دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	نظم المعلومات الجغرافية والمشكلات البيئية
المصدر:	المجلة الدولية للعلوم الاجتماعية
الناشر:	منظمة اليونسكو
المؤلف الرئيسي:	ريند، دافيد
مؤلفين آخرين:	عباس، محمد جلال(مترجم)
المجلد/العدد:	ع 130
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	1991
الشهر:	نوفمبر
الصفحات:	59 - 82
رقم MD:	360473
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	EduSearch
مواضيع:	البيئة ، التلوث، حماية البيئة ، العلوم الطبيعية ، نظم المعلومات الجغرافية
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/360473

© 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.

نظم المعلومات الجغرافية والمشكلات البيئية

David Rhind

بقلم : داڤيد ريند

مقدمـــة :

أصبحت مراقبة حالة البيئة والتغيرات التي تطرأ عليها من الأمور التي يجتمع الرأي على أنها ذات أهمية كبيرة للجنس البشري (Tickell, 1986; 1989) ويظهر هذا الوعي بأوضح صوره في التقارير العديدة التي تنشر عن تآكل طبقة الأوزون، وتأثير الدفيئة واحتمالات ارتفاع الحرارة حول الكرة الأرضية، وعن التلوث بالنيترات، وعن إزالة الغابات في المناطق المدارية، وعن تضاؤل التنوعات البيولوچية، وعن غير ذلك من الموضوعات المتصلة بالبيئة . وتركز هذه التقارير عادة على التنبؤ بقارعة قادمة، ولكن الكثيرمنها يركز أيضاً على وصف الأوضاع الحالية التي تؤثر على البشرية. وهكذا قدرت الخسائر التي منيت بها سياحة الأجازات والصيادون المحليون نتيجة حالة الوهج الأحمر التي ألمت بالشاطئ الإيطالي المطل على بحر الأدرياتيك بعشرات إن لم يكن بمئات الملايين من الجنيهات. وعلى المستوى العالمي ورد في تقرير بروندتلاند الذي أصدرته اللجنة الدولية عن البيئة والتنمية (WCED, 1987)، أنه في خلال التسعمائة يوم من عمل هذه اللجنة حدث في العالم ما يلي :

١- تسببت حالة الجفاف التي مرت بالقارة الأفريقية في تعريض حياة نحو ٣٥ مليون نسمة للخطر، وربما تسببت في موت مليون منهم؛

٢- أدت حادثة بهوپال إلى قتل ٢٠٠٠ نسمة وإصابة ٢٠٠ ألف آخرين؛

٣- أدت كارثة تشيرنوبل إلى إفساد البيئة في أنحاء كثيرة من أوربا؛

٤- أدت حادثة حريق كيميائي وقع في سويسرا إلى تحميل مياه نهر الرين بمواد سامة وصلت على الأقل إلى هولندا؛

٥- مات على الأقل نحو ٦٠ مليون نسمة نتيجة لأمراض الإسهال الناتجة عن سوء التغذية والمياه الملوثة.

ولقد بدأ السياسيون خلال العشرين سنة الأخيرة يأخذون موضوع البيئة مأخذ الجد، وهو ما يشير إليه تزايد عدد الهيئات القومية التي تتولى شئون البيئة .

داڤيد ريند D. Rhind استاذ الجغرافيا في كلية بيركبك بجامعة لندن Birkbeck College, University of London, 7/15 Gresse Street, London W1 IPA, UK.

نشر العديد من الكتب والمقالات عن معالجة البيانات الجغرافية بالكمبيوتر . عمل كعضو لجنة حكومة المملكة المتحدة للبحث في معالجة البيانات الجغرافية بالكمبيوتر وهو الآن نائب رئيس الرابطة الدولية لعلم الخرائط .

ترجمة : محمد جلال عباس

ففي عام ١٩٧٢ كانت هناك هيئات لشئون البيئة وإدارة الموارد الطبيعية في نحو ٢٦ دولة؛ وبعد ذلك بعقد من الزمان، بلغ عدد الدول التي لديها مثل هذه الهيئات ١٤٤ دولة (WEC, 1985) . ولقد اقتنع بعض السياسيين تماماً بأهمية البيئة ، ورأوا أن مشكلات البيئة قابلة للحل بل وأن هناك جدوى من الإنفاق على حل هذه المشكلات (Thatcher, 1988).

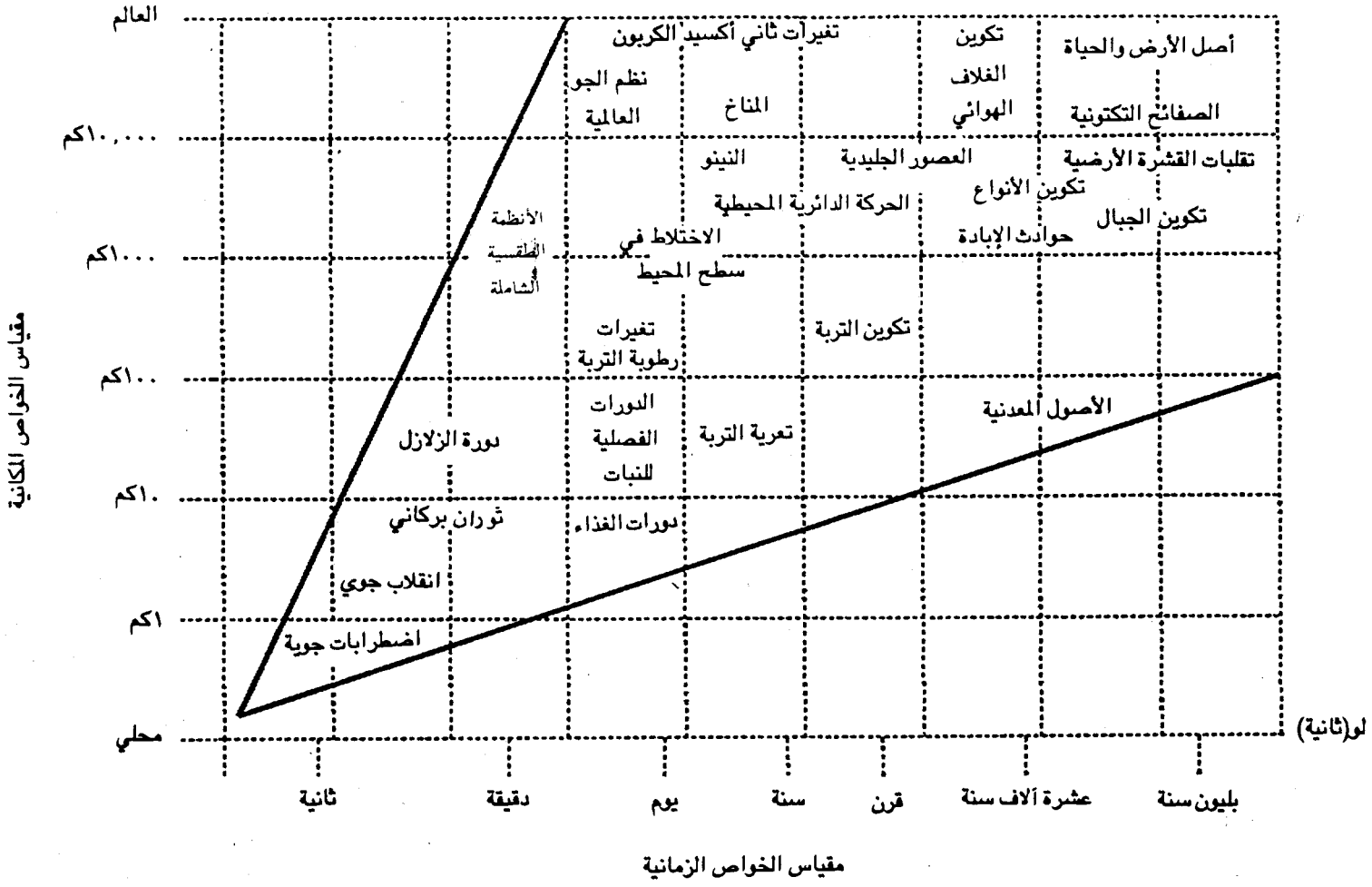
ويتضح من كل ذلك أن البيئة أصبحت الآن موضع دعم سياسي واهتمام عالمي وتستحق الإنفاق عليها . وممن الواضح أيضاً أن الجوانب الإقتصادية الإجتماعية وعوامل البيئة الطبيعية من المشكلة تتفاعل جميعاً بطرق متشابكة. ولقد نجم الكثير من الاضطرابات المرصودة والمتوقعة التي أصابت البيئة الطبيعية عن تأثير أفعال الإنسان. ولذلك اقترح العديد من الإقتصاديين مثل بيرس وزملائه(١٩٨٩) ضرورة تقويم الأثر للأعمال ذات الطابع الحكومي أو التجاري أو غيرها من الأعمال التي تؤثر على البيئة على أساس تقدير التكلفة والعائد قبل البدء فيها. وبالإضافة إلى ذلك فإنه رغم التأثير الكبير لما يترتب على التغيرات التي تحدث في بيئة العالم على البشرية، إلا أنها تختلف بإختلاف المكان والزمان. ولئن اتضح الآن أن مراقبة بيئة الأرض أمر ضروري بل وحيوي، إلا أن التنبؤ بما يمكن وقوعه لا يقل أهمية عن ذلك: ونضرب على ذلك مثلاً بسكان جزر مالديف والبالغ عددهم نحو ١٧٠ ألف نسمة فهم يدركون تماماً الخطر الذي يتعرضون له من التغير المتوقع في منسوب البحر، حيث لا توجد أي رقعة في جزرهم تزيد كثيراً عن ارتفاع مترين فوق المستوى الحالي لسطح البحر. بيد أننا سنرى بعد أن التنبؤ بالأنشطة الطبيعية والبشرية المؤثرة على النظم البيئية تحتاج إلى تفهم للتفاعل بين عمليات فردية معينة وهو أمر لم يتوفر لنا بعد في كثير من الحالات .

ولإظهار مدى التعقيدات في هذه الأمور، يمكن القول بأن مراقبة الأحداث والتنبؤ بها لا يمكن أن يتم إلا من خلال نظم الحاسبات. ولئن كانت التسهيلات المتوافرة حالياً أفضل بكثير مما كان متوافراً منذ سنوات قليلة، فإنها قد مكنتنا فقط من تقدير المشكلات التي سوف تستمر، فالمجلدات التي تحتوي على البيانات التي يمكن استخدامها في دراسة التغير البيئي لكل أنحاء الكرة الأرضية، والنتائج شديدة الحساسية للإختلافات في نوعية البيانات وطرق الحسابات المستخدمة وصعوبة وضع سيناريوهات مبنية على أساس الإختلافات الوظيفية الممكنة، ونجاح وفشل الاتفاقيات الدولية حول البيئة ، إلى غير ذلك ، وإلى الحاجة إلى نقل معلومات ذات معنى للرأي العام وللسياسيين؛ كل هذه الأمور تمثل تحدياً علمياً وتكنولوجياً عظيماً . فالتقاط صور جذابة للأرض من الفضاء شئ، وفهم ما يحدث وما يحتمل أن يحدث مستقبلاً شئ آخر .

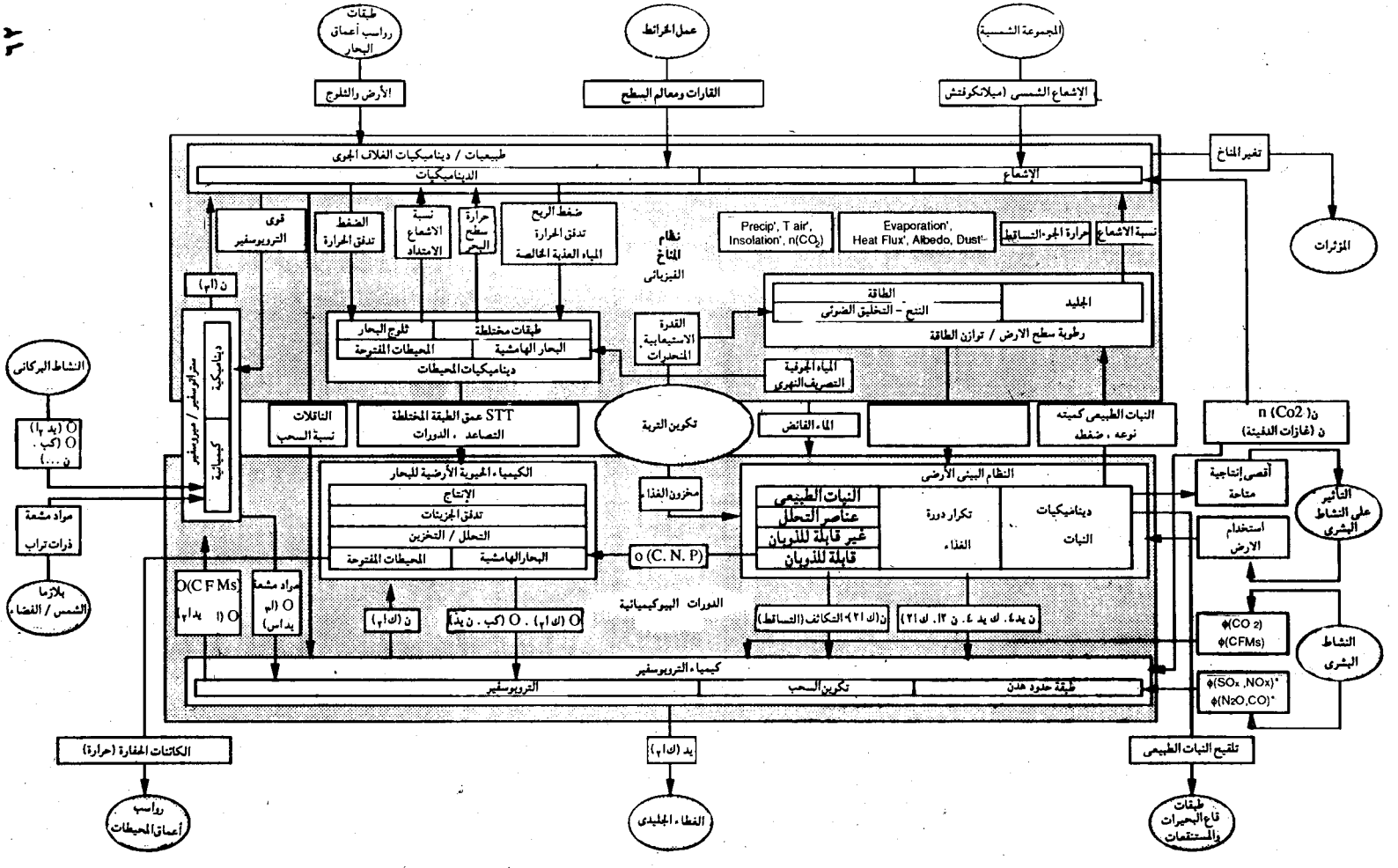
ولحسن الحظ هناك حلول ممكنة، ويعتبر ظهور نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من أبرزها . وهذه المقالة إذن، محاولة لعرض بعض مشكلات مراقبة البيئة والتنبؤ بها، فتشرح أسس نظم المعلومات الجغرافية، وتقدم أمثلة لإستخداماتها على ثلاثة مستويات متدرجة، بما فيها نظام اللجنة الأوروبية للمعلومات البيئية (CORINE) .

طبيعة عمليات البيئة الطبيعية :

إن الصعوبات المرتبطة حتى بمهمة واضحة البساطة مثل مراقبة متغيرات حالتما ، كثيرة للغاية . وسوف نتناول باختصار فيما بعد أسباب تلك الصعوبات التي تتمثل في تحديد البدائل المناسبة للمتغيرات، والإطار العام للأمثلة الزمانية والمكانية على أساس اقتصادي غير متحيز، مع عمل حساب الأهمية النسبية للأحداث النادرة أو غير المنتظمة الوقوع مقارنة بالأحداث المتقاربة الوقوع أو المستمرة بإنتظام، ومعالجة البيانات التي تحتويها المجلدات الضخمة المتعلقة بالموضوع، وتنظيم أعمال الباحثين من المجالات العلمية المتعددة والمنتمين إلى جنسيات مختلفة غالباً. على أنه من المهم حتى في هذه المرحلة أن نؤكد أن فهمنا لكثير من العمليات التي تتم في البيئة الطبيعية يعتمد على معلومات غير كاملة بحال من الأحوال، وبذلك سيكون القسم التالي محاولة لتلخيص ما نعرفه بالفعل، وهو مشتق من تقرير لجنة نظم علوم الأرض ESSC سنة ١٩٨٨ .



شكل (١) : عمليات نظام الأرض : بمقياس الخواص المكانية والزمانية



ن = درجة التركيز　　O = التدفق　　. على مدى أشهر وفصول　　. = على مدى ساعات إلى أيام

شكل رقم ٢ : نموذج مفهومى لتشغيل عمليات نظام الأرض على المدى الزمنى من عشرات السنين إلى قرون .

المقاييس الزمانية والمكانية للعمليات :

على الرغم من أن بعض المشكلات لها طابع محلي ويفضل أن ندرس هكذا، فإن هناك مشكلات أخرى كثيرة (تتواجد حتى في نطاق جغرافي محدود) لا تفهم إلا في إطار عالمي . ولذلك لا يحاول أي عالم أرصاد أن يتنبأ بالأحوال الجوية على مدى يومين قادمين أو ثلاثة دون أن يستخدم النموذج الرياضي المبني على الملاحظة من كل أنحاء العالم . وفضلاً عن ذلك أثبتت الدراسة الحديثة أن جزءً كبيراً من الطاقة الحرارية في بحار شمال المحيط الأطلسي (التي يصدر عن كل كيلو متر مربع منها مقدار من الطاقة يساوي طاقة محطة نووية، فيؤثر بذلك على الأحوال الجوية المحيطة بنا)، تُمتص من أشعة الشمس في المسطح المداري من المحيط الهادي (الباسفيكي) حيث تحملها التيارات المحيطية عبر ممر دريك شمالاً إلى الأطلسي . لذلك فإننا لكي نتفهم بعض الظواهر المحلية، فإننا نحتاج الكثير من المعلومات عن الأحداث المحلية، والإقليمية، والقارية وكل الأحداث البيئية العالمية، لكي يتكون لدينا منظور عالمي وتتوافر في أيدينا قاعدة معلومات شاملة للعالم كله (Mounsey and Tomlinion,1988) هذا، بالإضافة إلى أن مجموعات البيانات هذه تحتاج إلى أن تكون مترابطة مع بعضها البعض إذا كنا سنستعمل البيانات المحلية كأمثلة لنوعيات موجودة في الإطار العالمي .

إننا نحتاج إلى تقارب عالمي في البيانات لتحقيق الكثير من أغراضنا. ولكن، حتى مع التغاضي عن تأثيرات الأشخاص، فإن معالجات نظام الأرض تتم على مستويات أو بمقاييس زمنية ومكانية متعددة (انظر شكل١، وكذلك Rouseell وآخرين، ١٩٨٨). وعلى ذلك، فإن التأثيرات المناخية الصغرى يمكن أن يكون لها آثار كبرى قصيرة الأجل على السكان المحليين (مثل تلك التي تحدث من السحاب الأسود الكيماوي في لوس أنجليس)، وكثيراً ما يقتصر هذا الأثر على بضعة هكتارات أو أقل من ذلك، وقد يتكرر مثل هذا الأثر في دورات سنوية .

وعلى العكس من ذلك تماماً فإن تكوين التربة (بما فيها من تحات التربة أو التجريف) قد تحتاج إلى مئات أو آلاف السنين، وفيما بينها تحدث تنوعات في الظواهر مثل تكوين طبقات النينو El Nino . وتقودنا نظرية العينات إلى ضرورة بحث عينات هذه الظواهر على مدى تكراري لا يقل عن نصف طول موجتها، وذلك لتجنب ظاهرة التحيز في القياسات .

والإهتمام الأول في هذا المقال يركز على التغيرات التي تحدث على فترات زمنية تبدأ من بضع دقائق إلى عدة قرون، وعلى امتدادات مكانية لتموجات يتراوح طولها من متر واحد إلى مائة كيلو متر . بيد أنه من المستحيل الفصل بين العمليات التي تتم على مستويات أو بمقاييس مختلفة، ولفترات زمنية مختلفة؛ فثوران بركاني يستمر لبضع ساعات أو أيام قد يؤدي إلى قذف تراب وغازات بركانية في الغلاف الجوي يستمر لمدى شهور، قد يؤدي هذا بدوره إلى ذبذبات في مناخ الكرة الأرضية يستمر لسنين أو لعقود من الزمان . وعلى العكس من ذلك، فإن الظواهر التي تتم على مدى زمني طويل ولامتدادات مكانية كبيرة مثل حركات الصفائح التكتونية، قد تؤدي إلى تجمع الضغوط تجمعاً محلياً ثم تفريغها بزلزال يستغرق ثواني معدودة، ويكون له تأثيرات محلية كبيرة . وعلى ذلك فإ هذه العمليات تؤدى إلى النتائج التالية :

١- يجب أن نعرف شيئاً عن الفترة الزمنية للمتغيرات التي نراقبها إذا ما أردنا ألا نخاطر بجمع بيانات تفصيلية غير ضرورية أو وضع الاتجاهات في غير موضعها الزمني؛

٢- نظراً لأننا نعرف أن حدوث بعض المتغيرات يتم على فترات زمنية أطول من التي تتم مراقبتها بمعرفة الجنس البشري، فعلينا أن نستخدم متغيرات بديلة لكي نوسع نطاق معلوماتنا (مثل استخدام حلقات الشجر، ودراسة اللقاحات، ومعدل نظائر الإكسوجين من قلب الكتل الجليدية، ومن الأدلة الجيومولورفولوجية للتغيرات البيئية)؛

٣- نظراً لأننا لا نستطيع حتى الآن التنبؤ بكل التفاعلات التي قد تكون لها أهميتها في دراسة المشكلات البيئية، فمن الحكمة أن نجمع البيانات الممكنة المفيدة، وكذا البيانات التي نعتقد أنها أساسية بالنسبة للمشكلة؛

٤- علينا أن نسلم بأن معظم عمليات جمع البيانات

تعتمد على أساس التكلفة، ومن ثم فإن هذه العمليات تنتج مجموعات من البيانات ليست صحيحة تماماً .

٥- بصرف النظر عن استخدام البدائل، فإن عمليات مراقبة البيئة تكون مقبولة إذا كان امتدادها في إطار المدى الزمني للمعايير البشرية (وعلى ذلك فإن المشروع الدولي لبحوث المحيط الأرضي والغلاف الحيوي الذي يقوم به المجلس الدولي للإتحادات العلمية قد صمم ليستمر على مدى عقدين أو ثلاثة)؛

٦- قد يؤدي تغير الأولويات السياسية إلى الحاجة إلى اتباع عملية التخمين الرشيدة إذا لم تكن البيانات المناسبة متوافرة؛

٧- يجب أن تكون الأدوات التي نستخدمها (سيأتي ذكرها بعد) صالحة للإستخدام في مجالات مكانية وفترات زمنية مختلفة لتحقيق تكامل البيانات من مصادر مختلفة وبأشكال متعددة، وتكون قابلة للإستخدام التطبيقي الذي يتناسب مع احتياجات المشتغلين في العديد من المجالات العلمية المختلفة .

العمليات ذاتها :

ومن التعقيدات الرئيسية أنه نادراً ما يتم تناول البيئة في معمل تجارب وبناءً على ذلك يصبح تحديد طبيعة التفاعل بين المتغيرات مسألة غاية في الصعوبة .

والشكل رقم ٢ المأخوذ عن تقرير لجنة نظم علوم البيئة (ESSC, 1988) محاولة لبيان التفاعلات بين عمليات البيئة وكذلك مؤشرات التغير وآثاره في أحوال البيئة.

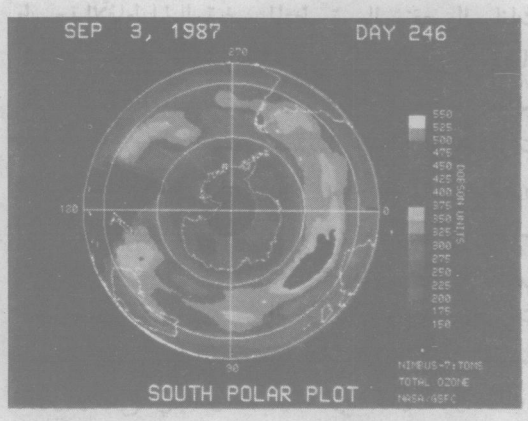
ومن ناحية الجوهر يمكن القول بإيجاز إن هذا الشكل يبين العمليات التي تتم في إطار نظام المناخ الطبيعي والنظام الكيميائي الحيوي للأرض، وهما النظامان اللذان يتداخلان في الدور الشامل الذي تقوم به المياه، والذي يتزايد باضطراد تأثره بالنشاط البشري .

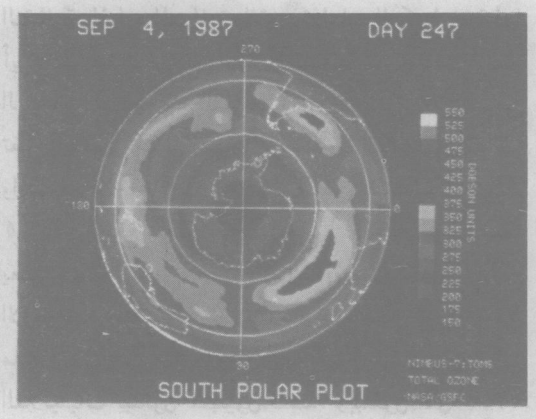
والمكونات الرئيسية للنظام الأول معروفة جيداً : فالغلاف الجوي آلته ، ودورة الهواء يحدهاالفرق بين حرارة الشمس والمناطق القارية والقطبية . وقد أصبحنا لذلك أكثر اهتماماً بالتأثير الكبير الذي للمحيطات على مناخنا؛ والبحوث على تفاعلات الغلاف الجوي مع المحيطات يمثل مكانة رائدة الآن .

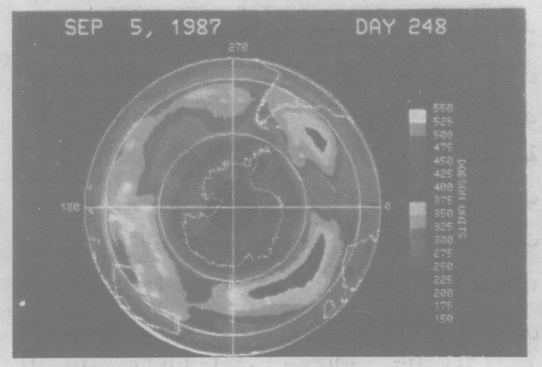
وفي الدراسة الدينامية عن المحيطات، كانت البنود الأساسية هي التي تتعلق بمخزون الحرارة، ودورة ودور جليد البحار. ودورة الهواء (وبالتالي بالتكثيف والحرارة) قد تأثرت بشدة بتوازن الطاقة الحرارية على سطح الأرض، وهي بدورها تأثرت بالزراعة والنشاطات التي تتم على سطح الأرض .

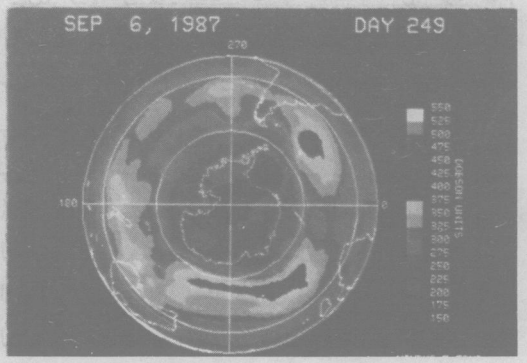
ويتضمن النظام الكيميائي الحيوي للأرض جميع حركات العناصرالأساسية للحياة - من كربون، ونيتروجين، وأكسوجين، وفوسفور، وغيرها، والتي تتم من خلال ما يسمى النظام الشامل للأرض أو نظام الأرض الكلي . وهناك العديد من الطرق الهامة التي بها يمكن للنظام الكيميائي الحيوي أن يؤثر في المناخ، وبالتالي في الصلاحية للسكنى(إلا إذا كان الحفاظ على هذا النظام الأخير يتحقق بتكلفة كبيرة) . فعلى سبيل المثال إذا كان تركيز آثار غازات معينة سوف يستمر في التزايد، فالمتوقع أن درجة حرارة سطح الأرض سوف تزيد بمقدار يعادل الزيادة التي حدثت منذ آخر فترات العصر الجليدي (١٨ ألف سنة قبل الميلاد تقريباً)، وإن كان هناك خلاف حول مقدار هذه التغيرات. من الواضح أيضاً أن الحالة الموازية لذلك، وهي تأثير التغيرات المناخية الطبيعية على العمليات الكيميائية الحيوية، أهميتها الكبيرة، إذ نعتبر التغيرات في المتوسطات السنوية ودورات التغير في الحرارة والمطر، ومعها أيضاً احتمالات وقوع أحداث كبرى مثل فترات الجفاف أوالصقيع الطويلة، كلها تعتبر محددات كبرى لنوعية نسق العلاقات البيئية الأرضية، على الأقل في الجهات التي لم تتأثر كثيراً بفعل الإنسان.

ولقد تزايدت تغيرات البيئة التي أحدثها الإنسان زيادة سريعة نتيجة للنمو الكبير في أعداد السكان، والتطورات التكنولوجية المتعددة. مثال ذلك أن عملية الإحتراق الداخلي للوقود الحفري قد أدت إلى زيادة في تركيز الكبريتات في المطر (المطر الحمضي)، وتأثر الكثير من الأنهار، والبحيرات، والمصبات الخليجية بالفوسفات الذي يرجع مصدره إلى الأنشطة الزراعية والصناعية الحضرية. وجدير بالذكر أنه، بينما نجد أن حدود الأنشطة البشرية واضحة، إلا أن هناك كثيراً من الأمور التي









مراقبة التغيرات في طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي باستخدام التصوير بالأقمار الصناعية Nasa/Sipa

تحتمل الشك، مثال ذلك، ما نعلمه من أن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي قد ارتفع إلى ٩٪ منذ عام ١٩٥٩ . ولكن حساب جملة الكربون الناتج عن احتراق الوقود الحفري يدلنا على أنه لو ظل كل هذا الكربون في الجو، لارتفع التركيز إلى ضعف هذه النسبة. ويبدو أن هذا الفرق يرجع إلى عاملين مختلفين: أحدهما الإمتصاص في المحيطات، والثاني هو انخفاض مخزون الكربون في الكائنات الحية، وقد تأثر هذا العامل الأخير كثيراً بالأنشطة البشرية التي إزدادت منذ قيام الثورة الصناعية .

الإرادة الإلاهية :

يقوم التنبؤ البيئي على أساس المنطق الوضعي أو حتمية نيوتن. إذ تعتبر النظم البيئية في الواقع بمثابة آليات يمكن الكشف عن حركاتها، ووصفها في شكل معادلات تفاضلية، ولذلك فيمكن التنبؤ بأنشطتها المستقبلية بالتفصيل إذا ما عرفت أحوالها الأصلية . وهناك جدل كثير يدور حول التنبؤ في أوساط علماء الطبيعيات الجوية، مثال ذلك: هل يرجع عدم الدقة في التنبؤ بالأحوال الجوية لفترات تزيد عن بضعة أيام، إلى

طبيعة الأنماط الحالية غير المتطورة، وإلى نقص البيانات المناسبة وضعف إمكانيات الحاسبات؟ ويقابل ذلك دعاة نظرية الفراغ (مثل ستيورات، ١٩٨٩)، ويدور جدلهم حول أن بعض نظم الطبيعة شديدة الحساسية للمؤثرات شديدة الصغر، لدرجة أن هفهفة أجنحة الفراشة قد تكون سبباً في التفجر الكامل لعاصفة رعدية. وفي حقيقة الأمر هم يقصدون أن أي إختلافات بسيطة تحدث في الأحوال الأصلية لكثير من النظم، قد تؤدي إلى تغيرات واسعة النطاق، نظراً لأن المصادفات في سلوك هذه النظم تظهر بوضوح في إطار الحتمية. وإذا كان الأمر كذلك، فلن تكون هناك سوى فرص ضئيلة للقيام بالتنبؤات الدقيقة على المدى الطويل بالنسبة لهذه النظم. ولقد اعترفت بذلك من بين آخرين لجنة نظم علوم الأرض (ESSC, 1988). إن واضعي هذا التقرير يسلمون بأن هناك حدوداً نظرية تمتد لأسبوعين أو ثلاثة بالنسبة للتنبؤات اليومية بالتغيرات في الأحوال الجوية، والسبب في ذلك هو تأثير الاضطرابات التي تحدث على مستويات محلية محدودة في إطار مستوى الديناميكية الشامل، وتعني هذه الحدود النظرية أن التنبؤات التي تتم على المدى المتوسط والطويل ستخضع بالضرورة للصدفة. بيد أن الأمر مازال أكثر تعقيداً، إذ يبدو أنه من الممكن على الأقل التنبؤ بصورة مؤكدة عن عناصر النظام الأرضي ببعض المقاييس الزمنية والمكانية المعينة، ولكن يتم التنبؤ على أساس المصادفة في مستويات أخرى، وأن أساس التنبؤ سوف يختلف باختلاف العنصر موضوع هذا التنبؤ. والمثل الذي يوضح ذلك هو أن درجة حرارة الجو تختلف من يوم لآخر اختلافاً واضحاً، وهناك دورات مرتبطة بالاختلافات التي تحدث من سنة لأخرى، وهناك احتمال أدنى لحدوث تغيرات على فترات تتراوح من ١٠ إلى ٢٠ سنة في المتوسط، ثم قد تحدث التغيرات بعد ذلك على مدى زمني أطول (ESSC, 1988).

ويأتي فوق كل ذلك، وكذلك يساعد على دفع بعض الحالات ذلك النشاط البشري الذي إذا لخصناه نجده ممثلاً في أعداد السكان ومؤشرات الثروة (رغم أن العوامل الثقافية والموارد المتوافرة والاستخدامات التكنولوجية لها أيضاً دورها البارز في صنع المستقبل). ويكاد النمو السكاني في العالم الثالث يكون هو المؤثر الأعظم في تغير البيئة. فيبلغ سكان الهند الآن ٨٥٣ مليون نسمة، والمتوقع أن يصلوا إلى ١٤٤٥ مليون نسمة في عام ٢٠٢٥م. ويبلغ سكان أفريقيا حالياً ٦٤٧ مليون نسمة، يعيش معظمهم في أسوأ الظروف المتواجدة على سطح الأرض. والمنتظر أن يصل سكان هذه القارة إلى ١٥٨٠ مليون في عام ٢٠٢٥م. ولقد كان سكان الأرض في الثلاثينيات يبلغون ٢ بليون نسمة، ويبلغون الآن ٥٣٠٠ مليون، وينتظر أن يتضاعف هذا العدد قبل حلول عام ٢٠٣٠م. وبالإضافة إلى نمو السكان هناك أيضاً أحداث مثل حرب الخليج، وإنهيار الكتلة الشرقية، وعدم الإتفاق في جات، ويمكن لمثل هذه الأحداث أن تلعب دوراً مأساوياً في إحداث تغيرات في إتجاهات السكان والثروة. وجدير بالذكر هنا أن قواعد البيانات المتعددة، لكل تلك المقاييس النوعية التي يجب أن تتم للقيام بعمليات المراقبة ووضع النماذج ليست بالعمل اليسير، حتى لو تغاضينا عن التنبؤ بالأحداث المتوقعة على المدى القصير نتيجة فعل الإنسان.

مقدمة عن نظم المعلومات الجغرافية

يتضمن الجزء التالي من هذا المقال مقدمة مبسطة عن نظم المعلومات الجغرافية لمن لا يألفها من القراء، وهي مشروحة عن قصد باستخدام بعض المصطلحات المناسبة لمن لديهم خبرة محدودة في الجغرافيا المعاصرة أو الحاسبات. وفضلاً عن ذلك، فإن الأمثلة المستخدمة قد تم إختيارها بحيث يغلب عليها أن تكون مألوفة أكثر من كونها بدائل تتعلق بالتغيرات البيئية على النطاق العالمي. ولعل أكثر مصادر هذا الموضوع تفصيلاً هو المجلد الضخم الذي نشره ماجوير Maguire وآخرون، ١٩٩١، ويتكون من ستين فصلاً.

والجغرافيا دائماً معنا مثل التاريخ. فمعظم القرارات التي يتخذها الإنسان تخضع للعوامل الجغرافية التي قد تعوقها أو ترشدها أو تضبطها. وهذا أمر واضح لا جدال فيه، ولكن الجديد في الموضوع الآن، أنه بدلاً من الاعتماد على الحواس أصبحنا نعتمد في أداء الكثير من تلك الأعمال بالعمليات الحسابية، وذلك باستخدام مجموعة واحدة من الأدوات تعرف باسم نظم المعلومات الجغرافية. ويمكن القول عنها بطريقة أبسط أنه نظم الحاسبات تمكننا من جمع البيانات المتعلقة بالمكان الجغرافي، وتخزينها، ومعالجتها، وربطها ببعضها البعض، وتحليلها، وعرضها .

ومن الناحية العملية، تؤخذ نظم المعلومات الجغرافية على أنها لا تقتصر فقط على التجهيزات والبرامج أو مستلزمات التشغيل، ولكنها تتضمن أيضاً قاعدة البيانات الجغرافية والعاملين الأكفاء الذين يستطيعون تشغيل تلك البرامجيات.

وأحسن طريقة لتوصيل مفهوم وحقيقة نظم المعلومات الجغرافية هي دراسة الاستخدامات التي يمكن أن تتم من خلال مجموعة من الأسئلة المفتوحة. وإذا ما ابتعدنا عن التفاصيل، نجد أن هناك مجموعة من هذه الأسئلة تطرحها كل يوم جميع فروع الحكومة المركزية والمحليات، والهيئات التجارية وغيرها من القطاعات. وهذه الأسئلة هي :

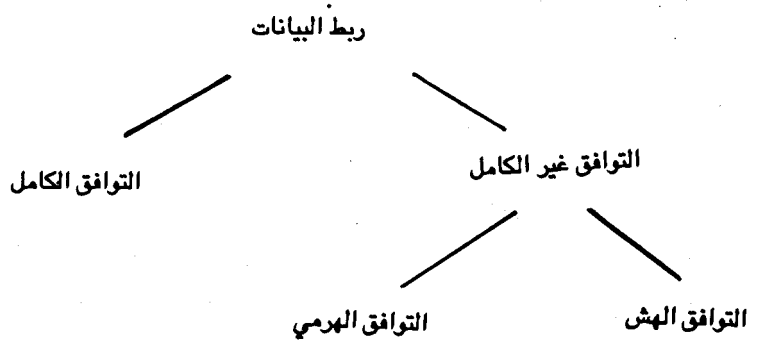
السؤال	نوع المهمة
ما الذي نجده في . . . . ؟	التعرف على الموجودات/المراقبة
كيف أذهب من . . . . إلى . . . . . ؟	البحث عن الطريق
أين نجد . . ما هو صحيح أو غير صحيح ؟	عمليات التعرف /المراقبة
ما الذي تغير منذ . . . . . ؟	عمليات التعرف/المراقبة
ما هو النمط أو الأنماط المكانية الموجودة ؟	التحليل المكاني
ماذا لو . . . . . ؟	وضع النموذج

يبحث السؤال المفتوح الأول عن التعرف على ما يوجد في موقع معين. ويمكن وصف الموقع بطرق مختلفة: إما باسم المكان، أو الرمز البريدي، أو الإحداثيات الجغرافية مثل خطوط الطول والعرض، أو من نظام الإحداثيات في الخرائط المساحية المحلية. أما السؤال الثاني فإنه تفصيل للأول بمعنى تحديد موقعين معينين بأي طريقة مناسبة ومهمته هي التعرف على طريق ذي صفات معينة من بين الموقعين وصفاته كأن يكون الأسرع، أو الأقصر، أو الأجمل .

والسؤال الثالث عكس السؤال الأول، فهو يحاول العثور على أوضاع أو حالات معينة، مع تحديدها من خلال المكان الجغرافي مثال ذلك: بحيرة لصيد الأسماك ليس فيها تليفون عمومي، ولكنها لاتبعد أكثر من ٥٠ كليو مترا من المنزل؛ وربما كان السؤال الرابع مبنياً على أي سؤال من الأسئلة الثلاثة السابقة ، ولكنه يحاول الكشف عن الفرق بين النتائج التي تحققت في لحظتين زمنيتين .

أما السؤالان الخامس والسادس فإنهما أكثر عمقاً، فيطرح السؤال الخامس غرضاً معيناً مثل رغبتنا في التعرف على ما إذا كانت غالبية الوفيات بسبب السرطان، وتحدث في أوساط القاطنين قرب محطات القوى النووية، وبنفس الدرجة من الأهمية، قد نريد معرفة عدد حالات الاستثناء أو الشذوذ عن النمط وموقع هذه الحالات . ويأتي أخيراً السؤال السادس الذي نطرحه لتحديد ما يحدث (مثلاً) لو أضفنا طريقاً جديداً لشبكة الطرق، أو ما نتيجة حدوث تسرب لمواد مسمومة إلى المياه الجوفية، وتتطلب طبيعة هذا السؤال الإجابة عنه بالمعلومات الجغرافية، وغيرها من المعلومات مثل قوانين الاحتمالات أوالحتمية. وفي حالة تضمين اثنين أو أكثر من عناصر البعد المكاني، فإن هذا يتجاوز التنميط العادي في القائمة الموضوعة.

وهناك خاصيتان لنظم المعلومات الجغرافية تجعلها قادرة على تقديم الإجابات على مثل هذه الأسئلة. أولهما



شكل (٣) الإجراءات المختلفة للربط بين البيانات الجغرافية باستخدام المكان كأداة للتوافق

القدرة على تطبيق العمليات المكانية على البيانات، ومثال ذلك استدعاء بيان بكل الجرائم التي ارتكبت في أحد مناطق الوحدات المحلية (لمقارنتها ببيانات الشرطة مثلاً). ومثال آخر، أن تطلب خريطة عن مواقع الأماكن التي يمكن الوصول إليها بالسيارة من موقع المحطة النهائية لخط من خطوط المواصلات. فكلا الحالتين في الواقع تحتاج إلى قدر كبير من العمل المتفرق لتقطيع البيانات من خريطة غير كاملة، ثم وضع جميع البيانات الهامة في جداول.

أما الخاصية الثانية فهي القدرة على ربط البيانات الهامة ببعضها البعض، فهناك ظاهرة رئيسية (بخاصة في بريطانيا، وموجودة إلى حد ما في بعض الدول الأوروبية الأخرى)، تتمثل في أن مختلف الهيئات والمؤسسات تجمع بيانات مكيفة لخدمة أغراضها الخاصة فقط، دون اعتبار لأي استخدامات أخرى لتلك البيانات. فلنفرض مثلاً، أننا نريد أن نبحث الاختلاف بين أجزاء الدولة في حالات الوفاة بسبب السرطان بالنسبة للأطفال من الفئة العمرية أقل من عشر سنوات؛ فلكي نقوم بهذا البحث نحتاج إلى أن نتناول البيانات الخاصة بكل الوحدات الإقليمية أو المحلية للدولة. فلو فرضنا أن أعداد السكان في هذه الفئة العمرية مدرجة في ملف بداخل الحاسب، وأن عدد الوفيات مدرج في ملف آخر لكل وحد محلية، عندئذ نحتاج إلى الجمع بين بيانات الملفين أو الربط بينهما، ثم تتم عملية قسمة أحد الرقمين على الآخر فنحصل على الإجابة المطلوبة.

وقد يتراءى للبعض أن هذه العملية عملية بسيطة، ونادراً ما نحتاج إلى نظام المعلومات الجغرافية، ولكن الواقع يختلف عن ذلك. فلنفرض أن هناك طرقاً مختلفة أدخلت بها سلاسل البيانات التي تحتاج إلى الربط بينها (أنظر الشكل ٣)، فإن "التوفيق الكامل" هو العملية التي سبق أن وصفناها؛ لأن عملية الجمع بين مجموعتين من البيانات أمر سهل، ويمكن إنجاز هذه العملية باستخدام الرمز المشترك بين المجموعتين (وليكن اسم الوحدة المحلية). وعلى ذلك فإن المدوّن في كل ملف ويحمل اسم نفس الوحدة المحلية هو الذي يستخرج، ويتم ربط البيانات مع بعضها البعض وتخزّن في ملف آخر.

ولكن في بعض الأحيان نجد بعض المعلومات مصنفة على أساس مناطق جغرافية أكثر تفصيلاً من معلومات أخرى. وبالتحديد فإن البيانات التي يتكرر جمعها

(كالبيانات المالية أو بيانات البطالة) تكون متاحة فقط للوحدات الكبرى، أما البيانات التي تجمع على فترات متباعدة (مثل بيانات السكان في التعداد) فإنها تكون للمناطق الأصغر بكثير. فإذا كانت المناطق الأصغر أجزاء من المناطق الأكبر، فإن الحل هو اتباع طريقة "التوفيق التصاعدي" . وذلك بجمع بيانات كل الوحدات الصغيرة التي تشتمل عليها الوحدة الأكبر، ثم عملية التوفيق الكامل بعد ذلك .

بيد أنه في كثير من الأحيان لا تتوافق الوحدات الصغيرة في داخل الوحدات الأكبر، وهي حالة نجدها عند تناول بيانات بيئية، فعلى سبيل المثال حدود المساحات المزروعة بالمحاصيل تسير مع أطراف أو نهايات الحقول، وهذه الخطوط نادراً ما تتمشى مع الخطوط الفاصلة بين أنواع التربة. فإذا أردنا أن نجيب مثلاً على السؤال التالي: "ماهي التربة الأكثر إنتاجية بالنسبة لزراعة القمح؟" نحتاج إلى عملية تغطية شاملة (تغشية) لمجموعتي البيانات وحساب إنتاجية كل نوع من أنواع التربة. وهذه الطريقة تماثل من حيث المبدأ وضع خريطة التربة مرسومة على ورق شفاف فوق خريطة أخرى عليها بيان الإنتاجية لملاحظة الإرتباط بين التربة والإنتاجية .

المهم في الموضوع أن نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن تؤدي كل هذهالعمليات، لأنها تستخدم الجغرافيا أو المكان كمدخل أو رمز مشترك بين مجموعات البيانات - فتربط الأجزاء المتقابلة في مجموعتي البيانات المرتبطة بنفس المكان مع بعضها البعض، وبهذه القدرة يمكن إضافة قيمة معينة للبيانات، فمن ٢٠ مجموعة بيانات يمكن إخراج أزواج من البيانات تصل إلى ١٩٠ زوجاً، وتركيبات يمكن أن تصل في مجموعها إلى أكثر من المليون. ولئن كان الكثير من هذه التركيبات والمخرجات غير ذي قيمة فعلية، إلا أن مدى الاستخدامات التطبيقية بلا شك أوسع بكثير من استخدامات المجموعات العشرين وحدها. ولئن بدا كل ذلك بسيطاً، إلا أنه في الواقع خلاف ذلك، فإن مجلدات البيانات وعدم دقة وحسم الكثير من البيانات الجغرافية، واختيار المناهج المتوافرة التي يمكن أن تقدم نتائج مختلفة، والحاجة إلى الإقتصاد أثناء القيام بكل ذلك، ومواجهة المواعيد النهائية (وعادة ما تكون دقيقة)؛ كل ذلك يجعل الممارسة في نظم المعلومات الجغرافية أكثر تعقيداً من المبادئ الرئيسية لها. ولكن الميزة الهامة وهي إمكان استخدام نفس الأدوات. حتى بعد ربطها أحياناً، بطرق مختلفة - في كل الدول ولتطبيقات متنوعة تبدأ من مستوى المقاييس الصغيرة التي تتناول منازل أو شوارع إلى مستوى المقياس البيئي العالمي، وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية غالباً في عمل الخرائط، ولكنها ليست مجرد آلات لصنع الخرائط، بل يجب التفكير فيها بصورة أفضل على أنها قواعد بيانات جغرافية، يمكن أن تستخرج منها تنوعات من الأشكال منها الخرائط.

وتلقى نظم المعلومات الجغرافية اليوم اهتماماً دولياً كبيراً ، فمنذ بناء أول نظام معلومات جغرافية في كندا خلال الستينات، حتى تكوين أول نظم متطورة بهدف تجاري في أوائل الثمانينات، كانت معظم الأنشطة قاصرة على معامل أو مختبرات البحوث الجامعية. بيد أن السوق تضخمت منذ عام ١٩٨٠؛ وكان السبب الرئيسي لذلك هو الإنخفاض السريع في تكلفة أجهزة الحاسب الآلي، التي سهلت أيضاً ممارسة عملية جمع البيانات في شكل يصلح للحاسب الآلي. وفوق كل ذلك انخفضت تكلفة إجراء العمليات بالحاسب الآلي إنخفاضاً كبيراً خلال الثلاثين سنة الأخيرة، فما يكلف اليوم دولاراً واحداً لتشغيله على أساس حساب تلكفة الأجهزة كان يكلف نحو عشرة آلاف دولار خلال الستينيات. وفي الواقع أن التحسينات المذهلة التي أدخلت على وحدات التشغيل العلمية قد أدت إلى تحسين الوضع بدرجة أسرع بكثير؛ وكانت نتيجة ذلك هو تحسين حالة التوازن في التكلفة وتزايد الفائدة بصورة مذهلة أيضاً جعلت السوق تستجيب لها .

ولقد جاء في دراسة أمريكية حديثة أن حجم تسويق التجهيزات ومستلزمات التشغيل والخدمات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية بلغ ٥٢٩مليون دولار في عام ١٩٨٨، وهو يمثل ٦٠٪ من التسويق في أمريكا الشمالية. ولكن هذه تمثل فقط الأعمال الرئيسية، إذ أن هناك إنفاقاً آخر مرتبطاً بالتجهيزات والخدمات وغيرها، يصل بالإنفاق على كل ما يتعلق بنظم المعلومات الجغرافية إلى نحو ٤ بلايين من الدولارات. والأهم من ذلك أيضاً، أن المتوقع أن يرتفع ذلك بمعدل ٢٢٪ سنوياً ليصل بهذه النفقات إلى ١١ بليون دولار سنة ١٩٩٣. وهناك تقرير آخر صدر عن عملية مسحية أطلق عليها عشرة بائعين بقصد خصم هذه النفقات من الضرائب، ولقد جاء في تقرير هذه الدراسة أن السوق الأوروبية وحدها قدرت في عام ١٩٨٩ بمبلغ ٣٢٢ مليون دولار، معظمها دفعته الشركات المستخدمة للنظم والحكومات المحلية والمركزية، ولكن نحو ٩٪ فقط من هذا المبلغ أنفق على التطبيقات البيئية. وقدرت هذه الدراسة أيضاً تزايداً سنوياً في الإنفاق يتجاوز ٢٠٪، ولذلك كان التنبؤ بأن حجم التسويق يصل إلى ٥٦٤ مليون دولار سنة ١٩٩١.

بعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيه على مختلف المقاييس

المدى المحلي

لا يمكن أن نغفل تأثير تشغيل العمليات المتعددة على المستوى المحلي. ولقد قدم هابر وشالر Haber and Schaller (١٩٨٨) مثالاً لعمل النماذج البيئية والتنبؤ على أساس التفاعلات بين مختلف العمليات وآلية التغذية المرتدة. ويعتبر عملهما هذا جزءاً من مشروع اليونسكو المعروف باسم "الإنسان والمحيط الحيوي (MAB)، والذي نفذ جزء منه في حديقة برشنسجادن المحلية في بافاريا، اتبعا فيه اسلوب كل من هولنج Holling (١٩٧٨) وجروسمان Grossman (١٩٨٣)، فقاما بصياغة مفهوم عن العلاقة بين الإنسان والبيئة على سلسلة من المستويات الهيكلية التصاعدية:

١- المستوى الأدنى، أو مستوى العملية، وهو مرتبط مباشرة وبوضوح بالحقائق الملموسة. ومن ثم فإن العمليات والعلاقات المتبادلة تكون أكثر وضوحاً وبساطة وامتدادها خطي؛ وعادة ما تكون البيانات جاهزة في متناول اليد وغزيرة، وهذا المستوى يتم تداوله في نظم المعلومات الجغرافية التجارية (GIS).

٢-المستوى الأوسط، أو الآلي (الديناميكي)، وهو يختص بالأحداث الأقل تكراراً والتي غالباً ما تكون غير منتظمة، مثال ذلك نقص الماء المؤقت بسبب الحريق، أو الصقيع، أو الطلب الكبيرعليه بسبب زيادة السكان. وتتميز البيانات المستخدمة بصفة خاصة بأن الحصول عليها قد يكون أكثر صعوبة، وعادة ما تكون أكثر إجمالية من الناحية المكانية، وتعتبر مستلزمات تشغيل النماذج التي تسمح بإيجاد دوائر التغذية المرتدة من الأساسيات.

٣- المستوى الأعلى أو الإستراتيجي، وهو أصعبها في التحري عنه أو استكشافه، فغالباً ما يكون التنبؤ بالمؤثرات الخارجية متعذراً بالطرق الشكلية. ولذلك يصعب تحديد البيانات المناسبة المطلوبة، أما وضع الخطة فهو أمر لا يتاح إلا قليلاً.

والمدخل الذي اتبعه هابروشالر هو المزاوجة في مستلزمات التشغيل البيئية. وتتضمن نتائج تنفيذ ذلك بوسائل مختلفة، خرائط القطاعات الزمنية لما يمكن حدوثه، وخرائط عن تبادل الموارد والطاقة في إطار المنطقة

الفحص اليومي للتلوث بالطائرة العمودية الهليوكوبتر في نيويورك

موضع الدراسة. وبينما تتميز هذه العملية بأنها عملية نوعية خالصة، يبدو أنها تقدم لنا طريقة للتعامل مع مختلف أنواع العمليات، وتتضمن أيضاً أحداثاً تقع بالصدفة وتتميز بالعشوائية .

المدى القومي والقاري

مشروع اللجنة الاوروبية لنظم المعلومات البيئية

يقدم مشروع اللجنة الأوروبية لنظم المعلومات البيئية CORINE نتائج الكثير من أنشطة الإدارة العامة للجنة(الحادية عشرة) للبيئة الأوروبية. وقد بدأت هذه اللجنة بناءً على طلب إيطاليا الذي قدمته إلى مجلس وزراء مجلس المجموعة الأوروبية سنة ١٩٧٣ للقيام بعملية تحديد بيئي للمناطق المتوازنة وغير المتوازنة في أراضي المجموعة الأوروبية؛ ولم تنجح المحاولات الأولى، حتى جاء عام ١٩٨١ فأصبح واضحاً أن اتباع مدخل جديد مبنى على نظام معلومات بيئية قد يحقق النجاح، ولكنه لم يتم توفير ذلك النظام حتى عام ١٩٨٥، حيث بدأ برنامج تجريبي مدته أربع سنوات لجمع البيانات وتوقيع الإحداثيات على الخرائط، وضمان استمرار تدفق المعلومات عن حالة البيئة والموارد الطبيعية في المجتمعات الأوروبية، وسمّيَ CORINE وتتمثل أهدافه التي يرمي إليها من خلال تجميع أرصدة البيانات المتوافرة لدى

جدول رقم ١ : نظرة عامة على نظام المعلومات الجغرافية للجنة الأوروبية لمعلومات البيئة (CORINE) ومحتواه

الموضوع	طبيعة المعلومات	خواص البيانات الرقمية	ميجابايت	التحليل / المقياس
الوحدات الحيوية	موقع ووصف الوحدات الحيوية ذات الأهمية الكبرى بالنسبة للمحافظة على الطبيعة فى المجتمعات.	٥٦٠٠ وحدة حيوية موصوفة فى حوالى ٢٠ خاصية حدود ٤٤٠ وحدة حيوية فى بلجيكا والبرتغال.	٠ر٢٠ ٠ر٢	موقع مركز المنطقة
المناطق المعينة	موقع ووصف المناطق مصنفة تحت أنواع مختلفة من الحماية	١٣٠٠٠ منطقة على أساس ١١ حقيقة وصفية . حدود المناطق المعينة مدخلة فى الحاسب الآلى طبقاً للمادة ٤ من التعليمات الصادرة من المجموعة الأوروبية رقم ٧٩/٤٠٩ عن المحافظة على الطيور البرية	٥ر٦	موقع مركز المنطقة ١ : ٠٠٠ ٠٠٠ ١
البث فى الهواء	انبعاث أطنان من ملوثات الجو فى عام ١٩٨٥ (ثانى أكسيد الكبريت واكاسيد النتروجين والتراب البركانى) من مختلف المصادر : محطات التوليد ، والصناعة ، وسائل النقل، والطبيعة ، وتكرير البترول والاحتراق الداخلى.	مقدار واحد بالنسبة لكل نوع من الملوثات ، وكل فئة من المصادر وبالنسبة لكل إقليم ، بالإضافة إلى بيانات ١٤٠٠ موقع للمصادر أى ± ٢٠٠ ٠٠٠ مقدار فى المجموع.	٥ر٢	إقليمى على أساس تسميات الوحدات الإقليمية للإحصاء (NUTSIII)،ومواقع المصادر الكبرى لانبعاث الملوثات
الموارد المائية	موقع محطات قياس التصريف ، مناطق أحواض الصرف النهرى ، متوسط التصريف المائى والحد الأدنى للتصريف للفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٨٥ فى الجزء الجنوبى فى دول المجموعة الأوروبية.	سجلت بيانات ١٢ متغيراً فى ١٠٦١ محطة قياس تصريف	٣ر٢	موقع محطات قياس التصريف .
التعرية الساحلية	خواص بنية الترسيب (٤ فئات) ، تواجد عمليات البناء ، خواص التطور الساحلى، التعرية، ظاهرة الالتحام، الاستقرار	وصف ٥٠٠ر١٧ قطاع ساحلى	٠ر٢٥	الملف الأساسى بمقياس ١/١٠٠,٠٠٠الصيغة المعممة ١/١ مليون
مخاطر تعرية التربة	تقدير احتمالات مخاطر تعرية التربة وواقعها ، بواسطة تجميع ٤ مجموعات من العوامل : التربة ، والمناخ ، والانحدارات ، والغطاء النباتى .	٠٠٠ر١٨٠ منطقة متجانسة (فى الجزء الجنوبى من دول المجموعةالأوروبية).	٠ر٤٠٠	١/١ مليون
موارد الأرض الهامة	تقدير نوعية الأرض بواسطة تجميع ٤ مجموعات من العوامل التربة ، والمناخ ، والانحدارات ، وإصلاح الأراضى.	٠٠٠ر١٧٠ منطقة متجانسة (فى الجزء الجنوبى من دول المجموعة الأوروبية)	٠ر٣٠٠	١/١ مليون
النبات الطبيعى المتواجد	عمل خرائط لفئات من النباتات المتواجدة عددها ١٤٠	٢٢٨٨ منطقة متجانسة	٠ر٢	٣/١ مليون

الغطاء الأرضى	رصيد الغطاء الأرضى الطبيعى والحيوى فى ٤٤ فئة	قاعدة بيانات مصفوفة للبرتغال ولوكسمبرج	٥١ر٠	١/١٠٠ر٠٠٠
نمط المياه	الصلاحية للملاحة ، الفئات (أنهار ، قنوات ، بحيرات خزانات)	١٤١ر٤٩ قطاع نهرى مرقم	١٣ر٨	١/١ مليون
			٣ر٠	١/٣ مليون
نوعية مياه الاستحمام	القيم السنوية لعدد يصل إلى ١٨ وسيطاً ، فى ١١٣ محطة للفترة من ١٩٧٦ الى ١٩٨٦ .	٢٦٥٠ قيمة	٢ر٠	موقع المحطة
أنواع التربة	٣٢٠ نوع من التربة حددت فى خرائط	١٥٤٩٨ منطقة متجانسة	٩ر٨	١/١ مليون
المناخ	سقوط الأمطار والحرارة (+ بيانات غير كاملة لعناصر أخرى)	المتوسطات الشهرية لعدد ٤٧٧٣ محطة.	٧ر٤	موقع المحطة
المنحدرات	متوسط الانحدار فى الكيلو متر (بالنسبة للجزء الجنوبى من مناطق المجموعة الأوروبية)	قيمة واحد لكل كيلو متر مربع أى ٨٠٠٠٠٠ قيمة.	١٥٠ر٠	١/١٠٠ر٠٠٠
الوحدات الإدارية	تسميات وحدات الأماكن للإحصاء حسب ما وضعته المجموعة الأوروبية ، على أربع مستويات هرمية .	٤٧٠ تسمية Nuts مرقمة	٧ر٠	٣/١ مليون
السواحل والبلدان	خطوط السواحل والحدود القومية (الدول المجموعة الأوروبية والمناطق المجاورة)	٦٢ر٧٣٤ ك . م	٣ر٠	٣/١ مليون
			٣ر٢	١/١ مليون
السواحل والبلدان	خطوط السواحل والحدود (لكل كوكب الأرض)	١٩٦ دولة	١ر٥	٢٥/١ مليون
الأقاليم المستحقة للتمويل من اعتمادات التنمية ERDF)	استحقاق التمويل من صندوق الإنشاء	٣٠٩ أقاليم مصنفة	١٠ر٠	الأقاليم المستحقة
الاستيطان	أسماء المراكز الحضرية التى يزيد سكانها عن ٢٠٠٠٠ ومواقعها.	١٥٤٢ مركزاً حضرياً	١ر٠	موقع المركز
بيانات اجتماعية اقتصادية	سلسلة إحصائية مستخرجة من قاعدة البيانات الإقليمية الاقتصادية الاجتماعية.	السكان ، النقل ، الزراعة .. الخ	٤٠ر٠	الوحدات الاحصائية حسب تسميات الوحدات NUTSIII
النقل الجوى	أسماء المطارات وأماكنها ونوعها ، وحجم النقل عليها (١٩٨٥-١٩٨٧)	٢٥٤ مطاراً	١ر٠	موقع المطار
محطات الطاقة النووية	قدراتها ، نوع المفاعل ، الطاقة المستخرجة	٩٧ محطة ، حتى تاريخ ١٩٨٥	٠٣ر٠	موقع المحطة

الدول الأعضاء وتطوير أساليب هذه البيانات المحفوظة، وتحليلها، وعرضها. وحددت أولويات لبعض المجالات بما في ذلك الوحدات الحيوية ذات الأهمية للمحافظة على الطبيعة، وترسيب الأحماض وأثرها في التربة والمجالات الإحيائية، وحماية بيئة إقليم البحر المتوسط (Briggs and Mortin, 1988).

ويمكن القول بأن الكثير من الإنجازات قد تحققت على يد فريق عمل مشروع كورين. وقد كانت نتيجة أربعين مشروعاً فرعياً شملت كل الدول الأعضاء (وغالباً ما كان كل منها مقسماً إلى عدة مجموعات)؛ وضع قاعدة بيانات عن الطبوغرافيا، والتربة، والموارد المائية ونوعيتها، والوحدات الحيوية، ومقذوفات الغلاف الهوائي، والمناخ، وتعرية التربة، والحدود الإدارية. وتم بناء هذه القاعدة بالنسبة لكل المجموعة الأوروبية بحيث أصبح بالإمكان الربط بينها، وقد تم جمع عدد من البيانات الأخرى (مثل تغطية الأرض المأخوذة عن صور الأقمار الصناعية) لصالح عدد من الدول الأعضاء. ويوضح الجدول رقم ١ رصيد البيانات الرئيسية التي تم تجميعها سنة ١٩٩٠.

وورد وصف لمختلف عناصر مشروع كورين في البحوث التي أعدها ريند Rhind ورفاقه (١٩٨٦)، وويجنز Wiggins ورفاقه (١٩٨٧)، وبريجز ومارتن Briggs & Martin (١٩٨٨)، وبريجز ومونساي Monnsey (١٩٨٩)، ومقترحات مجلس اللجنة الأوروبية (CEC, 1990). وبالنسبة للهدف من هذا المقال نكتفي بعرض النتائج الرئيسية التالية:

١- كانت مجموعات البيانات الضرورية غير متوافرة لأسباب ترجع إلى نقص الكفاءة الإدارية، وعقبة سرية الموضوعات، والتكلفة، أو عدم تجميع البيانات في بعض الدول.

٢- أدى عدم إمكان الاعتماد على مجموعات البيانات المتواجدة بالفعل إلى إثارة العديد من المشكلات التي ترجع إلى عدم التناسق حتى بين المتغيرات المستخدمة، مثل تحديد درجات الحرارة القصوى، بالنسبة لكل محطة أرصاد جوية والذي تم بأربع طرق مختلفة على الأقل عند الدول الأعضاء.

٣- كانت هناك صعوبة في تكوين قاعدة بيانات مكانية من واقع المعلومات الموقعة على الخرائط التي أعدتها مختلف الهيئات على مختلف المستويات وعلى أسس طبوغرافية مختلفة (Rhind and Clark, 1988).

٤- كانت توقعات مستخدمي البيانات عالية بدرجة غير معقولة، فقد أدى الاستخدام الإداري لنظم الحاسب الآلي إلى تشجيع البيروقراطيين على الاعتقاد في أن البيانات البيئية يمكن أن تكون جاهزة ومحللة لاستخدامها فوراً في المساعدة على اتخاذ القرارات. ولكن خاصية التأرجح في الكثير من البيانات الجغرافية الموزعة، وما تتضمنه من أخطاء أصلية وتأثير مهجيات العمليات المستخدمة في ذلك، وافتراض التفاعلات المعروفة بين المتغيرات، كلها تؤكد أن إمكانية استخدام الروتين كلية بمعرفة المستخدمين الذين تنقصهم المهارة قد يتحقق في المستقبل.

٥- تزايد الحاجة إلى بيانات أكثر تفصيلاً للقيام بمهام معينة، مع نمو الدور الذي يؤديه مشروع كورين.

وربما كان أبرز تطور ظهر من بين أعمال مشروع كورين هو اقتراح لجنة CEC, 1989 والخاص بإنشاء وكالة أوروبية للبيئة، والشبكة الأوروبية لمعلومات البيئة ومراقبتها؛ وتهدف هذه الوكالة الجديدة إلى مساعدة المجموعة الأوروبية والدول الأعضاء فيها في تحقيق الأهداف التي نص عليها ميثاق روما، وتلك التي نص عليها أيضاً في برامج العمل البيئية التي توالت بعدها. ويتضح هذا الإتجاه أيضاً في مضمون إعلان رودس عن البيئة الذي أقره المجلس الأوروبي في ٢ ديسمبر ١٩٨٨، والفصل الخاص بالبيئة في القانون الأوروبي الموحد الذي سيبدأ العمل به اعتباراً من سنة ١٩٩٢. وأثناء كتابة هذا المقال، تمت الموافقة على اقتراح الوكالة الأوروبية للبيئة؛ وتجري حالياً المناقشات حول مقر هذه الوكالة. فإذا ما تم إنشاء هذه الوكالة الأوروبية للبيئة، فسوف تتولى أعمال مشروع كورين وقاعدة البيانات.

النطـــاق الـــدولي
وكالة الفضاء الأمريكية NASA
والنظام العالمي لمراقبة البيئة/قاعدة بيانات الموارد العالمية GEMS/GRID

ليس من شك في أن أكبر هيئة تعمل في مجال البيئة على المستوى العالمي هي وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)؛ التي تقوم بالعديد من المشروعات التي تناقش الآن، وتأثرت الكثير من المشروعات بمقترحات ناسا مثل مشروع IGBP. وعلى سبيل المثال تتضمن البرامج الحالية جمع معلومات شاملة عن العالم حول طبقة الأوزون، وعن تغيرات سطح البحر والكتل الجليدية البحرية، وعن رصيد الإشعاع الأرضي. وتتضمن البرامج المستقبلية المقررة إرسال قمر صناعي لبحوث طبقات الغلاف الهوائي العليا، ومقياس ناسا لتشتت الحرارة، والمشروع المشترك بين ناسا واللجنة القومية للنظم البيئية CNES لتجارب طبوغرافية المحيطات.
وبالإضافة إلى ذلك، فقد خصصت الإعتمادات اللازمة لمشروعات أخرى أكثر طموحاً مثل مشروع نظام مراقبة الأرض الذي ينظر إليه لا على أنه مجرد مجموعة من التجهيزات، ولكنه بالأحرى نظام معلومات شامل يركز على توفية الإحتياجات التي حددتها لجنة علم نظام الأرض، وينتظر أيضاً أن يتضمن احتياجات مشروع IGBP. وسوف يقوم هذا المشروع بتنظيم البيانات التي يتم جمعها من خطة محطتي فضاء قطبيتين، إحداهما خطة وكالة الفضاء الأوروبية، والأخرى يابانية، وأيضاً من المحطة الفضائية التي تحمل الإنسان. وعلى هذا الأساس لن يقل تدفق البيانات المتوقع تلقيها في منتصف أو أواخر التسعينيات عن تيرابايت واحد في اليوم (أي $١٠^{١٢}$ بايت).

ومن أكبر مستخدمي بيانات وخبرات ناسا، برنامج الأمم المتحدة للبيئة. كما كان النظام العالمي لمراقبة البيئة يعتبر أحد العناصر الرئيسية لهذا البرنامج، حيث أنه بدأ عقب بدء البرنامج الأول بعد مؤتمر ستوكهولم سنة ١٩٧٢ (وهناك برامج أخرى منها السجل الدولي للكيماويات السامة، والشبكة العالمية لمراجع تحديد أماكن المعلومات التقنية والعلمية والإدارية عن البيئة وتوفيرها لطالبيها). وفي أوائل الثمانينيات تحددت متطلبات ميكانيزمات تداول البيانات العالمية عن البيئة وقاعدة بيانات الموارد العالمية (GRID). ووصف مونيهان Mooneyhan (١٩٨٨) التقدم الذي أحرزته قاعدة البيانات هذه في مرحلتها الإرتيادية، والتي انتهت بالموافقة على بدء مرحلة التشغيل الكامل لهذه القاعدة. وتعمل قاعدة بيانات الموارد العالمية حالياً على تكامل وتخزين واستغلال العديد من قواعد البيانات العالمية عن البيئة، وهي تحصل على معظمها من ناسا.

وبالإضافة إلى العمل الذي يتم في مقر مشروع الأمم المتحدة للبيئة في نيروبي، فضلاً عن العمل الذي يتم في المقر الرئيسي للنظم العالمية لمراقبة البيئة وقاعدة بيانات الموارد العالمية في جنيف، وهناك مجموعة من الفروع الإقليمية لقاعدة بيانات الموارد العالمية أقيمت في أنحاء العالم، وكل منها مزود بنفس التجهيزات ومستلزمات التشغيل، إلى جانب مجموعة من الفروع الإقليمية لقاعدة بيانات الموارد العالمية أقيمت في أنحاء العالم، وكل منها مزود بنفس التجهيزات ومستلزمات التشغيل، إلى جانب مجموعات أخرى محلية من البيانات. وأنشئ أول هذه المراكز الإقليمية في بانكوك، وهناك مركز آخر أقيم في أمريكا اللاتينية. وفضلاً عن ذلك، أقيمت وحدات قومية؛ والمنحة المقدمة من شركة أي بي إم IBM إلى قاعدة بيانات الموارد العالمية قد أكدت مدى فاعلية الحاسبات الآلية الصغيرة التي ركبت في بعض الأقطار الأفريقية شأنها في ذلك شأن التجهيزات القومية والقارية.
ويعتبر تدريب العاملين على تشغيل الأجهزة وكيفية الاستفادة من البيانات العلمية، من المهام الرئيسية والحيوية التي تضطلع بها هيئة العاملين في قاعدة بيانات الموارد العالمية.

العوامل التقنية والمشكلات:

يتبين لنا مما سبق أن هناك تحديات كبرى تواجه استخدام البيانات البيئية. وأفضل تناول لها هو تقسيمها على أساس الخواص المعاصرة للرقابة البيئية والتنبؤ، وتتلخص فيما يلي:

١- تفضيل محللي البيانات استخدام البيانات الثانوية على البيانات الأساسية المجمعة.
٢- الحاجة إلى عمليات الاستنتاج على الأقل في

البيانات المتعلقة بالبيئة الأرضية. وذلك لإستخراج معلومات مفيدة من البيانات الثانوية (التي غالباً ما تكون موثقة).

٣- غالباً ما تكون مجلدات البيانات المجموعة ضخمة حتى بالنسبة للمنظور الحالي لتسهيلات الحاسب الآلي.

٤- غالباً ما تكون التحليلات مليئة بالتفاصيل الغامضة إلا بالنسبة لعدد صغير من المتخصصين.

٥- لدينا قدرة محدودة على مراجعة دقة الكثير من نتائج عمليات مراقبة البيئة وحدها، بصرف النظر عن التنبؤ.

وسوف نتعرض لهذه الخواص هنا بقليل من التفصيل، فسوف يتضح لنا أن مثل هذه المشكلات تستحق مقالاً منفصلاً .

الاستشعار عن بُعد كعملية تجميع بيانات

مع تعاظم الحاجة إلى مزيد من البيانات الشاملة التي تتطلب درجة عالية من التحليل مع الإستمرارية والحداثة أصبح استخدام الاستشعار عن بُعد أمراً لابد منه، إذ لا توجد أي منهجية أخرى لجمع البيانات يمكنها أن تتلافى ما في البيانات من تفاوت بين المناطق المتجاورة نتيجة لإختلاف طريقة جمع هذه البيانات، والصعوبات التي تلاقيها الدول المتجاورة في أساليب الجمع. ولقد أصبحت هذه المشكلة الآن معروفة وبخاصة في أوروبا، ولذا فهناك جهود مبذولة لتحقيق التناسق بين مجموعات البيانات (عن طريق استخدام تصنيفات موحدة، مثل تصنيفات استخدام الأرض التي تقررت في مؤتمر الإحصائيين الأوروبيين سنة ١٩٨٩) . حتى أصبح أساس تجميع البيانات البيئية المجمعة من الأرض أقرب ما يكون إلى المثالية. ولقد أدركت ناسا ذلك (١٩٨٨)، واستنتجت أن مشروع علوم الأرض يحتاج إلى بيانات عن ارتفاع الأرض من ثلاثة مستويات تحليلية للخلايا الصورية والتحليل الصوري لمسافة ١ كم على امتداد س ص و من ١٠ إلى ١٠٠ متر في التحليل الصوري للإرتفاع ع، وذلك بالنسبة للبيانات العالمية، ولمسافة ١٠٠ متر على امتداد س ص ومن ١ إلى ١٠ أمتار للإرتفاع ع، للبيانات الإقليمية، و١٠ أمتار على امتداد س ص، ومن ١٠٠ إلى واحد متر للإرتفاع ع بالنسبة للبيانات المحلية. ويعتقد أن الخرائط الحالية والملفات المرقّمة الخاصة بها لا تفي بالإحتياجات اللازمة على المستوى العالمي والإقليمي، وأن الاستشعار عن بُعد هو الوسيلة الوحيدة التي تساعد في المدى القصير، فلقد أدى توفير بيانات مجسمة من القمر الصناعي الفرنسي سبوت (SPOT) بالفعل إلى اقتراح استحداث نماذج رقمية عالية لإرتفاعات السطح بامتدادات مكانية للتحليل الصوري س ص بنحو ٣٠ متراً (Muller, 1989).

بيد أنه يلزم لتحقيق الأغراض المتعددة لإستخدام الأرض، القيام بعملية استدلال حقيقية لتحويل القياسات الراديومترية إلى معلومات مفيدة (وعلى العكس من ذلك يمكن عمل قياسات مباشرة لحالة البحر وغيرها). وتعتمد قيمة هذه المعلومات أصلاً على مستوى عملية الاستدلال، التي تعتمد بدورها على التداخل الصوري للمنظر، والمكان، والزمان، والأطياف في أجهزة الاستشعار والمنهجيات المستخدمة. ولذلك فإن الدقة التي بلغتها عمليات التغطية الأرضية (إذا تجاوزنا عن ذكر ما نحتاج إليه غالباً، بمعنى استخدام الأرض). كما تبين الصور المأخوذة للمملكة المتحدة من كل من القمرين الصناعيين لاندسات وسبوت، لم تزد عن ٧٠٪ إلا في حالات نادرة معظمها تتعلق بتصنيفات غاية في البساطة (مثل تقسيم الأرض إلى أرض فوقها مياه وأخرى خالية من المباني). ومن الحلول المعروضة في هذا الشأن تكثيف عمليات ضبط الأرض، وهناك حل آخر هو استخدام تصنيفات مبنية على أساس المضمون، بدلاً من استخدام التصنيفات التقليدية المبنية على الخط الطيفي. ولكن ظروف سطح الأرض في بعض أجزاء أوروبا تجعل الوصول إلى نتائج مرضية من هذه الطريقة، أمراً غاية في الصعوبة، ففي بعض مناطق البرتغال مثلاً، توجد حقول مساحتها بضعة أمتار فقط، وعلى إرتفاعات متعددة، وتزرع محاصيل مختلفة في الفصل الواحد.

وهناك صعوبة أخرى أشد من ذلك كله تتمثل في تكلفة البيانات بالنسبة للفوائد المتوقعة منها. وفي الواقع أن الدراسات التي أجريت عن علاقة التكلفة

بالفائدة قليلة جداً، إلا بالنسبة لبعض المجالات مثل التنبؤ بالمحاصيل والملاحة البحرية (حيث تبينت الفوائد الكبيرة للإستشعار عن بُعد لتوفير نقود الآخرين). وتقدم لنا الدراسة التي أوكلها بعض المقاولون للمركز القومي البريطاني للفضاء مثالاً واضحاً عن القيمة النقدية للإستشعار عن بُعد؛ وقد حان وقتها خاصة بعد تعيين البروفسور بيرسي مستشار وزير الدولة للشئون البيئية في المملكة المتحدة. وهناك دراسة أخرى مقارنة عن تقدير تكلفة البيانات بفوائدها قام بها ديديه عام ١٩٩٠ (Didiea) للحكومة الفرنسية. وأخيراً، فنظراً لأن الحصول على البيانات غالباً ما يكون مكلفاً، فقد عملت ملخصات لها، مثل تقرير حالة البيئة في أوروبا (CEC, 1988)، وتقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة عن بيانات البيئة (GEMS MARC, 1989)، وهما من التقارير ذات القيمة الكبيرة. ومما لا يقل أهمية عن ذلك مشروع "الإشارات البريدية"، الذي تبناه حالياً مشروع قاعدة بيانات الموارد العالمية التابع لمشروع الأمم المتحدة للبيئة، وهو الذي سوف يقدم تسهيلات اتصالية مباشرة للفهرس المصور عن مجموعات بيانات البيئة، وتفاصيل عن الوكالات المختلفة العاملة فيها، وكان متوقعاً البدء فيه في أواخر عام ١٩٩٠.

مشكلة البيانات والحلول الجزئية

سبق أن عرضنا مشكلة عدم وجود التناسق في التعريفات، وطرق جمع البيانات عن البيئة. وهناك مشكلة أخرى إضافية لها خطورتها هي أن مجلدات البيانات التي تم جمعها بالفعل ضخمة للغاية إذا قيست بمعيار العقد الماضي، وفي عام ١٩٩٥/١٩٩٦ سوف تصبح أضخم بكثير، نتيجة لبرنامج نظام ملاحظة الأرض (EOS) كما ذكرنا آنفا. ونظراً لأن مجموعات بيانات الاستشعار عن بُعد (وخاصتما يتعلق منها بمساحات اليابسة من الكرة الأرضية) تحتاج إلى الكثير من العمليات التمهيدية لمعايرتها وتحويلها، ثم القيام بعملية استنتاج، وبالتالي تحويل القياسات التي تمت بالإشعاعات المنعكسة أو المرسلة من مساحات أرضية صغيرة إلى بيانات مفيدة (مثل غطاء سطح الأرض)، نظراً لذلك كله، فإن القدرة اللازمة للتشغيل ستكون ضخمة للغاية.

ولئن كانت مجموعات البيانات الأخرى المأخوذة من الاستشعار عن بُعد صغيرة في حجمها، إلا أنها أكثر تعقيداً في تركيبها وخواصها. ويحتاج حفظ الخرائط الطبغرافية التي تغطي أوروبا وحدها والمرسومة بمقياس ١:٥٠٠٠٠ إلى تخزين سعته ٣ تيرابايت. والأكثر من ذلك أن الشكل الذي قد تحفظ به البيانات ربما يؤثر تأثيراً كبيراً في حجم المشكلة التي تواجهها العملية. فقد تكون العملية ممكنة من الناحية التقنية، فمثلاً يمكن حفظ أقل من تيرابايت واحد من المعلومات المفصلة عن كل فرد في العالم مماثل لما جُمع عن كل فرد في بريطانيا أثناء تعداد السكان. ولكن من الناحية العملية نجد أن التشريع يمنع حفظ مثل هذه البيانات وتوزيعها بأي شكل من الأشكال سوى شكل المساحة الكلية، وعادة ما يكون باستخدام الجداول المركبة (أي الجداول التي تعطي أعداد السكان مقسمين حسب النوع والسن)، وهذه تنتهي غالباً إلى التكرار الكثير في مجلدات البيانات.

تتبين لنا مما سبق المشكلات الرئيسية الكبرى في تخزين البيانات، وتداولها (وبخاصة بالنسبة لمجموعات البيانات العالمية)، وعرضها، ونشرها. ولحسن الحظ أثبتت التطورات التقنية الحديثة أن زيادة تكلفة الوحدة في طاقة الحاسب الآلي تنمو نمواً سريعاً للغاية كما سبق أن ذكرنا، وفضلاً عن ذلك فإن إنتاج أقراص تخزين رخيصة مثل أقراص تشغيل الذاكرة فقط (CD-ROM) قد تؤدي إلى جعل البيانات الأساسية في متناول يد حتى من لديهم طاقات متواضعة بالنسبة للحاسب الآلي. فأقراص تشغيل الذاكرة فقط تحتمل تخزين نحو ٦٠٠ ميجابايت (٦١٠ بايت)، ويمكن إنتاجها بما يعادل جنيه استرليني واحد، ويمكن أن تقرأ في جهاز ثمنه نحو ٥٠٠ جنيه. بيد أنه رغم هذه التغيرات الثورية في التكنولوجيا، فمازلنا بحاجة إلى حلول جديدة لتحقيق الإستخدام الفعال لمجموعات البيانات الجديدة على النطاق العالمي.

ومن هذه الحلول مشروع طرحه جودتشايلد ويانج Goodchild and Yang(١٩٨٩) بتكوين هياكل هرمية لبيانات المكان، وذلك لتداول البيانات الخاصة بكل ما يتعلق بقطاعات الأرض.

وهناك مشكلة خاصة تتمثل في أنه لم يوجه إلى تأثيرات الإختلافات النوعية في بيانات البيئة أي اهتمام

كمي، إلا القليل حتى وقتنا الحاضر. فإن كل الكتابات التي صدرت خلال السنوات القليلة الأخيرة مليئة بالبحوث التي تقترح الإهتمام بهذا الأمر وأخذه في الاعتبار، ولكنها جميعاً تضمنت مقترحات واقعية قليلة حول كيفية تحقيق ذلك. وربما كان جودتشايلد (١٩٨٨) هو الذي قدم أفضل ملخص للمشكلة والحلول الممكنة حتى يومنا هذا.

وأخيراً يمكن القول بأنه لم يوجه سوى اهتمام قليل لإدارة البيانات باعتبارها مصدراً مشتركاً، في متناول يد مجتمع واسع النطاق: فالكثير من البيانات البيئية التي جمعت على أساس مشروعات متتالية تضيع بمجرد انتهاء الحاجة السريعة إليها في البحوث.

وقد أعيد تنظيم مثل هذه البيانات في المملكة المتحدةعلى الأقل على أنها بيانات غير مطلوبة، ذلك أن تقرير عام ١٩٩٠ لمجموعة العمل المختصة بالبيانات والتسهيلات التابعة للجنة المملكة المتحدة المشتركة للتغيرات البيئية العالمية، قد شددت المطالبة بأن التخطيط لنشر مثل هذه البيانات وحفظها يعتبر دوراً حيوياً، وتكون أخيراً فريق عمل يقوم بمحاولة التخطيط لتنفيذ هذه الإستراتيجية. ولاحظت مجموعة العمل أيضاً أن امتلاك البيانات البيئية وعملية الرجوع إليها تعتبر مسألة سياسية ذات أهمية كبرى، وقد تكون الصعوبة في ذلك بالنسبة للبيانات داخل الدولة أكبر بكثير من الصعوبة في البيانات العالمية، لأن هذه الأخيرة تخضع بالفعل لاتفاقيات دولية لتبادلها بتكلفة لا تذكر.

ونتيجة لما هو متوقع قريباً حددت جداول أعمال العديد من بحوث المعلومات الجغرافية. فمن واقع عرض قدمه فريق التخطيط في مؤسسة العلوم الأوروبية على سبيل المثال، يرى كاتب هذا المقال أن القائمة الواردة فيما يلي تمثل المجالات ذات الأولوية في مساعي البحوث التي تجري في هذا الميدان، رغم أن البعض منها لا يعد من العناصر المحورية في بحوث البيئة:

١- الحاجة ماسة إلى مزيد من البحوث حول استخدام الأجهزة البينية، وخاصة أجهزة الرسوم، وإن كان هناك تقدم بالفعل في هذا المجال (Roper and Rhind, 1990; Roper and Bunkok, 1991). والأكثرمن ذلك نحن نعلم القليل عن الرسوم الفعالة (وهي عكس المرغوبة)، وهي التي لها آثار كبرى على نقل الرسائل إلى صناع القرار.

٢- تعتبر دراسة التعدد اللغوي وعوامل اختلاف الثقافات في نظم المعلومات الجغرافية (وبخاصة هذه المتصلة بالسطح البيئي) من المجالات ذات الأهمية الأساسية. وترجع أهميتها بوجه خاص إلى أن المفاهيم الأنجلوأمريكيةالغالبة على البرامجيات أو مستلزمات التشغيل قد وصلت إلى شكل ناجح للغاية من أشكال الإمبريالية الثقافية.

٣- على الرغم من القبول الواسع لإعتبار القدرات التكاملية للبيانات من العناصر الأساسية الهامة للغاية في نظم المعلومات الجغرافية، إلا أن كاتب هذا المقال لم يجد أي دراسات تراجع أو تعيد النظر في طرق الربط بين البيانات، خلاف الورقة الغامضة التي قدمها ريند وآخرون سنة ١٩٨٤. ولابد لهذا من علاج، فنحن بحاجة إلى فهم خواص منهجيات التكامل بين البيانات المختلفة في فئات مجموعات البيانات المتعددة، ذلك إذا ما أردنا استخدام نظم المعلومات الجغرافية استخداماً صحيحاً.

٤- الأدوات التي تتوافر لنا لوصف خصائص مجموعات البيانات المكانية أقل بكثير من أن تعتبر شاملة. وهي غير معروفة تماماً، وإذا ما أردنا معرفةأنسب المنهجيات التي تستخدم لكل نوع من مجموعات البيانات، فعلينا أن نكون مكتبة تضم من يقومون بوصف مجموعات البيانات وصفاً صحيحاً.

٥- بينما أجريت دراسات كثيرة حول الأخطاء المنتشرة في استخدام نظم المعلومات الجغرافية، فلم يمكن جمعها معاً بصورة شاملة باستثناء تجميع بعض البحوث المتفرقة التي قام بها جودتشايلد وجويال سنة ١٩٩٠، كما أن نتائجها لم تطبق بعد في نظم المعلومات الجغرافية المعروضة تجارياً.

٦- رأى توبلر Tobler(١٩٩٠) أن الكثير من الشكاوي التي طرحها أوبنشو Openshaw وغيره حول طبيعة مقاييس المدى الخاصة

بالمعلومات الجغرافية، ترجع إلى استخدام أدوات غير مناسبة. ويحتاج الأمر إلى دراسة نظرية وفحص تجريبي للأدوات التحليلية ذات الأطر المستقلة، وذلك لإقرار الوضع بالنسبة لهذا الخلاف الأساسي الهام.

٧- المعروف منذ زمن طويل أن نظم المعلومات الجغرافية المعروضة تجارياً ينقصها مجاراة البيانات المستندة على أكثر من بعدين، والتي يتم قياسها على فترات زمنية متعددة. فبينما يوجد تقدم كبير في هذا المجال حالياً، إلا أن تلك النظم مازالت غير مناسبة.

٨- بينما صممت دراسات عديدة حول قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية، فهناك مجال معين لم تتم دراسته بصورة مناسبة، هو تصميم قاعدة البيانات عن الكرة الأرضية (انظر Mounsey and Tomlinsen, 1988). والمطلوب عقد اجتماع بحثي لمناقشة احتياجات وخصائص قواعد البيانات المكانية الضخمة هذه، والتي يأتي معظمها أساساً من الاستشعار عن بُعد (انظر ما يلي).

٩- لم يتجه التفكير إلا قليلاً في وضع البيانات المكانية، في قوائم. ولكن منظمات العلوم الإجتماعية مثل أرشيف بيانات المملكة المتحدة الذي يموله مجلس البحوث الإقتصادية والإجتماعية، قد كرست اهتماماً كبيراً لعمل قوائم عامة لهذه البيانات، إلا أنها لم تكرس إلا القليل من الإهتمام للبيانات المكانية. وقد آن آوان عقد اجتماع من أجل هذا الموضوع، وربما أدى هذا إلى قيام بعض البحوث البيليوجرافية حوله.

١٠-زخرت المؤلفات التي نشرت في أواخر الثمانينيات بأوراق عن الكيفية التي بها تتجه نظم الخبرة والذكاء الاصطناعي إلى حل الكثير من المشكلات الرئيسية التي تواجه استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتعليمها والتدريب عليها. ويبدو أن القليل من هذه التطلعات لم تتحقق حتى اليوم. ومن ثم فإننا في حاجة ماسة إلى مراجعة دقيقة لما تم إنجازه حتى الآن، مما قد يكون دليلاً لكيفية العمل في المستقبل. وفي نفس الوقت قد يكون استخدام شبكات محورية لمضاعفة الإجراءات الحالية المبنية على الاستخدام اليدوي، مدخلاً بحثياً مفيداً ومناسباً؛

١١- ومن الصعوبات التي تواجه استخدام نظم المعلومات الجغرافية مشكلة البيانات التي تتضمن كلاً من البيانات ذات الامتداد المكاني (مثل تغطيات أنواع التربة) وبيانات العينات المأخوذة من نقاط. ولكن الأهم من ذلك هو الحاجة إلى تناول البيانات الدقيقة المفصلة ذات السرية، والتي لا يرجع إليها إلا على المستوى المحلي أوالإقليمي (مثل بيانات حصر إنفاق الأسرة، أو الحصر الشامل للوحدات السكنية في المملكة المتحدة)، وذلك لتحقيق تكاملها مع البيانات الموضحة في شكل كلي يجمع بين بيانات عن مساحات أصغر نسبياً. وعلى العموم فإن هذه العملية ببساطة لا تخرج عن كونها امتداداً لمشكلة معروفة في العلوم الإجتماعية (Hudson, 1976)، ولكن مع ذلك تحتاج إلى توجيه العناية البحثية لها.

١٢- من الأمور المتوقعة قريباً عدم قدرة نظم المعلومات الجغرافية الحالية على مسايرة أي أساسيات أخرى خلاف الإحداثيات، والخلايا الضوئية، وخواصهما أو العلاقة بينهما. وتناول لويس وريند (١٩٩١) هذه الحالة بقدر من التوسع لهذا المدى من الأساسيات لتضمين المعلومات الجغرافية في شكل نصوص، وصور مرئية (فيديو ورقمية) أو صوتيات، ويبدو أن بعض عناصر هذا العمل (بمعنى تصميم النظام) كانت كافية لأغراض البحث .

١٣- بينما تحقق خلال السنتين الأخيرتين تقدم كبير في تصميم وتكوين واستخدام أدوات التعليم المبنية على الحاسب الآلي (أنظر مثلاً كتاب Roper and Green, 1989)، فإنه لازالت هناك مشكلة كبيرة تواجه تكامل مثل هذه

الأدوات مع نظم التشغيل. ومن الواضح أن هذا يقتضي التعاون مع التجار، ولكن هناك آفاقاً واسعة للتبادل الفعال في مجال البحث بين المعلمين وخبراء نظم المعلومات الجغرافية إلى جانب التجار البائعين.

١٤- لعل أكبر العقبات في استخدام نظم المعلومات الجغرافية في أوروبا واستراليا على الأقل التكاثر المتزايد في البيانات. فالوضع في أوروبا (Rhind, 1991) يختلف كثيراً عن الوضع الفيدرالي في الولايات المتحدة الأمريكية، نظراً لأن للولايات المتحدة تأثيراً على البحوث المتعلقة بالتغير العالمي، فإجراء دراسة عن التغيرات البيئية على المستوى العالمي قد تكون أيسر من الدراسة المحلية. نتيجة لملكية البيانات، وحفظها، وحق تحويلها والرجوع إليها وهذه من المسائل التي تحتاج إلي المواجهة بحلول قانونية وسياسية.

١٥- وأخيراً، قد يعتبر نمو نظم المعلومات الجغرافية في حد ذاته موضوعاً يستحق الدراسة من حيث نشر نظم المعلومات الجغرافية، واستخدامها من أصولها الموجودة في معامل البحوث أو الحكومات والهيئات التجاريةالمعنية؛ ثم بعد ذلك هناك إمكانية مراقبتها والتحقق من الموجود منها. وهكذا تتشكل حالة مطروحة للدراسة على المستوى الدولي للتكنولوجيا الرفيعة مما قد لا نجد له مثيلاً.

علاقة بحوث البيئة، ونظم المعلومات الجغرافية والعلوم الإجتماعية

ركز جانب كبيرمن هذا المقال على العوامل البيئية المتصلة بالعلوم الطبيعية من حيث المراقبة والتنبؤ. بيد أن نتائج أي تغير واضح يعتبر من الأمورذات الأهمية الكبرى بالنسبة للمخططين والسياسيين على جميع المستويات، فالتقدير الكمي لتكلفة البدائل المتعلقة بالسياسة الإستراتيجية وما ينتج عنها من فوائد يعتبر من الأمور التي تهم الإقتصاديين، كما أن تكيف المجتمعات مع التغيرات الكبيرة تعتبر من الأمور التي تهم رجال علم الإجتماع وغيرهم. وبالنسبة للجغرافيين، الذين تمتد أذرعهم التقليدية (التي تعتبر الآن قديمة) بين العلوم الطبيعية وعلوم البيئة، فإن كل هذه العوامل تحتاج إلى أن تُغزل في نسيج واحد للتوصل إلى منظور الأنماط المكانية لتأثيرات التغيرات الكبيرة، وما يترتب عليها من إعادة التوزيع في مجال التجارة والصحة والثروة، والمؤثرات الحاسمة لهذه النتائج ذاتها على المجتمع وعلى البيئة. فبالنسبة لرجال العلوم الإجتماعية تعتبر مراقبة البيئة والتنبؤ بها أمر له دلالة هامة، وبخاصة بالنسبة للاتجاه نحو عالمية السوق والإجراءات الإقتصادية. ويمكن أن يتحقق جزء من ذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية كما ذكر چاكوبسون وپرايس Jacbbson and Price (١٩٩٠).

وعلى ذلك، فإن نظم المعلومات الجغرافية تعتبر تكنولوجيا متكاملة تكاملاً حقيقياً بين البيانات والميادين العلمية الأهم. ولكنها أيضاً أكثر من مجرد تكنولوجيا مساعدة، بل إنها تسمح لنا بإقامة "علم المكان" ودراسة جوانب الإتفاق والإختلاف في توزيعاتنا التي نستفيد من خلالها، وتسمح لنا النظم أيضاً أن نستنبط الأسباب من الروابط المكانية والزمانية. وبالطبع علينا كجغرافيين أن نكون حريصين في التعامل مع نظم المعلومات الجغرافية فيما يتعلق بأي تحليل إحصائي للعلاقات بين العناصر أو المتغيرات. على أن هذه النظم والتكنولوجيا التي تدعمها تهيئ للعامة طرق الوصول إلى كل من المعلومات والأدوات التحليلية بقوة غير معروفة للعلماء. وفي تناول التغير البيئي على المستوى المحلي والعالمي، يكون لهاتين الخاصيتين أهمية كبيرة للمجتمع ككل.

ملحوظة :

يجدر بنا أن نعبر عن الشكر لكل من تينا باكل وچوناثان راپر لإعطاء الأشكال صورتها النهائية. كما أن مجلس البحوث الإقتصادية والإجتماعية في المملكة المتحدة قد ساعد على القيام بالعمل في معمل البحوث الإقليمي للجنوب الشرقي بكلية بيركبك بجامعة لندن، وهو المكان لذي نمت فيه فكرة هذا المقال.

References

BRIGGS, D. J.; MARTIN, D., 1988. *The CORINE Programme: the First Three Years. A Report on Technical Progress.* European Commission DGXI report, June 1988, Brussels.

BRIGGS, D. J.; MOUNSEY, H. M., 1989. 'Integrating Land Resource Data into a European Geographical Information System: Practicalities and Problems. *Journal of Applied Geography*, Vol. 9, pp. 1, 5–20.

CEC, 1988. *The State of the European Environment.* Commission of the European Communities, Brussels.

CEC, 1989. *Proposal for a Council Regulation (EEC) on the Establishment of the European Environment Agency and the European Environment Monitoring and Information Network.* COM(89) 303 Final, 12 July 1989, Commission of the European Communities, Brussels.

CEC, 1990. *CORINE: Examples of the Use of the Results of the Programme, 1985–90.* Directorate General of the Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Commission of the European Communities, Brussels.

CEC, 1990b. *Directive on Public Access to Environmental Information.* EN 5222/90. Commission of the European Communities, Brussels.

CES, 1988. *Our Changing Planet: a US Strategy for Global Change Research.* Report by the US Committee on the Earth Sciences of the Federal Co-ordinating Council for Science, Engineering and Technology, Washington D.C.

DIDIER, M., 1990. *Utilité et valeur de l'information géographique.* Paris: CNIG Economica.

ESSC, 1988. *Earth System Science: a Program for Global Change.* Report prepared by the Earth System Sciences Committee for the National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C.

GEMS MARC, 1989. *Environmental Data Report.* Produced for the UN Environment Programme by the GEMS Monitoring and Assessment Research Centre. Oxford: Blackwell.

GOODCHILD, M. F., 1988. 'The Issue of Accuracy in Global Databases'. In Mounsey and Tomlinson (eds.), op. cit., pp. 31–48.

GOODCHILD, M. F.; GOPAL, S., 1990. *Accuracy of Spatial Databases.* London: Taylor & Francis.

GOODCHILD, M. F.; YANG, S., 1989. *A Hierarchical Spatial Data Structure for Global Geographic Information Systems.* US National Centre for Geographic Information and Analysis, Technical Paper 89-5, Santa Barbara.

GROSSMAN, W. D., 1983. 'Systems Approach Towards Complex Systems'. *Fachbeitrage Schweitz.* MAB-Information (Bern), No. 19, pp. 25–57.

HABER, W.; SCHALLER, J., 1988. 'Ecological Research in Berchtesgaden – Spatial Relations among Landscape Elements Quantified by Ecological Balance Methods'. Proceedings of the European ESRI User Conference, Kranzberg.

HOLLING, C. S., 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management.* New York: Wiley.

HUDSON, R., 1976. 'Linking Studies of the Individual with Models of Aggregate Behaviour: an Empirical Example',

Transactions, Institute of British Geographers, NS 1, 2, pp. 159–74.

JACOBSON, H. K.; PRICE, M. F., 1990. *A Framework for Research on the Human Dimensions of Global Environmental Change.* Paris: International Social Science Council/UNESCO.

LEWIS, S. RHIND, D., 1991. 'Multimedia Geographical Information Systems, Proceedings of the Mapping Awareness Conference, London: Blenheim Online, pp. 311–22.

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W., (eds.) 1991. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. London: Longman.

MOONEYHAN, D. W., 1988. 'Applications of GIS within the UN Environment Programme. In Mounsey and Tomlinson (eds.) op. cit., pp. 330–9.

MOUNSEY, H. M.; TOMLINSON, R. F., (eds.) 1988. *Building Databases for Global Science*. London: Taylor & Francis.

MULLER, J.-P., 1989. 'The GENESIS Project: Automated Satellite Image Understanding System'. Keynote address to 15th Annual Conference, Remote Sensing Society, Bristol, September 1989.

NASA, 1988. Topographic Science Working Group Report to the Land Processes Branch, Earth Science and Applications Division, NASA HQ.

PEARCE, D.; MARKANDYA, A.; BARBIER, E. 1989. *Blueprint for a Green Economy*. London: IIED Press.

RAPER, J. F.; BUNDOCK, M. S., 1991. 'UGIX: a GIS-independent User Interface Environment'. Proceedings of the Auto Carto 10, ACSM/ASPRS, Baltimore.

RAPER, J. F.; GREEN, N. P. A., 1989. 'The Development of a Hyper-text Based Tutor for GIS'. *British Journal of Education Technology*, No. 20, p. 3.

RAPER, J. F.; RHIND, D. W., 1990. 'UGIX (A): The Design of a Spatial Language Interface to a Topological Vector GIS'. Proceedings of the 4th International Conference on Spatial Data Handling, Zürich, Switzerland, 24–27/7/90, pp. 405–12.

RHIND, D. W., 1991. 'Data Ownership, Pricing and Availability in Europe: the Implications for GIS'. Proceedings of the European GIS Conference EGIS '91, pp. 929–45. Brussels.

RHIND, D. W.; CLARK, P., 1988. 'Cartographic Data Inputs to Global Databases'. In Mounsey and Tomlinson (eds.), op. cit., pp. 79–104.

RHIND, D. W.; GREEN, N.; MOUNSEY, H. M.; WIGGINS, J., 1984. 'The Integration of Geographical Data'. Proceedings of Austra-Carto 1, pp. 237–51. Perth, Australia: Australian Institute of Cartographers.

RHIND, D. W.; WYATT, B. K.; BRIGGS, D. J.; WIGGINS, J. C., 1986. 'The Creation of an Environmental Information System for the European Community'. *Nachrichten aus dem Karten und Vermessungswesen*, Vol. II, No. 44, pp. 147–59.

ROSSWALL; T.; WOODMANSEE, R. G.; RISSER, P. G., (eds.) 1988. *Scales and Global Change: Spatial and Temporal Variability in Biospheric and Geospheric Processes*. SCOPE 35, Chichester: Wiley.

STEWART, I., 1989. *Does God play Dice? The Mathematics of Chaos*. Oxford: Blackwell.

THATCHER, M., 1988. Text of speech given to the Royal Society Annual Dinner, 27 September 1988.

TICKELL, C., 1986. *Climate Change and World Affairs*. (revised edition) Cambridge, Mass.. Harvard University Press.

TICKELL, C., 1989. 'Environmental Refugees: the Human Impact of Global Climate Change'. NERC Annual Lecture, NERC News, July 1989, pp. 14–20.

TOBLER, W., 1990. 'Frame Independent Spatial Analysis'. In M. F. Goodchild and S. Gopal (eds.), *Accuracy of Spatial Databases*. London: Taylor & Francis, pp. 115–22.

WCED, 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press.

WEC, 1985. *World Environment Handbook*. New York: World Environment Centre.

WIGGINS, J. C.; HARTLEY, R. P.; HIGGINS, M. J.; WHITTAKER, R. J., 1987. 'Computing Aspects of a Large Geographic Information System for the European Community'. *International Journal of GIS*, Vol. 1, No. 1, pp. 77–87.