نموذج مقترح لتقدير نقل المعرفة في مشروعات تخطيط موارد المنشأة (ERP) للقطاع العام المصري

بدأت وزارة قطاع الأعمال العام المصرية مبادرات لتطبيق أنظمة تخطيط موارد المنشأة (ERP) في مؤسساتها كجزء رئيسي من استراتيجية التحول الرقمي المصرية، وذلك بهدف تحسين مستويات الكفاءة والفعالية وتوفير التكاليف من خلال توفير معلومات متكاملة ووقتية لصانعي القرار. لكن العديد من التحديات المرتبطة بتطبيق أنظمة تخطيط موارد المنشأة تزيد من معدل عدم نجاح مشروعات تطبيق تلك الأنظمة. هذه الدراسة البحثية تناولت كيفية الاستفادة من نقل المعرفة(KT) وبصفة خاصة نقل المعرفة المتعلقة باستخدام التقنيات الحديثة وامكانية تكاملها مع أنظمة تخطيط موارد المنشأة بغرض زيادة معدل نجاح وتعظيم العائد من تطبيق هذه الأنظمة.

د. حسام الدين السبكي

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير أنظمة تخطيط موارد المنشأة في مؤسسات القطاع العام البترولي المصرى القطاع العام المصرى الذى تم اختيارة نظرا لاهميتها كصناعة رئيسية ضمن صناعات القطاع العام المصرى قد بدأت بالفعل تطبيق مثل هذه الأنظمة. تم عمل دراسة استقصائية لتقييم تطبيقات أنظمة تخطيط موارد المنشأة في مؤسسات هذا القطاع وعملية نقل المعرفة المرتبطة بها بهدف تحديد أى فجوات تحتاج إلى مزيد من الدراسة والتطوير عند تطبيق تلك الانظمة. تشير نتائج الدراسة الاستقصائية إلى أن عملية نقل المعرفة خلال مشروعات تطبيق أنظمة تخطيط موارد المنشأة تحتاج إلى مزيد الاهتمام والتطوير، وأن هناك حاجة لنقل المعرفة الخاصة بالتقنيات الحديثة ودمجها مع وظائف النظام الفرعى للصيانة عند تنفيذ مشروعات تطبيق أنظمة تخطيط موارد المنشأة.

نظرا لاهمية مراقبة أداء المعدات وصيانتها بشكل فعال واتخاذ قرارات استباقية بالإجراء المناسب

في الوقت المناسب لتجنب التوقف المفاجئ الغير مخطط للمعدات الذى يؤثر على معدلات أداء وجودة الإنتاج، فانه خلال هذه الدراسة قد اقترحت نموذجًا مفاهيميًا لدمج المعرفة الخاصة بتكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT) لاضافة وظائف الصيانة التنبؤية لمشروعات تطبيق أنظمة تخطيط موارد المنشأة في قطاع البترول. لبناء هذا النموذج، تم اقتراح مجموعة من المعايير والعوامل لتصميم قائمة مرجعية لاستخدامها عند بناء وتنفيذ النموذج المقترح، ثم تم تقييمها من قبل الخبراء بغرض الوصول الى المعايير والعوامل النهائية ذات الصلة التي يجب تطبيقها عند بناء وتنفيذ النموذج المقترح. ثم تم تصميم نموذج مقترح لنقل المعرفة الخاصة بالصيانة التنبؤية للبترول المصري باستخدام تقنية إنترنت الأشياء ودمجها مع وظائف النظام الفرعى للصيانة الخاص بأنظمة تخطيط موارد المنشأة.

تم وصف مكونات النموذج المقترح والتي تشمل: المعدات المتصلة بـأجهزة الاستشعار لجمع بيانات الحالة الخاصة بها، وبرنامج المراقبة الذي يسجل بيانات الحالة في قاعدة البيانات، وخوارزميات تحليلات التنبؤ التي تصنف نوعية العطل المتوقع وكذلك تقدير الوقت المتبقي قبل ان يحدث العطل، برنامج للربط بنظام تخطيط موارد المنشأة يقوم بإنشاء طلبات أعمال الصيانة التنبؤية تلقائيا، بالاضافة الى النظام الفرعى للصيانة ضمن نظام تخطيط موارد المنشأة الذي يخطط لدورة الصيانة وينفذها ويتحكم فيها من خلال التكامل مع الأنظمة الفرعية الأخرى. وتم وصف طبقات بناء للنموذج المقترح والعلاقات بين مكوناته ووظيفة كل منها.

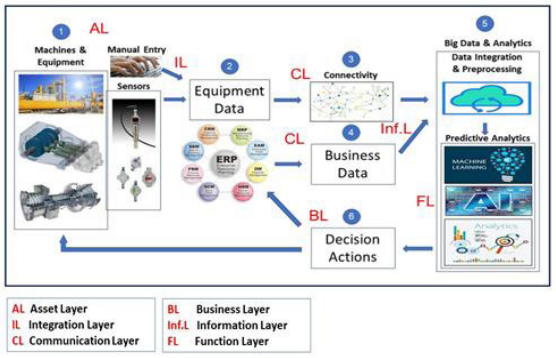

Figure 1: Proposed predictive Model Architecture

كما هو موضح في الشكل رقم (١)، ينقسم النموذج المقترح لنقل معرفة الصيانة التنبؤية إلى ستة أجزاء، فيما يلى وصف كل جزء منها:

- الجزءان الأول والثاني من النموذج يوضحان عملية تجميع معلمات الحالة لاحد المعدات وذلك بواسطة أجهزة الاستشعار المتصلة بالمعدة بالإضافة إلى أي معلمات يتم إدخالها يدويًا نتيجة اختبارات وفحوصات فريق الجودة. يحتوي هذا الجزء على المعدات وأجهزة استشعار لجمع معلمات الحالة مثل درجة الحرارة والضغط والاهتزاز والتدفق وعدد دورات في الدقيقة والتيار والجهد في الوقت الفعلي.

- الجزء الثالث يوضح المرحلة الوسيطة بين تقنية التشغيل، وتكنولوجيا المعلومات لجعل أجهزة الاستشعار تتواصل باستخدام تقنية إنترنت الأشياء. تحتوي كل جزء من المعدات على نقطة استشعار، حيث يتم تجمع البيانات من جميع أجهزة الاستشعار. تتواصل العديد من نقط الاستشعار لكل جهاز عن طريق تقنية إنترنت الأشياء باستخدام بروتوكولات الاتصال المختلفة.

- خلال الجزء الرابع والخامس والسادس يتم إرسال البيانات في الوقت الفعلي وفقًا لمتطلبات العمل، ويتم إدراج البيانات الملتقطة في قاعدة البيانات. ثم يتم تجهيز البيانات بالشكل المناسب لاستخدامها في بناء نماذج الصيانة التنبؤية عن طريق الخوارزميات المبنية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التصنيف والتجميع والسلاسل الزمنية وغيرها، وذلك للتنبؤ بالأعطال المتوقعة وتصنيفها وتقدير الوقت المتبقى قبل حدوث العطل. ينتج عن ذلك بيانات متكاملة مع أنظمة تخطيط موارد المنشأة مما يعطي رؤية في الوقت الفعلي لجميع العمليات وذلك لدعم اتخاذ القرارات.

الشكل (٢) يعرض وصف مفصل للتكامل من خلال نموذج الصيانة التنبؤية المقترح لتطوير أنظمة تخطيط موارد المنشأة، ويتم التكامل بين ثلاثة أجزاء رئيسية مختلفة: إنترنت الأشياء ، ونموذج التنبؤ ، ونظام تخطيط موارد المنشأة.

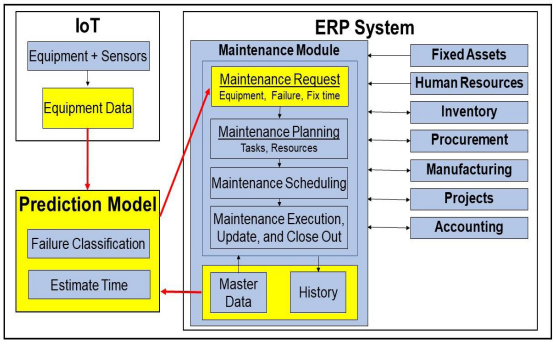

Figure 2: IoT KT Forming ERP Systems

يتم جمع البيانات التشغيلية (بيانات المعدات) التي تتضمن على مجموعة من معلمات المعدات مثل درجة الحرارة والضغط وسرعة المحرك باستخدام مستشعرات إنترنت الأشياء المتصلة بالمعدات، ثم يتم تمريرها إلى نموذج التنبؤ.

يتم جمع البيانات بيانات الأعمال التي تتضمن بيانات الصيانة الرئيسية مثل المعدات والمواقع الوظيفية والكتالوجات واكواد الاعطال وقوائم المهام من النظام الفرعى للصيانة وهو جزء من نظام تخطيط موارد المنشأة، ثم يتم تمريرها إلى نموذج التنبؤ بالإضافة إلى نوع آخر مهم من البيانات وهي المعلومات التاريخية لسجلات الصيانة.

بعد ذلك ، يتم تحليل البيانات المدخلة بواسطة خوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بالاعطال المتوقعة وتقدير الوقت المتبقي لحدوث العطل. الناتج يكون في صورة بيان لحالة المعدة وقد تكون عطل مستقبلي أو عطل جزئي حالى أو لا توجد اعطال متوقعة حاليا، وكذلك يمكن للنظام التنبؤ بالوقت

المتبقى قبل حدوث العطل المتوقع.

ثم يتم إنشاء طلب صيانة تنبؤية اوتوماتيكيا في النظام الفرعى للصيانة ضمن نظام تخطيط موارد المنشأة. تتضمن بيانات الطلب كود المعدة، و كود الموقع الوظيفي لها، و كود العطل المتوقع، و كود السبب للعطل، ووقت الإصلاح المقترح. تساعد هذه البيانات فريق الصيانة على تخطيط للصيانة وتساهم بشكل كبير في تقليل وقت التوقف غير المخطط للمعدات وزيادة مستويات الأداء وتقليل تكلفة الإصلاح.

بالإضافة إلى ما سبق توجد عمليات تكامل داخلية أخرى داخل نظام تخطيط موارد المنشأة بين النظام الفرعى للصيانة والأنظمة الفرعية الأخرى، فمثلا من خلال النظام الفرعى للأصول الثابتة يتم تعريف المعدات المدرجة في أمر الصيانة ويتم تحديث الإهلاك الرأسمالي للمعدات، ومن خلال النظام الفرعى للموارد البشرية يتم تعريف الموظفين والوظائف التي سيتم تخصيصها لتنفيذ أمر الصيانة وتعديل جداول الوقت الخاصة بالفنيين، ومن خلال النظام الفرعى للمخازن وتكامله مع النظام الفرعى للمشتريات يمكن إدارة مخزون قطع الغيار وشراء الأجزاء المطلوبة لتنفيذ أوامر الصيانة، كما انه من الممكن أيضًا ربط أمر الصيانة بمشروع من خلال النظام الفرعى للمشروعات لتسجيل تفاصيل المشروع ومتابعتها، مثل الموارد وجداول الوقت والتكلفة. أيضا يتم التكامل مع النظام الفرعى التصنيع للتنسيق بين جدولة الإنتاج وجدول الصيانة، كا انة يتم حساب تكاليف أمر الصيانة وتسجيلها باستخدام التكامل مع النظام الفرعى للحسابات.

تضمنت الدراسة البحثية تنفيذ محاكاة لنموذج نقل المعرفة لانظمة تخطيط موارد المنشأة للصيانة التنبؤية للبترول وذلك للتحقق من قابلية النموذج للتطبيق، وتم وصف الأدوات المستخدمة في المحاكاه ووظيفة كل منها ، مع وصف وتنفيذ دورة كاملة للصيانة التنبؤية توضح كيفية التكامل مع نظام تخطيط موارد المنشأة. تم اجراء المحاكاة على نوع من المعدات وهو احدى أنواع مضخات السوائل التي تستخدم على نطاق واسع في صناعة البترول.

أثبتت جميع النتائج نجاح النموذج المقترح في دمج معرفة تقنية انترنت الأشياء كاحدى التقنيات الحديثة مع وظائف الصيانة لتطبيقات أنظمة تخطيط موارد المنشأة وذلك لجمع البيانات الخاصة بمعلمات الحالة، والتنبؤ بالاعطال وتصنيفها مع تقدير الوقت المتبقى حتى حدوث العطل، ثم إنشاء طلبات أعمال الصيانة بصورة اتوماتيكية في النظام النظام الفرعى للصيانة الخاص بنظام تخطيط موارد المنشأة لاستكمال دورة الصيانة المعتادة بطريقة متكاملة مع باقى الأنظمة الفرعية لنظام تخطيط موارد المنشأة.