم صغير في مناطق متعددة من الشرق الاوسط · فقد استخدم اليسون Allison (١٩٧٧) بيانات القمر الصناعي المتيورولوجي Nimbus (١) في رسم خرائط جيولوجية لمصر والمملكة العربية السعودية ، كما استخدم بودوسوكي Podwysocki وآخرون (١٩٧٧) صور « اللاندسات » لرسم خرائط جيولوجية للمملكة العربية السعودية · وكذلك استخدم ارانبانا Iranpanah (١٩٧٧) صور الاقمار الصناعية لتحسين الخرائط الجيولوجية لشمال ايران · ولقد قام باشيكو Pacheco (١٩٧٧) ايضا برسم خرائط لتدهور التربة في المغرب بمقياس ١ : ١٫٠٠٠٫٠٠٠ من صور « اللاندسات » وذلك كجزء من مشروع لمنظمة الاغذية والزراعة (FAO) يهدف الى تقدير مدى تدهور التربة على المستوى العالمي · كما أن الان Allan (١٩٧٧) قد استخدم تقنيات الاستشعار من بعد في رصد التغيرات التي تحدث في استخدامات الارض في تركيا وذلك اعتمادا على رسم خرائط بمقياس ١ : ١٫٠٠٠٫٠٠٠ ، ١ : ٢٥٠٫٠٠٠ ، ١ : ٦٠٫٠٠٠ · وكذلك قام الان Allan وآخرون (١٩٧٩) باختيار وتجريب طرق جديدة في عرض صور «اللاندسات» الخاصة بتركيا ومالطة وذلك باستخدام جهاز متطور لتحليل الصور ·

لقد استخدمت صور الاقمار الصناعية المتيورولوجية في دراسة أحوال الطقس وميزانية الطاقة الحرارية · وقد قام كادى Cadet مع اوفرلي Overley (١٩٧٦) ومع ديبوا Debois (١٩٧٩) برصد الرياح فوق الخليج العربي والمحيط الهندي وذلك اعتمادا على بيانات الاقمار الصناعية المتيورولوجية ، كما قام هاملتون Hamilton (١٩٧٤) بدراسة الرياح الموسمية على جنوب آسيا من صور الاقمار الصناعية · وبالاضافة الى ذلك فقد طور باريت Barret (١٩٧٧) طريقة فنية لتقدير كمية الامطار الساقطة وذلك من بيانات الاقمار الصناعية الخاصة بالطقس ، وقد تمكن من

---

(١) NIMBUS هو اسم لمجموعة اقمار صناعية بدون رواد لرصد الطقس اطلقتها وكالة NASA الامريكية (National Aeronautics and Space Administration) وذلك ضمن برنامج "Nimbus" (NASA'S Nimbus Program) وآخر هذه المجموعة هو Nimbus-7 الذي أطلق في ٢٤-١٠-١٩٧٨ · (المترجم)

رسم خريطة لتوزيع الامطار الساقطة كان لها أهميتها في عملية رصد تحركات الجراد التي قامت بها منظمة الاغذية والزراعة (FAO) في شـــمال أفريقية · لقد أصبح الشرق الاوسط يغطى تغطية جيدة بصور الاقمـــار الصناعية المتيورولوجية وخاصة خلال عام ١٩٧٩ عندما أصبح هناك اقمار صناعية ثابتة تغطي كلا من الاجزاء الغربية والشرقية من اقليم الشـــرق الاوسط بالتناوب (مورجان Morgan ١٩٨٠) ·

الاستشعار من بعد وأدوات الاستشعار

ان أول منظر قيم يغطي مناطق شاسعة من سطح الارض عن طريق الاستشعار من بعد كان لصور أخذت بواسطة الاقمار الصناعية التي تحمل رواد الفضاء منذ الستينات . وقد عرض هنسلر Henseler (١٩٧٦) تلك الصور في أطلس للعالم يضم صور الاقمار الصناعيه · ولكن على أية حال فان أحسن تغطية للعالم بواسطة صور الاقمار الصناعية يمكن أن يستخدمها الجغرافيون هي تلك التي تمدنا بها مجموعة الاقمار الصناعية التي تقوم بأداء عملها دون رواد ·

ويمكن أن نقسم القواعد التي يقوم عليها الاستشعار من بعد الى ثلاث مجموعات : الطائرات ، الاقمار الصناعية المتيورولوجية ، الاقمار الصناعية الخاصة برصد موارد الارض (Earth Resources Satellites) والتي يطلق عليها « اللاندسات » ·

(أولا) الطائرات والصور الجوية

منذ الحرب العالمية الثانية والصور الجوية المأخوذة من الطائرات تمثل مصدرا رئيسيا من مصادر الاستشعار من بعد · ومثل هذه الطائرات عادة تزود بآلات تصوير ذات نوعية وكفاءة عالية · وقد امكن حديثا تزويد الطائرات بأجهزة مسح حراري (Heat Scanning) · والصور الجوية المأخوذة بهذه الطريقة تتفاوت بين المقياس الكبير الى الصغير ١ : ١٠٫٠٠٠ الى

١ : ٦٠٫٠٠٠ (٢) ويستخدم التصوير الجوي في رسم خرائط طبوغرافية من خلال تغطية تصويرية ستريوسكوبية (مجسمة) ، وذلك عن طريق التفسير البصري للصور الجوية . وللطائرات الخاصة بالتصوير الجوي مزاياها في انها مرنة الاستخدام ويمكن أن تحلق فوق المناطق المعنية بالدراسة على مناسيب مختلفة (وأخذ صور بمقاييس متنوعة) ، ولكن من عيوبها أنها باهظة التكاليف والصيانة كما أن الصور المأخوذة غالبا ما تكون قاصرة في استخدامها على عدد محدود من المهتمين بالصور الجوية .

(ثانيا) الأقمار الصناعية المتيورولوجية

أطلق أول قمر صناعي خاص برصد أحوال الطقس في أبريل ١٩٦٠ ، وكان ذلك بداية للفترة الحديثة في الاستشعار من بعد . وفي الستينات والسبعينات أطلقت الولايات المتحدة مجموعة من الاقمار الصناعية المتيورولوجية تدور في فلك قطبي (باريت Barret ، ١٩٧٤) كما هو الحال في الأقمار الصناعية المسماة Nimbus , NOAA , ESSA , TIROS وأخذت هذه الاقمار تعطي تغطية للسحب والطقس مرتين يوميا لكل منطقة على الكرة الارضية . ويوضح شكل (١) رسما للشكل العام لقمر صناعي يدور في مدار قطبي . وقد أطلق الاتحاد السوفيتي أقمارا صناعية متيورولوجية تدور أيضا في مدار قطبي كما هو الحال في مجموعة كوزموس Cosmos ويمكن لكل من أقمار الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي أن تستخدم معا في رصد أنماط الطقس في كافة جهات العالم .

وهناك نوع ثان من المدارات التي تدور فيها الاقمار الصناعية المتيورولوجية وهو المدار الثابت . ومثل هذا المدار يمكن القمر الصناعي من الظهور ثابتا فوق نفس المنطقة من سطح الارض ويقوم بأخذ صور لها مرة كل ٣٠ دقيقة (مورجان Morgan ، ١٩٨٠) ، وكل صورة من هذه الصور تبين ثلث الكرة الارضية تقريبا . وتمتد المساحة التي تشغلها كل صورة بين

---

(٢) هناك صور جوية بمقاييس أكبر من ذلك فمثلا الصور الجوية التي أخذت للكويت منذ عام ١٩٥١ وحتى عام ١٩٧٦ تراوحت مقاييسها بين (١ : ٢٫٠٠٠ ، ١ : ٤٠٫٠٠٠) . (المترجم)

٦٠° شمالا و ٦٠° جنوبا · ويمثل شكل (٢) رسما توضيحيا للمنظر العام الذي يأخذه القمر الصناعي الثابت من الكرة الارضية ، كما يوضح شكل (٣) مثالا للصورة التي تغطي هذا الجزء من الارض · وخلال مرحلة التجارب الاولى (FIGGE) (٣) عام ١٩٧٩ لهذه الاقمار الخاصة برصد أحوال الطقس حول كوكب الارض كان هناك خمسة أقمار ثابتة موزعة توزيعا منتظما حول الكرة الارضية تعطي تغطية كاملة لكل الظواهر الجوية مرة كل ٣٠ دقيقة · ويقع الشرق الاوسط ضمن مجال تغطية القمر الصناعي المتيورولوجي الاوروبي(European Meteosat Satellite) في الغرب والقمر الامريكي GOES 1/10 (٤) في الشرق ·

هذا ويمكن الحصول على الصور المأخوذة بواسطة القمر الصناعي المتيورولوجي الامريكي لمعظم أجزاء العالم بما فيها الشرق الاوسط وذلك من الادارة القومية الاوقيانوغرافية والجوية بواشنطن (National Oceanographic and Atmospheric Administration) · أما بالنسبة لاوروبا واقليم شمال أفريقية فيمكن الحصول على هذه الصور من وكالة الفضاء الاوروبية (European Space Agency) في باريس وذلك من برنامج القمر الصناعي المتيورولوجي (المتيوسات Meteosat) الخاص بها ·

(ثالثا) الأقمار الصناعية لرصد موارد الارض

وكما أن السحب التي تنعقد في سماء الارض أمكن رصدها بالاستشعار من بعد فان سطح الارض ايضا امكن رصده بواسطة قمر صناعي خاص ضمن البرنامج المعروف باسم « "ERTS" » (٥) وقد بدأ هذا البرنامج في الولايات

---

(٣) FIGGE = First GARP Global Experiment
GARP = Global Atmosphere Research Program

(٤) GOES = Geostationary Observationand Environmental satellite, Indian Ocean
وهذا القمر الصناعي الثابت الامريكي لرصد احوال البيئة ويقع فوق المحيط الهندي. (المترجم)

(٥) Earth Resources Technology Satellite (ERTS)

المتحدة في عام ١٩٦٦ وتمخض عن اطلاق القمر الصناعي لرصد الارض « لاندسات Landsat » في عام ١٩٧٢ (هيسلب Heaslip ، ١٩٧٦) ٠

ومنذ ذلك الحين تم اطلاق قمرين صناعيين آخرين وهما « لاندسات/٢ » في عام ١٩٧٥ و « لاندسات/٣ » في عام ١٩٧٨ علما بأنه لا يستمر في القيام بالعمل الان الا القمر الصناعي الثالث « لاندسات ٣ » وهناك « لاندسات » رابع مقرر له أن ينطلق الى الفضاء في عام ١٩٨١ ٠ والهدف من برنامج « اللاندسات » هو امكانية الحصول على أعلى قوة تفريق « (resolution) (٦) للصور المأخوذة لكافة انحاء سطح الارض (ناسا NASA ، ١٩٧٦) ٠

والاقمار الصناعية الخاصة برصد موارد الارض « اللاندسات » تدور في مدار قطبي (أنظر شكل ١) وتمر فوق نفس المنطقة من سطح الارض مرة كل ١٨ يوما ٠ وهي تدور في هذا الفلك على ارتفاع يبلغ ٩٢٠ كيلومترا ، وتعطى صورا لمساحات تبلغ ١٨٥ × ١٨٥ كم ٠ وهذا القمر الصناعي مجهز بأدوات استشعار (sensors) راديومترية تقوم بعمليات مسح (scanning) تؤدى الى بناء الصورة عن طريق المسح بصفوف متتابعة عبر سطح الارض في مسار القمر الصناعي كما يتبين ذلك من شكل (٤) ٠ وكل صف من صفوف عملية المسح (scanning) تتألف من مجموعة من المربعات يطلق عليها « الخلايا » أو عناصر الصورة (Pixels) (٧) وكل خلية من هذه تغطي مساحة من سطح الارض تبلغ ٧٩ × ٧٩ مترا ٠ ويعني حجم هذه « الخلية » عادة « قوة التفريق » (resolution) في أداة الاستشعار (sensor) لانها تمثل أصغر عنصر على سطح الارض يمكن أن تسجله هذه الاداة في القمر الصناعي ٠ وأدوات الاستشعار (Sensors) في « اللاندسات » مجهزة لكي تقيس الطاقة الاشعاعية المنعكسة من كل

---

(٦) المقصود بقوة التفريق Resolution هو ادنى مساحة بين ظاهرتين متجاورتين او ادنى حجم لظاهرة يمكن تمييزها وتفريقها عن الظواهر المجاورة ٠ (المترجم)

(٧) Pixels = Picture elements

« خلية » أو عنصر (Pixels) في أربع نطاقات من الموجات أطوالها كالاتي :

نوع الاشعة	الاشرطة الموجية Bands	أطوال الموجات
ضوء مرئي	٤	٠ر٥ ـ ٠ر٦ ميكرون(٨)
	٥	٠ر٦ ـ ٠ر٧ »
أشعة تحت الحمراء	٦	»
	٧	٠ر٨ ـ ١ر١ »

ومن ثم فان لكل خلية أو « عنصر صورة » (Pixel) هناك أربع قيم تسجل للطاقة الاشعاعية : واحدة لكل موجة من موجات اداة الاستشعار · وتسجل هذه القيم في هيئة رقمية على اشرطة ممغنطة ، كما أن هذه البيانات الرقمية يمكن ان يعاد انتاجها ايضا على شكل صور (ابيض واسود)(٩) ويمثل شكل (٥) مثالا لاربع صور كل منها لموجة من الموجات الاربع وذلك لمنطقة جون الكويت · وكل صورة من هذه الصور تختلف اختلافا طفيفا عن الاخرى نظرا لان كلا منها يوضح النمط المكاني لط ول موجة الطاقة الاشعاعية المنعكسة ·

---

* الميكرون = جزء من الف من المليمتر (المترجم)

(٨) 1 um = 10 - 6 m

(٩) يمكن شراء الصور والبيانات الرقمية الواردة من الاقمار الصناعية (اللاندسات) من :
EROS Data Center, Sioux Falls', SD5 7 198, U.S.A.
ويوجد لدى المركز ايضا قوائم تحت الطلب لصور (اللاندسات) المتاحة لاي جزء من اجزاء الارض (Harris, 1979) ·

ولعل عائلة (اللاندسات) هي اكثر الاقمار الصناعية أهمية لرسم الخرائط ورصد موارد الارض · ويتوقع في المستقبل ان تزداد قدرة ادوات الاستشعار في الاقمار الصناعية على التفريق (resolution) وذلك مثلا بنقص حجم (الخلية) أو عنصر الصورة (Pixel) الى مربع ضلعه ٣٠ أو ٤٠ مترا (١٠) · وهذا ولا شك سيفيد الجغرافيين فائدة كبرى في رسم خرائط للظاهرات الهامة لسطح الارض ·

لقد كان لصور « اللاندسات » ولا تزال أهميتها الكبيرة في الدراسات الزراعية (باوار Bauer ، ١٩٧٩ وباوار وآخرون ، ١٩٧٨ ، بيرج Berg وآخرون ، ١٩٧٨ ، توكيرود Tokerud وكويرين Quirein ، ١٩٧٨) · وكثير من الميادين الجغرافية الاخرى قد عالجت مشكلاتها مستفيدة من بيانات « اللاندسات » · وسيشهد عقد الثمانينات تغيرا في نظرة العلوم البيئية وذلك نتيجة لضخامة البيانات التي اتاحها الاستشعار من بعد ، وسيكون عمل الجغرافيين في الشرق الاوسط أحد الميادين التي يمكن أن يتبين فيها هذا التغيير ·

الاستشعار من بعد والشرق الأوسط

يمثل الشرق الاوسط مزايا معينة لأى عالم له اهتمامات في الاستشعار من البعد وفيما يلي بعض هذه المزايا :

(١) ان منطقة الشرق الاوسط خالية من السحب في معظم السنة ومن ثم يمكن كشف سطح الارض ورصده بسهولة من الارتفاعات التي تحلق عليها الاقمار الصناعية ·

على أية حال فان العواصف الغبارية (كالخماسين في مصر) (١١) قد تسبب مشكلات بالنسبة للاستشعار من بعد في بعض المناطق لفترات قصيرة من الوقت ·

---

(١٠) وذلك بدلا من ٧٩ × ٧٩ مترا في (اللاندسات) الحالي ·

(١١) ومثل « الطوز » في الكويت (المترجم)

(٢) تضم منطقة الشرق الاوسط كثيرا من الاقطار النامية التي هي في حاجة الى البيانات البيئية التي تخص كل دولة منها · فعلى سبيل المثال فان الخرائط الموجودة حاليا للموارد المعدنية والاراضي الزراعية وأشكال التضاريس في الغالب غير كافية كما انها غير دقيقة ، وهذا ينطبق سواء على الخرائط الطبوغرافية أو خرائط التوزيعات المتنوعة · ومن ثم يمكن تصحيح هذه الخرائط باستخدام طرق الاستشعار من بعد ·

(٣) تتميز أراضي اقليم الشرق الاوسط بصفة خاصة بأنها صعبة الاختراق للقيام بعمليات المسح الارضي كما ان العمل الميداني صعب خلال شهور الصيف الحارة (ومن هنا تبدو أهمية المسح بواسطة الاقمار الصناعية ـ المترجم) ·

(٤) يعتبر الشرق الاوسط من المناطق التي تشهد تغيرات سريعة · ولكي تتفهم هذه التغيرات تفهما كاملا فان ذلك يحتاج الى معلومات كافية برصد الظواهر المختلفة ·

وبالاجمال فان الاستشعار من بعد له أهميته بالنسبة للجغرافي ، ليس فقط لانه وسيلة هامة لجمع البيانات ولكن أيضا لانه يتيح فرصة الربط بين المهارات الجغرافية الحديثة والتقليدية · ويستطيع الجغرافيون بذلك توظيف المهارات الجديدة للطرق الكمية والكمبيوتر جنبا الى جنب مع مهارات العمل الميداني التقليدية ، وبالتالي يمكنهم تقدير وفهم مظاهر اللاندسكيب ومشكلاتها · ويمتلك الجغرافيون مهارات هامة في التعرف على المشكلات البيئية ، وباستخدامهم لهذه الطرق الفنية الحديثة ومصادر البيانات الجديدة يتيسر لهم فهم المشكلات البيئية على وجه اسرع من ذي قبل ·

مما تقدم يتضح أن الاستشعار من بعد له أهميته في الشرق الاوسط ليس فقط للاسباب الاربعة التي ذكرناها سلفا ولكن ايضا لعامل اساسي اهم من ذلك الا وهو الاضافات التي يمكن للجغرافي ان يسهم بها في العلوم البيئية ·

نماذج من الدراسات المعتمدة على "اللاندسات"

لكي نتيقن عن قرب دور الاستشعار من بعد نورد فيما يلي ثلاثة نماذج دراسية استفادت من بيانات « اللاندسات » :

(أولا) منطقة اصفهان بوسط ايران

ان اقليم حوض اصفهان بوسط ايران يعاني من ثلاث مشكلات هي :
المشكلة الاولى : أن الحوض عبارة عن منطقة تقع تحت وطأة ظاهرة التصحر وذلك لاسباب طبيعية واجتماعية-اقتصادية معا ٠
المشكلة الثانيـة : أن انماط استخدام الارض آخذة في التغير نتيجة للاصلاح الزراعي الذي طبق منذ عشرين سنة مضت ٠
المشكلة الثالثة : أن موارد الاقليم المائية جد محدودة في بعض الفصول فـي الوقت الحاضر وسيزداد العجز في موارد الماء حدة في المستقبل

ولتقدير وتفهم هذه المشكلات الثلاث يصبح من الامور الاساسية توفر المعلومات المتعلقة باستخدام الارض (Land Use) او بمعنى اعم انمـاط التكوينات التي تغطي سطح الارض (Terrain Cover) ٠ وترتبـط مساحة الاراضي الزراعية المتاحـة بموارد المياه ، كما ترتبـط ايضـا بنمط تحولها الى التصحر وكذلك بالتغيرات السكانية وبالسياسة الحكومية ٠

ويعتبر الماء عصب الحياة لاقليم اصفهان ، غير ان موارد الماء هنا قـد استقرت على وضعها النهائي الآن وليس من المحتمل أن تزداد كثيرا في المستقبل وذلك في نفس الوقت الذي يزداد فيه بالتأكيد الطلب على الماء نتيجة للزيادات السكانية المتوقعة ٠ ويتمثل المصدر الرئيسي للماء في الاقليم في خزان سد شاه عباس الذي اقيم على نهر « زايانده » (Zayandeh) (١٢) ٠ وقد قدرت

---

(١٢) يعني النهر الواهب للحياة لما له من اهميـة كعصب الحياة الزراعية والصناعية بالاقليم ٠ واصفهـان اصبحـت مركزا رئيسـيا للتطـور الصـناعي القـائم اساسا علـى مجمـع صناعة الحديد والصلب ٠ (المترجم)

كمية المياه الاجمالية التي تتوفر من كافة المصادر لاقليم اصفهان في عام ١٩٧٣ بنحو ١٢٣٠ مليون متر مكعب في السنة وذلك للزراعة والاستخدامات المنزلية والصناعية ٠ وبحلول عام ٢٠٠٥ فان هذا الرقم يقدر له أن يرتفع الى ١٤٧٠ مليون م٣ سنويا (ويتون Whitton ، ١٩٨٠) ٠ وخلال نفس الفترة (من عام ١٩٧٣ الى عام ٢٠٠٥) سيتضاعف الطلب على الماء تقريبا وذلك من ٦٨٧٦ مليون م٣ سنويا سنة ١٩٧٣ الى ١٤٣١ مليون م٣ سنويا سنة ٢٠٠٥ ٠ ويوضح الجدول رقم (١) الارقام المتعلقة باستخدامات المياه في الاقليم ٠

جدول رقم (١)
استخدامات المياه في الحاضر والمستقبل
في حوض اصفهان بوسط ايران
(مليون م٣ سنويا)

	عام ١٩٧٣	عام ٢٠٠٥ (تقدير)
الزراعة	٦٧٠	١٠٠٧
المساحات الخضراء	٠ر٦	٢٢
الاغراض المنزلية	٣	–
صناعة الحديد الصلب	٣ر٢	٢٣٧
أغراض عسكرية	٠ر٩	٧٩
صناعة الاسمنت	–	١٣
البترول	–	٧٣
	٧٦٧٦	١٤٣١
كمية المياه المتوفرة	١٢٣٠	١٤٧٠

المصدر : ويتون Whitton ، ١٩٨٠ ٠

وهناك مجالان من مجالات استخدام المياه مسئولان عن الزيادة الهائلة في استخدامات المياه في الفترة ما بين ١٩٧٣ ، ٢٠٠٥ وهما الزراعة والاغراض

الصناعية ، اذ من المحتمل أن الاستخدامات الزراعية للمياه ستزداد بالمعدل المرتفع كما يتبين من الجدول (١) على حين ان استهلاك الماء في صناعة الحديد والصلب وفي الاغراض العسكرية من المحتمل الا يصل الى الارقام التي قدرت لعام ٢٠٠٥ وذلك بسبب الثورة الايرانية الحالية وآثارها على خطط التنمية ٠

على أية حال فان الصورة العامة واضحة وتبين الى أنه سيكون هناك نقص خطير في موارد الماء في اقليم اصفهان في نهاية هذا القرن ٠ وطبقا للارقام الخاصة بالمياه المتوفرة وبالمطلوب استهلاكه سنويا لم نأخذ عامل التبخر والتبخر / النتج في الحسبان ٠ ومن ثم فان الوضع ربما سيكون أسوأ مما جاء في الجدول (١) ٠ ولكي يخطط لاستخدام الماء في الاقليم فان الحصول على المعلومات الخاصة بأنماط استخدام الارض يعتبر أمرا حيويا ٠ ومن هنا فان بيانات وصور « اللاندسات » يمكن أن تقدم المفتاح الرئيسي لجمع هذه المعلومات ٠

ويوضح شكل (٩٦) صورة « للاندسات » أخذت في مايو ١٩٧٣ لاقليم اصفهان على حين يبين شكل (٦ب) خريطة مرسومة باليد من تحليل بالنظر لصورة اللاندسات تمثل استخدامات الارض بمدينة اصفهان وما يحيط بها من الارض الزراعية ٠ وتتمثل الزراعة الكثيفة في غربي المدينة باتجاه نجف اباد وتقل كثافة كلما اتجهنا شرقا وذلك كلما قلت موارد المياه في الجزء الاعلى من النهر ٠ وشمال مدينة أصفهان يوجد سطح واسع من التربات الملحية يتخللها مجموعة من الحقول الزراعية ٠ والى الشمال من ذلك توجد منطقة من المراوح الغرينية التي كونتها المياه المنحدرة من أواسط الجبال الايرانية ٠ وتقع فوق هذه الجبال نفسها (كما يتضح من الصورة والخريطة) سحب بركانية بيضاء ناصعة ٠ والجبال تتألف أساسا من الصخور الكريتاسية والنارية ٠ وهناك فالق يرى بوضوح ويفصل بين هذين النوعين من التكوينات الصخرية ٠ وترتفع الجبال الكريتاسية عن المراوح الغرينية كما يظهر في غرب المنطقة التي تمثلها الصورة كما أن سد شاه عباس يحيط بها ارسابات غرينية في الجنوب الغربي ٠

وهناك جيوب منعزلة من الاراضي الزراعية تظهر متخللة الجبال

وذلك اينما تكون مصادر المياه كافية · ويصل الماء عادة الى هذه المناطق عن طريق نظام القنوات (الأفلاج) التي تجري تحت السطح ·

ومثل هذا النوع من الخرائط ـ كما يتضح من شكل ٦ب ـ يمكن أن يتم اعداده من صور « اللاندسات » بمقياس يفيد في اغراض التخطيط · وهذه الخرائط لا تبين فقط توزيع الفئات المختلفة لاستخدامات الارض ولكن بالاضافة الى ذلك فانه بالامكان تقدير المساحة التي يغطيها كل نوع من أنواع استخدام الارض · ولهذا قيمته في رصد التغيرات التي تحدث وذلك بمقارنة الارقام المتعلقة باستخدامات الارض لسنوات مختلفة والتي يمكن استخلاصها من تحليل صور « اللاندسات » لفترات مختلفة ·

وعلى الرغم من أن التحليل البصري (بالعين المجردة) لصور « اللاندسات » مفيد ومرن الا ان له ايضا عيوبه في كونه تحليلا شخصيا (يعتمد على الخبرة الذاتية) ، فالصورة ذاتها قد يحللها أشخاص مختلفون وكل منهم ينتج منها خريطة قد تختلف عن الخرائط التي يتوصل اليها الاخرون · وقد أدى هذا بالعلماء الى كشف تقنيات على أسس موضوعية لتحليل صور الاستشعار من بعد (جاردنر Gardner ، ١٩٧٩) · وهذا المنهج الموضوعي في تحليل الصور يتضمن اساسا استخدام أجهزة الكمبيوتر ، وقد مكن هذا من تحليل صور الاستشعار من بعد بطريقة أسرع وعلى أسس موحدة ثابتة عن تلك الطرق التي تعتمد على التحليل الشخصي بمفرده (سوين وديفيز Swain & Daris ، ١٩٧٨) ·

ويوضح شكل (٧) خريطة تم انتاجها بالكمبيوتر لتصنيف نمط استخدام الارض في منطقة خزان شاه عباس الذي يظهر في الركن الجنوبي الغربي من صورة « اللاندسات » في شكل (٦أ) · وقد استخدم لذلك برنامج كمبيوتر خاص يعتمد على كثافة الضوء وبنية وتركيب الصورة (هاريس Harris ، ١٩٧٧ وهاريس وباريت Barret ، ١٩٧٨) وذلك لتصنيف كل خلية أو عنصر من عناصر الصورة (Pixels) الى أحد أنماط الارض الخمسة كما يتبين من مفتاح الخريطة · وهذه الخريطة التي أمكن انشاؤها عن طريق الكمبيوتر اكثر تفصيلا وأكثر موضوعية مما لو انتجت من مجرد التحليل البصري بالعين المجردة · ولقد دعم هذا التصنيف لانماط الارض

بعمل ميداني في حوض اصفهان ، ومن عمليات مسح أرضية لمواقع مختارة أمكن التمييز بين بنية الضوء في هذه المواقع كأساس لتصنيف بقية المنطقة التي تغطيها الصورة ٠

(ثانيا) منطقة خابورة في عمان

لقد جرى أيضا رسم خرائط لاستخدام الارض مشابه لما ذكر من قبل ، وذلك بغرض تدعيم مشروع من شاريع التنمية في ساحل الباطنة في شمال شرق عمان ٠ ففي منطقة خابورة يقوم مشروع للتنمية الزراعية يهدف الى تحسين الزراعة المحلية (بون-جونز Powen-Jones ، ١٩٨٠) ٠ ويتطلب هذا المشروع رسم خرائط على نطاق واسع وذلك للتعرف على المناطق ذات الامكانيات الزراعية ورسم خرائط للظواهر الجيومورفولوجية ٠ ويوضح شكل (٨) صورة من « اللاندسات » استخدمت كأساس لرسم خرائط استخدامات الارض في المنطقة ٠

(ثالثا) الكويت

يتمثل بالكويت مجموعة من المشكلات تختلف عن مثيلاتها في عمان أو ايران حيث أن الانشطة على نطاق أصغر ومن ثم تحتاج الى خرائط أكثر دقة ٠ ولكي يمكن فحص بيانات « اللاندسات » الخاصة بالكويت بتفصيل اكبر فقد استخدم في ذلك جهاز التحليل الخاص بصور الاستشعار من بعد الذي يحمل اسم « IDP3000 » والذي يوجد لدى مؤسسة الطيران الملكية في فارنبره Farnbrough بانجلترا (الان وآخرون ، ١٩٧٩) وقد امكن باستخدام هذا (٢٩) لجهاز فحص وتحليل أجزاء مختارة من صورة « اللاندسات » بتفصيل أكبر ٠

ويوضح شكل (٢٩، ٩ب) صورتين تفصيليتين من صور (اللاندسات) لمدينة الكويت أخذتا في ١٠ يناير ١٩٧٣ ٠ وكلا هاتين الصورتين قد انتجتا أصلا بالالوان ولكنهما يأتيان هنا بالاسود والابيض ٠ وفي شكل (٢٩) تم

تكبير الجزء الخاص بجون الكويت حتى تتضح ظاهراته بتفاصيل أكبر ٠ ويمكن بوضوح رؤية حركة الماء حول ميناء الشويخ وفي داخل جون الكويت كما يمكن أيضا رؤية منطقة من المسطحات الطينية في الجزء الجنوبي من جون الكويت وذلك قبل الوصول قرب طريق الجهراء ٠ وواضح من الصورة ايضا امتداد شبكة الطرق حول مدينة الكويت وكذلك مطار الكويت الدولي في الجزء الجنوبي الشرقي من الصورة ٠ وعلى الجانب الشمالي الغربي من جون الكويت يظهر جرف جال الزور بوضوح ٠ وفي أقصى الركن الشمالي الغربي توجد مزرعة تجريبية تظهر كمربع داكن ٠

أما شكل (٩ب) فيوضح مدينة الكويت بصورة أكثر تفصيلا ويظهر بوضوح شبكة الطرق بالمدينة ، كما يظهر الحزام الاخضر على الدائري الاول خارج مركز المدينة كما يتمثل في صورة « اللاندسات » ويتبعه بعيدا في اتجاه الجنوب الطرق الدائرية الاخرى ثم فراغ (ارض فضاء) (١) قبل الدائري السادس ، كذلك يظهر مطار الكويت الدولي في الجنوب ٠ وبمثل هذا المقياس الذي يقوم عليه شكل (٩ب) فأن بناء صورة « اللاندسات » هنا يتيح وضوح « الخلايا » أو العناصر (Pixels) التي تتألف منها الصورة الكلية ٠

وصور من هذا النوع الذي يمثله شكل (٩أ ، ٩ب) يمكن أن يتم تحليلها سواء بالنظر بالعين المجردة أو بواسطة الكمبيوتر وذلك من أجل التطبيق للاستفادة منها في الميادين المختلفة ٠ ويمكن تبعا لذلك رسم خرائط للارسابات البحرية والتلوث البحري ولتكوينات السطح الجيولوجية وللمناطق التي يتمثل بها امكانيات التوسع الزراعي ، مع اقتران ذلك بجمع البيانات الميدانية من مواقع مختارة ٠ ويمكن رصد التوسع الحضري وذلك بمقارنة صور « اللاندسات » بين عامي ١٩٧٣ ، ١٩٧٥ ، ١٩٨٠ لكي نتتبع التوسع

---

(١٣) هذه الارض الفضاء التي ظهرت بصورة اللاندسات عام ١٩٧٣ اصبحت الان مليئة بالمباني والمنشآت ٠ ومن هنا يتضح مدى اهمية مقارنة صور اللاندسات لتواريخ متتابعة لمعرفة مدى التطور الذي حدث في العمران في مدينة الكويت ٠ (المترجم)

الهائل الذي شهدته مدينة الكويت · كما أن صور « اللاندسات » يمكن ان تستخدم للتعرف على أفضل المواقع التي تتطلب مزيدا من البحوث والدراسات البيئية ·

الخاتمة

تمثل بيانات الاستشعار من بعد مصدرا جديدا من مصادر المعلومات بالنسبة للجغرافي · ولقد اثبتت بيانات « اللاندسات » أهميتها بصفة خاصة في رسم الخرائط ورصد موارد الارض · ومثل هذا العمل له أهميته الكبيرة في أقطار الشرق الاوسط وذلك في أغراض التخطيط وفي التعرف على المشكلات البيئية · وهناك مناطق كثيرة في الشرق الاوسط في حاجة الى استكشاف حتى يمكن انشاء خرائط لها تبين انماط استخدام الارض وامكانياتها بالتفصيل · وفي هذا الصدد تقدم صور « اللاندسات » وسيلة رخيصة في المساعدة على هذا الاستكشاف · فعلى سبيل المثال ، على الرغم من أن أدوات الاستشعار باللاندسات لا يمكنها تحديد المياه الجوفية الا ان الصور يمكن أن تستخدم في التعرف على التغيرات الدقيقة التي تحدث في سطح الارض كالتغيرات في الغطاء النباتي وهذه بدورها تعطي المفتاح للتعرف على المياه الجوفية · وبالاضافة الى ذلك فإن صور « اللاندسات » يمكن ان تستخدم في التعرف على مكامن الثروة المعدنية في الشرق الاوسط وذلك عن طريق تحليل الصدوع الجيولوجية والتركيب البنيوي للثنيات في المناطق الجبلية والتغيرات التي تطرأ على لون التكوينات السطحية في مناطق الارسابات الغرينية ·

ما أكثر الفوائد الاقتصادية التي يمكن أن تجنى من استخدام صور الاستشعار من بعد · لقد قدرت الادارة القومية الامريكية لابحاث الجو والفضاء « ناسا NASA » أن الفوائد التي نالتها الولايات المتحدة وحدها من المعلومات المحسنة التي حصلت عليها عن انتاج المحاصيل التجارية من بيانات الاقمار الصناعية تتراوح قيمتها بين ٢٩٤ مليون و ٥٨١ مليون دولار سنويا (ستروود Stroud ، ١٩٧٧) ·

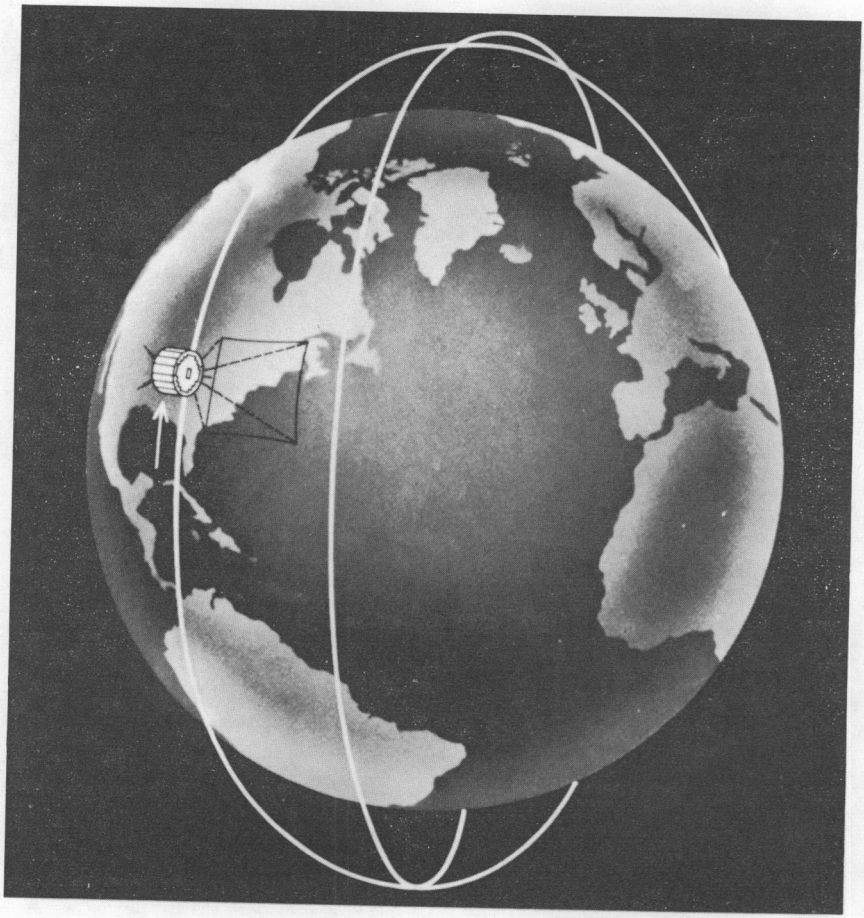
هذه الفوائد تأتي من البيانات الافضل التي أمكن الحصول عليها حول انتاج وتوزيع المحاصيل المختلفة · ويبدو من المحتمل أن حكومات الشرق الاوسط لو استخدمت صور الاقمار الصناعية بنفس الطريقة

لرصد الانتاج الزراعي فان المكاسب التي تعود على أقطارهم ستكون أكبر وخاصة فيما يتعلق بالتنبؤ بانتاجية المحاصيل المختلفة قبل مواسم الحصاد ببضعة شهور (أدسو Tdso وآخرون ١٩٨٠) ٠ وقد قدرت « ناسا » المكاسب التي يمكن أن تجني اذا ما طبق استخدام بيانات « اللاندسات » على النواحي الزراعية والهيدرولوجية وعلى البترول والمعادن وكذلك الغابات والمياه ، بما يتراوح بين ٤ر٣ ، ٩ر٣ لمعامل التكاليف(١٤) ٠ وهذا التقدير يعتبر مشجعا بالنسبة للولايات المتحدة ، بل حتى أفضل من ذلك بالنسبة للاقطار الاخرى غير الولايات المتحدة لان هذه الاقطار لا تتحمل تكاليف اجراء وتطوير برامج الاقمار الصناعية ويمكنها ان تشترى بيانات وصور هذه الاقمار بأسعار منخفضة من الولايات المتحدة ٠

لقد أصبح الاستشعار من بعد الآن مجالا واسع الانتشار وأخذت امكانياته تزداد في الدراسات البيئية وذلك في مدها بقاعدة قوية من المعلومات الاساسية التي يمكن ان تستخدم في زيادة معرفتنا بكوكب الارض ٠ وبالنسبة للشرق الاوسط فان القيمة الممكنة للاستشعار من بعد قد لا تقل عن أية منطقة اخرى في العالم ٠ وهذه الامكانيات ينبغي أن يغتنمها جماعة الجغرافيين ككل في بحثهم عن الحلول للمشكلات البيئية ٠

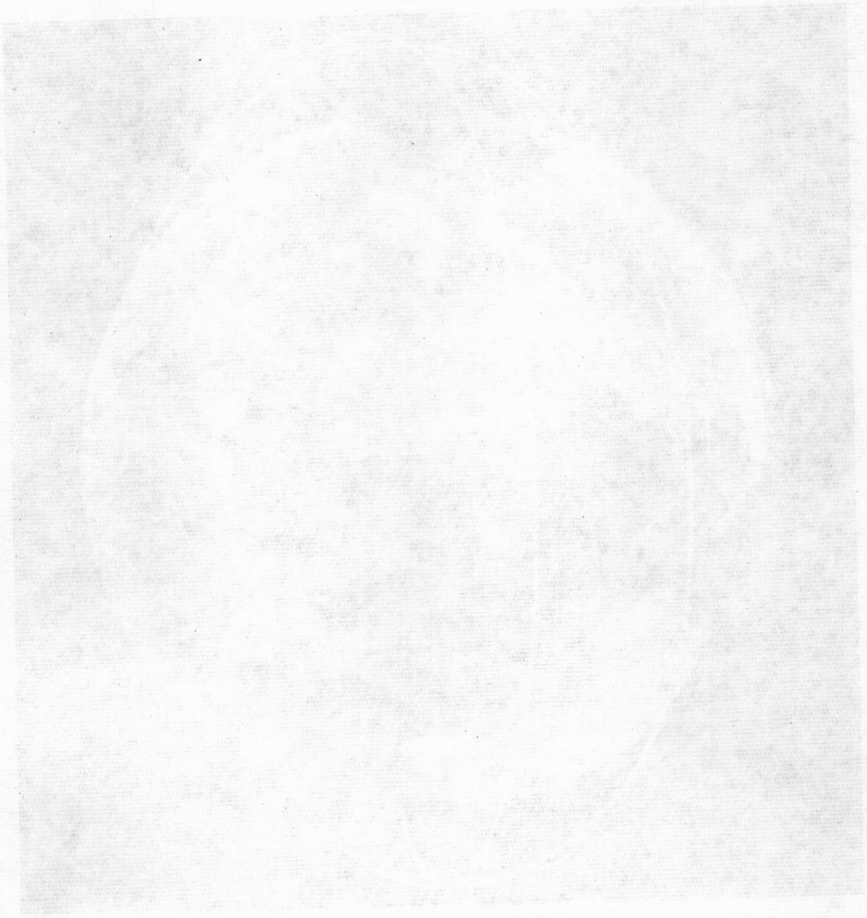
---

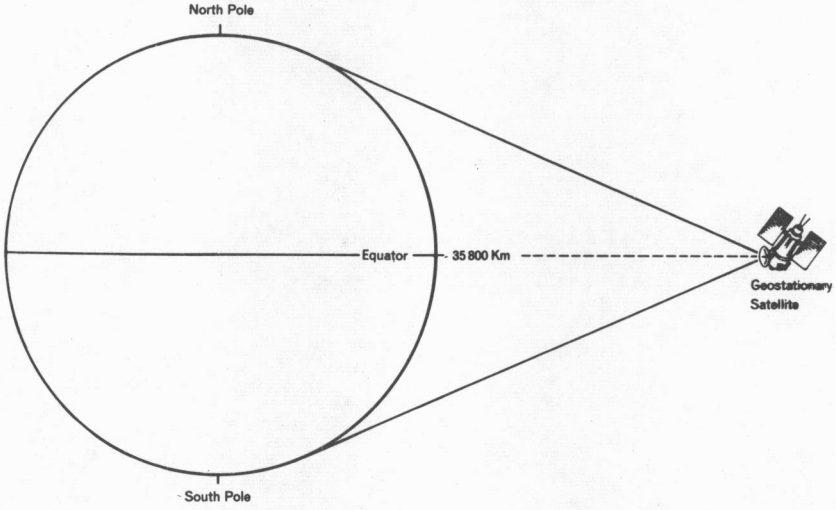
(١٤) أي اذا كانت تكاليف استخدام بيانات اللاندسات = ١ يكون المكسب من وراء ذلك يتروح بين ٤ر٣ ، ٩ر٣ ٠ (المترجم)



شكل (١) الشكل العام لقمر صناعي يدور في مدار قطبي

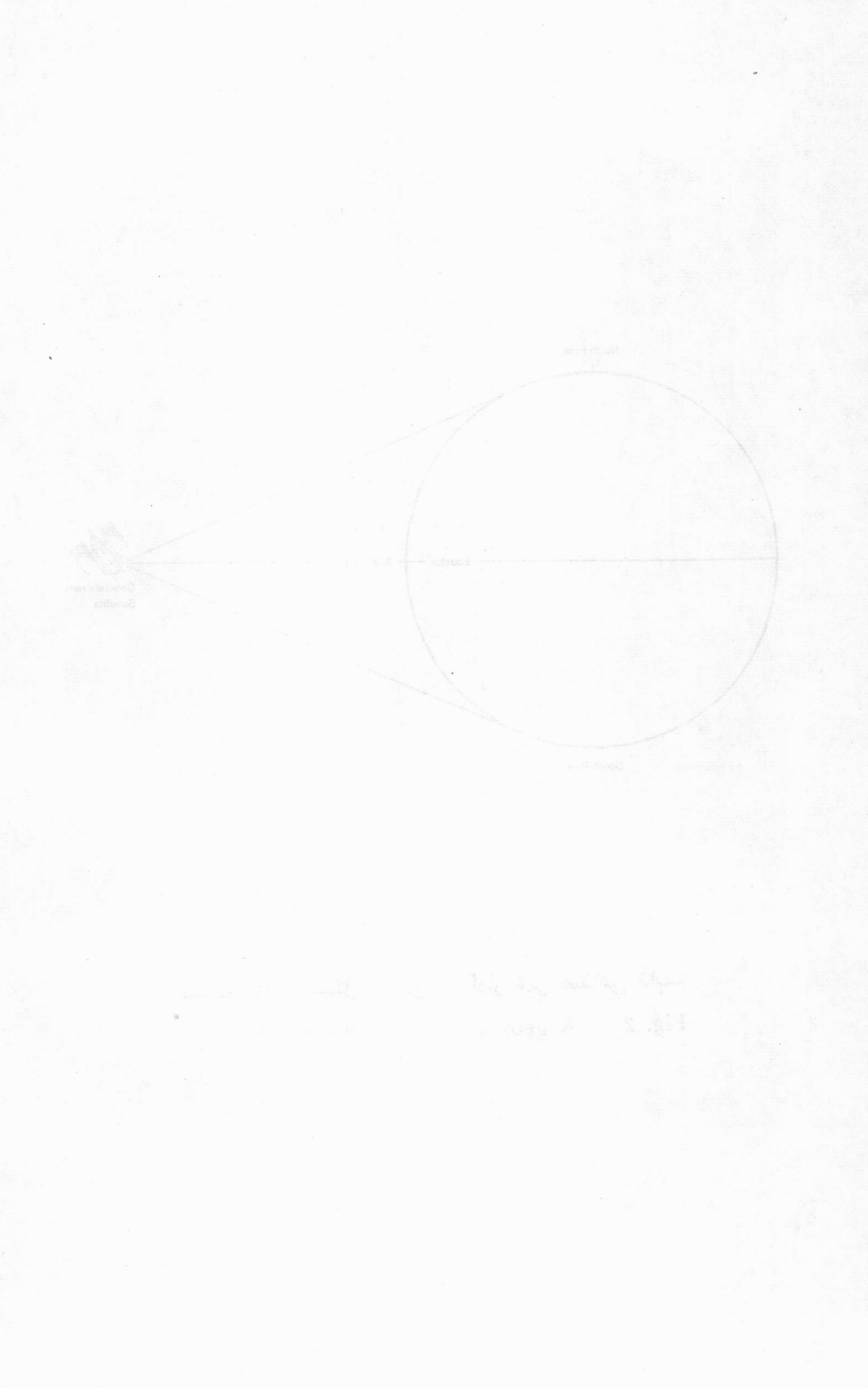
Fig. 1 The general pattern of a polar orbiting satellite





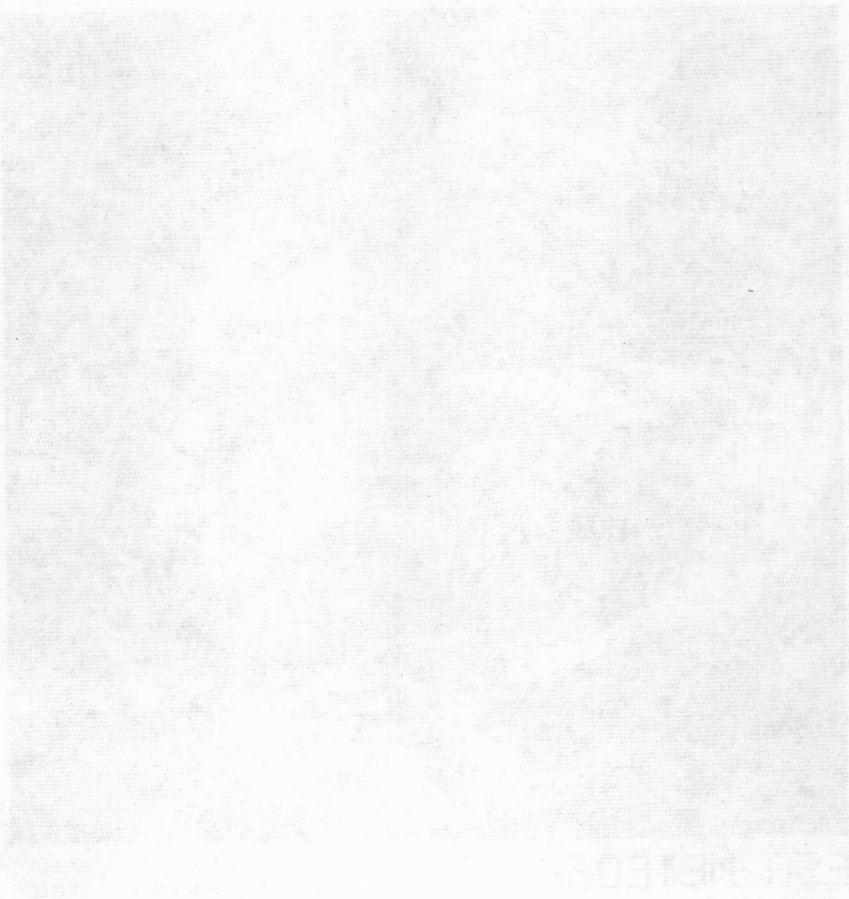
شـكل (٢) شـكل توضيحي لمدار قمر صناعي ثابت

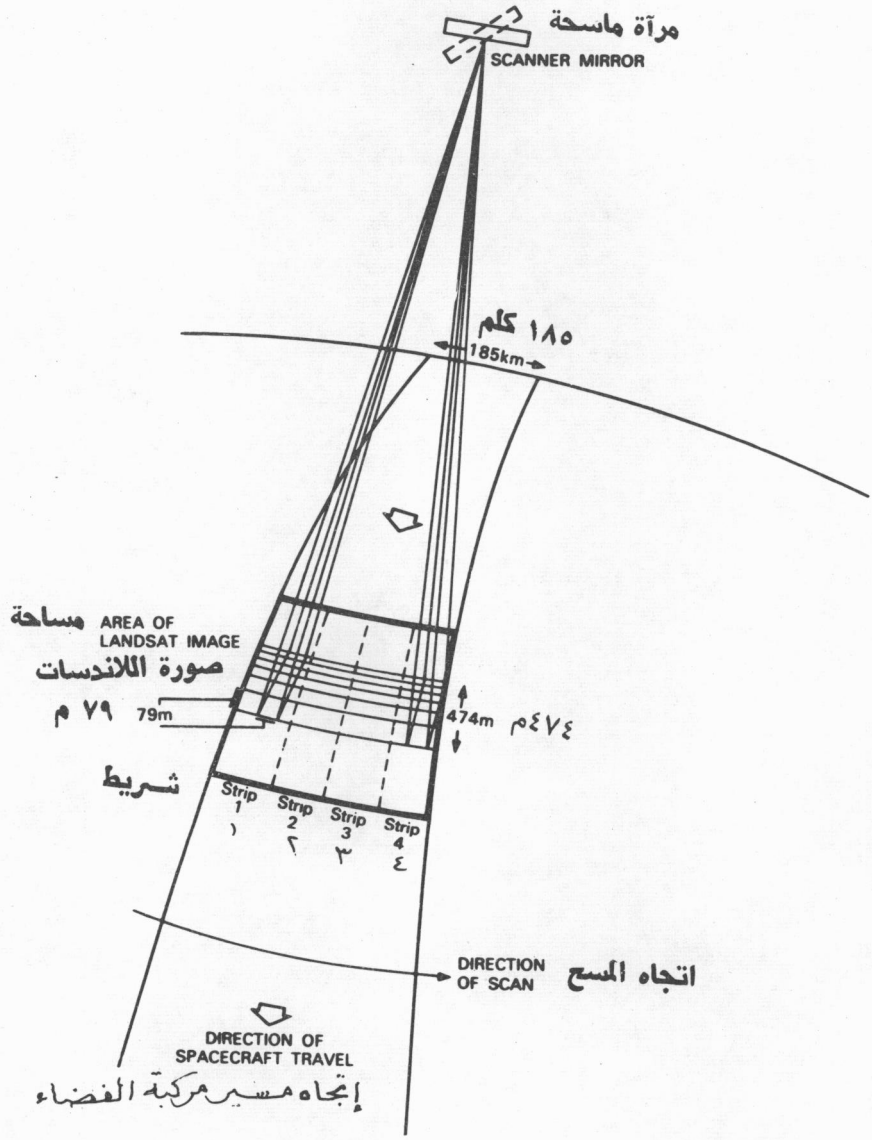
Fig. 2 A geostationary satellite orbit



شكل (٣) صورة أخذت من القمر الصناعي الاوروبي المتيورولوجي الاول في ٩ ديسمبر ١٩٧٧ . ويظهر منها كل القارة الافريقية ومعظم الشرق الاوسط وأجزاء من أوروبا .

Fig. 3 A Meteosat image, 9 December 1977. The whole of Africa, most of the Middle East and parts of Europe are visible





شكل (٤) شكل يبين النمط العام لعملية المسح التي تقوم بها أدوات الاستشعار في القمر الصناعي « لاندسات » .

Fig. 4 The scanning pattern of the sensors on Landsat satellites (Source : Carter et. al., 1976)

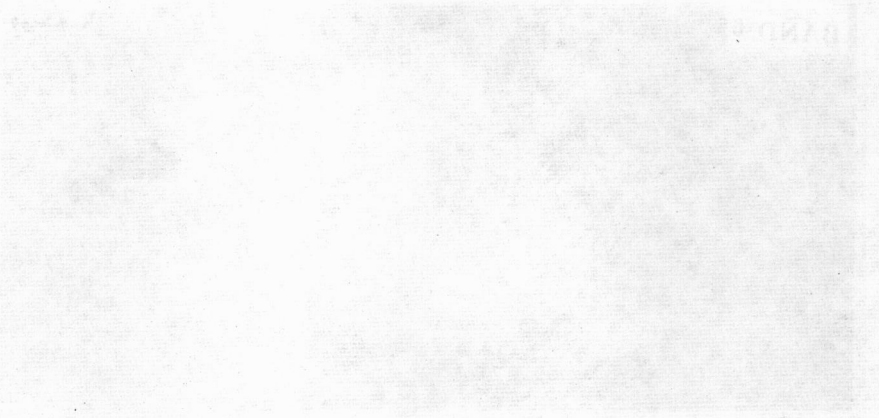
المصدر : كارتر وآخرون ، ١٩٧٦

شكل (٥ أ)

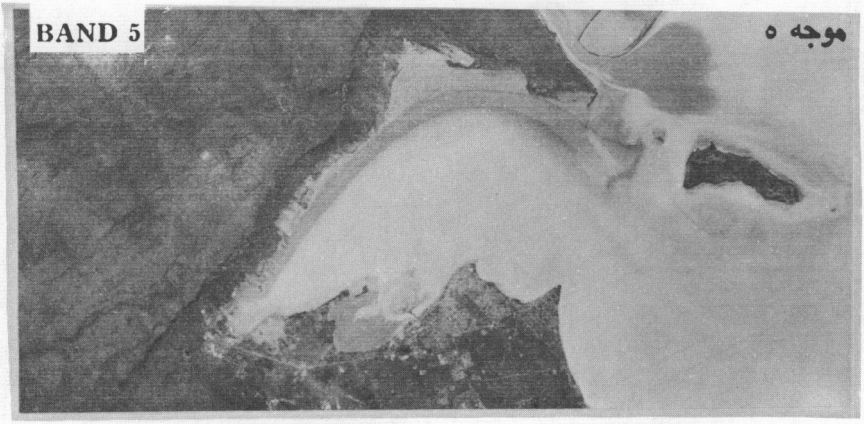
شـكل (٥ ب)

شكل (٥) أربع صور للكويت من الاشرطية الموجية للاندسات ، ٢٣ ديسمبر ١٩٧٢

Fig. 5 Four images of Kuwait from the four wavebands of Landsat, 23 December, 1972



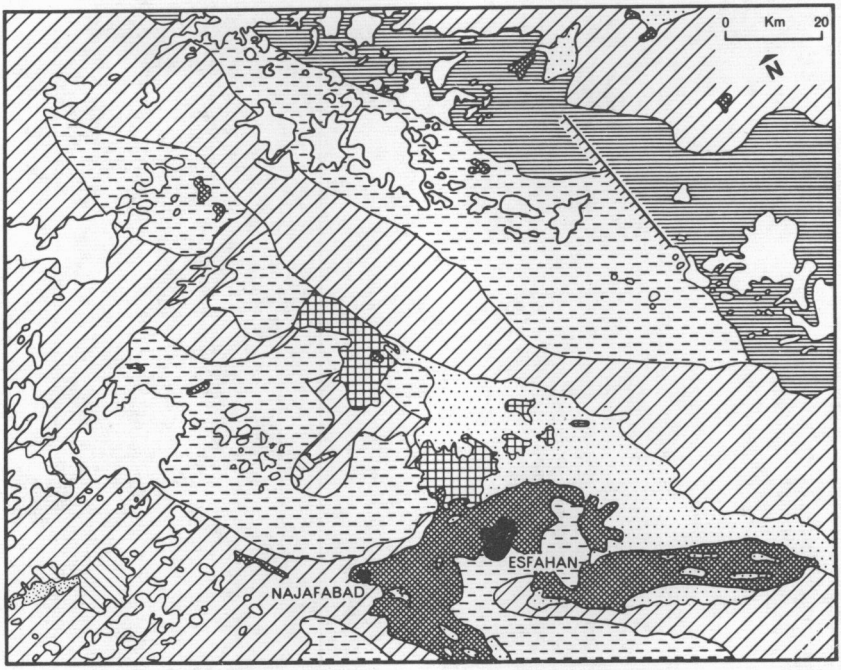
شـكل (٥ جـ)



شـكل (٥ د)

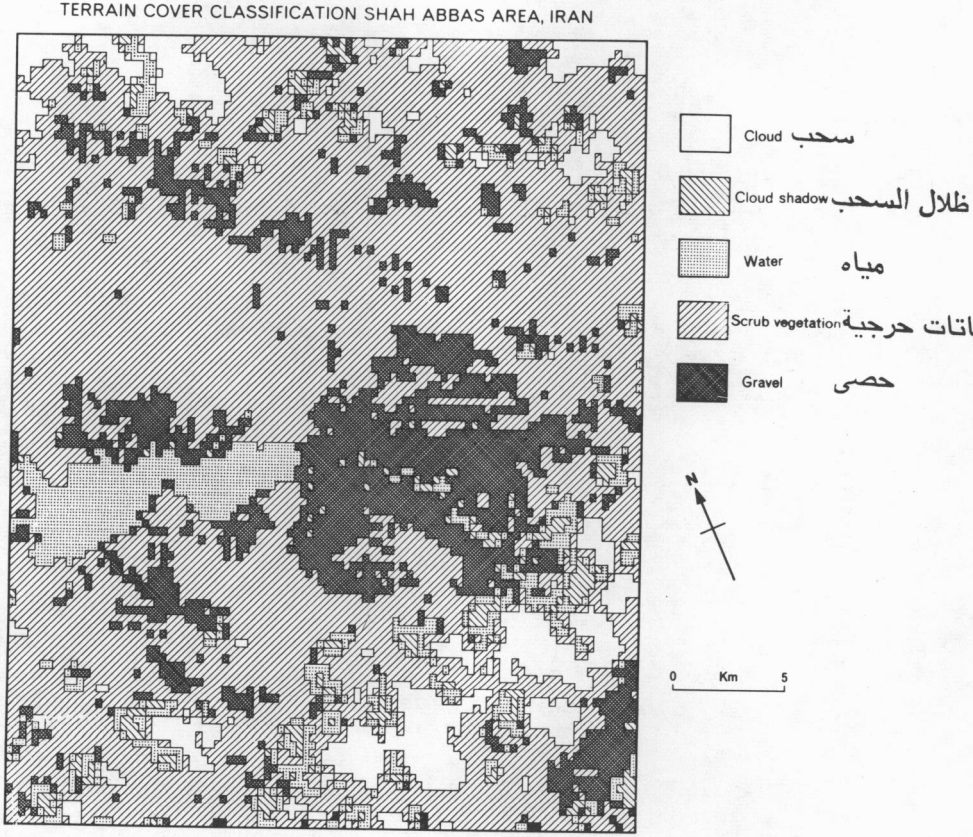
شكل (٦ أ) صورة من اللاندسات موجه / ٥ لاقليم
أصفهان بوسط ايران ، ١٤ مايو ١٩٧٣

Fig. 6a A Landsat band 5 image of the Esfahan Region, Central Iran, 14 May 1973



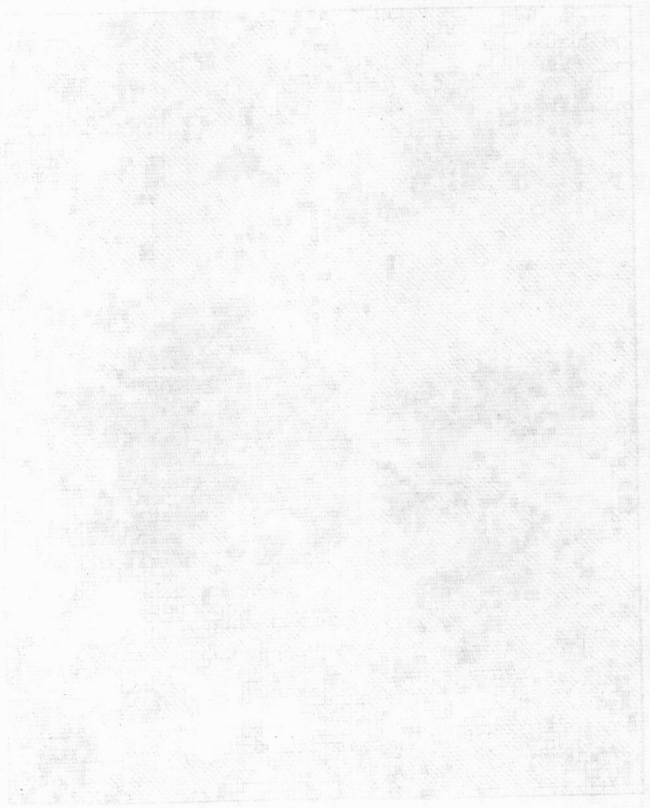
شكل (٦ب) رسم باليد لتحليل نمط استخدام الارض كما في الصورة ٦أ .

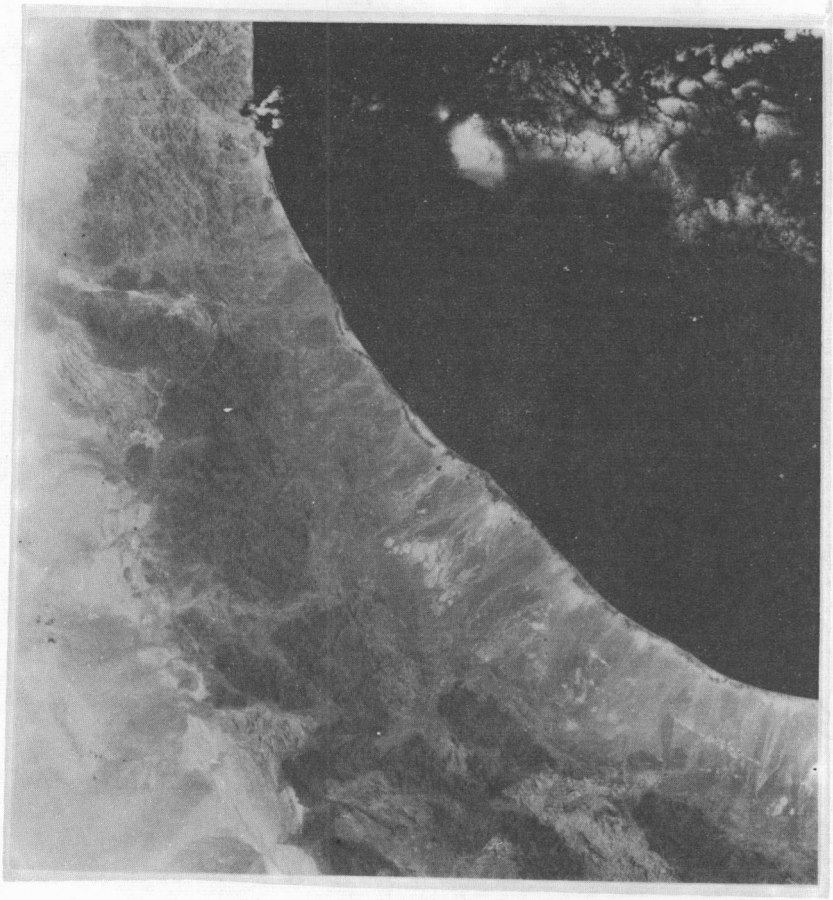
Fig. 6b A terrain cover analysis of the image in Fig. 6a, drawn by hand



شـكل (٧) تصنيف بالكمبيوتر لاستخدام الارض في الركن الجنوبي الغـربي من الصورة شـكل ٦أ وذلك حـول سـد وخـزان شـاه عبـاس

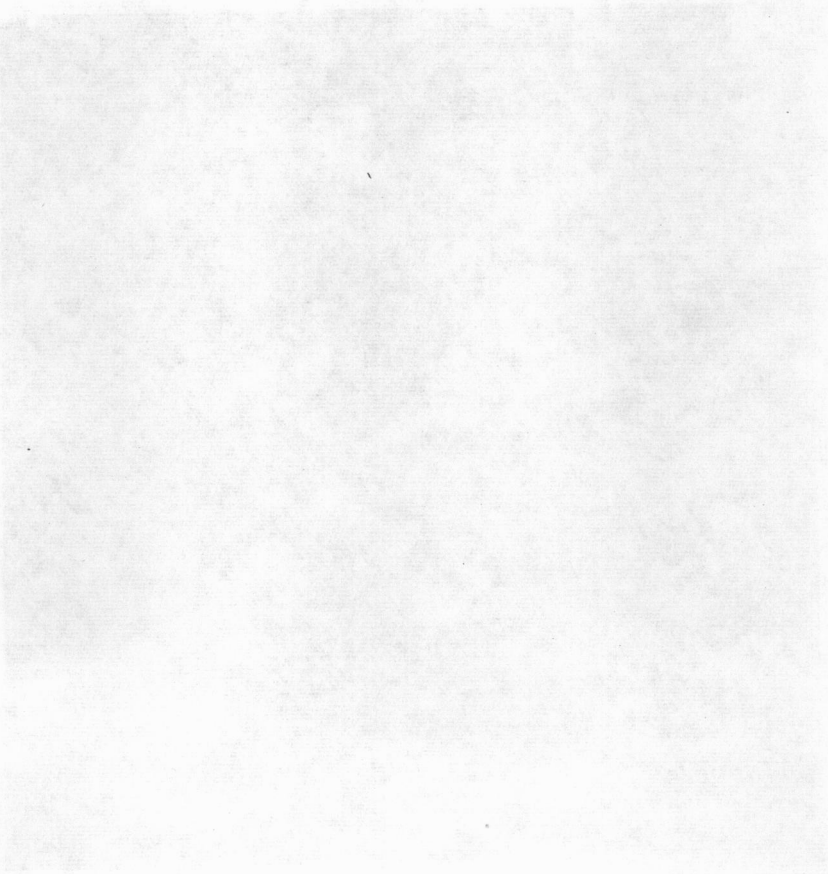
Fig. 7 A computer classification of terrain cover of the south western corner of the image in Fig. 6a, around the Shah Abbas dam and reservoir





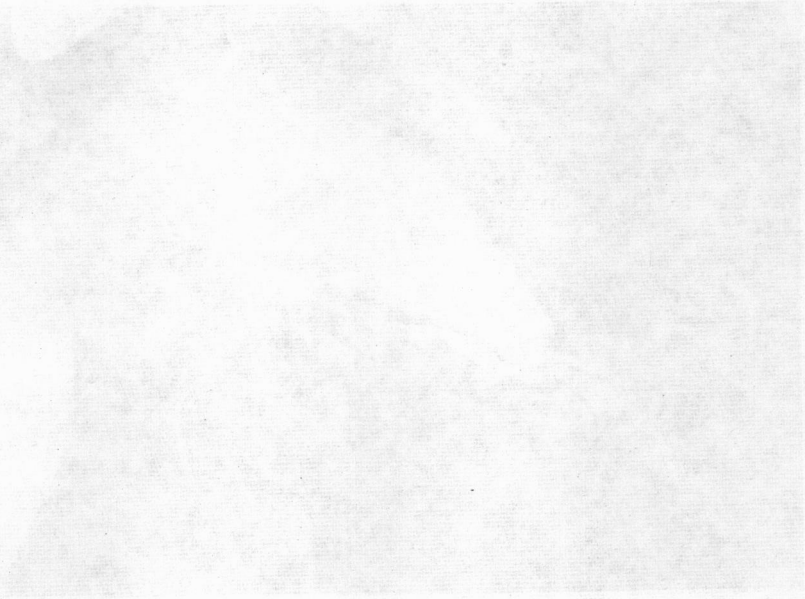
شـكل (٨) صـوره من صور « اللاندسات »
لسـاحل « الباطنـه » بشـمال شرق عمـان
وخليج عمـان ٣٠ يوليه ١٩٧٨ ٠

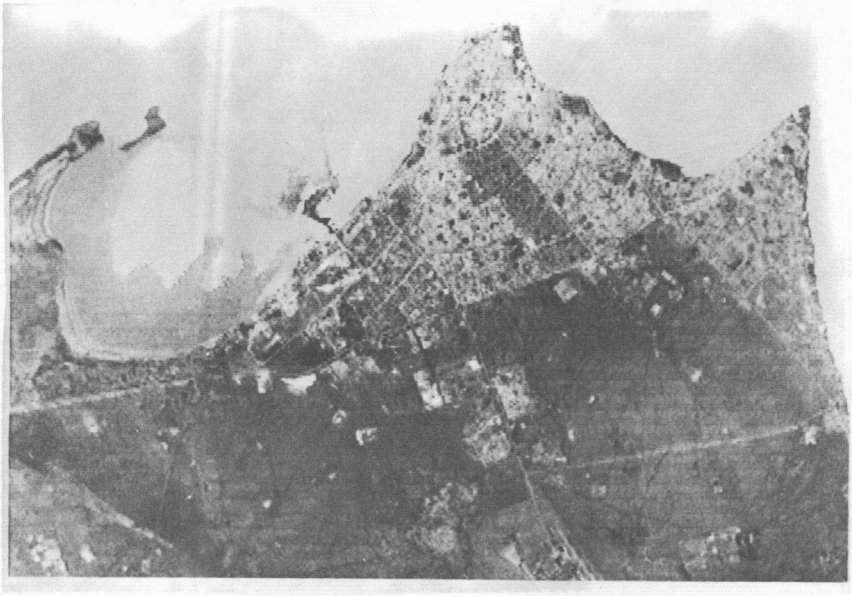
Fig. 8 A Landsat image of part of northern Oman and the Gulf, 30 July 1978.



شكل (٩أ) منظر من اللاندسات لمنطقة جون الكويت ، ١٠ يناير ١٩٧٣ تم انتاجها باستخدام جهاز IDP 3000 هيئة الطيران الملكية في فارنبره بانجلترا .

Fig. 9a A Landsat view of the Kuwait Bay area, 10 January 1973, produced on the IDP 3000 at RAE, Farnborough, England.





شـكل (٩ب) منظر لاندسات لمدينة الكويت ، ١٠ يناير
١٩٧٣ تم انتاجها أيضا على جهاز IDP 300

Fig. 9b A Landsat view of the Kuwait city area, 10 January 1973, also produced on the IDP 3000

Pacheco, A. (1977) The use of Landsat imagery for assessing soil degradation in Morocco, **1er Colloque, Pedologie Teledection,** FAO, Rome, pp. 109-123.

Parry, D.E. (1978) Some examples of the use of satellite imagery (Landsat) for natural resource mapping in western Sudan, **Remote sensing applications in developing countries,** eds. W.G. Collins and J.L. van Genderen, Remote sensing Society, Reading, pp. 1-12.

Petrie, G. (1979) The status of topographic mapping from space imagery, **Remote sensing and national mapping,** eds. J.A. Allan and R. Harris, Remote Society, Reading, pp. 1-16.

Podwysocki, M.H., F.J. Gunther and H.W. Blodget (1977) **Discrimination of rock and soil types by digital analysis of Landsat data,** NASA X-932-77-17, Goddard Space Flight Center, Md., U.S.A., 37 pp.

Stroud, W.G. (1977) **A cost-benefit evaluation of the Landsat follow-on operational system,** X-903-77-49, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., U.S.A.

Swain, P.H. and S.M. Davis (1978) **Remote sensing : the quantitative approach,** McGraw-Hill, New York, 396 pp.

Tokerud, R.E. and J.A. Quirein (1973) An assessment of LACIE and related methodologies for conducting crop inventories, **Remote sensing applications in developing countries,** eds. W.G. Collins and J.L. van Genderen, Remote Sensing Society, Reading, pp. 91-101.

Whitton, M. (1980) **Man-environmental relationships in the Esfahan Basin, Iran,** Ph.D. Thesis, University of Durham, in preparation.

Harris, R and E.C. Barrett (1978) Toward an objective nephanalysis, **Journal of Applied Meteorology,** vol. 17(9), pp. 1258-1266.

Heaslip, G.B. (1976) Satellites viewing our world : the NASA Landsat and NOAA SMS/GOES, **Environmental Management,** vol. 1(1), pp. 15-29.

Heuseler, H. (1976) **Die Erde aus dem All,** Deutsche Verlags-Anstalt GmbH und Georg Westermann Verlag, Stuttgart, 160 pp.

Idso, S.B., P.J. Pinter, R.D. Jackson, and R.J. Reginato (1980) Estimation of grain yield by remote sensing of crop senescence rates, Remote sensing of **Environment,** vol. 9, pp. 87-91.

Iranpanash, A. (1977) Geologic applications of Landsat imagery, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,** vol. 43, pp. 1037-1040.

Krinsley, D.B. (1974) **The utilization of ERTS-1 generated images in the evaluation of some Iranian playas as sites for economic and engineering development,** NASA Final Technical Report, Contract S-70243-AG-3.

Leatherdale, J. (1978) The practical contribution of space imagery to topographical mapping, **ISP Commission IV Symposium,** Ottawa, Canada.

Morgan, J. (1980) The system of geostationary meteorological satellites during the Global Weather Experiment, **European Space Agency Bulletin,** vol. 21, pp. 26-31

NASA (1976) **Landsat data users handbook,** Document no. 76SDS-4258, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., U.S.A.

Berg, A., G. Flouzat and S. Galli de Paratesi (1978) **AGRESTE Project. Agricultural resources investigations in northern Italy and southern France. Final Report.** Commission of the European Communities, JRC-Ispra, Italy, 172 pp.

Bowen-Jones, H. (1980) Ancient Oman is transformed, **Geographical Magazine,** vol. 52(4), pp. 286-293.

Cadet, D. and M. Desbois (1979) Low level airflow over the western Indian Ocean as seen from Meteosat, **Nature,** vol. 278, pp. 538-539.

Cadet, D. and H. Ovarlez (1976) Low-level air flow circulation over the Arabian Sea during the summer as deduced from satellite-tracked superpressure balloons. Part 1 - balloon trajectories, **Quarterly Journal Royal Meteorological Society,** vol. 102, pp. 805-816.

Carter, P., W.E. Gardner and T.F. Smith (1976) The use of Landsat imagery for the automated recognition of urban development, **Land use studies by remote sensing,** eds. W.G. Collins and J. L. van Genderen, Remote Sensing Society, Reading, pp. 54-88

Gardner, W.E. (1979) (ed.) **Machine-aided image analysis,** 1978, Institute of Physics, Bristol and London, 342 pp.

Hamilton, M.G. (1974) A satellite view of the south Asian summer monsoon, **Weather,** vol. 19 (2), pp. 82-95.

Harris, R. (977) Automatic analysis of meteorological satellite imagery, **Texture analysis,** eds. J.O. Thomas and P.G. Davey, Oxford, pp 45-72.

Harris, R. (1979) Access to Landsat data, **Area, vol. 11(1), pp. 63-66.**

REFERENCES

Allan, J.A. (1977) Land use and changes in land use in the Urla region of Aegean Turkey, **Monitoring environmental change by remote sensing,** eds. J.L. van Genderen and W.G. Collins, Remote Sensing Society, Reading, pp. 7-14.

Allan, J.A., N.D.E. Custance and J.S. Latham (1979) New era for Landsat, **Geographical Magazine,** vol. 51(6), pp. 428-431.

Allison, L.J. (1977) **Geological applications of Nimbus radiation daat in the Middle East,** NASA Technical Note D-8469, 79 pp.

Barrett, E.C. (1974) **Climatology from satellites,** Methuen, London, 418 pp.

Barrett, E.E. (1977) Applications of satellite data in mapping rainfall for the solution of associated problems in regions of sparse conventional observations, **Remote sensing of the terrestrial environment,** eds. R.F. Peel, L.F. Curtis and E.C. Barrett, Butterworths, London, pp. 126-142

Bauer, M.E. (1979) LACIE : an experiment in global crop forecasting, **Crops and Soils Magazine,** nos. 5-7.

Bauer, M.E., M.M. Hixon, B.J. Davis and J.B. Etheridge (1978) Area estimation of crops by digital analysis of Landsat data, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,** vol. 44(8), pp. 1033-1043.

Beaumont, T.E. and P.J. Beavan (1977) **The use of satellite imagery for highway engineering in overseas countries,** Supplementary Report 279, Transport and Road Research Laboratory, Berkshire, England, 16 pp.

logy, petroleum and minerals, forestry, and water applications as between 4.3 and 9.3. This is highly favourable to the U.S.A. and is even more to the countries outside the U.S.A. as they do not have to bear the development and operational costs of the satellite program, and can purchase satellite imagery at low cost from the United States.

Already remote sensing is an area of considerable expansion. It is of great potential to the environmental disciplines in providing a powerful data base which can be used to further our knowledge of the Earth. For the Middle East, the potential value of remote sensing is probably as great as for any other area of the globe, and this potential should be grasped by the geographic community as a whole in its search for answers to environmental questions.

can be monitored by comparing imagery from 1973 with that for 1975 and 1980 to follow the immense expansion which Kuwait has experienced, and Landsat images can be used to identify which are the best sites for further investigation in environmental research.

5. Conclusion

Remote sensing data open up a new data source for the geographer. In particular, Landsat data have shown their value in mapping and monitoring Earth resources, and in the countries of the Middle East such mapping is of great importance in planning and in identifying environmental problems. Many areas of the Middle East need to be explored to map land use and land use potential in detail, and Landsat imagery provides a cheap tool to aid in such exploration. For example, although Landsat sensors cannot identify sub-surface water, the imagery can be used to identify subtle changes in terrain cover type (e.g. vegetation changes) which then give a clue to the identification of sub-surface water. Landsat imagery can be used for mineral prospecting in the Middle East by examining geological fault and fold structures in mountain areas, and surface colour changes in alluvial deposits.

The economic benefits to be gained from using remote sensing imagery are very great. The National Aeronautics and Space Administration (NASA) of the U.S.A. has estimated that for the United States alone the benefits of improved information about **foreign** crop production gained from using satellite imagery is between $294 million and $581 million per year (Stroud, 1977). The benefits come in improved information about the production and distribution of crops. It seems likely that if national governments in the Middle East use satellite imagery in a similar way to monitor agriculture then the benefit to their own countries will be greater, particularly in forecasting crop harvest yields several months before the harvest takes place (Idso et al., 1980). NASA has estimated a benefit to cost ratio using Landsat data for agriculture, hydro-

4.3 **Kuwait.**

The Kuwait area presents a different set of problems than either Oman or Iran as activities are on a smaller scale and need to be mapped more closely. In order to examine Landsat data of Kuwait in greater detail the IDP 3000 image analyser at the Royal Aircraft Establishment, Farnborough, England was used (Allan et al., 1979). This machine enables the user to examine selected parts of a Landsat image in considerable detail .

Figs 9a and 9b show detailed Landsat images of the Kuwait city area taken on 10 January 1973. Both these images were originally produced in colour, but are shown here in black and white. In Fig. 9a the marine features of Kuwait Bay have been enhanced to show greater detail. The movement of water around the Shuwaikh port and into the bay can be clearly seen. At the southern part of the bay an area of mud flats is visible before the start of the land near to the road to Al Jahra. The pattern of roads around Kuwait city is evident, as is the airport in the south east part of the picture. The Jalzour escarpment stands out clearly on the north west side of the bay, and in the north west corner is an experimental farm revealed as a dark square block.

Fig. 9b shows the Kuwait city area in greater detail, and the road pattern is clearly revealed. The Green Belt the first circular road outside central Kuwait city is visible on the Landsat image, followed further south by the ring roads then a gap before the 6th ring road and the airport are found in the south. At this scale the image structure shows the small blocks (pixels) which constitute the whole picture.

Imagery of the type shown in Figs. 9a and 9b can be analysed both visually and by computer for a variety of applications. Marine sediments and pollution, surface geology and areas of potential agricultural expansion can be mapped in association with selected fieldwork site data. Urban expansion

to estimate the area covered by each land use type. This of course is valuable in monitoring change, by the comparison of land use statistics for different years produced by analysis of Landsat images for different times.

Although visual analysis of Landsat imagery is useful and flexible, is does have the disadvantage of being subjective. The same image can be examined by different interpreters and different maps will be produced. This has led scientists to explore objective techniques of analysing remote sensing imagery (Gardner, 1979). This objective approach principally involves the use of computers, and has enabled remote sensing imagery to be analysed faster and with greater consistency than by subjective techniques alone (Swain and Davis, 1978). In Fig. 7 is shown a computer-produced terrain cover map of the region of the Shah Abbas reservoir shown in the south west corner of the Landsat image in Fig. 6a. Brightness and texture analyses (Harris, 1979; Harris and Barrett, 1978) were used in a computer program to classify each pixel into one of five terrain cover types shown in that key. The resulting map is more detailed and more objective than could have been produced by visual analysis of the image. The computer-based classification was supported by fieldwork in the Esfahan basin, and from selected ground survey sites it was possible to characterise the brightness and texture of these areas as a basis for the classification of the rest of the image area.

4.2 **Khaburah, Oman.**

Similar land use mapping work has also been done in support of a development project on the Batinah coast of Oman. At Khaburah there is an agricultural development project aimed at improving local agricultural (Bowen-Jones, 1980). On a broader scale there is a need for land use mapping to identify areas of agricultural potential and to map geomorphological features, and Fig. 8 shows a Landsat image which has been used for land use mapping in the area.

the rate shown in Table 1, but water use in iron and steel and in armaments may not reach the totals estimated for 2005 because of the recent Iranian revolution and its effects on planning policies

However, the overall picture is clear. There will be a serious seasonal shortage of water in the Esfahan region at the end of this century, as the **annual** supply and demand totals coverage. These figures donot take evaporation and evapotranspiration into account, so the situation will probably be worse than described in Table 1. In order to plan water use in the region land use information is vital, and Landsat imagery can provide a key to collecting this information.

Fig. 6a shows a May 1973 Landsat image of the Esfahan region, and Fig 6b is a visual analysis of the Landsat image drawn by hand. The analysis is a landuse, or terrain cover, map and shows Esfahan city surrounded by agricultural land. Agriculture is most intensive west of Esfahan towards Najafabad, and reduces in intensity eastwards as the water supply diminishes after extraction further upstream. North of Esfahan city is a broad flat area of salt soils with large fields and groups of fields interspersed within these desert soils. Further north is an area of alluvial fans which carry water away from the central Iranian mountains which themselves are topped by bright white cumulus clouds. The mountains are mainly cretaceous and igneous rocks, and a fault is clearly visible separating the two rock types. Cretaceous mountains rise out of alluvial fans in the west of the image area, and the Shah Abbas dam and reservoir are enclosed by alluvium and gravel deposits in the south west. Isolated pockets of agriculture appear within the mountains when water supply is adequate, and water is normally brought by the sub-surface qanat system.

Maps of the type shown in Fig. 6b can readily be prepared from Landsat imagery at a scale which is useful for planning purposes. Not only does this type of map show the distribution of different categories of land use, but in addition it is possible

Water is the lifeline of the Esfahan region, but the major sources of water are established now and will not grow much in the future, whereas demand for water will certainly grow as population increases. The main source of water in the region is the Shah Abbas dam and reservoir, flowing in to the Zayandeh river. In 1973 1,230 million cubic metres of water per year (mcm/yr.) were avaiable from all the water sources in the Esfahan region for agricultural, domestic and industrial use. By the year 2005 this figure will have risen to 1,470 mcm/yr. (Whitton, 1980). In the same period water demand will have nearly doubled from its 1973 figure of 767.7 mcm/yr. to 1,143 mcm/yr. The detailed figures are given in Table 1.

Table 1. Present and projected water use in the Esfahan basin, central Iran.

Water use (mcm/yr.)

	1973	2005 estimate
Agriculture	760	1007
Green spaces	0.6	22
Domestic	3	—
Iron and steel	3.2	237
Armaments	0.9	79
Cement	—	13
Oil	—	73
	767.7	1,431
Water Supply	1,230	1,470

(Source, Whitton, 1980).

Two main categories are responsible for the dramatic increase in water use between 1973 and 2005 : agricultural use and industrial use. Agricultural water use is likely to increase at

On a broader front, remote sensing is of interest to Geography not only because it is an important means of gathering data, but also because it enables the combination of new and traditional geographical skills. Geographers can employ the new skills of quantitative methods and computing together with traditional fieldwork skills and appreciation of landscape and its problems. Geographers have important skills in recognising environmental problems, and with new techniques and data sources they can more readily answer such environmental problems.

So, remote sensing is important in the Middle East not only because of the four factors listed above, but more fundamentally because of the contributions which the geographer can make in the environmental disciplines.

4. Landsat case studies

In order to examine the role of remote sensing more closely, three case studies using Landsat data will now be examined. ...

4.1 Esfahan, central Iran

The region of the Esfahan basin in central Iran suffers from three environmental problems :
(1) It is an area in which desertification is occurring, for both physical and socio-economic reasons.
(2) Land use patterns are changing because of land reform in the past 20 years, and increasing population pressure on agricultural land.
(3) Water supply is seasonably limited at present, and in the future the shortage of water will be acute.

Land use, or more generally terrain cover, information is basic to an assessment of these problems. The area available for agriculture is linked to water supply, and its changing pattern to desertification, population change, and government policy.

The Landsat family is probably the most important satellite series for mapping and monitoring Earth resources. In the future the resolution of the satellite sensor will increase (i.e. the pixel size will decrease to 30 or 40 m square), and this will greatly benefit geographers in mapping the important features of the Earth's surface. Already Landsat images have been very important in agriculture studies (Bauer, 1979; Bauer et al., 1978; Berg et al., 1978; Tokerud and Quirein, 1978), and many other fields of geographic inquiry have been tackled with these data. The decade of the 1980's will witness a change in orientation in the environmental disciplines now that such large amounts of data are available from remote sensing, and the work of geographers in the Middle East will be one area which will show that change.

3. Remote sensing and the Middle East

The Middle East region offers certain advantages to the scientist interested in remote sensing. Some of these reasons can be listed as follows :

1) The area is cloud-free for most of the year, so that the land surface can normally be seen from satellite altitudes. However, dust storms (e.g. the Khamsin wind in Egypt) can cause problems in certain areas for short periods of time.
2) The area encompasses many developing countries which have a need for environmental data about their own nation. For example, mineral resources, agricultural areas, and relief patterns are often inadequately or inaccurately mapped on existing, topographic and thematic maps, yet can be accurately mapped from space using remote sensing techniques.
3) Particularly in desert regions in the Middle East, the terrain is difficult to traverse by ground survey, and fieldwork is difficult in the heat of the summer months.
4) The Middle East is an area undergoing rapid change, and to fully understand this change monitoring information is needed.

repetitive acquisition of high resolution imagery of the whole of the Earth's surface (NASA, 1976).

The Landsat satellites are polar orbiting (see Fig. 1) and pass over the same point on the surface of the Earth once every 18 days. They orbit at an altitude of 920 km, and images of 185 x 185 km are produced from them. They are equipped with scanning radiometer sensors which build up an image by scanning consecutive lines across the surface of the Earth across the track of the satellite. The scanning pattern is shown in Fig. 4. Each scan line consists of a series of blocks, which are termed pixels, and each pixel covers an area on the ground of 79 x 79 m. The pixel size is often termed the resolution of the sensor as it is the smallest element on the ground which can be observed by the sensor in the satellite The sensor on Landsat is equipped to measure the energy reflected by each pixel in four wavelengths :

0.5 — 0.6 um	Band 4	visible
0.6 — 0.7 um	Band 5	light
0.7 — 0.8 um	Band 6	near infrared
0.8 — 1.1 um	Band 7	light

(N.B. I u m = 10^{-6})

So for each pixel there are four energy values recorded, one for each wavelength of the sensor. The energy values are recorded in digital form on magnetic tapes, and also reproduced as black and white images. An example of the four different wavelength images is shown in Fig. 5 for the Kuwait Bay area Each picture is slightly different from the others as it is showing the spatial pattern of a different wavelength of reflected energy.

Imagery and digital data from Landsat satellites can be purchased from the EROS Data Center, Sioux Falls, SD 57198, U.S.A. The Center also provides lists of Landsat imagery available for any given part of the globe on request (Harris, 1979).

A diagram of the general pattern of a polar orbiting satellite is shown in Fig. 1 The U.S.S.R. has also launched polar orbiting weather satellites such as the Cosmos series, and both the U.S.A. and the U.S.S.R. satellites can be used to monitor weather patterns all over the world

A second type of orbit of weather satellites is the geostationary orbit. This orbit enables satellites to appear fixed above the same point on the surface of the Earth, and take pictures of the Earth below once every 30 minutes (Morgan, 1980). Each picture shows approximately one third of the globe and the image area extends from 60°N. to 60°S. The general form of the view of the globe is shown in Fig. 2, and an example of geostationary image is shown in Fig. 3. During the First GARP Global Experiment (FiGGE) in 1979 there were five such geostationary satellites arranged around the globe, providing a full coverage of the weather features of the Earth once every 30 minutes, and the Middle East was covered by the European Meteosat satellite in the west and the United States GOES I/O satellite in the east.

Imagery from the weather satellites operated by the U.S.A. is available for most parts of the world including the Middle East from the National Oceanographic and Atmospheric Administration in Washington D.C. For the European and North African region the European Space Agency in Paris provides geostationary imagery from its Meteosat programme.

2.3 Earth resources satellites

As well as remotely sensing the clouds of the Earth, the land surface has also been monitored by the Earth Resources Technology Satellite (ERTS) programme This began in the United States in 1966, and resulted in the launch of the first Landsat satellite in 1972 (Heaslip, 1976). Another two Landsat satellites have been launched since then : Landsat 2 in 1975, and Landsat 3 in 1978, although only Landsat 3 is currently operational. The fourth Landsat satellite is scheduled for launch in 1981. The aim of the Landsat programme is the

2. Remote sensing and sensors

The valuable synoptic view which satellite remote sensing offers was seen from the imagery taken during the manned satellite missions of the 1960's, and Heuseler (1976) illustrates this type of imagery in a world atlas of satellite pictures. It is the series of operational satellites, however, which provide the best remote sensing coverage for use by the geographical community.

Remote sensing platforms can be grouped into three categories : aircraft, weather satellites, and Earth resources satellites, and each of these will be discussed in turn.

2.1 Aircraft

Aircraft have provided a principal source of remote sensing imagery since the Second World War. Remote sensing aircraft are normally equipped with high quality cameras, and more recently with heat scanning instruments. The imagery is at large to medium scales (1:10,000 to 1:60,000), and has been used for topographic mapping through stereoscopic photo coverage, and for thematic mapping by visual interpretation of the aerial photographs. Aircraft have the advantgaes that they are flexible in operation and can fly over areas under investigation at specified scales, but they have the disadvantage that they are costly to maintain and run, and the data are often available only to a limited number of users.

2.2 Weather satellites

The first weather satellite was launched in April 1960 and begun the modern period of remote sensing. In the 1960's and 1970's the U.S.A. launched a series of polar orbiting weather satellites (Barrett, 1974) such as Tiros, Essa, Noaa and Nimbus, and these satellites provided a twice daily coverage of the clouds and weather for each area on the globe.

employed Landsat imagery for geological mapping in Saudi Arabia; and Iranpanah (1977) also used satellite imagery to improve geological maps in northern Iran. Pacheco (1977) mapped soil degradation in Morocco at 1:1,000,000 scale from Landsat images as part of an FAO project to assess world-wide soil degradation, and Allan (1977) monitored land use change in Turkey by remote sensing techniques at scales of 1:1,000,000, 1:250,000, and 1:60,000. Allan et al. (1979) also examined new ways of displaying Landsat imagery of Turkey and Malta by using a sophisticated image analyser.

Weather satellite imagery have been used for weather and energy budget studies. Cadet and Overlez (1976) and Cadet and Desbois (1979) monitored winds over the Gulf and the Indian Ocean from meteorological satellites, and Hamilton (1974) examined the south Asian monsoon from satellite imagery. Barrett (1977) has developed a technique for estimating rainfall from weather satellite data, and his rainfall mapping procedure has provided an important input to locust monitoring carried out by the FAO in North Africa. The Middle East has been well covered by weather satellite imagery, particularly during 1979 when there were geostationary satellites covering both the western and eastern parts of the Middle East region simultaneously (Morgan, 1980).

and so went on to examine Landsat satellite imagery in order to compile 1:250,000 topographic maps of Sudan. Petrie noted that Landsat imagery was very useful in identifying general patterns of relief and agricultural areas, but was less useful when trying to identify point and line features (e.g. small villages, roads and track networks). Leatherdale (1978) came to a similar conclusion, and noted that it was the man-made features which were the most difficult to identify on Landsat imagery.

However, Parry (1978) was able to identify strong linear features (roads and railways) on Landsat imagery of Southern Darfur province in Sudan for Hunting Surveys. This work was aimed at identifying land systems in connection with a FAO (Food and Agricultural Organisation) project which had begun in 1971 to map natural resources. Existing maps were judged inadequate, but using Landsat imagery it was possible to identify and map Qoz, Baggara, Bahr and Basement land systems, which then led directly to the mapping of areas of different agricultural potential.

Landsat imagery have also been used in the Middle East for highway engineering purposes. Krinsley (1974) used Landsat images of the Great Kavir Desert in Iran to modify a planned road route to Tehran, by avoiding both the wettest areas and the areas of roughest terrain. In this way 700 km of road construction were saved by building the optimum route, and this provides both capital cost savings in road construction, and maintenance savings in maintaining the shorter road. Beaumont and Beavan (1977) report similar work in Sudan and other developing countries, using satellite images to identify construction materials such as gravels, and to decide on the most suitable road alignments.

Remote sensing techniques have been useful for mapping at small scales in several areas of the Middle East. Allison (1977) used Nimbus weather satellite data for geological mapping in Egypt and Saudi Arabia; Podwysocki et al. (1977)

Remote sensing in the Middle East prepared for the University of Kuwait by

Dr. R. Harris
Department of Geography
University of Durham
Translated to Arabic by :
Prof. Ali A. El-Banna
Dept. of Geography
Kuwait University

Introduction

Remote sensing provides a new tool for data collection and analysis in Geography. In the Middle East context, remote sensing can be used to gather data for inhospitable or inaccessible areas, to monitor changes in environmental conditions, and to provide fresh insights into geographical problems. Particularly with satellite-based remote sensing, it is possible to map marine pollution, agricultural areas, and geomorphological features in a relatively short time compared with the extensive ground fieldwork surveys necessary with conventional techniques. This then allows more opportunity for the analysis of the extensive data collected by remote sensing. However, remote sensing is not the single answer to environmental problems : the data collected are best used in conjunction with conventional data sources to establish and assist the understanding of environmental phenomena.

Many countries of the Middle East lack reliable and accurate topographic and thematic map bases. Working in the Sudan, Petrie (1979) found that existing maps were poor and were mainly compiled by route surveys, supplemented by aerial photography taken in the Second World War. Petrie concluded that "there is a situation of real need in the developing country (i.e. Sudan) with its huge areal extent and comparatively limited resources for mapping",