ما هي نظم المعلومات الجغرافية

نظم المعلومات الجغرافية (نمج) هي نظم لمعلومات منظمة ومرتبة على أساس مكاني تتأسس على تجميع ومعالجة وتحليل وعرض بيانات مرتبطة بمواقع مكانية لاستنتاج معلومات ذات أهمية. وهي تعتمد على استخدام الحواسيب إذ أنها مقترنة بها وبالتالي فهي قادرة على تخزين وترتيب وتبويب كميات هائلة من البيانات ذات الأسس المكانية. وقد أثبتت (نمج) أهميتها في حل العديد من المشكلات التي لها علاقة بالحياة اليومية، وهي تقوم بتخزين البيانات في هيئة طبقات متصلة ببعضها مكانيا بشكل غاية في القوة.

(1) مفهوم نظم المعلومات الجغرافية

شهد العالم مع بداية الربع الأخير من القرن العشرين تطورا سريعا في تقانة الحواسيب بما في ذلك التطبيقات. وبالرغم من أن تاريخ بدء العمل ب نظم المعلومات الجغرافية، التي تعتبر من أشهر التطبيقات الحاسوبية في الأعمال المدنية في الوقت الحاضر، يرجع إلى ستينيات القرن إلا أن تطورها وانتشار استعمالها بالشكل الذي نراه اليوم لم يبدأ إلا مع نهاية القرن الماضي ودخولنا الألفية الثالثة لميلاد المسيح. وتعتمد نظم المعلومات الجغرافية (نمج) على الربط بين مساحات كبيرة من الخرائط وكميات هائلة من البيانات لها علاقة بهذه الخرائط فتمكّن وتُسَهّل عرض البيانات مع الخرائط بأساليب مختلفة وكذلك إجراء عمليات معالجة لاستخراج نتائج بأقل جهد وفي أسرع وقت والاستفادة منها في القيام بالدراست والأبحاث ولإيجاد الحلول للكثير من المشاكل، وكذلك البحث السريع عن مواقع معينة على الخرائط والحصول على معلومات عن هذه المواقع.

إن أي نظام معلوماتي هو عبارة عن تشكيلة من مجموعة بيانات في شكل رقمي أو تشابهي لظاهرات من عالمنا الحقيقي مع أجهزة وبرمجيات وخبرة بشرية للاستفادة من هذه البيانات واستخراج معلومات منها تفيد في كثير من المجالات. وهذه البيانات فقد تكون أي من الآتي:

- بيانات مباشرة، مثل البيانات عن سطح الأرض المجمعة من أعمال مساحية بالأجهزة المسحية المعروفة.
- بيانات مستخلصة، كتلك البيانات الرقمية المستخلصة من المرئيات الفضائية والصور الجوية في أعمال الاستشعار عن بعد والمساحة التصويرية.
- بيانات يتم الحصول عليها من تفسير مرئيات فضائية وصور جوية، مثل تلك البيانات عن استخدامات الأراضي والتغطية الأرضية.
- بيانات من مصادر رصد مثل بيانات عن تساقط الأمطار أو عن درجات الحرارة أو سرعة الرياح أو الرطوبة النسبية أو غير ذلك.
- بيانات وصفية وتعرف كذلك بالبيانات الجدولية حيث ترتب في جداول، مثل التعدادات.
- بيانات عن موقع معين، كبيانات عن بئر نفط.

بالرغم من وجود عدة تعريفات لنظم المعلومات الجغرافية إلا أنه بالتمعن في هذه التعريفات يتضح أن جميعها متشابه ولا تختلف إلا في صياغتها كي تناسب مجالات تطبيقاتها. فهي بالتأكيد نظم معلومات، في شكل أجهزة وبرمجيات وبيانات، ذات مقدرة عالية ومتعددة الوظائف ومفيدة في اتخاذ ودعم القرارات وتتعامل مع بيانات مكانية ووصفية باستعمال الحواسيب بواسطة أفراد مؤهلين للتعامل مع هذه البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة . وتقوم هذه النظم بجمع وتخزين واسترجاع وعرض وتحليل معلومات والتعرف على مواقع وإيجاد العلائق والترابط بين مجموعات البيانات. لذلك فإن نظم المعلومات الجغرافية (نمج) ستُعرَّف هنا بأنها مجموعة من التجهيزات والبرمجيات الحاسوبية (Hardware and Software) وقواعد بيانات (Data Base) مصممة لتخزين واستخراج ومعالجة وتحليل ال بيانات المكانية الرقمية من أجل المساعدة في اتخاذ القرار المناسب على ضوء هذا التحليل.

تعطي (نمج) تفاصيل المواقع على الخرائط كالقرى والمدن والشوارع وغيرها، فمثلا يمكن البحث داخل هذه النظم عن اسم شارع معين فتظهر لنا الخريطة التي توضح مكان هذا الشارع داخل المدينة وكيفية الوصول إليه وبعض المعلومات عنه.

أدت استخدامات نمج بشكل موسع إلى جعل العلوم المكانية أكثر انتشارا واستعمالا وجعلت الشخص العادي غير المتخصص يعي أهمية التوقيعات المكانية ويهتم بإرجاع عناصر ومكونات سطح الأرض المختلفة من ملفات نظم

المعلومـات الجغرافية، وباتت عمليات المرجعية الأرضية أو الإسناد الجغرافي (Georeferencing) وهي العمليات الخاصة بالتعريف الإحداثي المتكامل للعناصر على سطح الأرض مهما كان زمن حدوثها، من المرتكزات الأساسية والجوهرية في تمييز العمل على نظم المعلومات الجغرافية، وذلك مع الأخذ في الاعتبار الأغراض الرئيسة الناتجة عن استخدام هذه النظم في مختلف المجالات التابعة لعلوم الأرض أو المجالات التقانية التي تعبر عن احتياجات مختلف الجهات والمؤسسات.

مما سبق ذكره ومن التعريف الذي سُطّرَ أعلاه يمكن النظر إلى نظم المعلومات الجغرافية على أنها تقانةٌ حاسوبيةٌ متقدمةٌ قادرةٌ على جمع وتخزين ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات الجغرافية والوصفية لأغراض خاصة. ويتضمن هذا مقدرة النظم على إدخال المعلومات الجغرافية (خرائط, صور جوية, مرئيات فضائية .... إلخ) والمعلومات الوصفية (أسماء جغرافية ، جداول) ومعالجتها (تنقيحها من الخطأ) وتخزينها واسترجاعها وتحليلها (مكانيا وإحصائيا) ، ثم عرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط وتقارير ورسومات بيانية. ويُمكن تحديد بعض العناصر الرَّئيسة الَّتي يجب أن تغطيها نظم المعلومات الجغرافية لأي تطبيق (شكل 1) كما يأتي:

- تجميع البيانات (Data Acquisition) من مصادر مختلفة وهو تحديد وتحصيل البيانات الخاصة بالمشروع المزمع تنفيذه وهذا بدوره يحتوي على العديد من الإجراءات.

- تجهـيز البيـــانات (Data Preprocessing): وهي ترتيب البيانات بصورة لائقة لإدخالها في المشروع (Data Input).

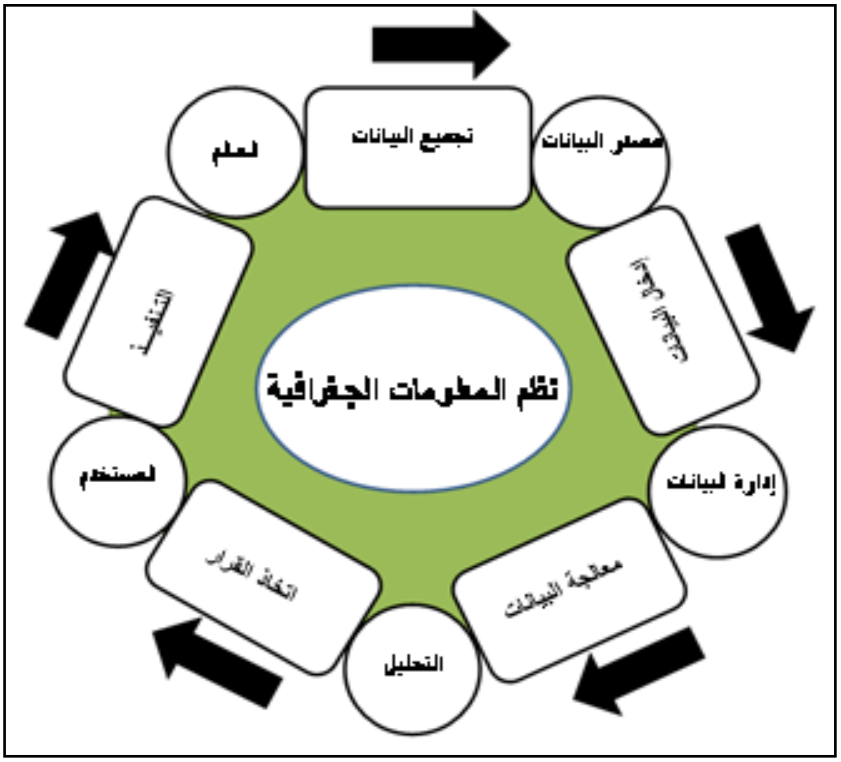
- إدخال البيانات من خلال أجهزة الإدخال

- إدارة البيانات (Data Management): أي تكوين قاعدة البيانات والدُّخول إليها، إضافةً إلى تحديثها.

- معالجة البيانات وتنظيمها وتحليلها (Data Manipulation and Analysis): وتمثِّل إعادة ترتيب البيانات وتحليلها للحصول على معلومات جديدة.

- المنتج النِّهائي (Final Product): بمعنى الشَّكل الَّذي تظهر به نتائج العمليات السَّابقة الَّتي جاءت وليدةً لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية التي تعرض على المســتخدم لاتخاذ القرار المناســب.

شكل (1) المخطط العام لنظم المعلومات الجغرافية



جاء المصطلح " نظم المعلومات الجغرافية " من الترجمة للمصطلح الأجنبي (Geographical Information System)، وقد يبادر إلى الذهن من هذه التسمية أنه فرع من فروع علم الجغرافيا، وهذا فعلا ما يعتقده البعض، إلا أن الكثير من متخصصي العلوم الأخرى من غير الجغرافيين يتعاملون مع هذه التقانة ويستخدمونها بشكل كبير، وليس من المبالغة أن يقالُ أنّ معظم من يتعامل مع نمج هم من غير الجغرافيين. وهذا سبب وجود من ينادي بتسمية هذه التقانة "نظم المعلومات المكانية" (Spatial Information System) بدلا من "نظم المعومات الجغرافية"، لأن المقصود بلفظ "الجغرافية" في هذا المصطلح هو " المكانية"، وربما يكون من الأفضل استخدام المصطلح : نظم المعلومات المكانية، " *وذلك لتوضيح المقصود من استخدام الصفة للمعلومات بكلمة (الجغرافية) وهي المرادف تمامًا لكلمتي (المكانية) أو (الأرضية) أي المعلومات ذات الموقع المكاني على النظام الإحداثي الحقيقي على سطح الكرة الأرضية دون ضرورة التقيد بنوع المعلومات. فقد تكون جغرافية أو تخطيطية أو هندسية أو جيولوجية، أو مساحية أو بيئية أو إحصائية ..... إلى آخره من أنواع المعلومات التي تحتاج إلى عملية ربط بموقعها الحقيقي*" [1] .

تحقق نمج إمكانية التقليل من الوقت في اتخاذ القرارات، وتوفير السبل الفاعلة للتعامل مع كميات هائلة من البيانات والتخلص من تكرار بعض محتوياتها، وتسهيل تكامل البيانات من مصادر مختلفة، ومعالجة البيانات وتحويلها إلى معلومات مفيدة. ويمكن وصف نظام معلومات جغرافية باختصار بأنه نظام يهتم بالمواقع المكانية وبالمعلومات المكانية والوصفية، وله قوة تحليلية مكانية (Topology) عالية، وقدرة عالية في عمليات الرسم والتحرير، ومقدرة على تكامل البيانات وعلى ربط المعالم بالمرجع الإراضي (الجيودسي Geodetic Datum) المحلي، والقدرة على التعامل مع البيانات الخطية (Vector Data) والبيانات المساحية أو الشبكية (Raster Data) ومقدرة على تخزين كميات هائلة من البيانات في طبقات (Layers).

لنظم المعلومات الجغرافية استخدامات كثيرة و متعددة يمكن تصنيفها في مجموعتين رئيستين من المجالات، يصح أن نطلق على المجموعة الأولى "مجالات عامة" والثانية "مجالات تخصصية". وعلى سبيل المثال فإن المجالات العامة تشمل: البيئة، والسكان والعمران والتخطيط وإدارة الموارد الطبيعية وإدارة المرافق والتنبؤ بالكوارث الطبيعية وإدارة الكوارث والأزمات وإعداد الخرائط وغيرها. أما المجالات التخصصية فهي كثيرة، فإذا نظرنا مثلا إلى المجالات الجغرافية فإننا نجد أن نمج تستخدم في معظم فروع الجغرافيا مثل الجغرافيا المناخية والجيومورفولوجيا واستخدامات الأراضي والتنبؤ بالأحوال الجوية وغيرها. ففي التنبؤ بالأحوال الجوية على سبيل المثال يمكن عرض خريطة للعالم وعند الوقوف بالمؤشر عند أية مدينة أو قرية تُعْطَى الأحوال الجوية المتوقعة في هذا المكان. وكأمثلة أخرى فإن بعض الشركات الكبيرة تستخدم نمج في تطبيقات تحليل المبيعات حيث تعرض خريطة جغرافية للمواقع التي يتم فيها بيع المنتجات وعند الوقوف بالمؤشر على أي من هذه المواقع تُعْطَي بيانات تفصيلية عن حجم المبيعات في هذا الموقع، وكمثال آخر توفر (نمج) بيانات عن النظم الزراعية التي تحدد على الخرائط المحاصيل الزراعية التي تزرع في الأقاليم المختلفة والبيانات التفصيلية اللازمة عن حجم الزراعة والطرق المستخدمة فيها، وتنظيم عمليات التسويق والبيع ومقاومة الآفات. و إضافة إلى ذلك فإن نظم المعلومات الجغرافية تستعمل في التحاليل العلمية وإدارة الموارد الطبيعية والتخطيط الإنمائي. ويمكن استعمال نظم المعلومات الجغرافية في تقدير مدى الاستجابة لحالات الكوارث الطبيعية، أو في معرفة الأماكن الزراعية التي تحتاج إلى حماية من التصحر أو في دراسة التلوث واكتشاف العلائق الإرتباطية بين مجموعات البيانات ضمن بيئة معينة لمنطقة على سطح الأرض ، وغير ذلك. لذلك فإن هذه النظم تعتبر أساسية للتخطيط والمتابعة في كل الدول المتقدمة والنامية على حد سواء.

تتضمن تقانة نمج العمليات المعتادة لقاعدة البيانات مثل: التحليل الإحصائي المكاني والتحليل الجغرافي والتحليل الخرائطي، وتساعد نظم المعلومات الجغرافية في إيجاد معلومات عن الموقع والظروف والاتجاه والنمط والنمذجة وتساعد في إيجاد الإجابة على كثير من التساؤلات مثل:

- تساؤلات تخص تحديد النوع : (ما هذا؟)
- تساؤلات تخص القياسات (ما هي المسافات والزوايا والاتجاهات والمساحات؟)
- تساؤلات تخص الموقع (أين يقع موقع كذا، أو ماذا يوجد في موقع كذا ؟)
- تساؤلات شرطية لتحديد مواقع تتوفر فيها شروط معينة (ما هي المدن في دولة أو إقليم التي يزيد عدد سكانها عن كذا نسمة ؟)
- تساؤلات عن التغير والتطور (ما هو التغير الذي حصل لمدينة كذا منذ عام كذا؟)
- تساؤلات عن التوزيع النمطي (ما هي العلاقة بين توزيع السكان ومناطق تواجد المياه؟)

- تســاؤلات عن الأنسب (ما هو أنسب طريق بين مدينة كذا ومدينة كذا ؟)
- تســاؤلات توقعية (ماذا يحصل إذا زاد عدد ســكان مدينة معينة عن كذا).

وقد يتم النجاح في الاختيار السليم للبيانات ولنظام المعلومات الجغـــرافية بمقــدار الإجــابة عن الاسـتفسارات الآتية:

- ما المطلوب من البيانات ومن النظام فعلُه؟
- ما الخصائص الجغرافية المطلوب تحديدها وما صفات تلك الخصائص؟
- ما الامتداد الجغرافي لنفوذ المنطقة؟
- ما المســتوى الجغرافي المراد اختباره ضمن نفوذ المنطقة؟
- كيف يجب أن يكون الاتجاه العام للبيانات؟
- ما نوع بيئة التَّشْـغيل المسْـــتَخْدمة؟
- ما هو برنامج نمج المســتخدم؟
- كم عدد المســتخدمين المســموح لهم بالدخول إلى البيانات؟
- متى يجب توفر البيانات؟
- هل يطلب تحديث البيانات دورياً وإذا كان كذلك ما التِّكرار؟
- أي من البيانات يمكن أن يُصرَح بها من قبل الناشر للبيانات؟
- هل المطلوب البدء بنموذج مصغر ثم توسيعه بعد ذلك؟

(2) لمحة تاريخية

بالنظر إلى أن (نمج) تتكون من طبقات كل طبقة تحتوي على نوع معين من المعالم مثل الطرق، واســتخدامات الأراضي، والمباني، والبيانات الإحصائية، وغيرها، فإنه يمكن من أجل التبســيط، مقارنتها بأعمال طباعة الخرائط الطبوغرافية الملونة باستعمال الأوفســيت حيث يتم إعداد طبقات مختلفة، كل طبقة لون من ألوان الخريطة تمثل نوع معين من المعالم. ولكن لا توجد أية علاقة ربط بين البيانات في الطبقات المختلفة المعدة لطباعة الخرائط الطبوغرافية باستعمال الأوفسيت كما هو الحال في طبقات نمج، ولا تتوفر فيها القدرة التحليلية للبيانات. وإذا اعتمدنا هذه المقارنة رغم أنها مقارنة ضعيفة، فإنه يمكن القول أن الأعمال المشابهة لنمج بدأت قبل التوصل إلى نظم المعلومات الجغرافية بعشرات السنوات. ولكن تقانة نمج الحاسوبية لم تبدأ إلا في ســتينيات القرن العشــرين جنبًا إلى جنب مع مجموعة من أنظمة التخريط التي يستعان بالحاسوب ونظم حاسـوبية أخرى في استعمالها ومنها:

- التخريط المُمَيْكنْ (Automated Mapping, A.M.)
- التخريط باستخدام الحواسيب (Computer Aided Mapping, CAM).
- الرسم الحاسوبي (Computer Aided Drafting, CAD)
- الرسم والتصميم الحاسوبي (Computer Aided Drafting and Design, CADD)
- التخريط المُمَيْكنْ وإدارة الإمكانيات (Automated Mapping/ Management Facility)
  المعروف بـ (AM/FM)
- نظم المعلومات الأرضية (Land Information System, LIS)

يجب عدم الخلط بين هذه النظم ونظم المعلومات الجغرافية، فمثلا بالنسبة لنظم الرسم الحاسوبي (CAD)، وبالرغم من مقدرتها العالية في رسم وتصميم المخططات سواء في بعدين أو ثلاثة أبعاد. وبالرغم من أنها تعتبر وسيلة مهمة لإدخال وإعداد الرسومات إلى نمج إلا أن ليس لديها القدرة على ربط البيانات المكانية ببيانات وصفية كما ليس لديها القدرة التحليلية للبيانات المكانية أو الوصفية ولا تتعامل مع البيانات التي هي في شكل مساحي التي تَشْغل خلايا (بيانات شبكية Raster Data) كما في نظم المعلومات الجغرافية. ولا يجب الخلط بين نمج وأنظمة المعلومات الإدارية (Management Information System, MIS) كمثال آخر. فنظم المعلومات الجغرافية تبقى متميزة عن بقية الأنظمة بإمكاناتها المتفوقة في القدرة على الربط بين الطبقات وعلى التحليل المكاني، ولكونها تساعد في اتخاذ القرارات وإيجاد الحلول الاقتصادية في مواضيع كثيرة.

بدأت نمج في كندا في ستينيات القرن الماضي، وانتشرت بسرعة في عدة مؤسسات حكومية في كندا والولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا لتنفيذ بعض الأعمال والمشاريع المكانية. وعلى نطاق الجامعات، بدأت في تلك الفترة جامعة هارفارد بالولايات

المتحدة الأمريكية بعمل عدة برامج لرسم وتحليل الخرائط حاسوبيًا في معمل الرسم الحاسوبي وتحليل البيانات المكانية التابع للجامعة، وفي جامعة واشنطن في مدينة سياتل تم تطوير برامج متخصصة في أعمال المواصلات والتخطيط الحضري.

ازداد خلال السبعينيات عدد الشركات المتخصصة في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وتم الاتفاق في منتصف السبعينات على تسمية هذه النظم باسم " نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System) " نظراً لكثرة أسماء النظم والبرامج المستخدمة في هذا المجال.

شَـهِدَت ثمانينيات القرن اهتماما أكثر بنظم المعلومات الجغرافية في الهيئات والشركات الحكومية والخاصة في الدول التي اهتمت مبكرا بهذه التقانة, وازداد عدد المتخصصين نتيجة لازدياد الرغبة في تعلم تطبيقات هذه التقانة الجديدة، كما انخفضت أسعار الحواسيب والبرمجيات.

شهدت حقبة التسعينيات وما بعدها تحسنا في البرمجيات وأصبحت البرمجية الواحدة قادرة على القيام بأعمال كانت في الماضي تحتاج لأكثر من برمجية لتنفيذها.

بتطور الحواسيب خلال العقد الأول من ا لألفية الثالثة كثر استخدام الوسائط المتعددة وشبكة الإنترنت وشهت هذه الفترة ثورة في استخدام الخرائط الحاسوبية بشكل عام وذلك بفضل التحسن الملحوظ في الحواسيب بما فيها الحواسيب المحمولة يدويا وانتشار شبكة الإنترنت والاتصال اللاسلكي وكذلك بفضل جهود شركة إسري (ESRI)، عملاق نظم المعلومات الجغرافية، وظهرت العشرات من برمجيات نمج بأسعار منخفضة مقارنه بالأسعار في السنوات السابقة بالإضافة إلى إمكانية استعمالها على جميع أنواع الحواسيب الثابتة والمحمولة ومحطات العمل وإمكانية تبادل وتحويل المعلومات من نظام إلى آخر وتنفيذ تطبيقات مركبة باستخدام نماذج تحليلية وتطبيقية ، وقدمت شركة إسري (ESRI) خلال العقد الأول من هذا القرن سلسلة أنظمة أركجيس (ArcGis) كانت النسخة الأولى أركجيس 8.1 (ArcGis 8.1) عام 2001 احتوت الكثير من البرمجيات بسمات متخصصة زادتها قوة ومقدرة وآخرها النسخة أركجيز 10 (ArcGis 10). ومن أهم التطورات التي طرأت على نظم المعلومات الجغرافية في هذه الفترة ما يأتي:

- ظهور نظم جديدة من بين نظم الرسم ومعالجة البيانات للحصول على نتائج أفضل.
- إضافة وظائف جديدة إلى نظم المعلومات الجغرافية المتوفرة.
- زيادة الإهتمام بتدريس نظم المعلومات الجغرافية في الجامعات والمعاهد العلمية.

ويمكن تحديد أهم الأسباب بشكل عام التي ساعدت في التطور الكبير لنظم المعلومات الجغرافية بداية من ثمانينيات القرن الماضي وحتى نهاية العقد الأول من القرن الحالي في النقاط الآتية:

- بدأت قاعدة مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية تتسع في العالم خاصة في الدول المتقدمة, فقد امتد توسع وانتشار نمج في هذه الفترة لتشمل دول أوروبا بلا استثناء بما فيها دول شرق أوروبا والاتحاد السوفيتي سابقا إلى جانب الصين واليابان ووصلت إلى معظم الدول الأفريقية والأسيوية والعربية.
- شهدت هذه الفترة سلسلة منتظمة من المؤتمرات والندوات في مجال نظم المعلومات الجغرافية.
- تعتبر الفترة البادئة من ثمانينيات القرن الماضي بداية للثورة المعلوماتية التي نشهدها الآن . كما تعتبر مرحلة التغيير الهام في تقانة نظم المعلومات بشكل عام.
- توفر البيانات والمعلومات المكانية بشكل كبير.
- التقدم السريع في علم الخرائط وأساليب رسم الخرائط.
- تقدم مجال الاتصال المباشر بين رواد ومستخدمي نظم المعلومات الجغرافية عن طريق شبكات الاتصال العالمية والشبكات المحلية.
- صدور العديد من المجلاّت العلمية والدورات المتخصصة في نظم المعلومات الجغرافية.

(3) أهمية نظم المعلومات الجغرافية

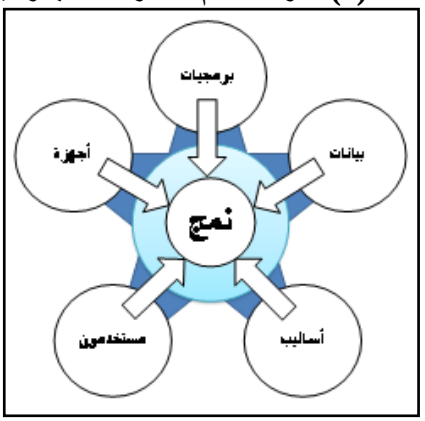
أصبحت أهمية نظم المعلومات الجغرافية واضحة بعد أن ازدادت الحاجة إليها في المجالات والتخصصات المختلفة بسبب قدرتها على تنظيم وتحليل البيانات المكانية وتميزها بأنها تجمع بين عمليات الاستفسار والاستعلام الخاصة بقواعد البيانات مع إمكانية المشاهدة والتحليل والمعالجة البصرية لبيانات يتم الحصول عليها من الخرائط والصور والمرئيات الجوية والفضائية، وهذه الميزات تجعلها متاحة لكثير من التطبيقات . ويمكن تلخيص بعض من فوائد (نمج) في ما يأتي:

- تخفيض زمن الإنتاج وتحسين الدقة. فمثلا إذا كان إنتاج خريطة يحتاج إلى عدة أيام أو أسابيع فإنه باستخدام الحواسيب يمكن إنجازها في ساعة أو بضع ساعات. كما أن استخدام الحاسوب يقلل الكثير من الأخطاء التي تحدث نتيجة لعوامل الطقس والأخطاء البشرية لصناع الخرائط الناتجة عن الإرهاق والحالات النفسية.
- تخفيض الجهد والتكلفة وتسهيل أعمال الرسم. فقد كانت صالات رسم الخرائط تكتظ بالأيدي العاملة ممن يقومون بالرسم والكتابة والتلوين. أما الآن فيمكن لِمُشَغِّل واحد وبفضل استخدام نظم المعلومات الجغرافية أن يحل مكان مجموعة من التقانيين, وهذا يعمل على تقليل التكلفة بشكل غير مباشر وتخفيض زمن الإنتاج الذي يعنى كسبا ماليا. ولابد من الإشارة إلى أن التكلفة المبدئية لإقامة نظم المعلومات الجغرافية قد تكون عالية, ولكن العائد يكون عادة كبيرا.
- تسهيل أعمال حفظ البيانات إذ يمكن حفظ كميات كبيرة من الخرائط داخل الحاسوب والرجوع إليها وإجراء التعديلات اللازمة وكذلك تسهيل عرض البيانات على خرائط بالشكل الذي يطلبه المستخدم من حيث المقياس ونوع الإسقاط، والقدرة على استخدام أي نظام إحداثيات وتحويل الخريطة من نظام إلى آخر وإمكانية إجراء العمليات الحسابية على البيانات العددية.
- الاستفادة من (نمج) في أعمال الهندسة المدنية في مجالات ممثل مجالات شبكات الطرق والشوارع وشبكات أنابيب المياه وشبكات المجاري ودراسة وتنظيم المرور.
- تسهيل إجراء التحاليل المتقدمة للبيانات المكانية والوصفية والتوصل إلى نماذج للأوضاع المطلوب دراستها، ووضع خيارات وسيناريوهات لتسهيل اتخاذ القرار.
- إمكانية نمج في الربط بين مختلف البيانات المكانية والوصفية والمقدرة على التعامل مع مجموعة من طبقات البيانات في وقت واحد.
- إمكانية التنبؤ والتوقع المستقبلي بوضع شروط افتراضية وإمكانية الإضافة والخلق والابتكار.
- إمكانية إجراء عمليات معقدة للبيانات المكانية والوصفية ووضع نموذج سهل الفهم للموضوع.
- المساعدة في التخطيط للمشاريع الكبيرة والمشاريع الإستراتيجية وتوفير المعلومات اللازمة لاتخاذ القرار.
- ربط الخرائط بالبيانات داخل نظام موحد بطريقة فاعلة.
- خلق أرشيف رقمي للمعلومات الجغرافية مع القدرة على حفظ كميات هائلة من هذه المعلومات والتعامل معها.
- المساعدة في رصد الكثير من الظواهر الطبيعية التي تسبب أخطارًا.

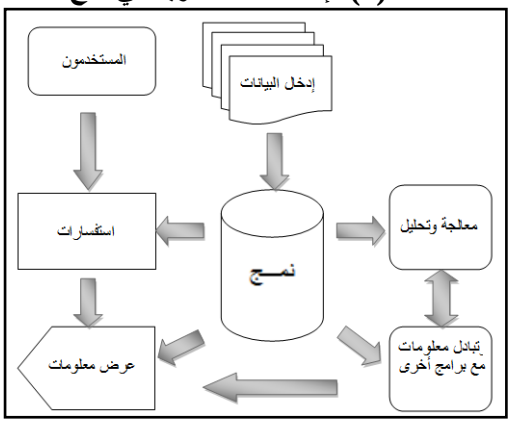
(4) مكونات نظم المعلومات الجغرافية

تتكون نظم المعلومات الجغرافية من خمسة عناصر أساسية هي: البيانات المكانية والوصفية، و الأجهزة و الحواسيب، والبرمجيات، والقوة البشرية، والمنهجيات أو الأساليب التي تستخدم للتحليل المكاني. ويبين الشكل (2) مخططًا لهذه المكونات الخمس. أما الإمكانات المطلوبة في نظم المعلومات الجغرافية فهي كما مبين بالشكل (3).

شكل (2) مكونات نظم المعلومات الجغرافية



شكل (3) الإمكانات المطلوبة في نمج



البيانات المكانية والوصفية

تعتمد الكثير من القرارات على المعلومات المستنتجة من البيانات المكانية من حيث الكم والنوع، ولهذا أصبحت نظم المعلومات الجغرافية أداة مهمة خاصة في التحليل المكاني والإحصائي وإعداد التقارير والدراسات التي تساعد متخذي القرارات في اتخاذ قراراتهم. وهناك فرق بين "البيانات" (Data) و "المعلومات" (Information). " *فالبيانات هي حقائق أو قياسات*

للحقائق، وهي بشـكلها لا تعطي معنى محددًا دون معالجة. أما المعلومات فيمكن اعتبارها المعاني المسـتنتجة من البيانات. ثم إن هناك المعرفة (Knowledge) وهي تؤخذ من المعلومات المسـتنتجة. ولتوضيح الفرق بينهما، نفرض أننا أجرينا قياس درجة حرارة لمنطقة ما لمدة سنة. فهذه نسـميها بيانات أو حقائق قيست من الواقع. وبمعالجة هذه البيانات مثلا حسـاب المتوسـط لها نوجد المعلومة أن متوسط درجة حرارة المنطقة خلال سنة يسـاوي 31.95 درجة مئوية. ومن هذه المعلومة نسـتنتج أن المنطقة ذات مناخ معتدل" [2].

وهناك عدة طرق للحصول على البيانات المكانية منها ما يعرف بالبيانات الأولية والتي يمكن جمعها عن طريق المساحة الأرضية، والتصوير الجوى، ومن المرئيات الفضائية، وباسـتعمال نظم التموقع الكوني (GPS). ومنها ما يعرف بالبيانات الثانوية والتي يمكن جمعها باسـتخدام الماسـحات الضوئية أو لوحات و أجهزة الرقمنة (Digitizers) المتتبعة للخطوط. وقد شهدت السـنوات القليلة الماضية تطورا ملحوظا في سـبل جمع البيانات المكانية من الناحية الكمية والكيفية. فنجد مثلا أن قدرة التمييز في مرئيات السـواتل قد تحسـنت إلى أن أصبحت أقل من متر وهذا يسـاعد في كثير من الدراسـات التي تحتاج إلى دقة عالية نسـبيا. كما نجد أن أجهزة الاسـتقبال المعروفة " بنظم التموقع العالمي" (GPS)، وهي النظم المسـتعملة في تحديد المواقـع، زادت انتشـارا وأصـبحت أكـثر دقـة وأصغـر حجمـا وأقل تكلفة مثلها مثل باقي أجهزة المسـاحة الأرضية.

ولكي تكون الخريطة قابلة للفهم فإنه لابد من وضع الأسماء الجغرافية عليها، ولدراسة الخرائط النوعية لابد من وجود معلومات في شكل جدول أو تقارير إحصائية وهذا ما يعرف بالمعلومات الوصفية.

تعتبر تكلفة جمع البيانات في أعمال (نمج) عالية ولها نصيب كبير من ميزانيتها، لذلك يجب تبادل المعلومات فيما بين مؤسسات نظم المعلومات الجغرافية المختلفة وأن يكون هذا التبادل في كل من الاتجاه الرأسي بين الأقسام المختلفة في نفس المؤسسة وفي الاتجاه الأفقي بين المؤسسات المختلفة لتفادى تكرار الجهود ، وإذا تم تبادل المعلومات بشكل جيد فسيكون ذا فائدة اقتصادية أكبر.

الأجهزة والحواسيب

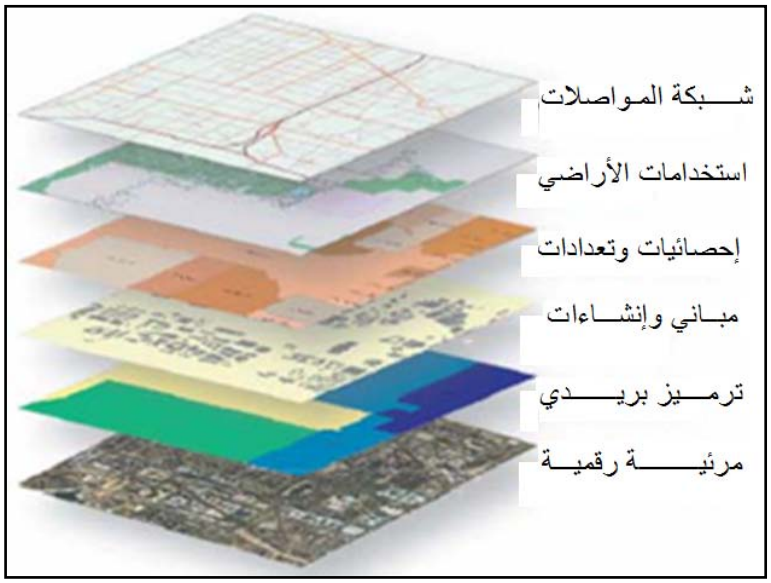
شهدت السنوات الأخيرة تطورا ملحوظا في مَقْدِرات الحواسيب خاصة في السرعة والسعة التخزينية وحجم الذاكرة. وأدى هذا التطور إلى سرعة إنجاز كثير من عمليات التحليل المكاني. كما أصبحت أجهزة الإدخال والإخراج أكثر دقة وأصبح استخدام الوسائط المتعددة للإدخال والإخراج جزءا من الحاسوب. وبالإضافة إلي التطور في الحواسيب فإن أسعارها قد انخفضت عما كانت عليه في السنوات ا لسابقة. كما أن الشبكات الداخلية والخارجية وشبكات الإنترنت العالمية أصبح لها أهمية بالغة في تبادل المعلومات الجغرافية، وكذلك أجهزة الإدخال الماسحات الضوئيـة (Scanners) وأجهـزة الرقمنة أو المرقمنات (Digitizers) والأقراص المضغوطـة (CDs). أما أجهزة الإخراج فمنها الطابعات (Printers) والراسمات (Plotters).

البرمجيات

البرمجيات هي أدوات التنفيذ في نظم المعلومات الجغرافية فهي التي تقوم بإدارة البيانات المكانية والوصفية والربط بينها ويتكون نظام المعلومات الجغرافية من مجموعة برمجيات. فلإدارة المعلومات الوصفيـة على سبيل المثال لابد من وجود برمجيات لذلك ضمن (نمج)، وقد شهدت السنوات القليلة الماضية تحسنا ملحوظا في برمجيات قاعدة البيانات من زيادة في حجـم البيانات التي تسعها البرمجية وزيادة في نوع المعلومات التي يمكن تخزينها ، وسرعة في المقدرة على تصنيف البيانات واسترجاعها. كما حدثت أيضا زيادة في المقدرة على التحليل الإحصائي المكاني وسهولة تطويع البرمجيات للتعامل مع المبتدئين في مجال الحاسوب.

عند اختيـار البرمجيـات يجـب مراعاة الهدف من توفيرها ونوعيـة التطـبيقات المطلوبة، وقدرات البرمجيات، والتكلفة, وسهولة تعلمها و فهمها والدعم المقدم من الشركة المنتجة للبرمجيات. وقد شهدت الفترة الماضية تطورا ملحوظا في برمجيات نمج تمثلت في الكـفاءة في إنجاز العمليات التحليلية, و سـهولة التعامل معها بالإضافة إلى انخفاض أسـعارها. ومن ميزات برمجيات نمج تمكين المستخدم من رسم عدة خرائط على شكل طبقات (شكل 4) كل طبقة تحتوي على نوع معين من المعالم بحيث يكون بوسع المستخدم إظهار ما يريد أو إخفاء أية منها.

شكل (4) مثال لطبقات نظم المعلومات الجغرافية



تعمل عمومًا معظم البرمجيات (Softwares) التي تستخدم في أعمال نظم المعلومات الجغرافية على (1) البيانات الاتجاهية (Victor) وتعرف كذلك بالبيانات الخطية وتتمثل في النقاط والخطوط والمضلعات، و (2) البيانات المبنية على أساس الخلايا (Raster) وتعرف كذلك بالبيانات المساحية أو الشبكية وتتمثل في مساحات على شكل مصفوفات مكونة من خلايا صغيرة. وتعتبر الطريقة الاتجاهية أكثر ملائمة لإدخال وتخزين البيانات ذات الدقة العالية كالخرائط العقارية وخرائط الحدود . أما في حالة الخرائط النوعية أو عندما يكون من الضروري استخدام الصور الجوية أو المرئيات الفضائية، فإن البيانات الشبكية هي الأفضل.

وبالنظر إلى ما هو متوفر في الأسواق في الوقت الحاضر من برمجيات (نمج) نجد أن هناك الكثير، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر: ماب انفو (MapInfo) وإنتركراف (Intergraph) و أرك جيس (ArcGis). إلا أنه يمكن القول أن أكثر البرمجيات شيوعا واستخداما من قبل المتخصصين هي برمجية أرك جيس (ArcGis) والتي تعتبر من البرمجيات التي يقال عنها البرمجيات الحرفية التخصصية (Standard Professional Softwares). إذ أن لديها القدرة الكبيرة والوظائف المتنوعة إضافة إلى أن مدي استخدامها يتسع ويمتد إلى الكثير من المصالح والمؤسسات المتخصصة في الكثير من دول العالم بما فيها الدول العربية .

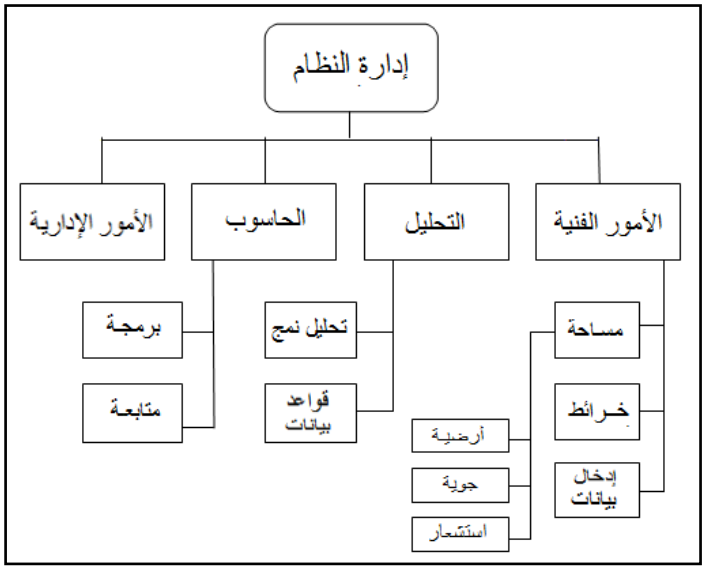
القوة البشرية

تعتبر القوة البشرية جزءا هاما وعاملا أساسيا في نظم المعلومات الجغرافية ، فهي القوة التي تحرك العناصر الثلاثة السابقة. والنقاط التي يجب وضعها في الاعتبار بالنسبة للقوة البشرية تتعلق بالتعليم, والتدريب, والإدارة, والأمن, والقانون, وكيفية التنسيق وتبادل المعلومات بين المؤسسات. وتضم القوة البشرية أشخاصًا من تخصصات مختلفة : إداريين واقتصاديين ومبرمجين ومهندسين وجغرافيين وجيولوجيين وغيرهم. كما أن هناك تفاوتا في درجة التعليم فنجد بعض المختصين في نظم المعلومات الجغرافية ممن يحمل دبلوم أو درجة جامعية، والبعض الأخر يحمل شهادة عالية مثل الماجستير والدكتوراه. والمطلوب بالدرجة الأولى من المُشَغّل هو فهم المعطيات والمطالب بكفاءة وبطريقة صحيحة لأي عمل يقام. أما بالنسبة لحاملي لشهادات العليا من ماجستير ودكتوراه فإن من مهامهم الإشراف والتوجيه والتنسيق والتأهيل والتصميم والتطوير.

إن قوة أية مؤسسة في نظم المعلومات الجغرافية تقاس بقوتها البشرية في هذا المجال لذلك يجب وضع برامج للتدريب وتنمية المقدرات الذاتية للقوة البشرية لمواجهة المتغيرات في مجال المعلومات الجغرافية.

يمكن تحديد أهم المتطلبات البشرية لتشغيل نظم المعلومات الجغرافية كما في الشكل (5) الذي يبين التقسيمات اللازمة في إدارة النظام.

شكل (5) المتطلبات البشرية لنظم المعلومات الجغرافية



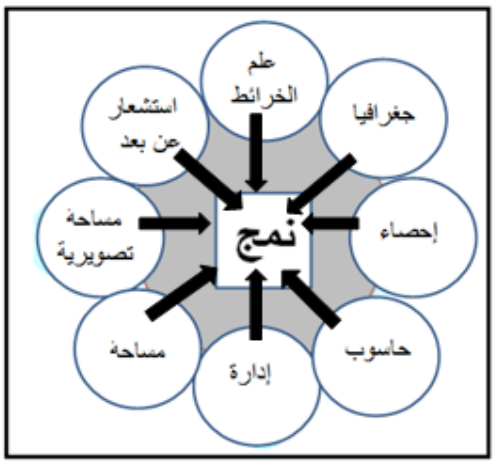
المنهجيات المستخدمة

تكمن أهمية نظم المعلومات الجغرافية في مقدرتها على التحليل المكاني والإحصائي. والتحليل هو الأساس الذي بدونه لا فائدة من المعلومات المجمعة والمنقحة. وهناك عدة مجالات يمكن تسخير نمج لخدمتها منها على سبيل المثال التحليلات التي تعتمد على عامل الزمان والمكان (تغير استعمال الأراضي مثلا), وتلك التي يتطلب فيها تحديد مواقع جديدة (تخطيط), أو تحديد أنسب المسارات بين نقطتين سواء كانت هذه المسارات طرق أسفلتية أو طرق حديدية أو خطوط أنابيب, وفي الأمن العام والدفاع الوطني والدراسات الإستراتيجية. لذلك لابد من وجود خطة مدروسة عند استخدام نمج, وكذلك أهداف محددة, ومنهجية بحثية واضحة. ومعظم منهجيات نظم المعلومات الجغرافية تنبع من النظريات المتوافرة في الكتب والمراجع بجميع فروعها (طبيعية, بشرية, اجتماعية, اقتصادية, هندسية, صحية, مناخية, بيئية، ..... إلخ) حسب نوعية التطبيق.

(5) علاقة نظم المعلومات الجغرافية ببعض العلوم الأخرى

هناك علاقة بين نظم المعلومات الجغرافيا والكثير من العلوم الأخرى. إذ تؤثر هذه العلوم في تقانة نمج كما تؤثر نمج في هذه العلوم. فهذه العلوم توفر البيانات والمعلومات والمواد العلمية التي تحتاج إليها نظم المعلومات الجغرافية في الوقت الذي تقدم نمج تكاملا وتصنيفًا وتحليلا وعرضًا للنتائج، والشكل (6) يبين كيف تصب هذه العلوم في وعاء نمج.

شكل (6) علاقة نمج بعلوم أخرى



علوم الحاسوب

بالإضافة إلى السرعة الهائلة والدقة العالية ومقدرة التخزين الكبيرة فإن الحاسوب يتيح، عن طريق برمجيات خاصة، عمليات إدخال البيانات ومعالجتها وعرضها, وكذلك طرق تصميم النظم المتكاملة والتعامل مع الكميات الهائلة من المعلومات وطرق إعداد روابط لتبادل المعلومات وتحديثها. ويقوم الحاسوب بإجراء خيارات متعددة على البيانات المتوفرة في إعداد الخريطة فيعمل مثلا كخبير خرائطي ويقوم برسم الخريطة وتعميمها واختيار المقاييس والمساقط المناسبة ووضع الترميز المناسب.

هنـاك أربع فروع في مجـال علوم الحاســب والتي لها علاقة وثيقة بنظم المعلومات الجغرافية وهي:

1 - مجال التصميم بالحاسب الآلي (Computer Aided Design, CAD)
2 - مجال الرسم الآلي (Computer Graphics)
3 - نظم إدارة قواعد المعلومات (Database Management System, DBMS)
4 - مجال الذكاء الصناعي (Artificial Intelligence)

الجغرافيا

علم الجغرافيا هو علم العلائق المكانية، لذلك فإنه يهتم بدراسة العلائق بين المعالم والظاهرات الجغرافية وكيف تتداخل في الحياة على سطح الأرض. وبالنظر إلى مهام نمج تتضح العلاقة الكبيرة والصلة الوثيقة بين علم الجغرافيا وهذه التقانة، حيث أصبحت هذه العلاقة مع تقدم تقانة نمج وثورة المعلومات الجغرافية، ضرورة ملحة لدى الجغرافيين كما أصبحت عملية إدخال تقانة نمج إلى مجال عمل الجغرافيين أمْرًا مسلمًا به.

تلتقي نظم المعلومات الجغرافية مع علم الجغرافيا خاصة في وظائفها التحليلية وفي المساهمة في وضع الافتراضات أو التنبؤات المســتقبلية التي يمكن أن تطرأ على الظاهرات الجغرافية، ونجد بصمات جغرافية في الكثير من المجالات العلمية التي تطبق فيها نظم المعلومات الجغرافية وهذا دليل على الصلة الوثيقة بينهما، كما توفر الجغرافيا الكثير من المجالات المعلوماتية التي تلزم لتطبيق نظم المعلومات الجغرافية في علم الجغرافيا.

علم الخرائط

علم الخرائط (Cartography) هو العلم والفن والتقانة المتعلقة بإعداد الخريطة ويشــمل ذلك تجميع المعلومات وتعميمها وتمثيلها برموز وألوان مختلفة ورسم الخريطة بمقياس وإسقاط مناسبين. وفي الوقت الذي يعتبر علم الخرائط من أقدم العلوم فإن القفزة الكبيرة في هذا العلم كانت مع ولادة علم الخرائط الحاسوبي في ستينيات القرن الماضي وهي نفس الفترة التي شهدت ولادة نظم المعلومات الجغرافية.

يلعب علم الخرائط دورا هاما في أعمال نمج. فالخريطة هي أهم المعلومات التي يتم إدخالها إلى نظم المعلومات الجغرافية وهي في كثير من الأحيان المنتج الذي تخرجه نمج. ونظرا لأن جميع المعلومات المكانية من معالم وظاهرات تتحدد بإحداثيات وأنها تمثل بواسطة النقط والخطوط والمساحات وتخضع لأساليب خرائطية مثل اللون والحجم والشكل وطريقة التظليل، فإن علم الخرائط يقدم جانبا هاما في مجال تصميم قواعد البيانات. وتعتبر مقاييس الخرائط ومساقطها وتصميمها وإخراجها من الأمور التي تؤثر مباشرة في أعمال نظم المعلومات الجغرافية. كما أن علم الخرائط يتيح القواعد اللازمة لاختيار الألوان وطرق التمثيل بما يتفق مع الهدف.

لابد من التأكـيد أن هنـاك اختـلاف بين نمج وعلم الخـرائط حيث أن هذا الأخيـر غيـر مجهز أو مؤهـل للربط بين البيانات المختلفة ولا يقيم عـلائق تفاعـلية ذاتية بين المخـرجات وقواعـد بياناتها، في الـوقت الذي تقـدم نمج هـذا التـفاعل. وبشـكل جـوهري فإن الفـارق الرئيسي يكمن في إمكانية نمج "للإرجاع الإحداثي" وربط أي عنصر خرائطي بإحداثياته الحقيقية على ســطح الأرض وهي العمليات المتوفرة في نظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى الميزة التفاعلية بين المخرجات وقواعد بياناتها وســرعة الانجاز التي توفر الكثير من الوقت.

لعل الســؤال الذي يطرح نفســه هنا هو: إلى أي حد تؤثر الخلفية الخرائطية لمســتخدم نمج في إنجاح العمل على هذه النظم وتقديم أعمال متطورة خاصة بعد أن تحولت نمج إلى أدوات تخدم مختلف مجالات علوم الأرض مثل : الجغرافيا والجيولوجية والبيئة والهندسة والطبوغرافية و الجيوديسيا ..... الخ .

إن العمل في نمج على المســتوى الفني لا يتطلب إبداعاً فكل ما يتطلبه هو أجراء عمليات توقيع للعناصر الفنية المختلفة داخل حدود المنطقة المراد إنشاء قواعد بيانات لها بواسطة نظم المعلومات الجغرافية. ومثل هذه الأعمال تعتمد بشكل كبير على الأغراض بالنسبة للجهة التي تنشأ النظم من اجل الحصول على ربط فعّال للعنصر الفني مع المكان، أي الحصول على توقيع خرائطي عالي الدقة يسمح فيما بعد بتطوير عناصر هذه الشبكات أو عناصر البني التحتية المختلفة أو إكمال نواقصها لأجل تقديم أفضل أنواع الخدمات من وإلى مختلف المجالات الحضرية أو الريفيــة.

تصمم نظم المعلومات الجغرافية أخذاً بعين الاعتبار مختلف القواعد والنظريات الخرائطية، أي القواعد والنظريات المنبثقة من علوم الخرائط. إلا أنه لابد من التذكير أن هناك عدد من الفروق الجوهرية بين نظم المعلومات الجغرافية وعلوم الخرائط، فقد أدت هذه الفروق في كثير من الأحيان إلى التفكير في الهجر الخاطئ لعلوم الخرائط اليدوية والتوجيه مباشرة نحو الاستخدام المباشــر لنظم المعلومات الجغرافي. وهذه الفروق هي:

- يبدأ بناء أي عمل خرائطي على الورق لتصميم المنهجية الخرائطية والتعرف على طرق التمثيل التي ستستخدم، قبل الشــروع في الجلوس مطولا على الموائد المعدة للعمل الخرائطي، بينما لا يســتــعمل الورق في خرائط نظم المعلومات الجغرافية.

- تصميم الطبقات (Layers) في نمج على أســاس نوعية العنصر الخرائطي المستخدم كل طبقة تحتوي على موضوع معين ممثل بالنقاط أو الخطوط أو المســاحة ، أي أن الطبقة الواحدة يجب أن تتكون جميع عناصرها من عناصر خرائطية ترســم بالنقطة أو بالخط أو المساحة. بينما يتأســس تصميم الطبقة في الخرائط اليدوية على اللون وبالتالي فإنه يخصص طبقة واحدة لكل لون فيتم تمثيل كافة العناصر الخرائطية ذات اللون الواحد على طبقة اللون الخاصة بها.

- يختلف الزمن اللازم لتنفيذ العمل، حيث يستطيع المتخصص المتمكن تنفيذ عمله باستخدام نمج خلال ساعات من العمل بعد الانتهاء من تصميم قواعد البيانات، بينما يتطلب تنفيذ العمل الخرائطي أياما بل شهوراً .

- كان استخدام اللون في الإعداد اليدوي للخرائط الموضوعية اختياريا في معظم الحالات وحسب طبيعة ونوعية العمل المطلوب انجازه، أما في نظم المعلومات الجغرافية فقد أصبح اللون من ركائز الترميز.

- الاعتماد على " الترميز الآلي أو التلقائي " أي قبول نتائج أولية للمعالجة الخرائطية التي يقدمها النظام كما هي عليه دون تغيير يذكر، بينما يعتبر الترميز في الإعداد اليدوي للخرائط علماً قائماً بذاته له نظرياته وقواعده الخرائطية. إضافة إلى ضرورة تطويع الخرائطي لنظريات وقواعد استخدام الألوان حسب طبيعة المتغيرات والعناصر الخرائطية وعلاقاتها المكانية مع الحيز الخرائطي لأساس الخريطة. ويمكن بســبب الاعتماد بشكل خاطئ على الترميز الآلي في نمج الوصول إلى نتائج غير جيدة، فقد ينتج ذلك عن عدم تمكن المستخدم خرائطيا وضعف خلفيته الخرائطية والجهل بأنه ليس للحاسوب قدرة على التفكير.

إن لنظم المعلوات الجغرافية شروط وقواعد للاستخدام ويأتي على رأسها أن يكون للمستخدم خلفية خرائطية وأن يكون فاهما لشروط وقواعد الترميز والتعميم واستخدام الألوان، ولشروط وقواعد وأصول المعالجة الخرائطية للبيانات داخل القواعد الخاصة بالنظم. وتعتبر قواعد تصميم الخرائط وخاصة فيما يتعلق بإسقاط الخريطة وطرق تمثيل المتغيرات من الضرورات الملحة التي يجب أن يعرفها مستخدم نمج بشكل مسبق.

الاستشعار عن بعد

الاستشعار عن بعد هو التقانة المتعلقة بدراسة أشيا و ظواهر بعيدة عن أجهزة الاستشعار دون التلامس المباشر معها.
لذلك فإن جميع أنواع التصوير الضوئي وغير الضوئي هي أعمال استشعار عن بعد وأن هناك استشعار عن بعد جوي واستشعار عن بعد فضائي واستشعار عن بعد أرضي. إلا أن ما يقصد عادة بمصطلح "الاستشعار عن بعد" هو الاستشعار عن بعد الفضائي.

شهد العالم منذ بداية سبعينيات القرن العشرين تطورا سريعا في تقانة الاستشعار عن بعد نتيجة للثورة الإلكترونية التي اجتاحت جميع المجالات العلمية والتقانية والصناعية، وللتقدم السريع في علوم الفضاء، ولانتشار الحواسيب، والنقلة السريعة في إعداد الخرائط من الأساليب التشابهية والتحليلية إلى الأساليب الرقمية، والاتجاه بتقانة السواتل والمستشعرات التي على متنها إلى المجالات المدنية وهي التي كانت تقتصر على المجالات العسكرية حتى عام 1972. فأصبح بالإمكان، وبفضل هذا التطور، مراقبة التغيرات التي تحدث في أيــة منطقة على سطح الأرض سواء كانت تغيرات طبيعية أو بشرية وإيجاد معلومات عن طبيعة أشــياء بعيدة وذلك بتحليل بيانات مجمعة بواســطة أجهزة الاستشعار عن بعد. أي أن الاستشعار عن بعد هو تقانة تجميع وتفسير بيانات

عن أشياء بعيدة، ويتم في تطبيقه أخذ قراءات وقياسات عن أشياء على سطح الأرض أو قريب منه باستعمال أجهزة ومعدات تقيس التغيرات الطيفية في الطاقة القادمة من هذه الأشياء، توضع على متن سواتل (Satellites) (أقمار صنعية) أو مركبات فضائية.

تسبح السواتل في الفضاء وتدور حول الأرض فتتدفق منها كميات هائلة من البيانات عن سطح الأرض تُرْسَل إلى محطات استقبال. وتتعامل نظم الاستشعار عن بعد بهذا السيل الذي لا ينضب من البيانات التي تفيد في دراسة شكل الأرض وتضاريسها، ودراسة النباتات والتربة والكثير من الظاهرات الأخرى. ولذلك فإن هذه النظم توفر الكثير من الوقت وتقلل من الكلفة لإنجاز المسح المطلوب. كما تساعد المعلومات الملتقطة في فترات مختلفة ومنتظمة على تمييز مدى التغيير في الشروط الأرضية خلال الفصول، مثل التغييرات في رطوبة التربة الموسمية، وهذه معلومات مفيدة في تخطيط المناطق التي تشهد تغييرات متكررة في الغطاء الأرضي، مثل الأراضي الزراعية والأغوار والمناطق التي تتأثر بالمد والجزر.

من بين المجالات التي يستخدم فيها الاستشعار عن بعد دراسة وتخريط المناطق التي يصعب الوصول إليها مثل المناطق القطبية والصحاري والغابات والمناطق الجبلية. فيمكن إعداد خرائط ذات المقاييس الصغيرة والدقة الجيدة وإنتاجها بكلفة أقل. وباختصار فإن الاستشعار عن بعد يعتبر مناسبا لدراسة المناطق الشاسعة ذات التضاريس الصعبة، وحيثما تكون كلفة أعمال المساحة التقليدية والجوية باهظة. وبالنسبة لنمج فإن الاستشعار عن بعد يعتبر مصدر هام للمعلومات. وتزيد أهميته نتيجة لإمكانيته في توفير معلومات حديثة ودقيقة. لذلك فإن نمج تحتوي على برمجيات خاصة تقوم بمعالجة المرئيات الفضائية ومطابقتها مع بيانات خطية لخرائط أساسية للحصول على نتائج جيدة. ويعد الاستشعار عن بعد من المجالات العلمية التي تعتمد عليها نمج كمصدر هام للمعلومات الحديثة والدقيقة عن سطح الأرض.

المساحة الجوية

المساحة الجوية هي المساحة التي تتم من الجو أي من الطيارات أو مركبات جوية أخرى حيث يتم دراسة سطح الأرض وأخذ قياسات عليه ورسم خرائط له من صور أو مرئيات جوية وكذلك قراءة وتفسير الصور والمرئيات والتعرف على محتوياتها واستخراج بيانات منها وتحليل هذه البيانات واستنتاج معلومات منها. فالصورة الجوية تحتوي على كم هائل من المعلومات عن سطح الأرض يمكن استعمالها في مجالات عديدة وهذا ما يجعلها مادة هامة في أعمال نظم المعلومات الجغرافية.

تعتبر المساحة التصويرية (Photogrammetry) من أهم عمليات المسح الأرضي للحصول على بيانات تفصيلية دقيقة تساهم في الحصول على البيانات الأساسية اللازمة لإنتاج خرائط طبوغرافية. ومن المعروف أن نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على تلك الخرائط (الطبوغرافية) كخرائط أساسية.

المساحة الأرضية

هي أعمال القياس التي تتم على سطح الأرض وتؤخذ فيها القياسات مباشرة باستعمال أجهزة مساحة خاصة. وتساهم المساحة الأرضية في جمع الكثير من المعلومات اللازمة لنظم المعلومات الجغرافية خاصة عندما تتطلب الأعمال دقة عالية. وقد أصبح بالإمكان نقل بيانات الأعمال الحقلية مباشرة إلى نمج باستعمال أجهزة المساحة الإلكترونية الحديثة مثل المحطة الكاملة (Total Station) التي تستخدم في قياس المسافات والزوايا إلكترونيا ونظم التموقع الكوني (Global Positioning System, GPS) التي تعتبر أكثر الأجهزة المساحية استعمالا في أعمال نمج، وهي أنظمة ملاحية لتحديد المواقع تعتمد على مجموعة من السواتل عددها 24 ساتلا (في النظام الأمريكي) تدور حول الأرض على ارتفاع حوالي 20000 كيلومترا وتبعث ببيانات عن المواقع والسرعة والزمن باستخدام ترددات كهرومغناطيسية . وتعتبر نظم التموقع الكوني من اكبر روافد توفير المعلومات الأرضية وتحديد المواقع في أعمال نمج.

يتكون نظام التموقع الكوني من جزأين أساسيين هما المرسل والمستقبل. تشكل الأجهزة المحمولة على السواتل الجزء المختص بالإرسال وهي أجهز متقدمة ومكلفة، أما الجزء المختص بالاستقبال فهي أجهزة صغيرة متطورة منها أنواع كثيرة يمكن تصنيفها في نوعين رئيسيين هما أجهزة الملاحة اليدوية ذات الدقة المناسبة وأجهزة الأعمال الهندسية ذات الدقة العالية. ويمكن تحديد المواقع على سطح الأرض باستعمال جهاز الاستقبال (GPS Receiver) حيث يعطي الإحداثيات (ϕ , λ , ξ) لأية نقطة عند استقبال الإشارات الكهرومغناطيسية من السواتل وهذه هي درجة الطول ودرجة العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر.

علم الإحصاء المكاني

يهتم علم الإحصاء المكاني بالبيانات الكمية المجمعة ميدانيا عن ظاهرات على سطح الأرض لذلك فهو من العلوم الهامة التي تســـاهم في دعم نظم المعلومات الجغرافية. ويشـــمل أيضا، إضافة إلى التجميع، إجراء العمليات التحليلية اللازمة للوصول إلى النتائج. ويشـــترك علم الإحصاء مع نمج في هذه العمليات لذلك توجد بنظم المعلومات الجغرافية برمجيات تجعل البيانات تتفق مع الأســـاليب الإحصائية.

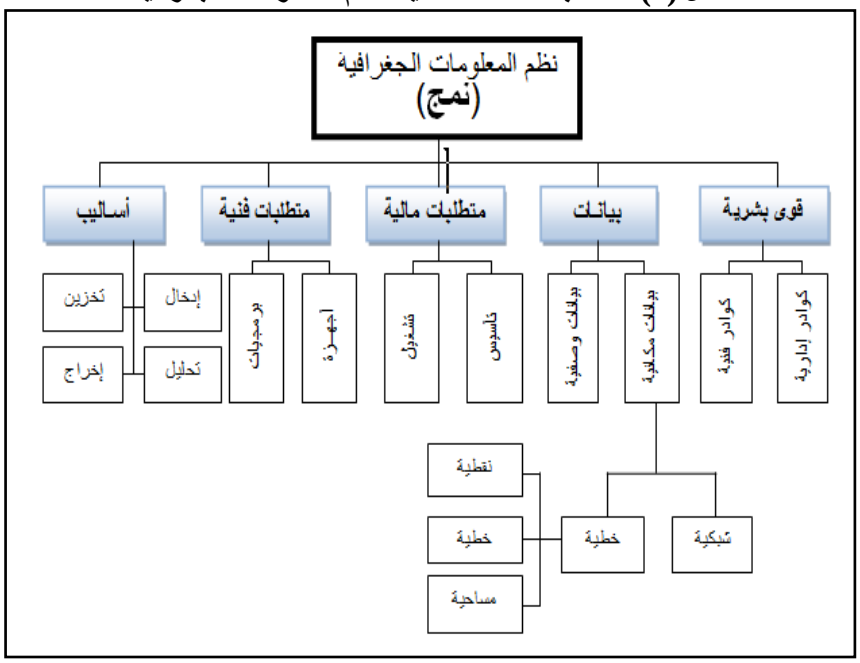
(6) المتطلبات الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية

إنَّ العناصر الرَّئيسة الَّتي يجب أن تغطيها نظم المعلومات الجغرافية لأي تطبيق والتي سبق أن تحدثنا عنها ونعيدها هنا باختصار هي: (1) تجميع البيانات، (2) تجهيز البيانات، (3) إدارة البيانات، (4) تنظيم وتحليل ومعالجة البيانات، (5) المنتج النِّهائي. وبالإضافة إلى هذه العناصر الرئيســـية وحتى يتم تحقيق المتطلبات الأســـاسية للهيكل الأساســـي لنظم المعلومات الجغرافية فإنه يجب الأخذ في الاعتبار بعناصر أخرى منها المتطلبات البشرية التي سبق أن تناولناها أيضا من كوادر فنية وإدارية، والمتطلبات المالية التي يجب ألا نغفلها والمتمثلة في متطلبات التأســـيس ومتطلبات التشـــغيل، ثم الأجهزة والحواســـيب التي تشكل المتطلبات الفنية، وأخيرا أســـاليب العمل. أما البيانات المجمعة فيمكن النظر إليها في مجموعتين هما:

- البيانات المكانية (Spatial Data): تكون مرتبطة بجملة إحداثيات جغرافية مصدرها الخرائط أو القياسات الحقلية أو الصور والمرئيات الجوية والفضائية.
- البيانات الوصفية أو الغرضية (Attribute or Thematic Data): تُعبَّر عن صفات الحقائق وهي مرتبطة بالبيانات المكانية وتنسق ضمن جداول مُحدَّدة.

والشكل (7) يبين المتطلبات الأســـاســـية لنظم المعلومات الجغرافية.

شكل (7) المتطلبات الأســـاســـية لنظم المعلومات الجغرافية



(7) أنواع البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

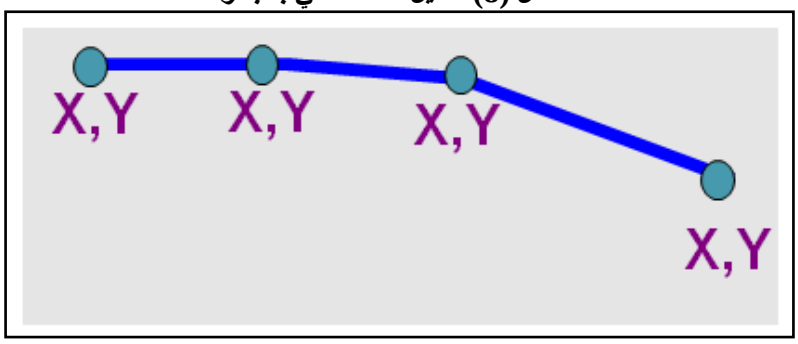
تـتـنوع البيـانـات في نظم المعلـومـــات الجغرافيـــة من حيث طبيعتهـا إلى نوعين هما: بيانات جغرافية خطية , وبيانات جغرافية مساحية التي تعرف كذلك بالبيانات الشـــبكية.

البيانات الجغرافية الخطية

هي البيانات الخطية أو الاتجاهية (Vector Data)، وتشمل ثلاثة أنواع من البيانات: الأولى بيانات نقطية (Point Data) وهي البيانات التي توقع على هيئة نقط بإحداثية معينة. والثانية بيانات خطية (Line Data) أي البيانات التي تأخذ شكل الخط على الخرائط. أما الثالثة فهي بيانات المضلعات (Polygons) وهي تمثل مساحات محددة بخطوط مقفلة.

والنقطة هي العنصر الأساسي في استعمال البيانات الخطية في نظم المعلومات الجغرافية إذ أن جميع الخطوط يتم توقيعها بالتوصيل بين نقاط محددة ويحتاج الخط البسيط إلى نقطتين هما نقطة بداية الخط ونقطة نهايته. أما إذا كان الخط متعرجا فإنه يحتاج إلى مجموعة من الخطوط لتعريفه. ويتميز هذا النوع من النظم بالدقة وصغر حيز التخزين في الحاسوب. والشكل (8) يبين كيف يمكن تمثيل خطا منحنيا (وليكن طريقًا) بمجموعة نقاط في الطريقة الخطية.

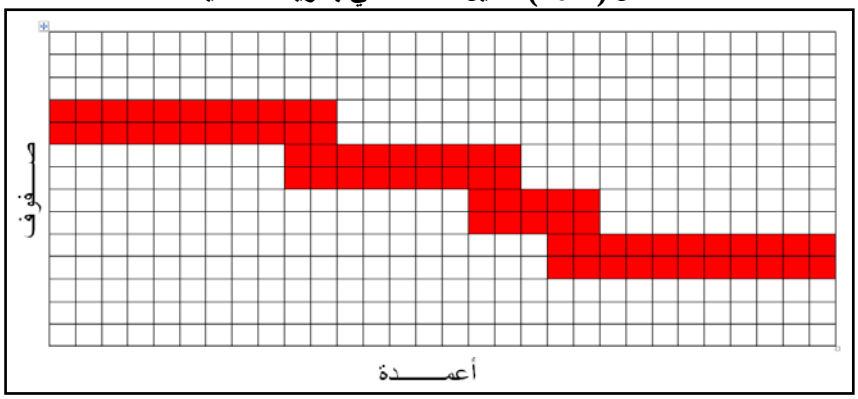
شكل (8) تمثيل خط منحني بمجموعة نقاط



البيانات الجغرافية المساحية أو الشبكية

يستعمل في هذا النوع من نظم المعلومات الجغرافية في معالجة البيانات التي تتكون من خلايا أو وحدات مساحية صغيرة مربعة الشكل (شكل 9) تعرف بالعنصورة (Pixel) يتم إدخالها غالبا إلى الحاسوب بواسطة الماسحات، ومن هذه البيانات الصورة الجوية أو المرئيات الفضائية لذلك كان يطلق على النظم التي تتعامل مع هذا النوع من البيانات اسم نظم معالجة المرئيات الفضائية أو الصور. وتتميز بسهولة الإدخال إلا أنها تحتاج إلى حجم تخزيني كبير في ذاكرة الحاسوب. والشكل (9) مثال لتمثيل خط منحني بطريقة الخلايا (الطريقة الشبكية).

شكل (1-10) تمثيل خط منحني بطريقة الخلايا



(8) استخدامات نظم المعلومات الجغرافية

تطرقنا أكثر من مرة فيما سبق إلى القدرة الفائقة والكفاءة العالية لنظم المعلومات الجغرافية في أعمال البحث والتحليل وإجراء الاستفسارات المختلفة وإظهار النتائج في شكل مبسط لتسهيل اتخاذ القرار المناسب، وأشرنا بشكل موجز إلى بعض استخدامات نمج من بين استخداماتها العديدة في كثير من المجالات الجغرافية وغير الجغرافية. ولاحظنا أن هناك تداخل

بين الكثير من الاســتخدامات الذي هو راجع إلى وجود التداخل بين مختلف العلوم والمعرفة حتى أنه يصعب في بعض الأحيان الفصل بينها. كما أن الكثير من التخصصات تســتند على البيانات المكانية التي ترتبط مكانيا مع بعضها. ويمكن القول أن نمج تســتخدم في جميع التطبيقات التي لها صلة بالموقع الجغرافي. وسندرج فيما يأتي بعض الأمثلة في اســتخدامات نمج.

- **الشبكات العامة وشبكات الطرق:** تعتبر أعمال تحليل الشــبكات بشــكل عام مثل شبكات المياه والصرف الصحي والهواتف المحمولة، من الوظائف المهمة التي تقوم بها نمج بكفاية عالية، فهي توفر أعمال تحليل الشــبكات من أجل الدراســة والبحث والتعبير عنها في أشــكال رقمية عن طريق مجموعة من الأوامر المكانية. فمثلا يمكن تحديد المناطق التي ستتأثر عند حدوث كسر في إحدى مواسير المياه عند نقطة معينة أو عند حدوث عطل في أحد محولات الكهرباء.

وشــبكات الطرق التي هي من الشبكات التي تحدد مســتوى معيشــة الأفراد ومنها الأســفلتية والحديدية والبحرية والجوية، ولكل شبكة مجموعة من المواصفات والخواص. وتقوم نمج بتحليل البيانات وتقديم حلول للمشــكل مثل إيجاد أفضل مســار يصل بين موقعين أو أكثر ويحقق أقل تكلفة بناءً على الكثافة الســكانية وتوزيع مراكز التجمعات الســكانية. وكذلك تحليل شبكة الطرق لمعرفة زمن الرحلة بين نقطتين على الخريطة عند سلوك طريق ما، أو تحديد الطرق التي يمكن أن تقود إلى النقطة (A) انطلاقاً من النقطة (B).

- **إدارة الأزمات والكوارث:** استعملت نمج لدراســة الأزمات والكوارث سواء طبيعية أو من صنع الإنســان وهي أحداث مكانية أي ترتبط بمواقع معينة مثل الزلازل والحرائق والأعاصير والفيضانات والمجاعات وانتشار الأوبئة. ونظرا لأهمية الخرائط والمعلومات المكانية في إدارة مثل هذه الكوارث فإن نمج تتيح لمتخذي القرار الوصول السريع والمرئي للمعلومات الحيوية والمفيدة عن موقع الأزمة مما يساعد على تطوير خطط العمل التي يتم تقديمها لفريق العمل للتعامل مع الأزمة وبالتالي تساعد على تنسيق و تفعيل جهود الطوارئ.

وتعتبر نمج أيضًا من الأدوات الفاعلة في إدارة الإســعافات الطبية الطارئة، فهي توفر بيانات عن الحوادث ومواقعها التي يمكن عرضها بســرعة وســهولة. وكذلك أقصر طريق للوصول إلى مكان الحادث. كما يمكن التكهن بســرعة ومدى انتشــار الأوبئة المتوقع قبل انتشــارها الفعلي.

- **التخطيط العمراني:** تســاعد نظم المعلومات الجغرافية في دراســة وتقييم الخدمات المختلفة المتعلقة بالتخطيط العمراني كتحديد الاحتياجات التعليمية والصحية والدينية مثل مواقع المدارس والمســتشفيات والمســاجد وحجمها ومواصفاتها بناء على الكثافة السكانية، وكذلك تقييم استخدامات الأراضي، ومقارنة ما هو منفذ بما هو على خرائط استعمالات الأراضي، وما هو مقترح من تخطيط جديد بالوضع الراهن، والمســاهمة في دراســة العشــوائيات للحد من انتشــارها. و تحديد اتجاهات النمو العمراني للتجمعات عن طريق متابعة التطور والنمو العمراني في المنطقة، وتقدير عدد الوحدات الســكنية المطلوبة وتحديد أفضل مكان لها، واختيار أفضل مواقع عناصر التجمع العمراني بناء على المعايير المختلفة.

- **حماية البيئة:** حيث يمكن من خلال نمج وضع الخطوات اللازمة لتتبع التغيرات التي تحدث في منطقة معينة وتقدير التأثيرات المختلفة على المناطق المجاورة. وتحديد الحياة الفطرية والعناية بها ومراقبة التلوث المائي وتأثيره على الحياة البرية والبحرية كتلوث البحار نتيجة لتســرب النفط.

- **إعداد الخرائط وتحديثها:** إذ أنه يمكن توظيف نمج في إعداد الخرائط النوعية وخرائط أخرى باســتعمال بيانات مســتخلصة من الصور والمرئيات الجوية والفضائية وكذلك تحديث الخرائط الطبوغرافية.

- **تطبيقات عقارية:** وتشمل تسجيل العقارات والأراضي والملكيات وجدولة معلومات عنها.

- **تطبيقات أمنية:** كتحديد الأماكن التي تكثر فيها أو المتوقع أن تكثر فيها الجرائم، والمناطق التي يجب تكثيف النشــاط الأمني ودوريات الشــرطة فيها، ومراقبة مناطق وأوقات ازدحام المرور في المدينة وإيجاد حلول لها.

المراجع

(1) المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بالمملكة العربية السعودية ، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، نظم المعلومات الجغرافية، ص 4
(2) نفس المصدر، ص 17