# هيكل القاعدة المعلوماتية الرقمية كمنظومة لدعم عمليات إدارة مشاريع التشييد الهندسية الكبرى
## نموذج تطبيقي لمشروع إنشاء جامعة الملك فيصل-الأحساء-المملكة العربية السعودية

# Digital Information Base for the Support of Large-Scale Projects
## (Applied Model for Construction of King Faisal University- Al Ahsa- Saudi Arabia)

Dr. Esam Mohamed Housein
Architecture Dept. Engineering College- Suez Canal Univ.
esam2000@yahoo.com

Dr. Masoud Abdel Asty Masoud Ali
Water and Energy Research Center- King Faisal Univ., KSA
malyr@kfu.edu.sa

## Abstract:

The engineering parties of a project (contractor, consultant, owner) in the light of technical progress of design, management, implementation, monitoring and maintenance processes of large-scale projects such as the establishment of universities and hospitals and public schools need a systematic archival electronic database for the speed, ease and accuracy of a research, and the inquiry and analysis of information and data in an integrated and interconnected electronically way among the contractual documents, contract of plans, engineering drawings, bills of quantities and specifications starting from the hand-over of a site till the final project hand-over, which largely affects the time, effort and funding saving, and reduce many contractual and executive obstacles and problems, , operational to contribute in getting the solutions highly and technically, as well as avoid the difficulties and time loss and lack of the research precision relying on the traditional image through the office paper archives of the contractual documents containing designs, bills of quantities and specifications, as well as copies in the form of CDs through various programs such as Word, Excel, AutoCAD.

This research aims to benefit from the technology of geographic information systems (GIS), and what integrates with of database management systems and engineering design in building an integrated spatial information base to support engineering project management of King Faisal University, which is considered a new integrated university campus, with a total area (4,543,064m2), with 41 engineering projects, implemented by 25 contracting and consulting engineering companies. Archival data contains 10 thousand drawings and 60 thousand papers related to the infrastructure, roads and all the project areas (Academic Area of Male and Female Students, Staff Housing, Students' dormitories, and Service areas). Therefore, the Geographic Information Systems (GIS) was selected geographic information systems and their abilities and to manage this vast amount of spatial and descriptive data and what is related of multi-media and activities.

This system will help decision-makers, managers and coordinators in the instantaneous accurate follow-up for all spatial variables, engineering works and various activities taking place within the university campus, as well support the improvement, development and sustainability of the best performance of the components of the university system.

**Key Words:** Project Management Professional - Geographic Information Systems - As Built Drawing Archive.

## ملخص البحث:

يحتاج أطراف العمل الهندسي (المقاول، الاستشاري، المالك) في ظل التقدم التقني لعمليات تصميم وإدارة وتنفيذ ومراقبة وصيانة المشاريع الهندسية الحيوية كإنشاء الجامعات والمستشفيات والمدارس الحكومية إلى منهجية أرشيفية إلكترونية تعمل على سرعة وسهولة ودقة البحث والاستفسار والتحليل للمعلومات والبيانات بصورة متكاملة ومترابطة إلكترونياً بين مستندات التعاقد من مخططات ورسومات هندسية وجداول كميات ومواصفات ابتداءً من استلام الموقع للمشروع وحتى تسليمه نهائيا، مما يؤثر بصورة كبيرة على توفير الوقت والجهد والتمويل وتقلل من الوقوع في العديد من المعوقات والمشاكل التعاقدية والتنفيذية وتساهم في الوصول للحلول بصورة فنية عالية، والبعد عن المصاعب وضياع الوقت وعدم الدقة في البحث بالاعتماد على الصورة التقليدية من خلال الأرشيف المكتبي الورقي لمستندات التعاقد من مخططات وجداول الكميات ومواصفات وما يصاحبها من نسخ على هيئة أقراص ممغنطة من خلال عدة برامج مثل Word, Excel, AutoCAD.

ويهدف هذا البحث للاستفادة من تقنية نظم المعلومات الجغرافية وما يتكامل معها من نظم إدارة قواعد البيانات والتصميم الهندسي في بناء قاعدة معلومات مكانية متكاملة لدعم إدارة مشاريع التشييد الهندسية لجامعة الملك فيصل بالأحساء والتي تشيد كمدينة جامعية جديدة متكاملة، حيث تبلغ المساحة الكلية للمدينة الجامعية (٤٥٤٣٠٦٤ م٢)، يشيّدُ بها ٤١ مشروعاً هندسيا يقوم بالتنفيذ ٢٥ شركة مقاولات ومكتب هندسي، تحتوي البيانات الأرشيفية على ١٠آلاف مخطط هندسي و٦٠ ألف ورقة تخص البنية التحتية والطرق وجميع مناطق المشروع (المنطقة الأكاديمية للطلاب والطالبات، المناطق السكنية لأعضاء هيئة التدريس والطلاب والطالبات، المناطق الخدمية)، لهذا تم اختيار نظم المعلومات الجغرافية وإمكاناتها لإدارة ومعالجة هذا الكم الهائل من البيانات المكانية والوصفية وما يتعلق بها من وسائط متعددة وأنشطة.

سيساعد هذا النظام متخذي القرار ومديري ومنسقي العمل في المتابعة اللحظية والدقيقة لكل المتغيرات المكانية والأعمال الهندسية والأنشطة المختلفة التي تجري في نطاق المدينة الجامعية، كما سيساعد على تحسين وتطوير واستدامة أفضل أداء لمكونات المنظومة الجامعية.

Accepted July 12, 2011.

**تقديم:**

أصبحت تقنية المعلومات وتقنية الاتصالات لها دور هام في جميع جوانب الحياة، حيث ساعدت ودعمت إحداث نقلة حضارية ومدنية كبيرة في جميع المجالات كمجال التعليم والبيئة والصناعة والتجارة وغيرها من المجالات الحيوية والهامة، ومن أمثلة هذه المجالات مجال الدعم الفني والتقني لإدارة المشاريع الهندسية الحيوية ذات التأثير الاجتماعي والاقتصادي على المدى الحالي والمستقبلي مثل إنشاء الجامعات والمدارس والمستشفيات وغيرها، والتي حدثت لها تطورات تكنولوجية وتقنيات معلوماتية في مدخلات ونتائج هذه المشاريع وذلك لما تحتويه من تفاصيل وبيانات ومعلومات على هيئة بيانات نصية وجداول ومخططات هندسية معمارية وإنشائية وميكانيكية وكهربائية وبنية تحتية وتنسيق مواقع بالإضافة للصور الفوتوغرافية والفضائية، مما يؤكد مدى احتياج هذه المشاريع الهندسية إلى دعم تقني يعمل على تنظيم وتبويب بيانات ومعلومات المدخلات والنتائج لهذه المشاريع بصورة تتناسب مع التطورات التكنولوجية لهذه المدخلات والنتائج وبهدف الدعم التقني لمتطلبات التنفيذ والاستفسار التي يحتاجها أطراف المشروع الهندسي (مقاول- مالك -استشاري إشراف) لإتمام المشروع بالجودة المناسبة وفي وقته المحدد

وتعتبر نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بتكاملها مع نظم الإحداثيات العالمية (GPS) من أفضل نظم تقنية المعلومات والاتصالات المؤهلة لتوفير الدعم التقني المناسب لتبويب وتنظيم البيانات والمعلومات للمدخلات والنتائج السابق ذكرها بما يدعم وظيفة التنفيذ والاستفسار أثناء مراحل إدارة المشاريع الهندسية وبما يوفر قاعدة معلومات يسهل التعامل معها من خلال برنامج واحد تخدم إدارة المشاريع الحيوية مثل إنشاء الجامعات والمستشفيات وغيرها.

ولتوضيح مجالات التكامل والدعم التكنولوجي لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتكاملها مع نظم الإحداثيات العالمية (GPS) فإنه يمكن أولاً: التعرف على تطورات مدخلات ونتائج إدارة المشاريع الهندسية واحتياجاتها لمصفوفة قاعدة بيانات تدعم نجاح مهمتها، ثانياً: التعرف على التطور التكنولوجي لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) كأحد مجالات تقنية المعلومات والتعرف على تطبيقاتها المختلفة في دعم إدارة المشاريع الهندسية، ثالثاً: توضيح المدخل المقترح في مجال التكامل والدعم التكنولوجي في إدارة المشروعات الهندسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بوضع مصفوفة قاعدة البيانات كأداة ترابط ودعم فني تقني، رابعاً: الوصول لوضع مثال تطبيقي مقترح لهذه المصفوفة المقترحة على مشروع هندسي حيوي وهو إنشاء جامعة الملك فيصل بمحافظة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.

**١- مجالات التكامل والدعم التكنولوجي بين نظم المعلومات الجغرافية وإدارة المشروعات الهندسية المتخصصة:**

**١-١ مراحل ونتائج إدارة المشروعات الهندسية**

إن كلمة مشروع في حد ذاتها تعني مجهود مؤقت يتم القيام به لإنشاء خدمة أو منتج أو نتيجة فريدة، ويعني بكلمة مؤقت أي انه له بداية محددة ونهاية محددة عندما تتحقق الأهداف للمشروع بحيث يصبح قادر على تقديم تسليمات فريدة وهي منتجات أو خدمات أو نتائج (الدليل المعرفي لإدارة المشروعات، ٢٠١٠).

ومن هنا يمكن تعريف المشروع الهندسي بأنه مجهود مشترك بين أطراف عمل مثل المصمم والاستشاري والمقاول لإقامة المنشآت أو الشبكات في صورة متعددة المراحل والعمليات الهندسية والإدارية ويستغرق مدة من الزمن لها بداية ولها نهاية طبقا لجدول زمني معد سلفاً، وهذا المشروع يستطيع خدمة قطاع أو قطاعات متعددة من المجتمع.

**١-١-١ عمليات مراحل إدارة المشروع الهندسي:**

وتعرف إدارة المشروعات بأنها تطبيق المعرفة والمهارات والأدوات والأساليب التقنية على أنشطة المشروع لتحقيق متطلبات المشروع ويتم تحقيق إدارة المشروعات وتكاملها ابتداءً من عمليات الابتداء والتخطيط والتنفيذ والمراقبة والتحكم والإنهاء، ومدير المشروع هو الشخص المسئول عن تحقيق أهداف المشروع، وهذا التعريف يعطي بصورة قوية تحديد المتطلبات، وضع أهداف واضحة يمكن تحقيقها مع أهمية التنسيق بين كلا من المواصفات والخطط والأسلوب وبين الاهتمامات والتوقعات المختلفة للعديد من أصحاب المصلحة في المشروع (الراعي مدير المشروع — الشركة المنفذة – فريق إدارة المشروع – المستخدم) بما يحقق التوازن للقيود الثلاثة المترافقة مع إدارة المشروع وهي نطاق المشروع والوقت والتكلفة (John (David I, Cleland, Roland Gareis, 2006) &R.Adams, 1997)

ويتنامى في الوقت الراهن إصدار العديد من المراجع التي تصف المعرفة الخاصة بمجال إدارة المشروعات والتي تتداخل مع نظم الإدارة الأخرى، وتتكون المعرفة بإدارة المشروعات بصفة عامة والهندسية بصفة خاصة من نقاط رئيسية هامة والتي يمكن من خلالها إدارة المشروع الهندسي بصورة دقيقة وموثقة ورقيا لكل وثائق العقد المختلفة كالرسومات والمواصفات وجداول الكميات والتعاقدات مع أصحاب المصلحة، ويمكن توضيح ملامح هذه النقاط كما يلي:

**أولاً: دورة حياة المشروع الهندسي** (Barr Benator, Albert Thumann, 2003): تعرف دورة حياة المشروع الهندسي بأنها المراحل المتسلسلة التي تربط بداية مشروع بنهايته، مع تحديد توقيت توليد تسليمات كل مرحلة ومراجعتها وتقييمها ورقابتها وتحديد المعني في كل مرحلة مع تحديد تداخل المسئوليات لأصحاب المصلحة (الراعي مدير المشروع- الشركة المنفذة- فريق إدارة المشروع- المستخدم)

**ثانياً- مراحل عمليات إدارة المشروعات الهندسية:** إن العملية هي مجموعة من الإجراءات والأنشطة المرتبطة بعضها ببعض التي يتم أداؤها لتحقيق المشروع الهندسي، ويمكن تحديد عمليات إدارة المشروع الهندسي كما يلي (تقنية مدنية، ٢٠٠٥):

١- مجموعة عمليات البدء وهي التي تحدد وتجيز المشروع أو مرحلة المشروع والتي يمكن أن نخلص منها إلى تحديد تطوير ميثاق المشروع والبيان التمهيدي لنطاق المشروع، كما يمكن تحديد مدخلات المشروع الهندسي (مخططات هندسية-جداول كميات-مواصفات فنية) والقائمين على تنفيذه والإشراف عليه.

٢- مجموعة عمليات التخطيط وهي التي تحدد الأهداف وتخطط مسار العمل ونطاقه وبالتالي لها مخرجات هامة مثل تطوير خطة إدارة المشروع والنطاق وتحديد وجدولة الأنشطة وتخطيط الموارد البشرية والاتصالات والمخاطر.

٣- مجموعة عمليات التنفيذ وهي التكامل بين أطراف العمل الهندسي (المالك- المقاول- الاستشاري) والموارد لتنفيذ خطة المشروع مع تأكيد الجودة والحصول على فريق العمل الملائم لتنفيذ المشروع وتوزيع المعلومات.

٤- مجموعة عمليات المتابعة والمراقبة وهي التي تقيس وتتابع بصورة منتظمة التقدم الحادث لعمل الإجراءات التصحيحية من حيث متابعة تحقيق النطاق ومراقبة الجودة والتكلفة وضبط الجدول الزمني.

٥- مجموعة عمليات الانتهاء وهي التي تضفي الشكل الرسمي على قبول المشروع كهيكل مادي في الموقع مدعم بالمستندات الورقية والرقمية بصورة سليمة منتظمة متعارف عليها باسم "كما أنشئت" (As Built Drawings).

ويدعم مراحل عمليات إدارة المشروع تسعة مجالات للمعرفة Nine Knowledge Aspects ويعنى بها الدعم المعرفي العملي والأدوات الفنية التقنية لمجموعة عمليات إدارة المشروع الهندسي بهدف تحديد وتفصيل جميع متطلبات إتمام إدارة المشروع الهندسي وطبقاً للمستندات التعاقدية الهندسية للمشروع الهندسي، يتم استخدام هذا الدعم المعرفي والأدوات الفنية بصورة متداخلة مع عمليات إدارة المشروع (البدء- التخطيط- التنفيذ- المراقبة- الانتهاء) والسابق ذكرها بهدف إتمام المشروع الهندسي بجودة فنية عالية وفي توقيت مناسب، ويمكن توضيح هذه المجالات بما تحتويه من دعم معرفي وأدوات فنية تقنية كما يلي (Joel M.Koppelman, Quentin &(Richard I.shell, 2002 W.fleming 2003):

- تكامل إدارة العقد: تحديد وتوحيد وتنسيق العمليات والأنشطة المختلفة في نطاق استراتيجيات معرفة من مالك المشروع.
- إدارة نطاق المشروع: تعريف وتخطيط وضبط النطاق للمشروع مع إنشاء هيكل تجزئة العمل بشكل هرمي.
- إدارة زمن المشروع: تحديد وتطوير وضبط الجدول الزمني وتغيراته لإتمام المشروع في الزمن المحدد.
- إدارة تكاليف المشروع: تقدير ووضع الموازنات ومراقبة التكاليف استكمال المشروع ضمن الموازنة المعتمدة
- إدارة جودة المشروع: وهي الأنشطة لتحديد سياسات الجودة وأهدافها والمسئوليات توكيد الجودة وأداء مراقبة الجودة.
- إدارة الموارد البشرية للمشروع: وهي تشمل العمليات التي تقوم على تنظيم وإدارة فاعلية فريق المشروع.
- إدارة اتصالات المشروع: وهي عمليات تضمن صحة ودقة الاتصال الحيوية بين الأشخاص والمعلومات.
- إدارة مخاطر المشروع: وهي التخطيط لإدارة المخاطر والعقبات التي من المحتمل أن تواجه المشروع الهندسي.
- إدارة التوريد للمشروع: تتضمن عمليات الشراء أو الحصول على المنتجات أو الخدمات.

١-١-٢ نتائج المشروع الهندسي:

تتفاعل مجالات المعرفة والعمل ومجموعة العمليات لإدارة المشروعات السابق ذكرها بإجراءات دورة تفاعل وهي التخطيط-العمل-الفحص-الإجراء كما هو وارد في مرجع المعايير والجودة الأكاديمية، وذلك بهدف الوصول إلى الصورة النهائية لتسليم المشروع الهندسي في صورة سجلات وبيانات ومعلومات تتم غالباً في صورة رسومات تفصيلية بمقاييس هندسية مختلفة لكل الرسومات المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية As Built Drawings وهي التي تشكل المعلومات المكانية والفراغية Spatial Data لأحد وثائق تعاقد المشروع بينما تمثل جداول الكميات والمواصفات ومواصفات التعاقد مع الهيئات المنفذة والإشرافية البيانات الوصفية Descriptive Data للوثائق المتبقية من وثائق تعاقد المشروع (الدليل المعرفي لإدارة المشروعات، ٢٠١٠)(Joel M.Koppelman, Quentin W.fleming 2003) .

**١-٢ إمكانات وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دعم إدارة المشاريع الهندسية الحيوية**

ليس هناك تعريف ثابت لنظام المعلومات الجغرافية بسبب تعدد التطبيقات والاختلاف الناشئ حول تحديد وتصنيف أهداف هذا النظام، كما أن تعدد تعريفات نظم المعلومات الجغرافية يعتمد كل منها على جانب معين من الجوانب التطبيقية لنظم المعلومات الجغرافية والجوانب التخصصية لكل متخصص في تقنية نظم المعلومات الجغرافية، ومن التعريفات الحديثة أنها نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي بشقية الأساسيين: البرامج Software ومكونات الحاسب والتي أصبحت تسمح بحصر وتخزين ومعالجة البيانات المكانية والبيانات الوصفية متعددة المصادر والربط بينهما سواءً كانت كمية أو نوعية، مع إمكانية الحصول على نتائج نهائية على هيئة خرائط ، رسوم بيانية، مجسمات، صور، جداول أو تقارير علمية (الغلان، حنان ، ٢٠٠٦).

١-٢-١ تطور تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دعم إدارة المشروعات الهندسية

إن تنامي الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والأمنية والبيئية واعتمادها بشكل مباشر على البيانات والمعلومات للمشاريع الهندسية وتحسين إدارتها لكي تتمكن من تأدية أهدافها التي تواكب التطور الحياتي والتشابك الهائل بين أطراف العالم في جميع الاحتياجات السابق ذكرها، أدى بصورة كبيرة إلى تداخل تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية مع هذه الاحتياجات في جميع مستوياتها، ويمكن توضيح بعض التطبيقات المتعددة والتي تتداخل مع إدارة المشاريع الهندسية كما يلي: (Peter A. Bob Booth, &Burrough, Rachael A. McDonnell, 2007) (Andy Mitchell 2006).

**أولاً: سجلات البنية الأساسية:** وذلك في تحليل الشبكات بكفاءة عالية واستخدامها في تطبيقات عديدة لمساعدة المحليات وغيرها من الإدارات الحكومية في توفير وصيانة خدمات المياه والصرف الصحي، عنونة المناطق والشوارع والمساكن، وغيرها.

**ثانياً: الخدمات الروتينية العادية والطارئة:** من أجل تحسين خدماتها العامة للسكان مثل خدمات الإسعاف وأنظمة الحماية والأمن كنقاط أقسام البوليس ومراكز إطفاء الحرائق.

**ثالثاً: استعمالات الأراضي والتخطيط العمراني:** مثل الحصول على خرائط مرجعية مرتبطة بنظام دقيق للمعلومات في كافة المجالات (الطبيعية- الجغرافية- البيئية- الاجتماعية- المناخية- شبكات المرافق- شبكات النقل والمرور- استعمالات الأراضي- الكثافات السكانية) مع ربطها بشبكة معلومات كافة الهيئات والوزارات لتصبح أحد الأدوات الهامة في أيدي صناع القرار.

**رابعاً: في مجال إدارة الموارد والمصادر الطبيعية:** مثل دراسة أماكن البترول والغاز والمعادن.

**خامساً: دراسة تحليل واختيار المواقع:** وذلك بتحليل منطقة الدراسة طبقاً لمجموعة من المعايير التخطيطية والاجتماعية والاقتصادية والعمرانية والسياسية والحصول على بدائل تخطيطية مثل البحث عن أماكن لتوزيع الخدمات (التعليمية- الصحية- وغيرها) بالمناطق السكنية طبقاً لمسافات السير والكثافات السكانية وطرق النقل والمواصلات ومعدات التلوث والضوضاء وكثافات الاستعمالات وغيرها.

**سادساً: التحليل المكاني في البعد الثالث:** حيث تستطيع نظم المعلومات الجغرافية من خلال برامجها المتعددة توصيف ظواهر الأرض كخطوط التضاريس واستكشاف سيناريوهات المنظر الطبيعي المستقبلي في صورة ثنائية وثلاثية الأبعاد.

**١-٢-٢ تطور إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في دعم إدارة المشاريع الهندسية:**

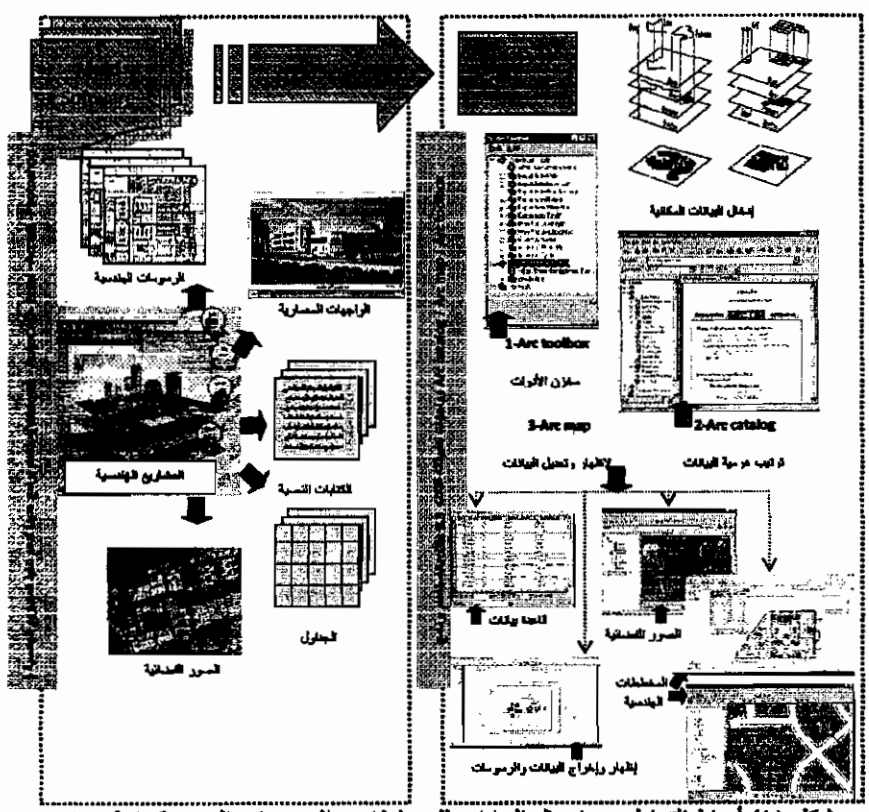
تطورت إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في دعم إدارة المشاريع الهندسية نظرا لتطور برامجها ووظائفها والذي أدى لتطور تطبيقاتها في المجالات المختلفة وخاصة مجالات تنفيذ المشاريع الهندسية، ويمكن توضيح هذه الإمكانات في ثلاث مراحل رئيسية كالتالي: مرحلة إدخال البيانات والرسومات

لمكونات عقد المشاريع الهندسية، مرحلة التحليل والتعديل والدمج بين المدخلات لمكونات عقد المشاريع الهندسية، مرحلة إظهار النتائج والتقرير النهائي لمكونات عقد المشاريع الهندسية، كما أن من العوامل القوية التي ساعدت في تطور تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تطور الوظائف والإمكانيات المكونة لنظم المعلومات الجغرافية والبرامج الملحقة بها التي تدعم التعامل الدقيق مع المعلومات والبيانات بامتداداتها المختلفة المكونة لمستندات التعاقد لتنفيذ المشاريع الهندسية، ويمكن توضيح هذه الإمكانات في ثلاث مراحل رئيسية كالتالي: (Jeff Shaner, & (Aleta Vienneau2006) & Jennifer Wrighstell, 2006) (Andrew MacDonald,, 2006)

**أولاً: مرحلة إدخال البيانات والرسومات لمكونات عقد المشاريع الهندسية:** يمكن إدخال البيانات والرسومات لمكونات عقود المشاريع الهندسية (جداول الكميات، المواصفات والشروط الفنية، المخططات الهندسية المتعددة لجميع التخصصات الهندسية) وذلك للتعامل معها بالأسلوب الفني الهندسي كما في برامج الأوتوكاد، بأشكالها المختلفة والبيانات الوصفية Attributes Data للمشاريع الهندسية داخل واجهات التطبيق لبرنامج ARCGIS9.3. عن طريق Map Digitizing System باستخدام أحد أنماط إدخال البيانات مثل نمط المتجهات المعينة Vector format أو نمط الخلايا الشبكية Raster format.

**ثانياً: مرحلة التحليل والتعديل والدمج بين المدخلات لمكونات عقد المشاريع الهندسية:** حيث يمكن في هذه المرحلة التعديل والرسم والإضافة من داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية على مخرجات العديد من البرامج والتي تستخدم في إنتاج مكونات عقد المشروع الهندسي. يوضح شكل (١) ملامح إمكانات أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية (ARCGIS9.3) في تحويل كل مدخلات المشروع الهندسي والتي يتم إدخالها من عدة برامج وعدة امتدادات (.dwg, .xls, .doc, .pdf, ....) إلى داخل برنامج واحد وامتداد واحد (.mxd) من خلال أحد نمطي إدخال البيانات المكانية، كذلك إمكانية بناء وإدارة قواعد البيانات( DBMS) مما يمكن من تخزين وتبويب وجدولة البيانات وربطها بالمخططات أي ربط البيانات المكانية مع البيانات الوصفية على هيئة قوائم أو جداول أو رسومات وذلك لتسهيل عملية الاستفادة منها في المعالجة والقراءة والتحليل مع مراجعة البيانات وتنقيحها والتأكد من صحتها وبنائها بالصورة التي تتناسب مع نوعية قواعد البيانات المختلفة، أيضا إمكانية التحليل المكاني(Spatial Analysis ) باستخدام الأساليب الكمية المختلفة سواء كانت إحصائية، أو هندسية، أو تحليلية من أجل الوصول إلى نتائج يعتمد عليها في التفسير ومعرفة العلاقات والارتباطات المكانية. كذلك إمكانية تحليل المرئيات الفضائية (Satellite Image Analysis)، من خلال تحويل البيانات الشبكية إلى بيانات متجهة بمعنى تحويل محتويات المرئية الفضائية لأي تجمع عمراني على سبيل المثال من بيانات متمثلة في الخلايا Pixels إلى نقاط وخطوط ومساحات Polygons، كما يمكن إجراء عمليات القياس المكاني Spatial Measurement، حيث يسهل داخل برامج نظام المعلومات الجغرافية أداء القياسات المكانية للمخططات الهندسية، كما توفر هذه النظم عمليات التوليد المكاني Spatial Interpolation للتخطيط لشبكات الصرف الصحي وتوصيل المياه وغيرها مما يدعم عمليات التشييد الهندسي بالبيانات الدقيقة (Tomlinson, R.F., 2005)

**ثالثاً: مرحلة إظهار النتائج والتقرير النهائي لمكونات عقد المشاريع الهندسية:** ويمكن من خلال هذه المرحلة إنتاج تقارير مجمعة أو منفصلة وبصورة جزئية أو كلية لكل ماتم إدخاله من




شكل (١) أنماط التعامل مع إدخال البيانات للمخططات والرسومات الهندسية داخل برامج نظم المعلومات الجغرافية

مكونات عقد المشروع الهندسي مثل الرسومات الهندسية (المساقط المناظير، الواجهات، القطاعات) مصحوبة بالجداول أو الكتابات النصية والصور الفوتوغرافية والرسوم المتحركة ومن خلال واجهات التطبيق لبرنامج نظم المعلومات الجغرافية وبصورة سريعة ودقيقة لتخدم عملية الاستفسار الهندسي من أطراف العمل سواء للتنفيذ أو للتصميم (المالك - الاستشاري- المقاول)، حيث تتمتع برامج نظم المعلومات الجغرافية في هذه المرحلة بإمكانية العرض الكارتوجرافي للبيانات المكانية، وإنتاج الخرائط الموضوعية Thematic Mapping مع إمكانية وضع العناصر الكارتوجرافية Cartographic elements أو ما يطلق عليه أساسيات المخطط مثل العنوان Title ، نصوص الشرح explanatory text، الإطار الخارجي Neat lines ، مفتاح الخريطةLegends اتجاه الشمال North arrow ، مقياس الرسم Scale bar، الرموز Symbols .

## ٢- منهجية التطبيق والتكامل بين نظم المعلومات وإدارة المشروعات الهندسية لجامعة الملك فيصل

لإتمام وتحقيق الأهداف المرجوه تم تحديد وتقسيم طريقة العمل إلى مجموعة من الإجراءات يمكن توضيحها كما يلي:

### ٢-١ منطقة الدراسة

تم اختيار المدينة الجامعية لجامعة الملك فيصل كنموذج لتطبيق مصفوفة قاعدة البيانات و بناء قاعدة معلومات مكانية متكاملة لدعم إدارة مشاريع التشييد الهندسية لجامعة الملك فيصل بالأحساء والتي تم تخطيطها كمدينة جامعية متكاملة الخدمات، حيث تبلغ المساحة الكلية للمدينة الجامعية (٤٥٤٣٠٦٤ م٢). تقع المدينة الجامعية لجامعة الملك فيصل في الجزء الجنوبي الشرقي لمدينة الهفوف بين خطي عرض ٢٥° ١٨' ١٠" ـ ٢٥° ٢١' ١٠" شمالاً و خطي الطول ٤٩° ٣٥' ٤٠" ـ ٤٩° ٣٧' ١٥" شرقاً.

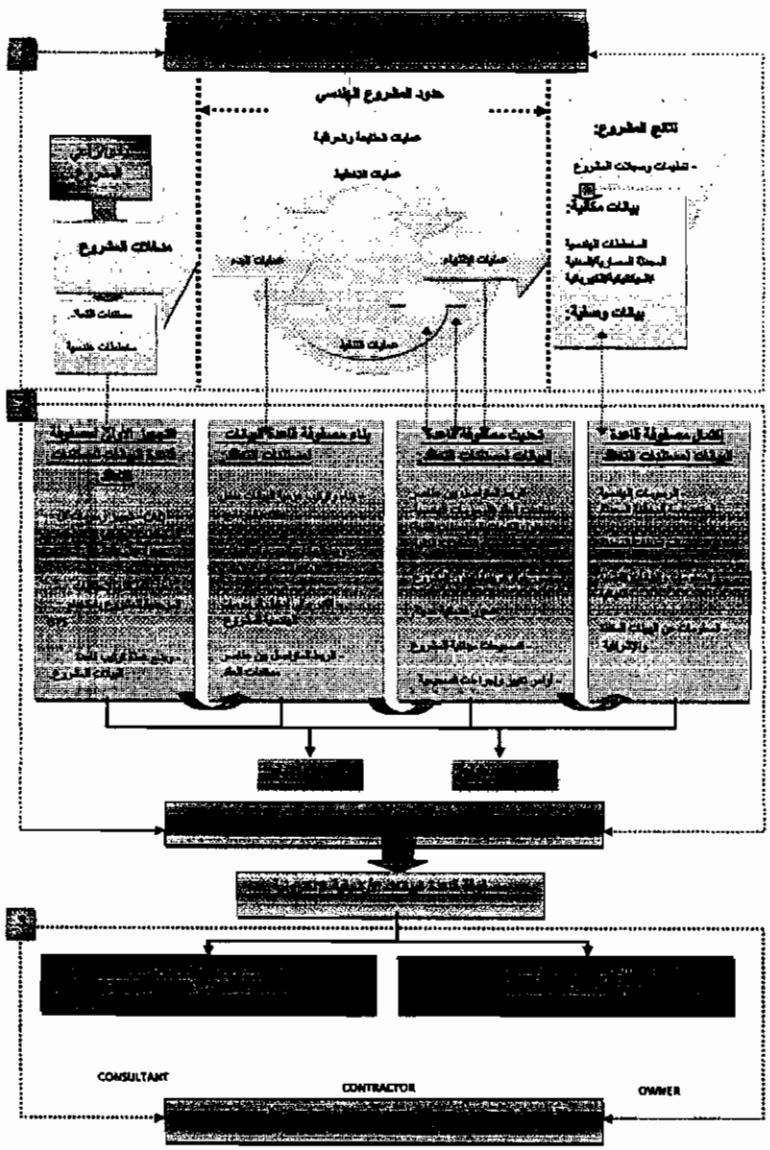
### ٢-٢ تحديد مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية لدعم إدارة المشاريع

من خلال العرض السابق لإمكانيات ومجالات تطبيق نظم المعلومات الجغرافية المتعددة، ومن خلال التوضيح لعمليات إدارة المشروع الهندسي في الوقت الحالي والتي تعمل على وجود شبكة اتصالات دقيقة وسليمة حول معلومات المشروع لتنفيذه بصورة أكثر دقة، والحصول على سجلات وتسليمات المشروع والرسومات النهائية (As Built Drawing)، وإجراء عملية الحفظ المعلوماتية لهذه السجلات والتسليمات لتضاف على أصول المشروع للمالك من خلال لجنة فنية مكلفة من المالك باستلامها من المقاول بعد الانتهاء من التسليم النهائي، كذلك يتضح أهمية الاعتماد على وجود قاعدة بيانات رقمية كاملة تستطيع الربط والدمج والتكامل بين مدخلات المشروع الهندسي من مواصفات وجداول كميات ومخططات هندسية لكل التخصصات، لتسمح بتيسير عمليات البحث عن المعلومات بطريقة دقيقة وصحيحة وسريعة من خلال برنامج واحد دون الاعتماد على المخزون الكبير للأرشيف التقليدي من ورقيات وأقراص تخزين ممغنطة معرضة للتلف وعدم الدقة بالإضافة إلى الصعوبة في البحث والربط بين المدخلات المختلفة.

ويوضح الشكل (٢) مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية الداعمة للتكامل بين مجموعة عمليات إدارة المشاريع ومراحل نظم المعلومات الجغرافية كمصفوفة قاعدة بيانات هندسية والتي يمكن أن تدار كمشروع فرعي تكاملي له نطاق عمل وأهداف ومنهجية وأوجه دعم مع المشروع الأساسي وتضاف مهام تنفيذه على مدير المشروع أو يناط به إلى مسئول فرعي تحت إدارة مدير المشروع مباشرة (الدليل المعرفي لإدارة المشروعات، ٢٠١٠)،ويمكن توضيح أهداف ومنهجية وأوجه الدعم لمصفوفة قاعدة البيانات الهندسية لإدارة المشاريع الهندسية وبما يتناسب مع مراحل المشروع كما يلي:

#### ٢-٢-١ أهداف مشروع إنشاء مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية للمشاريع الهندسية:

- تنظيم قاعدة بيانات هندسية ذات ترابط علائقي Relational Database والتي تستطيع تنظيم وترتيب كل مدخلات المشروع الهندسي من بيانات وصفية وبيانات مكانية لكل مكونات وثائق العقد من مخططات ومواصفات وجداول كميات وغيرها تمكن الجهات المختصة من توثيق وتخزين مشروعاتها بصورة موثقة إلكترونية تنتفع منها في مشروعاتها المستقبلية أو أن تكون متاحة للمشاريع المماثلة (Lill McCoy nd Kevin Johnston, 2006).
- التعامل من خلال واجهات تطبيق برنامج واحد لأحد برنامج نظم المعلومات الجغرافية والذي يتيح الدخول على البرامج العديدة مثل Widows - AutoCAD- Excel –Access -Photoshop -Erdas- والتي تستخدمها أطراف العمل الهندسي في تعاملاتها أثناء التنفيذ ولإنهاء المشروع مما يمكن الجهات المختصة من استخراج البيانات في أي وقت بسهولة وسرعة ومدعمة بكل الجداول والرسومات الهندسية والملفات النصية والصور الفوتوغرافية (Bolstad, P., 2005).
- التحديث المستمر لقواعد البيانات أثناء مراحل التنفيذ لمدخلات




الشكل (2) مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية الداعمة للتكامل بين مجموعة عمليات إدارة المشاريع ومراحل نظم المعلومات الجغرافية (الباحث والمراجع ٢و٢١)

وتطورات المشروع ولكل التخصصات الهندسية والتعاقدية (الدليل المعرفي لإدارة المشروعات، ٢٠١٠).

**٢-٢-٢ منهجية مشروع إنشاء مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية:**

المرحلة الأولى: التجهيز الأولى لمصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد:

(Thurston, J., Poiker, T.K., J. Patrick Moore,2003)

- تقسيم المشروع إلى مراحل محددة تبدأ بمرحلة الموقع العام وتنتهي بمرحلة التفاصيل الداخلية للمباني.
- تحديد نقاط نقل الإحداثيات المرجعية للمشروع باستخدام GPS لربط المشروع مع الإحداثيات العالمية.
- تجهيز رسومات الCAD للمراحل السابق تحديدها وللرسومات الهندسية للتخصصات المختلفة على شكل P-LINE.
- ترقيم وترميز الفراغات لكل مرحلة من مراحل المشروع.
- تجهيز الأقراص المدمجة للمواصفات وجداول الكميات لكل مرحلة من مراحل المشروع.
- تحديد البيانات المكانية والبيانات الوصفية لكل مرحلة من مراحل المشروع.
- وضع خطة تصميم وبناء قاعدة البيانات للمشروع.

المرحلة الثانية: بناء مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد

(AndrewMacDonald2006),&(What is ARCGIS, 2006) :

يمكن باستخدام أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل برنامج (ARCGIS 9.3) وواجهات تطبيقه الثلاث Arc catalog / Arc toolbox / Arc map في بناء مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد كما يلي:

- بناء وترتيب هرمية البيانات لتقسيمات المشروع السابق تحديدها باستخدام واجهة التطبيق (Arc catalog) داخل برنامج ARCGIS.
- التدرج في إدخال البيانات المكانية والبيانات الوصفية لمراحل المشروع إبتداءاً من خريطة الموقع العام (Base Map) باستخدام واجهتي التطبيق (Arc catalog) و (Arc map) داخل برنامج ARCGIS.
- التدرج في إدخال البيانات المكانية والبيانات الوصفية للرسومات الهندسية للتخصصات المختلفة (المعمارية-المدنية-الكهربائية-الميكانيكية) للمشروع (Arc catalog)و (Arc map) داخل برنامج ARCGIS.

المرحلة الثالثة: تطوير وتحديث مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد:

وهي التي يتم فيها الربط المتواصل باستخدام واجهات التطبيق الثلاث Arc toolbox / Arc map / Arc catalog بين عناصر مستندات العقد (الرسومات الهندسية لجميع التخصصات - جداول الكميات – المواصفات الهندسية) والتحديثات التي تصاحب تطور المشروع مثل: (J. Constr., 1996) & & (Elangovan,K, 2006)( القرني، عبد الله ٢٠٠٦).

- صور فوتوغرافية لتطور المشروع.
- صور فضائية حديثة.
- تصحيحات ميدانية للمشروع.
- أوامر تغيير وإجراءات تصحيحية طبقا للدراسة الفنية.
- التحقق من بيانات ومعلومات ميدانية غير واردة بمستندات العقد.

المرحلة الرابعة: اكتمال مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد

والتي يمكن مراجعتها والتعديل والرسم عليها مع الحفظ من خلال واجهات التطبيق الثلاث Arc / Arc map / Arc catalog toolbox داخل برنامج ARCGIS، وهذه المصفوفة تشمل كل أجزاء المشروع من حيث:

- الرسومات الهندسية المتخصصة المختلفة (المعمارية-الإنشائية-الكهربائية-الميكانيكية).
- المواصفات الفنية المحدثة.
- المعلومات والبيانات النصية اللهائية كجداول الكميات وأوامر التغيير وغيرها.
- المعلومات عن الهيئات المنفذة والإشرافية.

**٢-٢-٣ أوجه دعم مشروع إنشاء مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية في إدارة المشاريع الهندسية:**

تتعدد أوجه الدعم التي يمكن أن تقدمها مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية في إدارة المشاريع الهندسية بجميع مستوياتها سواءً الحكومية أو الخاصة في العالم العربي حيث أن عجلة التنمية في المشاريع الحكومية والخاصة في تزايد مطرد مما يؤكد على أهمية الدعم التكنولوجي المعلوماتي لهذه المشاريع حتى يمكن تحقيق الدقة في مراحل التصميم والتنفيذ والصيانة، حيث أن عدد الجامعات والمدارس والمستشفيات وغيرها من المشاريع الحكومية في تزايد كمي وكيفي على مستوى العالم العربي، فعلى سبيل المثال وصل عدد الجامعات الحكومية في مصر إلى حوالي ١٨جامعة، بينما وصل عدد الجامعات الخاصة إلى حوالي ١٥جامعة ومعهد وأكاديمية، ويمكن ذكر أوجه الدعم المعلوماتي التكنولوجي التي يمكن أن تقدمها مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية في إدارة المشاريع الهندسية كما يلي:

أولا: دعم مراحل التنفيذ للمشروع بالبيانات والمعلومات الموثقة والصحيحة والدقيقة لتلبية احتياجات الاستفسار والتحليل التي يحتاجها أطراف العمل الهندسي ابتداءً من توقيع إحداثيات المشروع وحتى تسليمه مما يمكنها من توفير قاعدة بيانات للصيانة والتوقعات المستقبلية للاحتياجات من الخدمات والشبكات والفرش لكل فراغات المبنى داخلياً وخارجياً، ومن أمثلة الدعم المعلوماتي من داخل قاعدة البيانات باستخدام برنامج واحد من برامج نظم المعلومات الجغرافية مايلي:

- يمكن إنتاج خريطة على مستوى القطر أو المملكة توضح مواقع المشاريع مثل الجامعات الحكومية والخاصة بمساعدة نظم الإحداثيات العالمية GPS، وهذه الخريطة لها قاعدة بيانات خاصة تحتوي على سبيل المثال إحداثيات كل مبنى، المسافات بين الجامعات، أبعاد كل مبنى، ارتفاعات المباني، النشاط الوظيفي للمباني، المحيط البيني للمشروع، الكثافة الطلابية وغيرها من البيانات والمعلومات مما يمكن الهيئات السياسية والعلمية ومتخذي القرار في دعم البحث مثلاً عن أنسب المواقع لإنشاء مشروع جامعة جديد طبقاً لمعايير محددة مثل المسافات البينية والكثافات السكانية المخدومة ونوعية المحيط البيني للمشروع.
- يمكن إنتاج خريطة لها قاعدة بيانات لكل مشروع جامعة تم إنشاؤها أو تحت التنفيذ أو تحت التصميم، وتحتوي قاعدة البيانات على جميع التفاصيل للموقع العام والمداخل والخدمات الخارجية والبنية التحتية الخارجية مما يمكن على سبيل المثال دعم أطراف العمل الهندسي (المالك - الاستشاري المشرف - المقاول) ومتخذي القرار أثناء عمليات التصميم والإنشاء والصيانة من استخراج مخططات هندسية وقاعدة معلومات وبيانات عن أي استفسار هندسي مثل إنتاج مخطط هندسي له قاعدة بيانات عن وحدات الإضاءة في الموقع العام وتفاصيل وكميات ومواصفات هذه الوحدات، وبالتالي يتم التنفيذ والاستلام بطريقة دقيقة وواضحة لاتخضع للذاكرة والاجتهاد البشري التقليدي مما له تأثير على توفير الوقت والجهد مع تحقيق جودة عالية.

- يمكن إنتاج مخططات هندسية ذات مستوى أكثر في التفاصيل لكل مبنى للمشروع الواحد على حدة، هذه التفاصيل تشمل كل التخصصات الهندسية (معمارية – إنشائية – كهربائية – ميكانيكية)، فعلى سبيل المثال يمكن إنتاج مخطط معماري (مسقط – قطاعات- واجهات) للفراغات ذات التشطيب الواحد في الأرضيات مثل أرضيات الفينيل، وهذا المخطط له قاعدة بيانات من جداول الكميات والمواصفات الفنية لكل التفاصيل المرافقة مثل الكميات، السعر، المساحات مجمعة أو منفصلة، نوعية المنتج، الشركات المصنعة، تفاصيل التركيب، هذا المخطط وقاعدة البيانات تدعم أطراف العمل الهندسي (المالك - الاستشاري المشرف - المقاول) أثناء عمليات التصميم أو الإنشاء أو الصيانة لتنفيذ وتركيب الأعمال بل لدعم عملية حساب المستخلصات والكميات بدقة وسرعة وجودة عالية.

ثانياً: توثيق تسليمات وسجلات المشروع الهندسي بكل مكوناته الفراغية والوصفية للمستخدمين والهيئة المنوطة بإدارة المشروع لدعم عملية توثيق وتسليم جميع مستندات العقد طبقاً لما هو منفذ (As-Built Drawing) وبالصورة الإلكترونية لجميع المستندات التعاقدية (مخططات هندسية – جداول كميات – مواصفات فنية – أوامر تغيير – مستخلصات – صور فوتوغرافية لتطور تنفيذ المشروع- وغيرها) إلى مالك المشروع سواءً كان جهة حكومية أو خاصة، وهذا الأمر يمكن مالك المشروع من تكرار المشروع بصورة فنية صحيحة مع تلافي الأخطاء السابقة.

## ٣- تطبيق مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية على نطاق عمل إنشاء جامعة الملك فيصل

### ٣-١ المنظور التخطيطي والمعماري لجامعة الملك فيصل بالهفوف (الباحث، ٢٠١٠):

تم تصميم جامعة الملك فيصل على مرحلتين:

أولا : التصميم الأصلي للمخطط العام ثم التصميم بواسطة مكتب (تالك د م ج م) الأمريكي عام ١٩٧٨م بسعة قصوى ١٠٠٠٠ طالب و طالبة ويشمل ٤ كليات فقط وبعض مباني خدمات.

ثانيا : تحديث وتطوير المخطط العام للمدينة الجامعية عام ١٤٢٤ هـ - ٢٠٠٣ م بسعة قصوى ٣٠٠٠٠ طالب و طالبة ويشمل ١٩ كلية والتي مازالت في ازدياد على حسب احتياجات الجامعة، وقد تم تقسيم المخطط العام لمراحل إدخال داخل برنامج "مكونات الموقع العام لجامعة الملك فيصل والذي يتكون من العناصر الأساسية التالية:

- تكلفة المشروع حتى عام ٢٠٠٩ حوالي سبعة مليارات ريال سعودي.
- المنطقة الأكاديمية للطلاب (١٢ كلية متنوعة + بنية أساسية وتنسيق مواقع متكاملة).
- المنطقة الأكاديمية للطالبات (٧كليات متنوعة + بنية أساسية وتنسيق مواقع متكاملة).
- البنية التحتية لجميع الشبكات الكهربائية والاتصالات والصرف الصحي والمياه (عذبة-آبار-معالجة) وتنسيق مواقع.
- منطقة إسكان أعضاء هيئة التدريس ومناطق خدمتها لعدد ١٤٥٠ عضو هيئة تدريس (حوالي ٥٦٢ فيلا +٥ عمائر+ بنية أساسية وتنسيق مواقع متكاملة).
- منطقة إسكان الطلاب (٦ مجموعات سكنية بإجمالي ٣٨٠٠ طالب+ بنية أساسية وتنسيق مواقع متكاملة).
- منطقة إسكان الطالبات (٤ مجموعات سكنية بإجمالي ٢٨٠٠ طالبة+ بنية أساسية وتنسيق مواقع متكاملة).
- منطقة الخدمات العامة وتتكون من ١٧ مبنى خدمي، بالإضافة للمباني الداعمة والخادمة على شبكات البنية التحتية.
- مناطق امتداد مستقبلي حوالي ٧ مناطق.

### ٣-٢ تطبيق مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية المقترحة

ومن هذا المنطلق أمكن تقديم مقترح تطبيقي لمنهجية مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية لهذا المشروع كما يلي:

**٣-٢-١ تطبيق المرحلة الأولى: التجهيز الأولي لمصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد:**

- تم تجهيز الأقراص المدمجة للمواصفات وجداول الكميات.
- تم تجهيز رسومات الCAD للمخططات الهندسية للموقع العام كمرحلة أولى على شكل P-LINE ثم للتخصصات المختلفة كمراحل متتالية.
- تم ترقيم وترميز الفراغات لإدخالها في قاعدة البيانات والمعلومات الخاصة بالمشروع.
- تحديد نقاط نقل الإحداثيات المرجعية للمشروع باستخدام تقنية GPS.

**٣-٢-٢ تطبيق المرحلة الثانية:** بناء مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد:

حيث تم تحديد عناصر البيانات المكانية والبيانات والوصفية والتي يمكن توضيحها كما يلي:

- البيانات الوصفية:

١-عقد المشروع والذي يشمل المعلومات الوصفية الكاملة عن نطاق المشروع والتعريف بكل القائمين عليه كممثلين للمقاول والاستشاري والمالك.

٢- جداول الكميات الكاملة لجميع البنود المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية والتي تم تسعيرها من قبل المقاول الذي تم ترسية المشروع عليه.

٣- المواصفات الكاملة العامة والخاصة لكل عناصر المشروع المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية والشبكات المتعددة وتنسيق المواقع.

- البيانات المكانية:

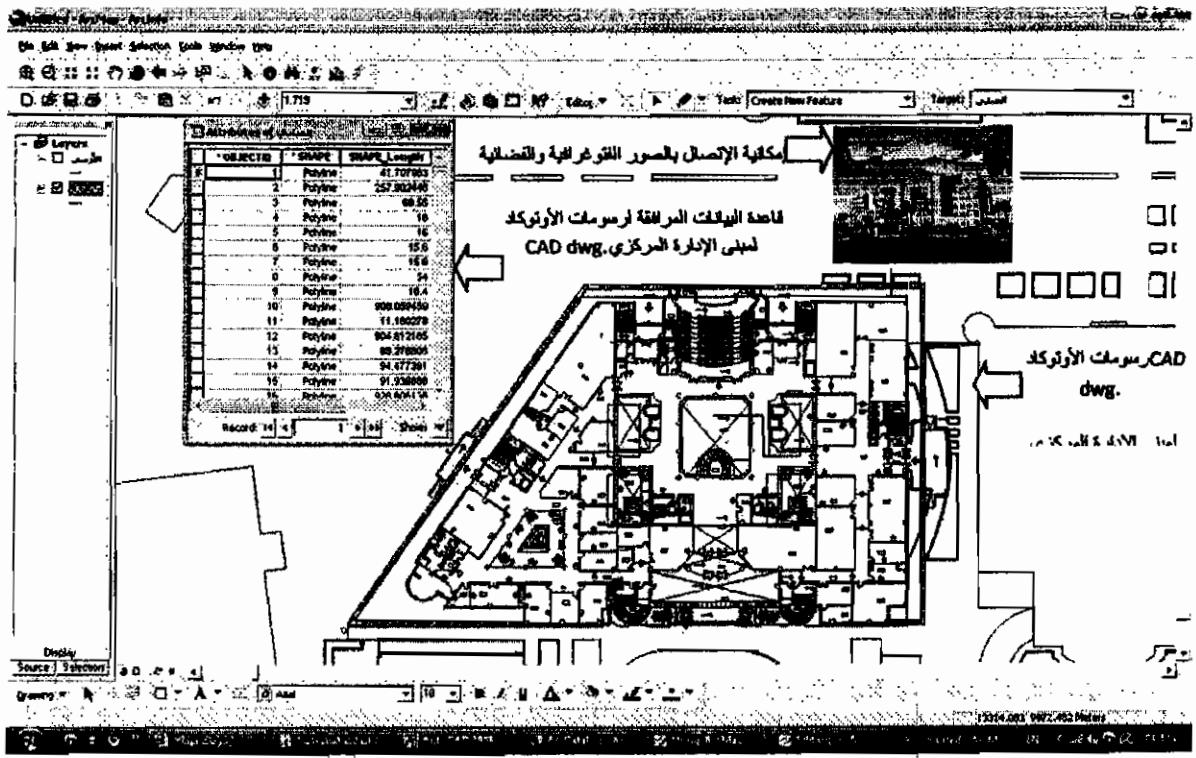
١- التوقيع الجغرافي للمشروع محدد بالإحداثيات.

٢- التوقيع الجغرافي للمخططات الهندسية الكاملة المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية للمباني سواء الكليات أو الخدمية أو المباني الداعمة لشبكات البنية التحتية. بالإضافة إلى مخططات تنسيق المواقع.

٣- التوقيع الجغرافي للشبكات الكاملة للبنية التحتية (كهرباء واتصالات – مياه(عذبة-مالحة-معالجة) – صرف صحي)،

المرحلة الثالثة: تكوين وتحديث مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد

وهي التي تم فيها الربط المتواصل باستخدام واجهات التطبيق الثلاث لبرنامج ARCGIS 9.3 وهي ( Arc / Arc catalog Arc toolbox / map) بين عناصر مستندات العقد (الرسومات الهندسية لجميع التخصصات - جداول الكميات – المواصفات الهندسية) والتحديثات التي تصاحب تطور المشروع من صور فوتوغرافية لتطور المشروع، صور فضائية حديثة، تصحيحات ميدانية للمشروع، أوامر تغيير وإجراءات تصحيحية طبقا للدراسة الفنية، بيانات ومعلومات ميدانية غير واردة بمستندات العقد، ويوضح شكل (٣) مثال لتكوين وتحديث مصفوفة قاعدة البيانات المكانية والبيانات الوصفية لأحد المباني (مبنى الإدارة المركزية) باستخدام برنامج ARCGIS9.3 وتوضيح كيفية إدخال رسومات ومخططات التعاقد الأوتوكاد .CAD dwg وبصورة تقبل الإضافة والتعديل.




شكل (3) مثال لتكوين مصفوفة قاعدة البيانات المكانية والبيانات الوصفية لأحد المباني (مبنى الإدارة المركزية) باستخدام برنامج ARCGIS 9.3 وتوضيح كيفية إدخال رسومات ومخططات التعاقد الأوتوكاد .CAD dwg داخل برنامج ARCGIS 9.3 وبصورة تقبل الإضافة والتعديل

**التوصيات:**

- يجب العمل على الدعم بالتشجيع والحوافز والقوانين للمكاتب الهندسية المنوطة بتصميم المشاريع الهندسية الحيوية كالجامعات والمستشفيات والمدن والأحياء السكنية وغيرها بأن يتم وضع منظومة رقمية لصياغة وهيكلة معلومات مستندات التعاقد الرسمية الورقية والرقمية لهذه المشاريع (جداول الكميات – المواصفات والشروط الفنية – المخططات الهندسية المختلفة) وبرامجها المتنوعة الامتدادات (تحديد المواقع G.P.S - Pdf. (Excel (xls.) - AutoCAD (dwg.) - word (doc.) باستخدام التقنيات الحديثة مثل نظم المعلومات الجغرافية وبرنامجها الأحدث ARCGIS9.3 في دمج جميع مستندات التعاقد الرسمية وغيرها داخل برنامج واحد مثل ARCGIS9.3 وذلك لسهولة البحث الرقمي عن أي معلومة عن هذه المشاريع أثناء تصميم أو تنفيذ مثيلاتها من المشاريع.
- إدخال مناهج تعليم كلاً من نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems GIS) وإدارة المشاريع المتخصصة (Project Management Professionals) لطلاب البكالوريوس و الدراسات العليا وذلك لدعم المشاريع الهندسية تحت التصميم أو تحت الإنشاء بالكفاءات البشرية لهيكلة قاعدة المعلومات للمشاريع الهندسية.
- دعم الهيئات القائمة على أعمال الصيانة للمشاريع الهندسية بالتدريب والتوعية لكوادرها الهندسية لاستخدام قاعدة المعلومات الرقمية وذلك للدقة في تحديد الأماكن والبيانات لإجراءات التنفيذ والبعد عن الذاكرة البشرية وأقدمية الوجود في المكان والتي تتعرض للأخطاء بصورة كبيرة.
- يجب وضع الحوافز والقوانين لدعم الهيئات المنوطة بإدارة وتنفيذ المشاريع الهندسية بهيكل قاعدة معلومات رقمي متكامل يعمل على سهولة الدعم الدقيق للاستفسارات من أطراف العمل (المالك – الاستشاري – المقاول) عن البيانات والمعلومات المكانية والوصفية لجميع مستندات التعاقد كالمخططات وجداول الكميات والمواصفات أثناء مراحل تنفيذ المشروع، مما يوفر الوقت والجهد ويدعم عمليات التطابق بين المواصفات الفنية والمخططات الهندسية على أرض التنفيذ مما يؤكد دقة وجودة التنفيذ طبقا للوقت المحدد لإنهاء المشروع.

**خلاصة البحث:**

يخلص البحث من خلال دراسة مداخله الثلاث وهو المدخل النظري والمدخل الاستنتاجي والمدخل التطبيقي إلى أن هناك تطور في إدارة تنفيذ المشروعات الهندسية المتخصصة (Project Management Professional PMP) التي تعنى بتطبيق المعرفة والمهارات والأدوات والأساليب التقنية على أنشطة المشروع لتحقيق متطلبات المشروع مع مراعاة التوازن للقيود الثلاثة المترافقة مع إدارة المشروع وهي نطاق المشروع والوقت والتكلفة، وذلك من خلال كلاً من أولاً: تحديد دورة حياة المشروع الهندسي Project Lifecycle، ثانياً: تطبيق المراحل الخمسة لعمليات إدارة المشروعات الهندسية Project Management Processes والتي تتلخص في أربع عمليات رئيسية هي: عمليات البدء، عمليات التخطيط عمليات التنفيذ، عمليات المراقبة، عمليات الانتهاء، وهذه العمليات الأربع هي

التي تضفي الشكل الرسمي على قبول المشروع كهيكل مادي في الموقع ، ويدعم مراحل عمليات إدارة المشروع تسعة مجالات للمعرفة التخصصية Nine Knowledge Aspects والتي تتلخص في تكامل إدارة المشروع من حيث إدارة كل من نطاق وزمن وتكاليف وجودة وموارد واتصالات ومخاطر وخطة التوريد المشروع

تتفاعل عمليات إدارة المشروعات الهندسية الأربعة مع مجالات المعرفة التسعة بهدف الوصول إلى الصورة النهائية لتسليم المشروع الهندسي في صورة سجلات وبيانات ومعلومات لجميع وثائق التعاقد على الصورة المتعارف عليها دوليا باسم AS BUILT DRAWINGS، وتشكل المخططات الهندسية (المعمارية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية) المعلومات المكانية والفراغية Spatial Data لوثائق تعاقد المشروع بينما تمثل جداول الكميات والمواصفات ومواصفات التعاقد مع الهيئات المنفذة والإشرافية البيانات الوصفيةAttribute Data للوثائق المتبقية من وثائق تعاقد المشروع.

يصاحب تطور الاعتماد على منهجية إدارة المشاريع بالصورة السابقة تطور تقني في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة المشروعات الهندسية مثل: سجلات البنية الأساسية، الخدمات الروتينية العادية والطارئة، استعمالات الأراضي والتخطيط العمراني، إدارة الموارد والمصادر الطبيعية، دراسة تحليل واختيار المواقع، التحليل المكاني في البعد الثالث 3D، كما أنه هناك تطور تقني في إمكانات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة المشروعات الهندسية مثل: إمكانية إدخال البيانات والرسومات، إمكانية التحليل والتعديل والدمج بين المدخلات، وإمكانية إظهار النتائج والتقرير النهائي لجميع مكونات وثائق التعاقد للمشاريع الهندسية من خلال واجهات برنامج واحد.

وتستطيع نظم المعلومات الجغرافية من خلال مجالات تطبيقها وإمكاناتها المتاحة أن تدعم متطلبات مراحل إدارة المشروعات وتنفيذها من خلال تحديد مصفوفة قاعدة بيانات أرشيفية رقمية لجميع مكونات وثائق التعاقد للمشاريع الهندسية لها أهداف تتلخص في: تنظيم قاعدة بيانات هندسية ذات ترابط علائقيRelational Database ، التعامل من خلال واجهات تطبيق برنامج واحد لأحد برنامج نظم المعلومات الجغرافية، والتحديث المستمر لقواعد البيانات، كما أن لها منهجية تتلخص في: التجهيز الأولي لمصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد، المرحلة الثانية: بناء مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد، المرحلة الثالثة: تطوير وتحديث مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد، المرحلة الرابعة: اكتمال مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد، هذا بالإضافة أن أوجه دعم إنشاء مصفوفة قاعدة البيانات الهندسية في إدارة المشاريع الهندسية تتلخص في: أولا: تلبية احتياجات الاستفسار والتحليل التي يحتاجها أطراف العمل الهندسي (المالك، الاستشاري، المقاول) ابتداءً من توقيع إجداثيات المشروع وحتى تسليمه، ثانياً: توثيق تسليمات وسجلات المشروع الهندسي بكل مكوناته الفراغية والوصفية للمستخدمين والهيئة الملوطة بإدارة المشروع لدعم عملية توثيق وتسليم جميع مستندات العقد طبقا لما هو منفذ (As-Built Drawing).

وتم تطبيق مصفوفة قاعدة البيانات الأرشيفية الرقمية لجميع مكونات وثائق التعاقد للمشاريع الهندسية على مشروع إنشاء جامعة الملك فيصل كحالة دراسية عملية في أربع مراحل كما يلي: المرحلة الأولى وهي التي تعنى بالتجهيز الأولي لمصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد من حيث تقسيم المشروع إلى مراحل محددة مع تحديد البيانات المكانية والبيانات الوصفية لكل مرحلة، تحديد نقاط نقل الإحداثيات للمشروع باستخدام GPS، تجهيز رسومات الCAD، ترقيم وترميز الفراغات، وغيرها، المرحلة الثانية: وهي التي تعنى ببناء مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد باستخدام أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية مثل برنامج (ARCGIS 9.3) وواجهات تطبيقه الثلاث Arc toolbox / Arc map / catalog في بناء وترتيب هرمية البيانات لتقسيمات المشروع مع التدرج في إدخال البيانات المكانية والبيانات الوصفية للرسومات الهندسية للتخصصات المختلفة (المعمارية-المدنية-الكهربائية-الميكانيكية)، المرحلة الثالثة: وهي التي تعنى بتكوين وتحديث مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد من خلال الربط المتواصل باستخدام واجهات التطبيق الثلاث Arc toolbox / Arc map / Arc catalog بين عناصر مستندات العقد (الرسومات الهندسية لجميع التخصصات - جداول الكميات – المواصفات الهندسية) والتحديثات التي تصاحب تطور المشروع، المرحلة الرابعة: وهي التي تعنى باكتمال مصفوفة قاعدة البيانات لمستندات التعاقد والتي يمكن رويتها والتعديل والرسم عليها مع الحفظ من خلال واجهات التطبيق الثلاث Arc toolbox / Arc map / Arc catalog داخل برنامج ARCGIS، وهذه المصفوفة تشمل كل أجزاء المشروع من حيث:- الرسومات الهندسية المتخصصة المختلفة (المعمارية-الإنشائية-الكهربائية-الميكانيكية)، - المواصفات الفنية المحدثة، - المعلومات والبيانات النصية النهائية كجداول الكميات وأوامر التغيير وغيرها، المعلومات عن الهيئات المنفذة والإشرافية.

## المراجع:


١- الدليل المعرفي لإدارة المشروعات، المعهد القومي الأمريكي للمقاييس القومية، معهد دارة المشروعات، السعودية، ٢٠٠٤.

2- David I, Cleland, Roland Gerela, Global project management handbook, McGraw, Hill Professional, ISBN 0-07146045,2006.

3- John R.Adams, Principles of Project Management, project management institute , library of congress cataloging, USA, 1997.

4- Barr Benator, Albert Thumann, Project Management and Leadership Skills for Engineering and Construction Projects, isps-0-88173-429-2, the Fairmont Press, 2003.

٥- الفية مدنية – إدارة المشاريع ٢٠٥ مدن – المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني – المملكة العربية السعودية – ٢٠٠٥.

6- Richard Lsheli, Management of Professionals, University of Cincinnatti, ohio, U.S.A, Macel Dekker Inc., 2002.

7- Joel M.Koppelman, Quentin W.fleming, Earned Value Project Management, Newtown Square, Pennsylvania, USA, 2003.

٨- الفيلان، حنان ، دراسات عن نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، الرياض، ٢٠٠٦.

http://www.gisclub.net/vb/showthread.php?t=24

9- Peter A. Burrough, Rachael A. McDonnell, Principles of Geographical Information Systems (Spatial Information Systems), Oxford university, 2007.

10- Bob Booth, Andy Mitchell, Getting Started with ARCGIS, ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.

11- Jeff Shaner, Jennifer Wrightstell, Editing in ArcMap, ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.

12- Aleta Viennesa, Using ArcCatalog , Building the catalog, , ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.

13- AndrewMacDonald, Building a Geodatabase, ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.

14- Harvey, Francis A, Primer of GIS, Fundamental geographic and cartographic concepts, The Guilford Press, 2008.

15- Tomlinson, R.F., Thinking About GIS, Geographic Information System Planning for Managers, ESRI Press, 2005

١٦- بلدية الإحساء، موقع مدينة الإحساء باستخدام GPS، السعودية، ٢٠١٠.

17- Lill McCoy nd Kevin Johnston, Using ARCGIS Spatial Analyst, ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.

18- Bolstad, P., GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems, Second Edition, White Bear Lake, MN: Eider Press, 2005.

19- Thurston, J., Poiker, T.K. and J. Patrick Moore, Integrated Geospatial Technologies, A Guide to GPS, GIS, and Data Logging. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2003.

20- What is ARCGIS, ARCGIS 9.3 manual book learning, esri company, 2006.
21- J. Constr. Engrg, Volume 122, Issue 4, American Society of Civil Engineers, Exploring a GIS Prototype to Improve the Management of the Architectural Design, Engineering and Construction Building, Project Process Wei Sun, Ph.D. , M. Jo. Hasell, Ph.D. , University of Florida,1996.
22- Elangovan,K "GIS: Fundamentals, Applications and Implementations", New India Publishing Agency, New Delhi, 2006.
٢٣- القرني، عبد الله بن محمد بن عبد الله ، نظم المعلومات الجغرافية، المبادئ الأساسية والمفاهيم التشغيلية، مواصفات ومقاييس وتصميم وتحليل مكاني، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، ٢٠٠٦.
٢٤- إشراف الباحث على تصميمات العديد من المكاتب وتنفيذ العديد من شركات المقاولات لمشروع جامعة الملك فيصل، مدينة الهفوف، السعودية، ٢٠١٠.