مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

دعم اتخاذ القرار لإدارة معدات التشييد باستخدام التنقيب عن البيانات (دراسة حالة الشركة العامة للمشاريع المائية)

الدكتور بسام حسن*
الدكتور هاني نجا**
سماح مكية***

(تاريخ الإيداع 8 / 10 / 2012. قُبِل للنشر في 20/ 11 / 2012)

□ ملخّص □

إن تطبيق تقنيات التنقيب عن البيانات من أجل دعم اتخاذ القرار لإدارة معدات التشييد في شركات البناء والتشييد سيقلل من الأخطاء في اتخاذ القرارات اللازمة؛ ومن الاعتماد على الخبرة البشرية التي تحتاج إلى سنوات عديدة لتكوينها.

يقدم هذا البحث أداة فعالة من أجل الاكتشاف المعرفي، ثم صنع القرارات الإستراتيجية في شركات التشييد عن طريق التنقيب عن بيانات معدات التشييد باستخدام خوارزميات السلاسل الزمنية من أجل التنبؤ المستقبلي بالأعطال، أو الجاهزية، أو الإنتاجية خلال الأشهر أو السنوات القادمة، وهذا يساعد مديري المعدات في شركات التشييد على اتخاذ قراراتهم في إدارة المعدات بفعالية أكبر.

تم عرض دراسة حالة لإحدى شركات التشييد في القطاع العام السوري (الشركة العامة للمشاريع المائية)، وأظهرت النتائج مؤشرات رقمية تم التنبؤ بها انطلاقاً من بيانات واقعية مجمعة خلال ست سنوات أعطت تقييماً للمعدات، ووفرت الدعم لاتخاذ القرارات اللازمة في إدارة المعدات في الشركة.

الكلمات المفتاحية: إدارة معدات التشييد، التنقيب عن البيانات، نظم دعم القرار DSS، السلاسل الزمنية.

* أستاذ – قسم هندسة وإدارة التشييد - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
** مدرس- قسم هندسة وإدارة التشييد - كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.
*** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – قسم هندسة وإدارة التشييد - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين – اللاذقية - سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

Utilizing Data Mining to Support Decision Making for Construction Equipment Management Case Study of The General Company for Water Projects

Dr. Bassam Hasan[*]
Dr. Hani Naja[**]
Samah makkiah[***]

(Received 8 / 10 / 2012. Accepted 20 / 11 / 2012)

□ ABSTRACT □

Utilizing Data Mining techniques to support decision-making for construction equipment management in construction companies will reduce the mistakes in decision-making and will also reduce the dependence on human experience.

This paper presents an effective tool for knowledge discovery and making strategic decisions in the construction companies through construction equipment data mining using Time Series algorithms to predict failures, availability or productivity during the coming months or years, which helps equipment managers to make efficient decisions for managing construction equipments in their construction companies.

A case study has been presented for one of construction companies (The General Company for Water Projects) in the Syrian Public Sector. Results show numeral indicators which have predicted from collected data

during six years, these indicators evaluate the equipments and support needed decisions for managing them.

Keyword: construction equipment management, Data mining, decision support system DSS, Time Series.

[*]**professor, Department of Construction engineering and management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, lattakia, Syria.**
[**]**Associate professor, Department of Construction engineering and management, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, lattakia, Syria.**
[***]**postgraduate student, Department of Engineering management and construction,Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, lattakia, Syria.**

مقدمة:

تمثل معدات التشييد أهم الموجودات الفيزيائية في شركات التشييد، وقد زاد المقاولون في السنوات الأخيرة حجم استثماراتهم في تشغيل المعدات، وتحديثها، واستبدالها من أجل تأمين احتياجات مشاريع التشييد (Stewart 2000). كذلك تأخذ كلفة معدات التشييد خاصة في مشاريع البنية التحتية مثل الطرق، والسدود، والأنفاق الحصة الأكبر من الكلفة الإجمالية لمشاريع التشييد (Tatary 2006)؛ لذا فإن إدارة المعدات بالشكل الصحيح ستؤدي بلا شك إلى تخفيض هذه التكاليف والمساهمة في إنجاح عملية إدارة التشييد ككل.

إن التطور الحاصل في استخدام تقنيات الأتمتة، ووجود التطبيقات، والأنظمة البرمجية المختلفة لإدارة معدات التشييد سهّل بشكل كبير عملية جمع البيانات، وتخزينها، والحصول على كميات هائلة من بيانات قوافل معدات التشييد، وقد تأكدت العديد من الشركات من أهمية ثروة المعلومات المخبأة في هذه البيانات التي تحسن بشكل فعال نوعية القرارات (Goyal 2003)؛ لذلك ظهرت تقنيات التنقيب عن البيانات Data Mining بوصفها جزءاً من عملية الكشف عن المعرفة Knowledge Discovery؛ إذ يمكن تحويل كميات كبيرة من البيانات إلى معلومات مفيدة، وعندما تستخرج الشركات معلومات غير معروفة مسبقاً من مستودعات البيانات الخاصة بها، يمكن لها أن تعرضها على صناع القرار، وتمكنهم من تعرف أداء تلك الشركات، ورسم الاستراتيجيات بعيدة المدى لها، وتقدم الدعم في اتخاذ العديد من القرارات المهمة.

تأتي تقنيات التنقيب عن البيانات من ثلاثة حقول أكاديمية هي: الإحصاء statistics، وتعلم الآلة machine learning، وقواعد المعطيات data bases (Maclennan 2009) حيث إن:

– أحد العمليات الجوهرية للتنقيب عن البيانات هي تحليل الارتباط analyze correlations، وهذا ما يهتم به علم الإحصاء؛ لذلك فإن العديد من خوارزميات التنقيب عن البيانات تستخدم التقنيات الإحصائية.

– يستخدم التنقيب عن البيانات العديد من الخوارزميات الحديثة التابعة لتعلم الآلة من أجل الاكتشاف المعرفي؛ وأهم هذه الخوارزميات هي شجرة القرار decision tree، ويطبق كذلك المنطق الضبابي fuzzy logic والخوارزميات الجينية genetic algorithms في بعض خوارزمياته.

– يعتمد التنقيب عن البيانات على قواعد المعطيات؛ لقدرتها على التعامل مع الكميات الضخمة من البيانات؛ وبذلك تقدم تقنيات التنقيب عن البيانات فوائد لا يمكن الحصول عليها من الطرق الإحصائية العادية؛ إذ تستطيع موديلات التنقيب عن البيانات اكتشاف العلاقات، والأنماط، والقواعد الموجودة في بيئة ديناميكية معقدة، وهي تعتمد على السجلات الواقعية أكثر من اعتمادها على الخبرة، وإن العديد من موديلات التنقيب واضحة، وقابلة للتفسير، والفهم، ويمكن إضافتها بسهولة إلى نظام إدارة معدات التشييد.

أهمية البحث وأهدافه:

إن تطبيق تقنيات التنقيب عن البيانات من أجل دعم قرار إدارة معدات التشييد في الشركات الهندسية ضمن واقع القطاع العام السوري، سيقلل من الأخطاء في اتخاذ القرارات اللازمة، ومن الاعتماد على الخبرة البشرية التي تحتاج إلى سنوات عديدة لتكوينها، حيث تعاني الشركات المحلية العاملة في مجال التشييد في القطاع العام بشكل عام من خلل في إدارة معدات التشييد لديها، وينتج من ذلك الاستثمار غير الاقتصادي لتلك المعدات؛ إذ تمتلئ المخازن بمعدات متوقفة عن العمل، وتستنزف عمليات الإصلاح ميزانية تلك الشركات. ويلاحظ أيضاً الازدياد الكبير في أعمال

التشييد التي تقوم بها هذه الشركات حيث ارتفعت بنسبة 78% في السنوات العشر الأخيرة (إحصائيات 2010-2011) مع ازدياد في أعداد معدات التشييد في مختلف فروع الشركة الواحدة. وتغرق هذه الشركات الهندسية في آلاف المستندات الورقية والإلكترونية، أما عمليات الإدارة فهي فردية، وقراراتها ذاتية، وهي تعتمد كلياً على الخبرة انطلاقاً من مدير الآليات إلى مدير الفرع إلى المدير العام للشركة، وقد يسبب هذا خسائر فادحة غير مرئية.

يهتم هذا البحث بتطبيق خوارزميات السلاسل الزمنية بوصفها إحدى تقنيات التنقيب عن البيانات من أجل استخلاص المعلومات والمعرفة المفيدة؛ لدعم قرارات إدارة معدات التشييد، حيث تقوم خوارزميات السلاسل الزمنية بتحليل الكميات الضخمة من بيانات معدات التشييد من أجل اكتشاف النزعات trends، والتنبؤ المستقبلي بالأعطال، أو الجاهزية، أو الإنتاجية خلال الأشهر أو السنوات القادمة، وهذا يساعد في دعم القرار المتخذ في إدارة هذه المعدات، وتقديم أجوبة فعّالة عن استعلامات وأسئلة كالآتي :

- هل يجب استئجار أو شراء أنواع معينة من المعدات لتغطية حجم أعمال التشييد المتوقع إنجازها في العام القادم؟
- ما هي المعدات الواجب تأجيرها أو نقلها إلى فرع آخر من فروع الشركة؟
- ما هي المعدات المقترح تطبيق إصلاحات رئيسية لها (عمرة) أو المقترح استبعادها؟
- هل يجب أن نستبدل صنف من المعدات تم شراؤها من شركة صانعة معينة عام 1980؟

وبهذا يستطيع مديرو المعدات في شركات القطاع العام السورية أو شركات التشييد بشكل عام اتخاذ قراراتهم في إدارة المعدات بفعالية أكبر.

منهجية البحث:

تتلخص المنهجية التي تم اتباعها في هذا البحث للتنقيب عن بيانات معدات التشييد التابعة لبعض شركات القطاع العام السوري في المراحل الآتية :

1- مرحلة التخطيط وتحديد البيانات المفيدة والمتاحة.
2- مرحلة إعداد البيانات ومعالجتها.
3- مرحلة بناء مكعبات البيانات المتعددة الأبعاد.
4- مرحلة تنقيب مكعبات البيانات والحصول على المعرفة لدعم القرار.

وفيما يلي تفصيل تلك المراحل:

1-مرحلة التخطيط وتحديد البيانات المفيدة والمتاحة :

تناول البحث شريحة من شركات القطاع العام السورية، وهي :

- الشركة العامة للبناء والتعمير.
- مؤسسة الإسكان العسكري.
- الشركة العامة للمشاريع المائية.

حيث تمت دراسة الدورة المستندية لكل ما يخص معدات التشييد في هذه الشركات، وجمع الجداول الإلكترونية كلها المتعلقة بمعدات التشييد لديها كالجداول التي تبين عدد ساعات العمل، أو التعطل، أو عدم وجود جبهة عمل، إضافة إلى جداول تبين الإنتاجية الشهرية للمعدات، وجداول مختلف النفقات والإيرادات الشهرية لمعدات الشركات. وباعتبار أن تطبيق التنقيب عن البيانات في صناعة التشييد يجب أن يوجه إلى الحالات التي تتوافر فيها بيانات إلكترونية ضخمة (Khaled 2007) فقد تم اختيار الشركة العامة للمشاريع المائية التي تملك 16 فرعاً في المحافظات

السورية مع إدارة مركزية في مدينة الثورة بسبب توافر بيانات إلكترونية لمعدات التشييد لديها من عام 2006 إلى الربع الأول من عام 2012.

تم إجراء مقابلات مع مديري المعدات في الشركة على اختلاف مسؤولياتهم: المدير العام، ومدير الآليات في الإدارة العامة، ومدير الفرع، ورئيس دائرة التخطيط، ورئيس دائرة الآليات في الفرع، ورئيس شعبة الكلفة، والسائق؛ وذلك لاختيار مشاكل الأعمال المطلوب حلها. من أبرز القضايا التي تمت مناقشتها :

- الحاجة إلى الاستفادة من الكمية الهائلة من البيانات المتوافرة في الشركة عن معدات التشييد في تقييم الجدوى الاقتصادية لتشغيل المعدات انطلاقاً من البيانات الواقعية.
- التنبؤ بالإصلاحات، والجاهزية، وساعات العمل المستقبلية لدعم الخطة السنوية للشركة.
- القدرة على اتخاذ مختلف القرارات التي تخص المعدات: تشغيلها بوضعها الحالي، أو إجراء إصلاحات رئيسية (عمرة)، أو استبدالها، أو استبعادها، أو قرار الشراء، أو الاستئجار وغيرها من القرارات.

ثم تم تحديد أهم مصادر البيانات الممكن الاستفادة منها في دعم قرار إدارة معدات التشييد بما يلي:

أ- الجداول الإلكترونية: وتخص الكشوف الشهرية لمختلف نفقات المعدات وإيراداتها (كما في الشكل (1)، وجداول الجاهزية الشهرية للمعدات، وجداول استثمار المعدات الشهرية.

ب-جداول قاعدة بيانات Access: وتضم جدول الاستهلاك التفصيلي لمختلف أنواع الزيوت، وجدول استهلاك قطع التبديل، وجدول استهلاك الإطارات إضافة إلى جدول الإصلاح التفصيلي.

ت- بيانات خارجية: تتعلق بأسعار الوقود والزيوت (علماً أن شركات القطاع العام تزود معداتها بالوقود عادة من شركة سادكوب) إضافة إلى عوامل التضخم العالمية لأسعار المعدات، وقطع التبديل، والإطارات، وأسعار الصرف لليرة السورية مقابل العملات الأجنبية وغيرها.

ومن الملاحظ أن الشركة تجمع بياناتها باستخدام تطبيقات وأنظمة حاسوبية مختلفة، وهذا يجعل البيانات تتصف بالفوضى والبعثرة. فضلاً عن أنها ليست منظمة وفق بناء يُساعد صناع القرار على استخلاص ما يلزم من المعلومات المفيدة أو صنع القرارات الإستراتيجية التي تعتمد على معرفة النزعة وإمكانية التنبؤ، وهذا يدفع إلى البدء بالمرحلة التالية من البحث.

2-مرحلة إعداد البيانات ومعالجتها:

استهلكت هذه المرحلة الجهد الأكبر والوقت الأطول بين مختلف المراحل؛ لذلك تعد من أهم مراحل التنقيب عن البيانات. وتضم هذه المرحلة:

2-1 إعداد بيانات المصدر: نظراً لعدم وجود نظام إدارة معلومات MIS في الشركة – كباقي شركات القطاع العام – كان لابد من إعداد هذه البيانات وتهيئتها لاستخلاص ما يلزم من معلومات. وقد تم مراعاة وجود البيانات في نوعين من الملفات هما:

أولاً: الجداول الإلكترونية

هناك ثلاثة أشكال من الجداول الإلكترونية تم استخلاص البيانات منها وهي: جداول نفقات المعدات الشهرية وإيراداتها، وجداول الجاهزية الشهرية للمعدات، وجداول استثمار المعدات الشهرية، وتتألف هذه الجداول من صفحات إلكترونية بحيث تخص كل صفحة شهراً معيناً كما هو مبين في الشكل (1).

الشركة العامة للمشاريع المائية
فرع اللاذقية
الرقم :
التاريخ :

حساب نسبة استثمار وتجهيزية المعدات الهندسية في فرع اللاذقية عن شهر كانون ثاني لعام 2007

نوع ورقم الآلية أو المعدة	نموذج ومواصفا ت الآلية	مكان عمل الآلية اسم المشروع	نوع العمل	توصيف العمل	الكمية المنفذة الإجمالية الواردة بالإنجاز	الكمية المنفذة بالمتابعات الفرع مل	إجمالي الكمية المنفذة	ساعات العمل الفعلية خلال الشهر	ساعات العمل الإجمالية الجاهزة خلال الشهر	ساعات العمل الإجمالية النظرية خلال الشهر	الإنتاج المعياري المقابل لساعة واحدة	الكمية الواجب تنفيذها خلال ساعات العمل	إجمالي الكمية الواجب تنفيذها	نسبة الأداء		نسبة الإنجاز الإجمالية	الكمية المصروفات المستهلكة (لتر)	نسبة الاستهلاك	
														كل نوع عمل	الكلية			نظري	فعلي
تراكس جنزير 024-30	977	كسارة زاما	تحميل	تحميل بقايا نهرية		1500	1500	62	184	62	35	2170	2170	69%	69%	69%	920	14.8	14
تراكس دولاب 022-31		خط الحر الرابع	رديميات	قرش يحص		1700	1705	91	184	96	25	2275	2280	75%	76%	75%	1090	11.4	12
		مبنى المكافحة	رديميات	أعمال خاصة		5		5			1	5		100%					
تراكس دولاب 095-31	950	كسارة زاما	تحميل	تحميل بقايا نهرية		2500	2500	55	112	55	57	3135	3135	80%	80%	80%	725	13	12
تراكس دولاب 101-31	950	شبكات ري بالتوران	رديميات	قرش يحص		1000	1000	52	160	52	25	1300	1300	77%	77%	77%	370	7.4	12

صفحة 1

الشكل (1) جدول الاستثمار خلال شهر/ الشركة العامة للمشاريع المائية – فرع اللاذقية

تم إنشاء ثلاث ماكروات بلغة Visual Basic لكل شكل من أشكال الجداول الإلكترونية تقوم بما يلي:

- تغيير عناوين رؤوس الأعمدة في كل صفحة (Sheet)، وتغيير التسميات العربية لكل صفحة إلى اللغة الإنكليزية؛ وذلك لتسهيل التعامل معها فيما بعد برمجياً.
- إلغاء منطقة الطباعة وإلغاء دمج الخلايا.
- إضافة رقم الشهر والسنة إلى سجلات كل صفحة عن طريق إضافة عمودين الأول يخص الشهر والثاني يخص السنة.
- تجميع الأشهر المتوافرة ضمن الملف الواحد في صفحة إجمالية والتي سيتم استيراد البيانات منها فيما بعد إلى الجداول المؤقتة في SQL Server 2008 لتنظيفها ومعالجتها.

ثانياً:جداول قاعدة البيانات Access:

تضم جداول الاستهلاك التفصيلية لمختلف أنواع الزيوت، وقطع التبديل، والإطارات، إضافة إلى جداول الإصلاح التفصيلية، وهي موجودة ضمن أربعة ملفات Access. ونظراً لعدم وجود نظام قاعدة بيانات متكامل فقد تم ردف الملف الأول بجدول أنواع الزيوت، وردف الملف الثاني بجداول تتعلق بأنواع قطع التبديل وبلد المنشأ، أما الملف الثالث فقد تم إضافة قياس الإطارات، واسم الشركة المصنعة، وبلد المنشأ إليه.

2-2 معالجة البيانات:

تم في هذه المرحلة إجراء مجموعة من العمليات منها: استخلاص البيانات Extraction، وتنظيفها، وإلغاء النسخ المتطابقة، والتحويل transformation ، والتحميل loading ، والتحديث كل فترة زمنية periodic data refreshing. ويشار إلى هذه المعالجات عادة بـ ETL (Extraction, Transformation, Loading).

يقدم SQL Server 2008 خدمات التكامل SSIS (SQL Server Integration Services) لتنفيذ عمليات الاستخلاص، والتحويل، والتحميل ETL (Knight 2008)، وتزود هذه الخدمات بأدوات تصميم مرئية visual design tools تسمح للمستخدمين باستخراج البيانات، وتنظيفها، وتحويلها بين شكل أو أشكال متعددة من

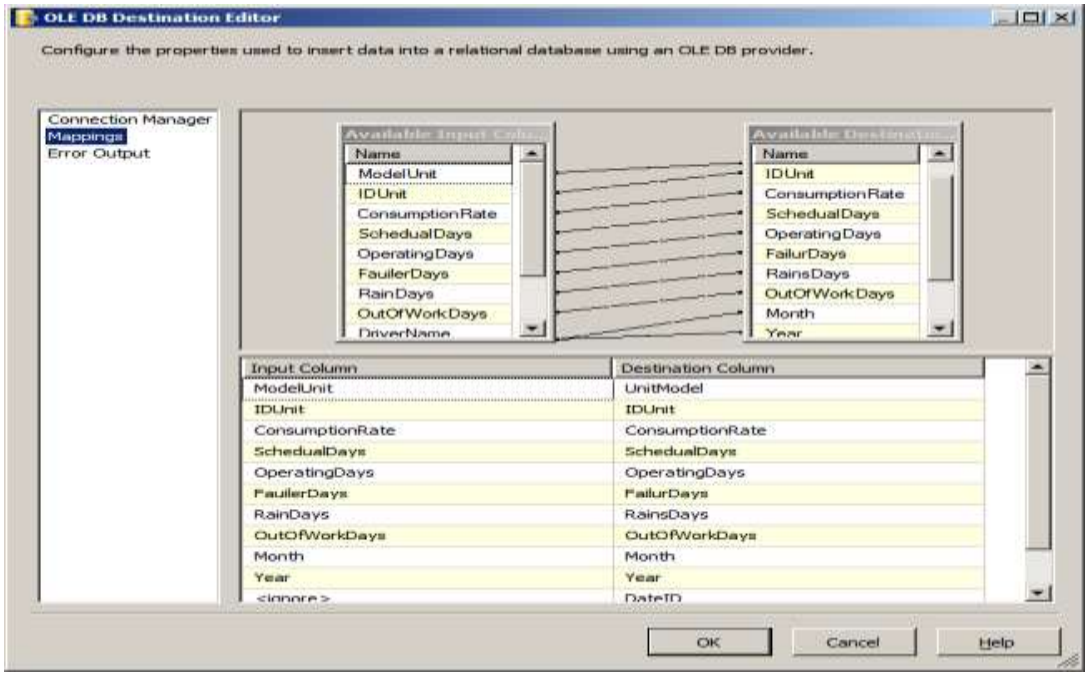
صيغ البيانات مثل MS SQL server، MS Excel، MS Access، Text files وغيرها (Maclennan 2009)، ثم تحميل البيانات إلى مستودع البيانات Data Warehouse ذي البناء البعدي.

باستخدام Microsoft Visual Studio الذي يدعم SQL Server 2008، قمنا بإنشاء مشروع من أنماط مشاريع ذكاء الأعمال Business Intelligence Projects، حيث يتم اختيار النوع Integration Services Project الذي يسمح بالاستفادة من خدمات SSIS، ثم تم بناء عدة حزم packages ضمن المشروع وظيفتها تأمين استخلاص البيانات من مصادر البيانات، وتنظيفها، وتحويلها، ثم تحميلها إلى قاعدة بيانات ذات بناء بعدي تم إنشاؤها ضمن نظام إدارة قواعد البيانات SQL Server، وقد أطلقنا عليها اسم DSS.

ويمكن تقسيم عمليات ETL إلى مرحلتين رئيسيتين هما:

I- عمليات استخلاص ETL البيانات وتحويلها وتحميلها من الجداول الإلكترونية:

تم بناء جداول مؤقتة ضمن نظام إدارة قواعد البيانات SQL server مهمتها استضافة البيانات قبل تحويلها وتحميلها إلى قاعدة البيانات DSS؛ وذلك استعداداً لعملية تغذية القاعدة DSS بدفعة جديدة من البيانات. ويتم نقل البيانات من ملفات Excel إلى الجداول المؤقتة في SQL Server بعد حذف البيانات القديمة الموجودة في الجداول المؤقتة. يبين الشكل (2) مخطط النقل من أحد ملفات الأكسل المتعلقة بجاهزية المعدات الشهرية إلى الجدول المؤقت ضمن SQL server.



الشكل (2) مخطط النقل من جدول الجاهزية الإلكتروني إلى الجدول المؤقت المقابل ضمن SQL server

يتم في الخطوة التالية تنظيف البيانات الموجودة في الجداول المؤقتة، وتضم هذه العملية: حذف الأسطر الصفرية والفارغة، وحذف البيانات غير المفيدة كتلك البيانات النصية التي تضاف أسفل الورقة من أجل إضافة التواقيع اللازمة فيما بعد، وحذف السجلات المكررة المتعلقة بحساب الإجمالي، إضافة إلى حذف البيانات التي رقم الشهر فيها

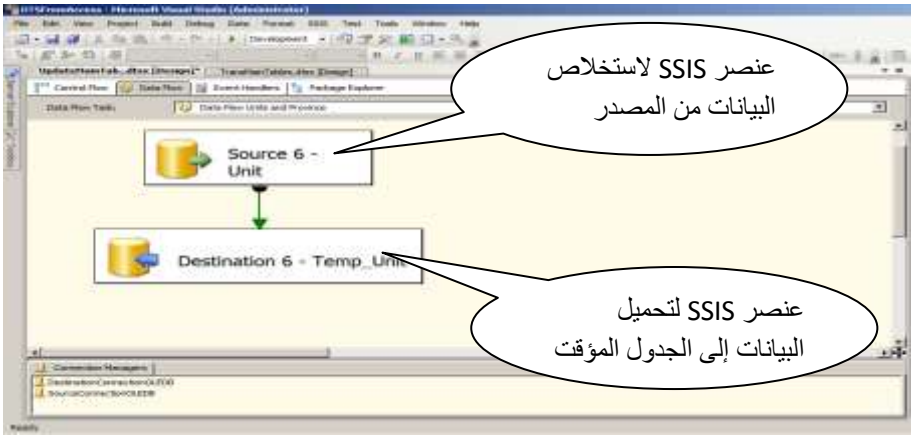
يساوي الصفر واستبدال القيم الفارغة Null بقيم صفرية. وقبل القيام بهذه المرحلة لا بد من الفهم الجيد للبيانات ومراقبتها؛ ليتم بعد ذلك اختيار العمليات اللازمة.

في المرحلة الأخيرة تم تحويل نوع البيانات في الجداول المؤقتة ((nvarchar(255 أو float) إلى الأنواع المناسبة التي تقابل أنواع البيانات في جداول قاعدة البيانات DSS؛ ثم إجراء عملية التحميل؛ وذلك باستخدام مهمات SQL تنفيذية Execute SQL Task (EST).

II- عمليات استخلاص ETL البيانات وتحويلها وتحميلها من قواعد البيانات Access:

بشكل مشابه لبيانات الجداول الإلكترونية تم إنشاء جداول مؤقتة ضمن SQL Server مقابلة لجداول قاعدة البيانات Access التي تصف معدات التشييد بوصفها جداولاً: صنف المعدة Category، وصف المعدة Class، والشركة المصنعة Manufacture لكل صف، وبلد المنشأCountries ، ونوع الوقود المستخدم Fuel Type، إضافة إلى جداول تتعلق بالأرقام الإدارية والحكومية للمعدات كالسعر وسنة الشراء وغيرها، كذلك تم إنشاء جداول مؤقتة مقابلة لجداول: الاستهلاك التفصيلي للزيوت، والاستهلاك التفصيلي لقطع التبديل، والاستهلاك التفصيلي للإطارات، وإصلاحات المعدات. وتعمل الجداول المؤقتة بوصفها منطقة مؤقتة تسهل عملية التحديث والتحميل لاحقاً.

إن نقل البيانات من جداول Access إلى الجداول المؤقتة في SQL Server تم باختيار مهمة Data Flow Task التي يتم فيها استخلاص البيانات من كل جدول من جداول ملف Access؛ ووضعها في الجداول المؤقتة الموافقة . يستخدم من أجل تحقيق هذه المهمة عنصران من عناصر SSIS، الأول لتحديد المصدر المراد استخلاص البيانات منه، والآخر لتحديد الهدف المراد تحميل البيانات إليه. فمثلاً: من أجل عملية نقل البيانات إلى أحد الجداول وهو جدول المعدات Unit يبين الشكل (3) استخدام عنصري SSIS الأول (Source 6 – Unit): يقوم بعملية استخلاص البيانات من جدول unit، والثاني (Destination 6 – Temp_Unit): يقوم بتحميل البيانات التي تم استخلاصها إلى الجدول المؤقت Temp_Unit في قاعدة البيانات DSS ضمن SQL Server.



الشكل (3) مهمة نقل البيانات من جدول Unit ضمن مشروع Integration Services Project الذي تم بناؤه في البحث

تم بعد ذلك إنشاء مهمات EST وظيفتها تنظيف الجداول المؤقتة حيث يتم: حذف السجلات الموافقة لأرقام المعدات الصفرية أو الفارغة أو الخاطئة، وتصحيح أرقام المعدات في هذه الجداول باعتبار أن ملفات المصدر من النوع Access تستخدم أرقام معدات بترتيب معكوس عن أرقام المعدات التي تستخدمها ملفات Excel؛ وبهذا يمكن

فيما بعد الجمع بين مصادر البيانات عن طريق المطابقة بين القيم المفتاحية. وفي النهاية تم تحميل البيانات الجديدة فقط من الجداول المؤقتة إلى قاعدة البيانات DSS.

3- مرحلة بناء مكعبات البيانات المتعددة الأبعاد:

تم تنظيم البيانات المجمّعة من عدة مصادر باعتماد تقنيات النمذجة البعدية Dimensional Modeling، حيث تنظم البيانات في جداول حقيقية Fact Tables تضم الكميات والمقادير الرقمية الحقيقية المقيسة لبيانات العمليات المتعلقة بالمعدة والتي يمكن استخدامها بوصفها مؤشرات إنجاز للمعدات لدعم اتخاذ القرار بشأن المعدة، وتحوي جداول أبعاد Dimension Tables الخصائص الوصفية descriptive attributes للبيانات المُجمّعة. وعلى الرغم من أن النمذجة البعدية تشغل مساحة تخزين أكبر بيد أنها تقدم إحدى أكثر التقنيات العملية في تسليم البيانات للمستخدمين end-user بكفاءة عالية (Kimball 1998).

تم بعد ذلك تحويل الموديل البعدي إلى مكعبات بيانات Cubes التي هي عناصر تخزين منطقية تجمع بين الأبعاد dimensions والقياسات measures؛ لتقدم رؤية متعددة الأبعاد للبيانات (Veerman 2009)؛ وذلك باستخدام خدمات التحليل SQL Server Analysis Services (SSAS) التي تدير البناء المتعدد الأبعاد للبيانات المجمّعة من عدة مصادر، وتساعد في تصميم موديلات التنقيب عن البيانات وتمثيلها باستخدام مجموعة متنوعة من خوارزميات التنقيب عن البيانات (Janus 2010).

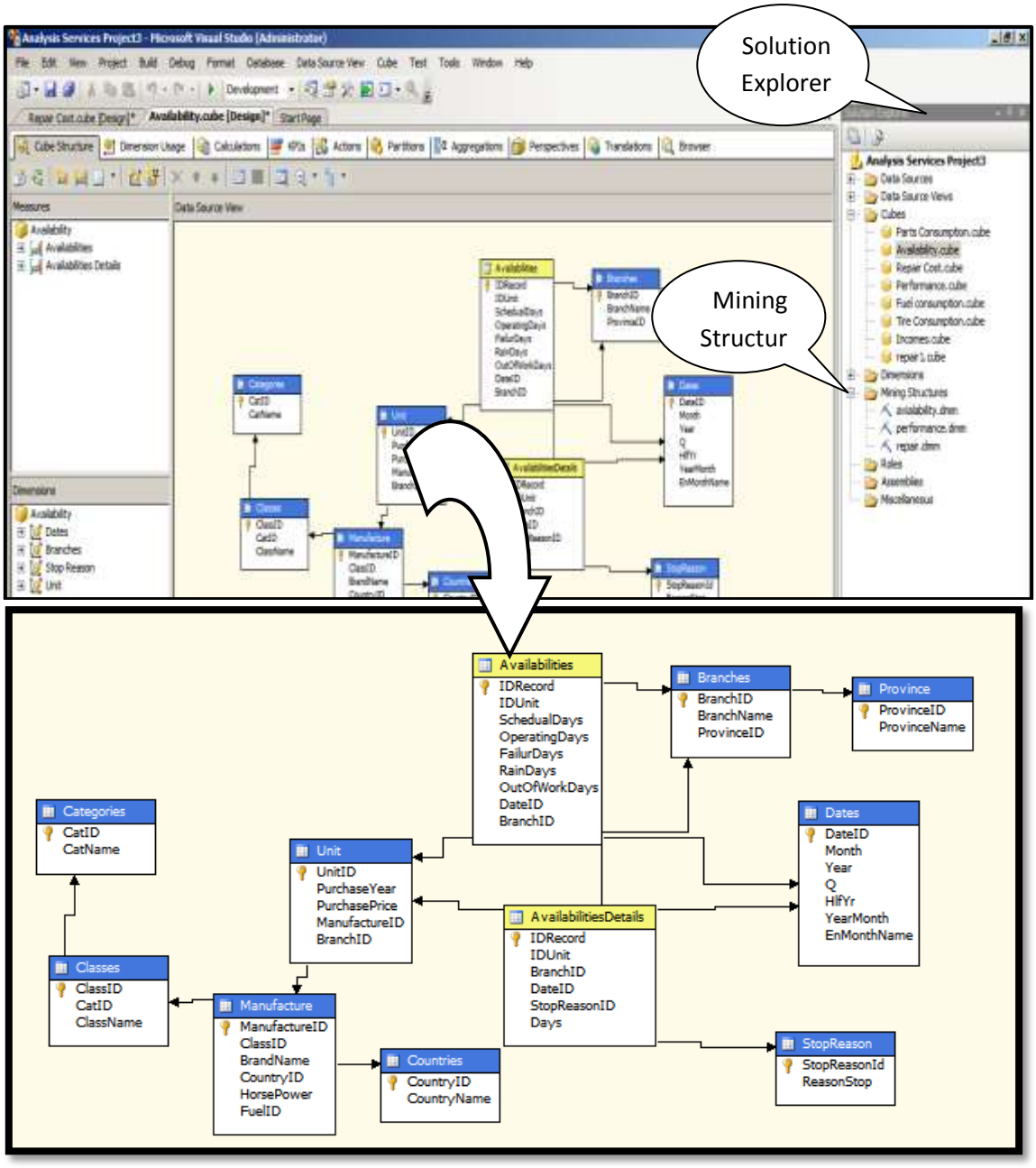
تم استخدام Microsoft Visual Studio؛ لإنشاء مشروع من أنماط مشاريع ذكاء الأعمال Business Intelligence Projects، حيث يتم اختيار النوع Analysis Services Project الذي يسمح بالاستفادة من خدمات التحليل SSAS الذي يتم فيه إنشاء مكعبات البيانات بعد تحديد جداول الأبعاد وجداول الحقيقة. وفيما يلي أهم مكعبات البيانات التي تم إنجازها في هذا البحث:

أ- مكعب جاهزية المعدة Availability Cube:

إن تحليل الزمن الذي تكون خلاله المعدة متوافرة للعمل، أو معطلة، أو لا تملك جبهة عمل يساعد بشكل جيد في تقييم وضع المعدة، ومدى الفائدة من استثمارها، ويدعم قرارات من قبيل تأجيرها، أو نقلها إلى فرع آخر من فروع الشركة، أو بيعها عندما تكون لفترة طويلة بدون جبهة عمل، ويدعم أيضاً قرار إصلاح Overhaul (عمرة)، أو إعادة بنائه، أو استبعاد المعدة التي يتكرر تعطلها.

لذلك فإن بناء مكعب جاهزية المعدة لابد أن يكون له فوائد مباشرة على دعم قرار إدارة معدات التشييد في الشركة. يبين الشكل (4) هيكلية مكعب جاهزية المعدة الذي تم بناؤه في هذا البحث.

قبل إجراء التنقيب عن بيانات هذا المكعب تسمح خدمات SSAS بإضافة عناصر محسوبة Calculated Members إلى القياسات في جدول الحقيقة، حيث يعطي التنبؤ المستقبلي بهذه العناصر فعالية أكبر في دعم قرار إدارة المعدة؛ لذلك تم إضافة معايير حسابية وفق (Rapp 1998) إلى المكعب؛ ليتم التنقيب عنها والتنبؤ بقيمها المستقبلية من أجل تقييم المعدة وهي:



الشكل (4) هيكلية مكعب جاهزية المعدة ضمن مشروع analysis Services Project الذي تم بناؤه في البحث

1. الجاهزية Availability: وهي نسبة عدد أيام كون المعدة غير معطلة إلى عدد الأيام المخططة لاستخدام المعدة بدون الأيام الماطرة.

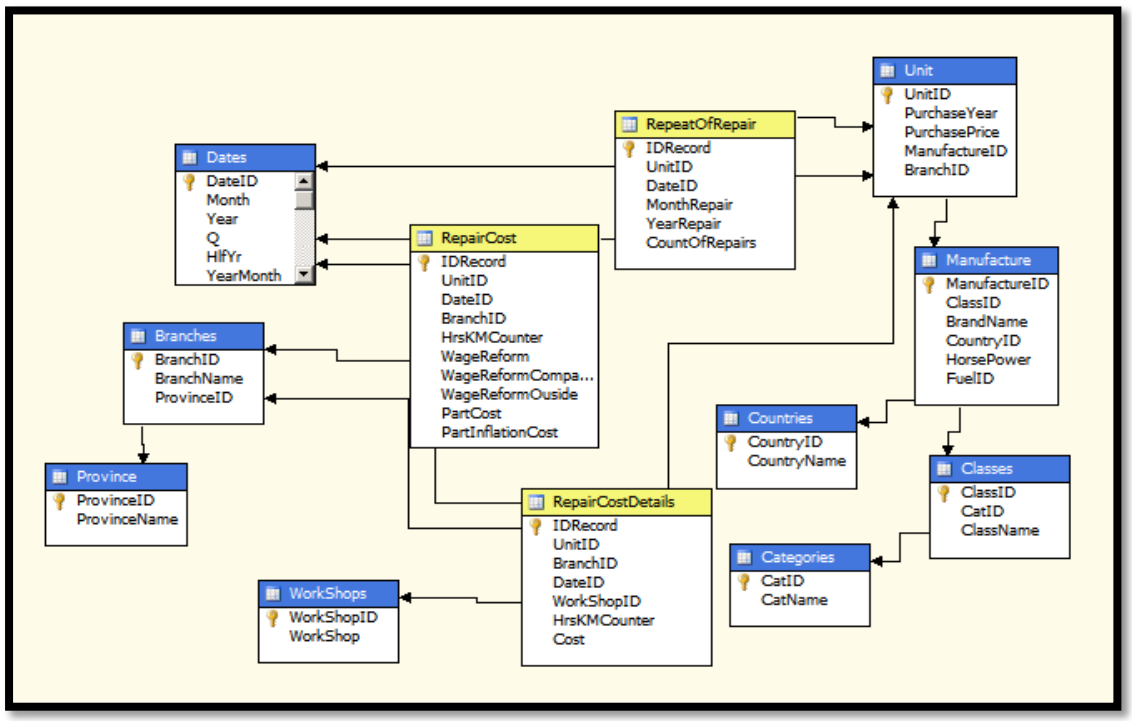
2. معدل التعطل Failure Rate: وهي نسبة عدد أيام كون المعدة معطلة إلى عدد الأيام المخططة لاستخدام المعدة بدون الأيام الماطرة.

3. معدل التشغيل Operating Rate: وهي نسبة عدد أيام تشغيل المعدة إلى عدد الأيام المخططة لاستخدام المعدة بدون الأيام الماطرة.

4. معدل بقاء المعدة بدون جبهة عمل OutofworkRate: وهي نسبة عدد الأيام التي لا يكون للمعدة فيها جبهة عمل إلى عدد الأيام المخططة بدون الأيام الماطرة.

ب- مكعب كلفة الإصلاح Repair Cost Cube:

تضم كلفة الإصلاح كلفة قطع التبديل، وكلفة اليد العاملة أو الورشات التي قامت بإصلاح المعدة. وتعد هذه الكلفة من أهم كلف تشغيل المعدة؛ لذلك فإن تحليلها يدعم العديد من القرارات المتخذة في إدارة المعدة كالاستبعاد، والاستبدال، وإعادة البناء (العمرة)، والشراء. انطلاقاً من ذلك تم بناء هيكلية مكعب كلفة الإصلاح كما هو مبين في الشكل (5).



الشكل (5) هيكلية بناء مكعب كلفة الإصلاح ضمن مشروع analysis Services Project الذي تم بناؤه في البحث

بغية الحصول على تحليلات أكثر فعالية في دعم قرارات إدارة المعدات تم إضافة العناصر المحسوبة الآتية إلى قياسات المكعب:

1. كلفة الإصلاح المقابلة لكل ساعة عمل HourCostRate: وهي نسبة مجموع كلفة قطع التبديل وكلفة اليد العاملة إلى عدد ساعات عمل المعدة.
2. نسبة أجور الإصلاح (داخل الفرع، أو في الشركة، أو خارج الشركة) إلى أجور الإصلاح الكلية.
3. الزمن الوسطي بين الأعطال MTBF: وهو نسبة عدد ساعات العمل إلى عدد مرات التعطل. (Rapp 1998)

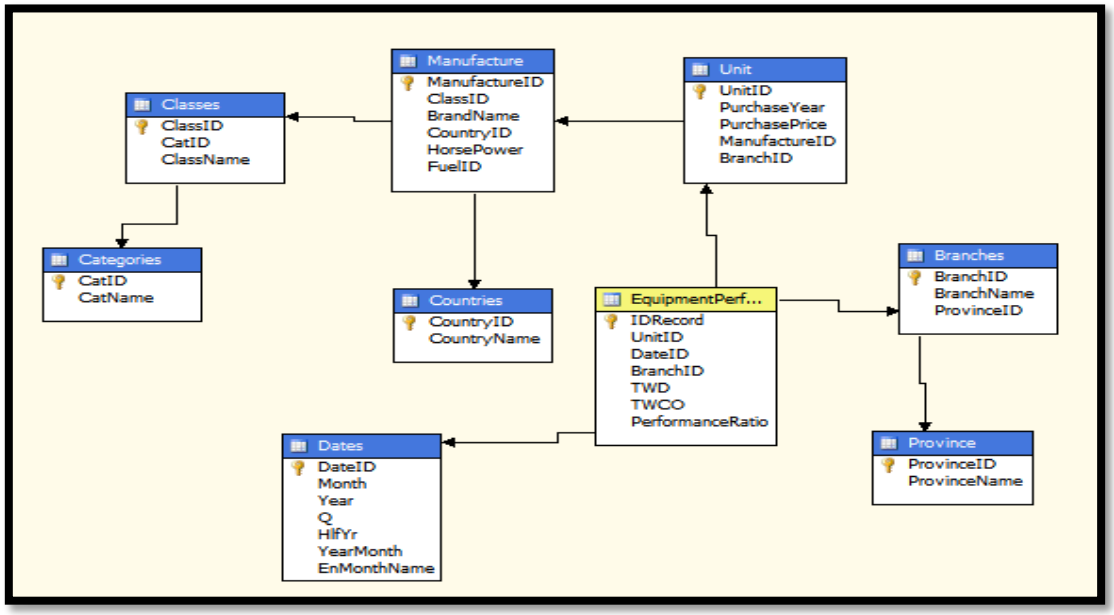
حـ- مكعب أداء المعدات Performance Cube:

إن تحليل إنتاجية المعدات ومقارنتها بإنتاجية معدات مكافئة جديدة يعطي مدلولاً واضحاً عن الكفاءة الحالية للمعدات، وبعبارة أخرى أداء هذه المعدات. من هنا كان بناء مكعب أداء المعدة الذي يساعد مدير المعدات في تقييم المعدات لديه ودعم القرارات الصحيحة لإدارتها. يبين الشكل (6) هيكلية بناء مكعب أداء المعدات.

يحوي هذا المكعب القياسات Measures الآتية:

1. الكمية الفعلية المنفذة Total Work Done (TWD): وتقدر بالمتر المكعب أو المتر الطولي.
2. الكمية الواجب تنفيذها Total Work Criterion (TWCO): وتحسب تبعاً للنورم المعياري المقابل لساعات عمل معدة من هذا النوع.
3. نسبة الأداء Performance Rate: وهي نسبة الكمية المنفذة إلى الكمية الواجب تنفيذها.

وباستخدام خوارزميات التنقيب يمكن التنبؤ المستقبلي بنسب أداء المعدات لدعم القرارات المتخذة في إدارة معدات التشييد.



الشكل (6) هيكلية بناء مكعب أداء المعدات ضمن مشروع analysis Services Project الذي تم بناؤه في البحث

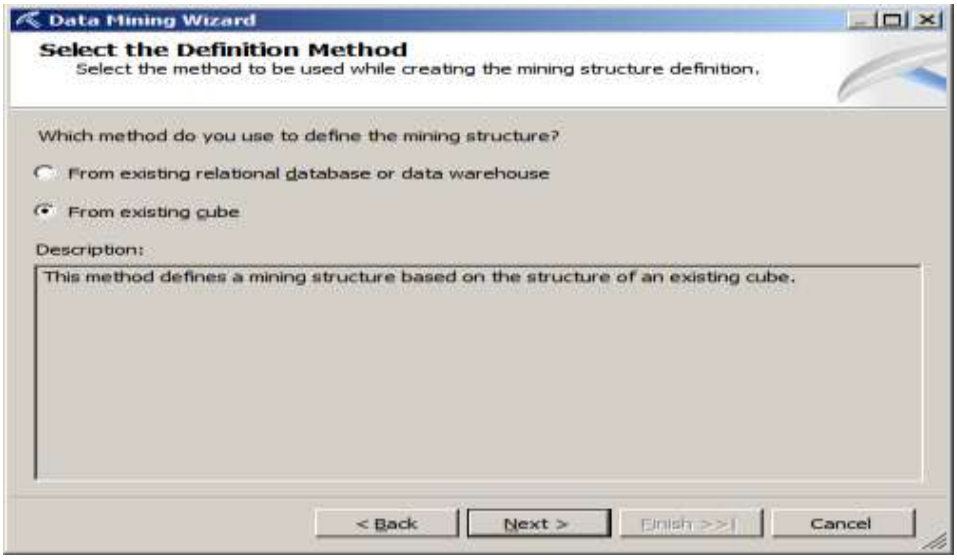
4- مرحلة تنقيب مكعبات البيانات والحصول على المعرفة لدعم القرار:

تستطيع تقنيات التنقيب عن البيانات استكشاف معلومات مفيدة موجودة ضمن مصادر بيانات ضخمة بشكل مؤتمت عن طريق إيجاد أنماط خفية hidden patterns قد تبقى غير معروفة بدونها؛ وتقدم أيضاً إمكانيات للتنبؤات المستقبلية (Maclennan 2009)، وتكمن القيمة الأساسية للتنقيب عن البيانات في فهم لماذا حدثت الأشياء في الماضي وإمكانية التنبؤ بما سيحدث في المستقبل (Rainardi 2008).

تقدم SSAS تسع خوارزميات من أجل التنقيب عن البيانات؛ لتراعي اختلاف الأعمال، واختلاف الأهداف والمتطلبات لاتخاذ قرارات مختلفة، وتبعاً لحجم البيانات ومتطلبات اتخاذ قرار إدارة معدات التشييد ضمن واقع الشركات الهندسية في القطاع العام السوري، تم التركيز على خوارزميات السلاسل الزمنية؛ وذلك لتحليل الزمن المرتبط بالبيانات، حيث يمكن أن تستخدم الأنماط المكتشفة من قبل خوارزميات السلاسل الزمنية في التنبؤ المستقبلي بالأعطال، أو الجاهزية، أو الإنتاجية خلال الأشهر أو السنوات القادمة، وهذا يساعد في دعم قرار إدارة معدات التشييد في الشركات الهندسية للقطاع العام السوري.

تضم خوارزمية السلاسل الزمنية التي تقدمها SSAS خوارزميتين مختلفتين من خوارزميات تعلم الآلة؛ الأولى خوارزمية شجرة الانحدار الذاتي للتنبؤ: autoregressive tree with cross prediction (ARTxp)، أما الثانية فهي خوارزمية الانحدار الذاتي المتكاملة مع المتوسطات المتحركة : autoregressive integrated moving

averages (ARIMA) حيث يتم المزج بين نتائج كلتا الخوارزميتين للوصول إلى التنبؤ الأمثل. وتعد خوارزمية السلاسل الزمنية التي تقدمها SSAS ذاتية التكون، حيث تقوم بتحديد بارامتراتها آلياً، وتعطي دقة جيدة في التنبؤ(Maclennan 2009)، إضافة إلى بناء مكعبات البيانات، وإجراء المعالجة التحليلية المباشرة عليها. وتقدم خدمات SSAS إمكانية إجراء التنقيب عن بيانات هذه المكعبات؛ لذلك وبالعودة إلى المشروع Analysis Services Project الذي تم إنشاؤه عند بناء مكعبات البيانات تم إدراج موديل التنقيب من مجلد بناء التنقيب Mining Structure الموجود ضمن نافذة مستكشف الحلول Solution Explorer Window (الشكل (4))، حيث يمكن استخدام الأداة Data Mining Wizard بسهولة في بناء موديل التنقيب. وباعتبار أن مصدر البيانات المراد التنقيب عنها هو المكعب نفسه، يتم اختيار طريقة التنقيب ضمن هيكلية المكعب الموجود كما هو مبين في الشكل (7).

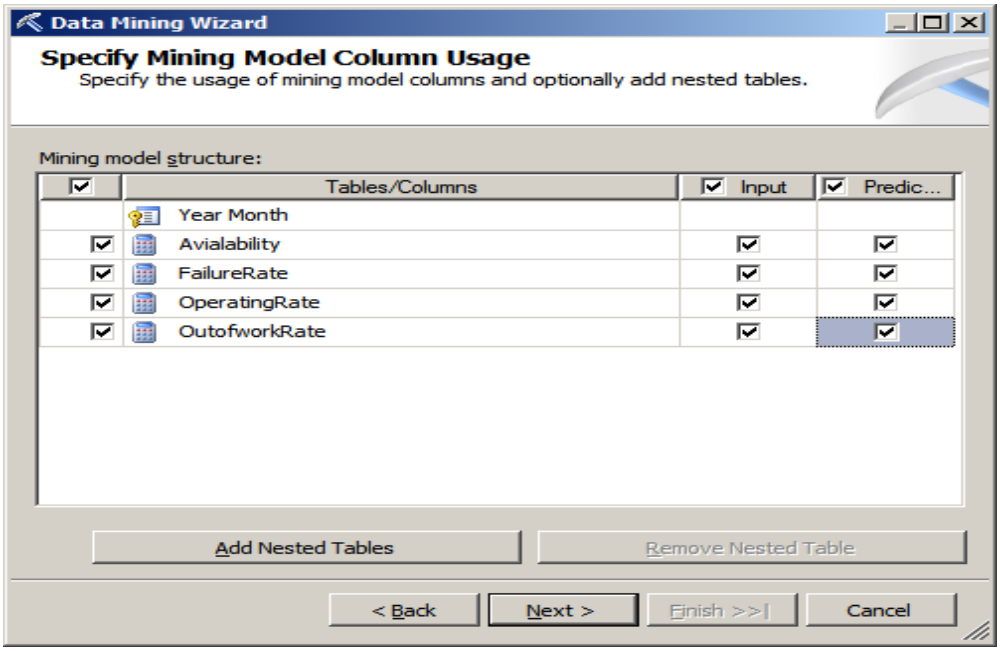


الشكل (7) تحديد طريقة التنقيب ضمن مكعبات البيانات

يتم بعد ذلك اختيار تقنية التنقيب Microsoft Time series من أجل التنبؤ بالمستقبل، ثم اختيار البعد الذي سيتم التنبؤ وفقه، وبحسب هذه الخوارزمية يجب أن يتعلق هذا البعد بالزمن؛ لذلك تم اختيار البعد Date لبناء هيكلية التنقيب وتحديد (شهر – سنة) بوصفهما مفتاح حالة Case Key لبعد الزمن كما هم مبين في الشكل (8):

الشكل (8) اختيار الزمن لبناء هيكلية التنقيب

يستطيع مدير المعدة بعد ذلك اختيار القيم المراد التنبؤ بها، وهي المعايير الحسابية أو القياسات التي تساعد على تقييم المعدة مثل نسبة الجاهزية، أو كلفة الإصلاح، أو الإنتاجية (Rapp 1998)؛ وذلك بحسب المكعب المراد التنقيب عن بياناته فمثلاً تم اختيار نسب: الجاهزية، والتعطل، والتشغيل، وعدم وجود جبهة عمل بوصفها قيماً للتنبؤ المستقبلي في مكعب جاهزية المعدة كما هو مبين في الشكل (9).



الشكل (9) القيم المراد التنبؤ بها في مكعب جاهزية المعدات

وبذلك يكتمل بناء موديل التنقيب ويصبح بالإمكان الحصول على نتائج التنقيب.

النتائج والمناقشة:

أولاً: النتائج :

تم التنقيب عن مكعبات بيانات معدات التشييد لشركة المشاريع المائية في فرع اللاذقية باستخدام خوارزمية السلاسل الزمنية التي تقدمها SSAS بوصفها دراسة حالة تبين الإمكانيات التي يقدمها البحث. وقد تم التركيز على الأنواع الرئيسية من صنفي المعدات والآليات الإنتاجية المتوافرة في الشركة كما هو مبين في الجدول (1)، حيث تم تطبيق عمليات ETL للبيانات المتوافرة عن هذه الأنواع خلال ست سنوات، وإعادة تنظيمها داخل مكعبات الجاهزية وكلفة الإصلاح والأداء، ثم تطبيق خوارزمية السلاسل الزمنية للتنبؤ بالقياسات أو المعايير الحسابية المرتبطة بهذه المكعبات بغية تقييم حالة المعدة ودعم القرار الاقتصادي المتخذ بشأنها.

اعتمد البحث تصنيف الشركة العامة للمشاريع المائية قيد الدراسة التي تعد معدات تحريك التربة أو رصفها تحت صنف المعدات الإنتاجية بينما تعد آليات النقل تحت صنف الآليات الإنتاجية.

الجدول (1) أنواع بعض المعدات والآليات الإنتاجية في شركة المشاريع المائية وأعدادها – فرع اللاذقية

الصنف	النوع	العدد
المعدات الإنتاجية	باكر جنزير	5
	باكر دولاب	2
	بلدوزر جنزير	1
	تركس جنزير	1
	تركس دولاب كبير	5
	مدحلة ملساء أكبر من 6 طن	1
الآليات الإنتاجية	جبالة بيتون على سيارة	3
	رافعة تلسكوبية	1
	شاحنة برافعة	2
	قلاب	8
	لودر	2
	نقل ثقيلة	1
العدد الإجمالي		32

تم تجميع نتائج التنبؤات المستقبلية لنسب الجاهزية، وكلفة الإصلاح، ونسب الأداء للسنوات الثلاث القادمة بعد تطبيق خوارزمية السلاسل الزمنية على بيانات كل نوع من الأنواع المتوافرة في الجدول (2) مع إمكانية التنبؤ بمعايير حسابية أخرى. مثل: معدل التعطل، والزمن الوسطي بين الأعطال، ومن أجل فترات زمنية مختلفة لاستخدامها في دعم قرار المعدة، وسيتم إيضاحه في المناقشة. إن خوارزمية السلاسل الزمنية التي تقدمها SSAS لا تحتاج إلى تحديد أية بارامترات بوصفها ذاتية التكون مع الحصول على نتائج دقيقة للتنبؤ، وهذا مناسب جداً لمدير المعدات.

الجدول (2) نتائج التنبؤات المستقبلية بنسب الجاهزية وكلفة الإصلاح ونسب الأداء للسنوات الثلاث القادمة:

الصنف	النوع	عدد المعدات	نسبة الجاهزية	كلفة الإصلاح ل.س/سا عمل	نسبة الأداء	القرار الذي يقترحه البحث
معدات إنتاجية	باكر جنزير	5	59%	460	76%	الاستبدال بمعدات جديدة
	باكر دولاب	2	67%	230	80%	استمرار التشغيل مع طرح قرار الشراء
	بلدوزر جنزير	1	64%	810	73%	الاستبدال بمعدات جديدة
	تركس جنزير	1	84%	250	75%	استمرار تشغيل المعدة
	تركس دولاب كبير	5	70%	153	71%	استمرار تشغيل المعدة
	مدحلة ملساء>t6	1	99%	لا يمكن التنبؤ	70%	استمرار تشغيل المعدة
آليات إنتاجية	جبالة بيتون	3	98%	400	75%	استمرار تشغيل الآلية
	رافعة تلسكوبية	1	97%	240	99%	استمرار تشغيل الآلية
	شاحنة برافعة	2	94%	115	99%	استمرار تشغيل الآلية
	قلاب	8	77%	70	76%	استمرار تشغيل الآلية
	لودر	2	0%	لا يمكن التنبؤ	70%	الاستبعاد
	نقل ثقيلة	1	0%	لا يمكن التنبؤ	71%	الاستبعاد

ثانياً:المناقشة :

إن الأداة التي يقدمها البحث لدعم قرار إدارة معدات التشييد تسمح بإمكانية التفاعل بين تكنولوجيا المعلومات، والمعرفة الفنية، والخبرة البشرية من أجل توفير الدعم اللازم لترشيد عملية اتخاذ القرارات؛ وذلك من خلال الاستفادة من تقنيات التنقيب عن البيانات بتقديم مؤشرات رقمية تقيّم المعدات، حيث لا يقتصر اتخاذ القرار على الحدس أو الخبرة من جهة، وعلى دعم الأحكام والتقديرات الشخصية بدل الاستغناء عنها من جهة أخرى.

وبالعودة إلى الجدول (2) نجد أن استخدام التنقيب عن بيانات الآليات من النوع لودر تنبأ بنسبة جاهزية مقدارها 0% بعد مرور ثلاث سنوات تبعاً لبيانات مكعب الجاهزية التي تتعلق بعدد أيام التعطل وعدد أيام التشغيل المجمعة عبر ست سنوات؛ بينما تنبأ بنسبة أداء لهذه الآليات تبلغ 70% بعد مرور المدة نفسها تبعاً لبيانات الإنتاجية المتوافرة في مكعب الأداء، وهذا يدل على تهالك المعدة وتقادمها التكنولوجي. أما القرار الذي اقترحه البحث فقد اعتمد على مقارنة المؤشرات الرقمية المتنبأ بها مع المعايير النظرية كما لدى (Rapp 1998) أو معايير وضعتها الشركة – كأن لا تقل نسبة جاهزية المعدات عن 65% – وعلى الخبرة الشخصية لمدير المعدة بعد توفير الدعم اللازم له.

ويعد هذا الأسلوب في دعم القرارات الأسلوب الأفضل الذي يوصي به صناع نظم دعم القرار (Power 2002).

1- التنقيب عن بيانات مكعب جاهزية المعدات:

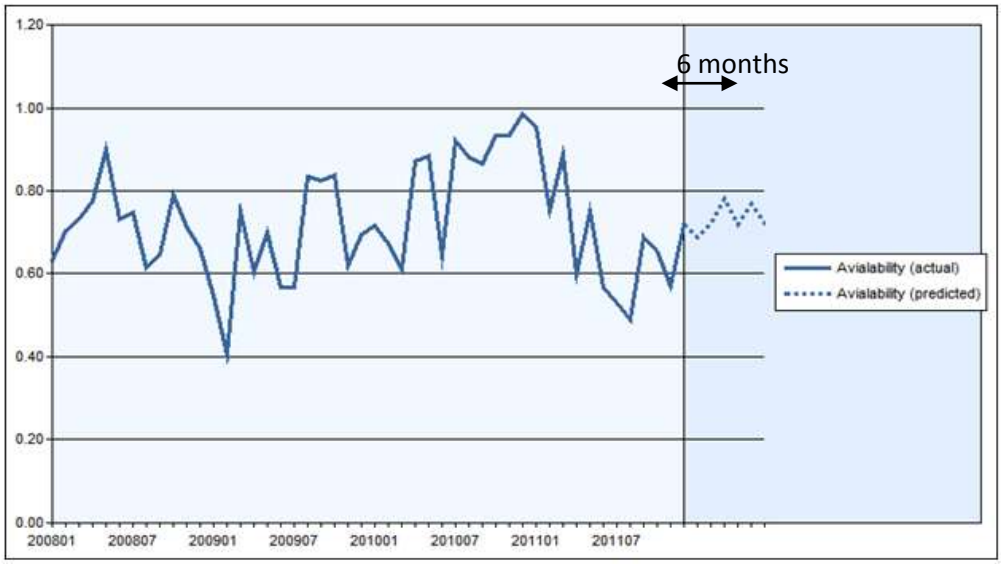
إن التنبؤ بجاهزية المعدات أو الآليات الإنتاجية يفيد مدير المعدات باتخاذ العديد من القرارات المهمة من أجل إدارة المعدات، فعلى سبيل المثال:

أ- التنبؤ بنسب تعطل مرتفعة لأنواع معينة من معدات التشييد يدعم قرارات الإصلاحات الرئيسية (العمرة) أو الاستبعاد كما هي الحال مع المعدات من النوع باكر جنزير التي بلغت نسبة تعطلها 61%.

ب- التنبؤ بنسب مرتفعة لعدم وجود جبهة عمل لمعدات معينة في الشركة يطرح قرار تأجير هذه المعدات أو نقلها إلى فرع آخر من فروع الشركة لتحقيق الاستثمار الأمثل لها.

ج- التنبؤ بنسب تشغيل أنواع معينة من معدات التشييد أو جاهزيتها يطرح تبعاً لحجم أعمال التشييد المطلوب إنجازها في الشركة قرارات استئجار أو شراء أنواع محددة لتغطية الحاجة.

يبين الشكل (10) التنبؤ بنسبة جاهزية معدات من النوع تركس دولاب تابعة لفرع اللاذقية، ومن المتوقع أن تبلغ نسبة جاهزية هذه المعدات حوالي 70% فقط في نهاية الأشهر الستة القادمة، وهذا ما يجب على الشركة أن تأخذه بعين الاعتبار عند وضع خطة امتلاك معدات من هذا النوع أو استئجارها تبعاً لحجم الأعمال الهندسية المستقبلية الواجب على الشركة تنفيذها.



الشكل (10) نسبة جاهزية المعدات من النوع تركس دولاب للأشهر الستة القادمة في شركة المشاريع المائية – فرع اللاذقية

2- **التنقيب عن بيانات مكعب الإصلاح:**

يقدم التنقيب عن بيانات هذا المكعب العديد من التنبؤات المستقبلية المهمة نذكر منها:

أ- التنبؤ بالكلفة التي تنفقها الشركة على الإصلاح مقابل كل ساعة عمل بحسب أصناف المعدات في الشركة:

إن التنبؤ بكلفة إصلاح مقابلة لكل ساعة عمل مرتفعة يطرح قرارات الاستبدال أو الشراء لمعدات جديدة؛ كيلا تستنزف عمليات الإصلاح ميزانية الشركة كما هي الحال مع المعدات من النوع بلدوزر جنزير.

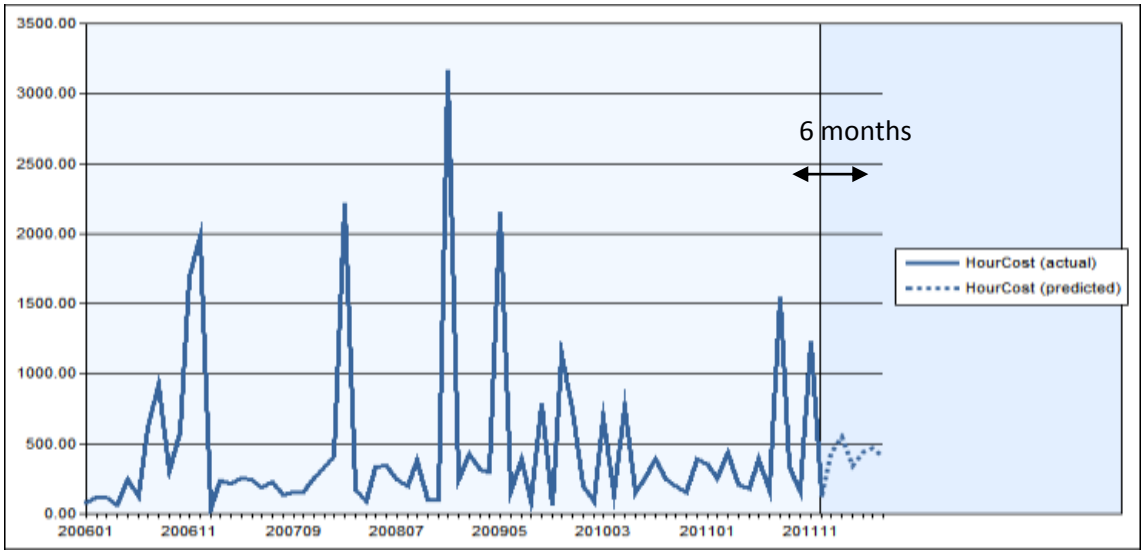
ب- التنبؤ بكلفة الإصلاح المقابلة لكل ساعة عمل بعد إجراء إصلاحات رئيسية (عمرة) للمعدات:

إن التنبؤ بهذه الكلفة بعد إجراء الإصلاحات الرئيسية تمكن مدير المعدات من تحليل الفائدة المجنية من الإصلاحات الرئيسية التي تم إجراؤها على المعدات لديه، ويساعده في اتخاذ قرار الإصلاحات الرئيسية لمعدات مشابهة لاحقاً.

ج- التنبؤ بالمعدات التي تملك زمناً وسطياً صغيراً بين الأعطال:

إن التنبؤ بزمن صغير بين الأعطال MTBF يعني تكرر حدوث أعطال للمعدة، وهذا يعطي دلالة على سوء الحالة الفنية للمعدات، واستنزاف هذه الإصلاحات لميزانية الشركة، وهنا لابد من اتخاذ القرارات المناسبة كالاستبعاد أو العمرة.

يبين الشكل (11) كلفة الإصلاح المقابلة لكل ساعة عمل لمعدات من النوع باكر جنزير، ونلاحظ وجود قفزات متتالية في قيمة هذه الكلفة والتنبؤ بمزيد منها، وهذا يعكس الحالة الفنية السيئة لهذه المعدات، ويطرح قرار استبعادها واستبدالها بمعدات جديدة.



الشكل (11) التنبؤ بكلفة الإصلاح للأشهر الستة القادمة المقابلة لكل ساعة عمل لمعدات باكر جنزير في فرع اللاذقية (ل.س/سا)

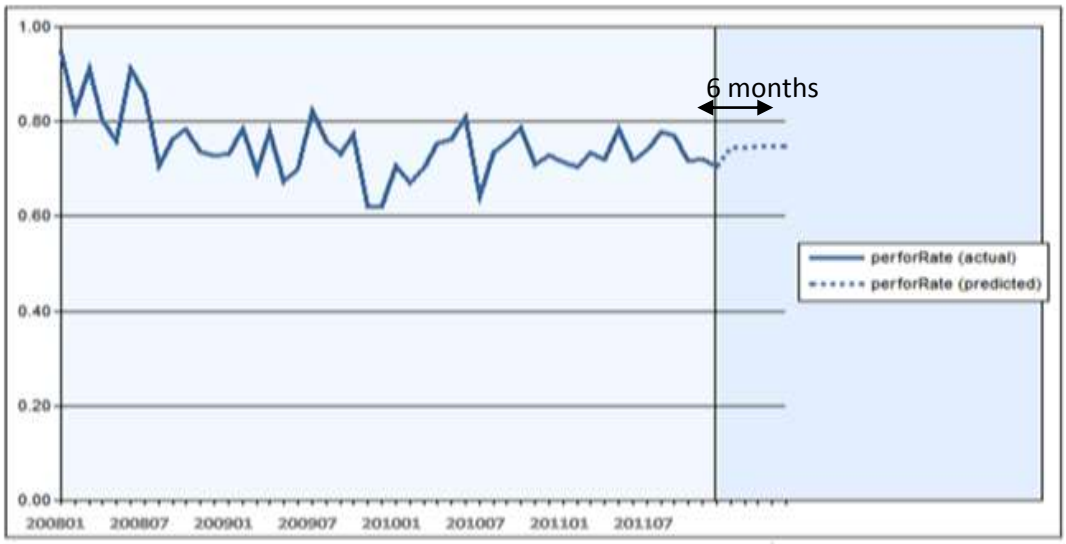
3- **التنقيب عن بيانات مكعب أداء المعدات:**

إن التنبؤ بنسبة أداء المعدات التي هي نسبة الإنتاجية الفعلية للمعدة (مقدرة بالكم/سا أو $م^3$/سا) إلى الإنتاجية المعيارية، يقدم الإمكانيات الآتية في دعم القرار:

أ- التنبؤ بنسبة الأداء لأصناف مختلفة من معدات الشركة:

إن التنبؤ بأداء المعدات وإنتاجيتها يفيد مدير التخطيط بمعرفة مدى إمكانية المعدات الموجودة في الشركة من تغطية الأعمال الهندسية المتوافرة، واتخاذ القرارات المتعلقة باستئجار معدات أو شرائها، كذلك يقدم هذا التنبؤ لمدير المعدات تقييماً آخر للمعدات من أجل اتخاذ قرارات تتعلق بالعمرة أو الاستبعاد.

يبين الشكل (12) نسبة أداء المعدات الإنتاجية في الشركة – فرع اللاذقية، ومن الواضح انخفاض نسبة أداء المعدات الإجمالية من 90% عام 2008؛ لتصل إلى حوالي 70 % عام 2011، ومن المتوقع المحافظة عليها للأشهر الستة القادمة، وهذا ما يجب أخذه بعين الاعتبار من قبل مدير التخطيط.



الشكل (12) نسبة أداء المعدات الإنتاجية للأشهر الستة القادمة في شركة المشاريع المائية – فرع اللاذقية

ب- التنبؤ بنسبة الأداء تبعاً لاختلاف الماركات وسنة الشراء؟

يمكن لمدير المعدات أن يدعم قرار استبعاد جميع المعدات التي يعود شراؤها إلى سنة محددة مثلاً عن طريق تقييم نسب أداء هذه المعدات؛ ويدعم هذا النوع من التنبؤ قرارات شراء معدات من ماركات محددة لاحقاً.

ج- التنبؤ بالمعدات ذات الأداء الأفضل والمعدات ذات الأداء الأضعف؟

يدعم هذا النوع من التنبؤ اختيار مدير المعدات لتشغيل معدات معينة (ذات الأداء الأعلى) كما هي الحال مع الآلية الإنتاجية من النوع رافعة تلسكوبية، أو استبعاد معدات معينة (ذات الأداء الأدنى) كما هي الحال في المعدات من النوع بلدوزر جنزير.

تبين من خلال مناقشة مدراء الآليات في الشركة أن البحث استطاع تقديم مؤشرات رقمية تقيّم المعدات، وتدعم القرارات المتخذة في إدارتها، وهذا ينعكس بشكل إيجابي على رفع سوية إدارة المعدات في الشركة.

الاستنتاجات والتوصيات :

يهتم هذا البحث بالاستفادة من البيانات الإلكترونية المتوافرة عن معدات التشييد في شركات القطاع العام العاملة في مجال صناعة التشييد ؛وذلك لتحقيق الاستثمار الأمثل لمعداتها واتخاذ القرارات الاقتصادية الصحيحة.

ويقدم البحث استخداماً للأنماط المكتشفة من قبل خوارزميات السلاسل الزمنية من أجل التنبؤ المستقبلي بالأعطال، أو الجاهزية، أو الإنتاجية خلال الأشهر أو السنوات القادمة؛ وذلك لدعم قرارات إدارة معدات التشييد المختلفة في شركات التشييد في القطاع العام السوري أو شركات التشييد بشكل عام، حيث تم:

- تحليل الزمن الذي تكون خلاله المعدة متوافرة للعمل، أو معطلة، أو لا تملك جبهة عمل، ويساعد هذا في تقييم وضع المعدة، ومدى الفائدة من استثمارها، ويدعم قرارات من قبيل تأجيرها أو نقلها إلى فرع آخر من فروع الشركة عندما تكون المعدة ولفترة طويلة بدون جبهة عمل؛ كذلك يدعم قرار إصلاحOverhaul (عمرة)، أو إعادة بنائها، أو استبعاد المعدة التي يتكرر تعطلها.

- تحليل كلفة إصلاح المعدات الذي يدعم العديد من القرارات المتخذة في إدارة المعدة مثل الاستبعاد، والاستبدال، وإعادة البناء (العمرة)، وشراء معدات جديدة كيلا تستنزف عمليات الإصلاح ميزانية الشركة.

- تحليل إنتاجية المعدات من أجل معرفة كفاءة المعدات وبعبارة أخرى أداء هذه المعدات خاصة مع ازدياد حجم أعمال التشييد، والحاجة إلى إنجاز هذه الأعمال خلال فترة محددة من الزمن، وضمن إنتاجية عالية.

ويقترح البحث التوصيات الآتية:

1- الحاجة إلى جمع بيانات شركات التشييد في القطاع العام السوري بشكل إلكتروني، واستخدام هذه الشركات لأنظمة حاسوبية تؤتمت جميع عمليات تشغيل المعدة. وصيانة المعدة وإصلاحها يتيحان إمكانيات إضافية في التنقيب عن البيانات والوصول إلى تحديد أدق وأكثر تفصيلاً لمشاكل المعدات.

2- ضرورة اعتماد الشركات الهندسية في القطاع العام السوري نظم دعم القرار باستخدام تقنيات التنقيب؛ وذلك لما تقدمه من دعم لمدراء المعدات في اتخاذ قراراتهم اعتماداً على الكميات والمقادير الرقمية المقيسة لبيانات العمليات التشغيلية المتعلقة بالمعدة، وليس اعتماداً على الخبرة أو الحدس، وهذا سينعكس بشكل إيجابي على واقع إدارة معدات التشييد في القطاع العام السوري.

3- الحاجة إلى أبحاث قادمة تتناول تطبيق تقنيات مختلفة للتنقيب عن البيانات في شركات التشييد؛ وذلك لإيجاد الأنماط المخبأة. مثل تحليل الاقتران، والتصنيف، وتحليل السلاسل الزمنية وغيرها من مهام تحليل البيانات data analysis tasks؛ لما تقدمه من أدوات فعالة من أجل الاكتشاف المعرفي، ودعم مختلف القرارات الإستراتيجية في الشركات الهندسية.

المراجع :

1. Goyal, N. *Data Warehousing Lecture Notes*. Pilani, India, Birla Institute of Technology & scince, (2003).
2. Janus, P. a.; Fouche, G. *Pro SQL Server 2008 Analysis Services*. New York, Apress, (2010),481.
3. Khaled, N. *Application of Data Mining to State Transportation Agencies' Project Databases*.(2007),139-149.
4. Kimball, R.; ROSS, M.; Thornthwaite,W., Ed. *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit Expert Methods for designing, developing and deploying data warehouses*. New York, Jone Wiley & Sons, (1998),800.
5. Knight, B.; Veerman, E.;Dickinson, G.; Hinson, D.; Herbold, D. *Professional SQL Server 2008 Integration Services*, Wiley Publishing, Inc, (2008),945.
6. Maclennan, J.; Tang,Z. ; Crivat,B. *Data Mining with Microsoft SQL Server 2008.* indianapolis, Wiley, (2009),675.
7. Power, D. *Decision Support systems.* London, Greenwood Publishing Group, (2002).
8. Rainardi, V. *Building a Data Warehouse With Examples in SQL Server*. New York, APress, (2008),541.
9. Rapp, R. G., B. *Maintenance Management concepts in Construction Equipment Curricula.* Journal of Constructio Education, (1998), **3**(2): 102-117.
10. Stewart, L. *Gaints replace machines to control costs*. Construction Equipment, (2000). **102**(3): 62.
11. Tatary, O., M. *INTEGERATED AGENT-BASED CONSTRUCTION EQUIPMENT MANAGEMENT: CONCEPTUAL DESIGN*. Journal of Civil Engineering and Management , (2006),**xii**(3): 231-236.
12. Veerman, E.; Lachev, T. *Microsoft SQL Server 2008-Business Intellignce Development and maintenance*. Washington, Microsoft Press, (2009),640.
13. المركزي للإحصاء إحصائيات (2010-2011). المجموعة الإحصائية. دمشق - سوريا المكتب.