مجلة جامعة الملك سعود، م١٢، العمارة والتخطيط، ص ص ١٤٩-١٧٧، الرياض (١٤٢٠هـ/٢٠٠٠م).

معايير مقترحة لتقويم مستوى سرعة الأداء في تنفيذ الأعطال في مشاريع تشغيل وصيانة المنشآت السكنية بالمملكة العربية السعودية

أحمد بن حسن العرجاني

أستاذ مشارك، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض

(قدم للنشر في ١٤١٩/١/١٦هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢٠/٢/٨هـ)

ملخص البحث. يتطلب تقويم مستوى الأداء في تنفيذ الأعمال وجود معايير خاصة يتم من خلالها مقارنة مستوى الأداء الفعلي بمستوى الأداء المتفق عليه. إن السعي وراء تحقيق مستوى سرعة أداء معينة في تنفيذ الأعمال، دون معرفة المستوى الممكن تحقيقه، أمر يزيد من الاختلاف في وجهات النظر حول تحديد المستوى المطلوب. لقد أدرك بعض القائمون على إدارة المشاريع القائمة أهمية استخدام المعايير الكمية في الحكم على مستوى الأداء، فوضعت بعض الضوابط و الاشتراطات الخاصة بذلك، ولكن دون الأخذ بعين الاعتبار عامل الوقت.

تقترح هذه الورقة نموذجا لقياس مستوى سرعة الأداء. اعتمد هذا النموذج في تحديد مستوى سرعة الأداء، على نسبة ما ينفذ من أعمال خلال الأيام الأولي من تاريخ الإبلاغ عن العطل من جهة، ونسبة ما تبقى بعد الأيام الأولي التي حددت بأربعة أيام في هذه الدراسة من جهة أخرى. استخدم في تقويم نسب الأداء ثلاثة معايير هي؛ المتوسط الحسابي، الحد الأعلى، والحد الأدنى التي توفرها خرائط الرقابة (Control charts)، إذ صنفت نسب الأداء على ضوء المعايير الثلاثة إلى أربعة مستويات هي؛ الأداء المميز، الأداء الجيد، الأداء المقبول والأداء المرفوض. ومن خلال ذلك، تم تحديد نسبة الأعمال المطلوب تنفيذها خلال اليوم الأول، الثاني، الثالث والرابع، ونسبة الأعمال التي قد يتعذر تنفيذها قبل أربعة أيام من تاريخ الإبلاغ عنها، وتحتاج في الغالب إلى وقت أطول من غيرها. على افتراض أن الالتزام بنسب أداء

ضمن مستويات الأداء المميز والجيد في النموذج المقترح، ستؤدي إلى سرعة الأداء في تنفيذ الأعمال. وعلى العكس من ذلك إذا وقعت نسب الأداء ضمن مستويات الأداء المقبول أو المرفوض.

مقدمة

هناك تشابه كبير في طبيعة أعمال التشغيل والصيانة، خاصة في المشاريع ذات الوظيفة الواحدة، كالمشاريع الإسكانية، المكتبية، التعليمية والصناعية؛ ذلك لأن لنوع الوظيفة وطبيعة الاستخدام دورا كبيرا في تشكيل برامج التشغيل والصيانة المطلوبة. من هذا المنطلق كان التركيز في هذه الدراسة على نوعية واحدة من المشروعات وهي مشروعات الإسكان. كثيرا ما يبذل في التحضير لهذه المشاريع، ابتداء بتحديد احتياجات المشروع الأساسية، ووضع الاشتراطات والمواصفات الفنية اللازمة لذلك، وانتهاء بوضع الأنظمة والمعايير الكفيلة بضمان تنفيذ الأعمال بالجودة والسرعة المطلوبة. هذه الاشتراطات تكون في الغالب محكومة بأنظمة التعاقد المحلية والعالمية. إن القصور في الأداء أثناء تنفيذ الأعمال في مشاريع التشغيل و الصيانة أمر محتمل، نظرا لما يحيط بها من مؤثرات داخلية وخارجية، تختلف في نوعها وحجمها من مشروع لآخر، ومن بيئة عمل إلى أخرى.

لقد أصبحت معظم المنشآت في القطاع العام تشغل و تصان عن طريق عقود تنافسية، يتابع فيها إنجاز المقاولين من خلال تقارير شهرية تحوي قوائم بالأعطال اليومية، مع تحديد نسبة المنفذ وغير المنفذ منها من تاريخ ظهور العطل. ويُقوَّم على ضوئها أداء المقاول شهريا من قبل الأقسام الثلاثة الرئيسية في المشروع؛ المدني، الكهربائي والميكانيكي. ويعتمد تقويم مستوى الأداء في كل قسم من الأقسام الثلاثة على تقدير رئيس القسم والعاملين من حوله لحجم الأعمال المنفذة، وعدد العمالة الحاضرة، وكمية قطع الغيار المستهلكة، وغير ذلك [١]. هذا ولقد أدرك المهتمون بمجال التشغيل والصيانة، أهمية المعايير في الحكم على مستوى الأداء، فكان من إحدى التوصيات التي خرجت بها ندوة إدارة الصيانة في الأجهزة الحكومية بالمملكة هي أهمية "العمل على تضمين عقود الصيانة معايير محددة وواضحة لتقييم مستوى أداء أعمال الصيانة" [٢]. كما أكدت إحدى الدراسات

أيضاً أن ظهور خلافات في وجهات النظر بين مقاولي التشغيل و الصيانة والجهات المتعاقد معها، كان من أسبابه عدم وجود معايير لقياس مستوى أداء الأعمال في مشاريع التشغيل والصيانة [٣]. وهذا ما جعل البحث عن طريقة تحدد من خلالها معايير تستخدم لقياس وتقييم مستوى الأداء في مشاريع التشغيل و الصيانة أمرا هاما.

معايير الأداء

هناك نوعان أساسيان من معايير الأداء في مشاريع التشغيل و الصيانة هما [٤، ص٢١]: ١) معايير الجودة (Quality standards) ، ٢) معايير الخدمة (Service standards). في معايير الجودة يتم التركيز على نوعية وجودة المواد المستخدمة، ومهارات العاملين في التنفيذ ومستوى الإشراف على التنفيذ والدقة في القبول أو الرفض للأعمال المنجزة. أما معايير الخدمة فتستخدم كمعايير كمية لتحديد المدة الزمنية للتنفيذ، أو ما يعرف بزمن ردة الفعل، وهو مقدار الزمن الذي يحتاج إليه فريق عمل معين لإنهاء نشاط أو عطل معين. لقد ساعد تحويل معايير الخدمة إلى معايير كمية في قياس مستوى الأداء، وحساب حجم الأعمال و العمالة اللازمة، وكذلك المبالغ المالية المطلوب توفرها [٤].

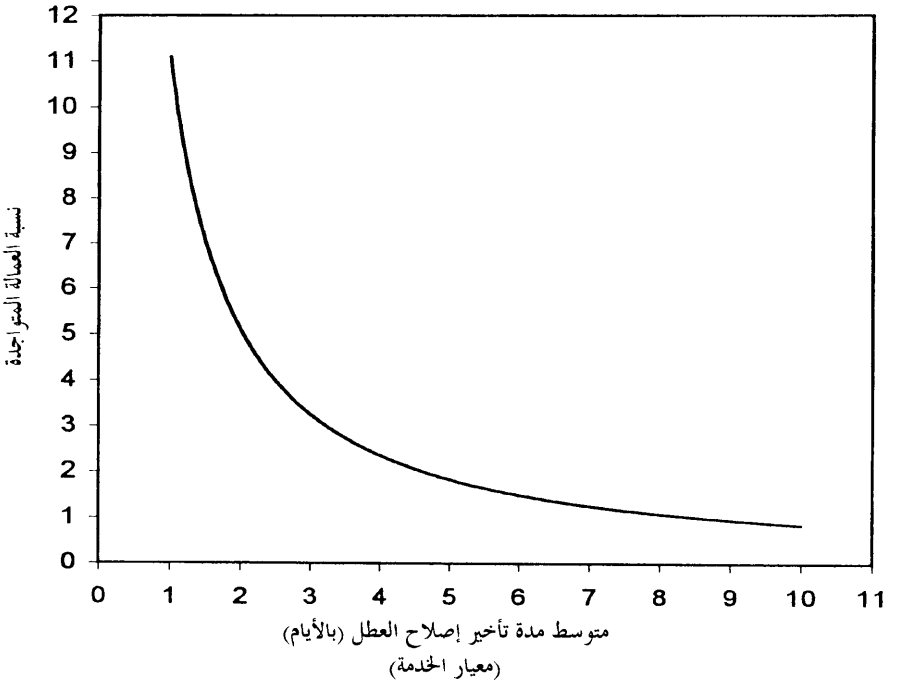
إن متابعة مستوى الأداء في مشروع ما، يتطلب تقنين المعايير بصورة واضحة من خلال بنود واشتراطات العقد، مع الأخذ في الحسبان الموازنة بين المحاور الثلاثة الرئيسية التي تدخل في تشكيل المعيار، وهي [٥، ص٢١١]؛ السرعة المطلوبة للتنفيذ (Speed of response)، ومستوى سقف الإنفاق على المشروع (Expenditure)، وأخيرا مستوى جودة الخدمة المطلوب تقديمها (Quality of service). فمن المتوقع أن تقليل زمن التنفيذ، أو رفع جودة الأداء لأي نشاط من نشاطات المشروع سيقود إلى إنفاق أكبر، نتيجة لزيادة عدد العمالة أو الأدوات والآليات المستخدمة. لذا نجد الكثير من واضعي المعايير في مشاريع التشغيل والصيانة يفرقون بين مصطلح المعايير المطلوبة (Required standards)، والمعايير المقبولة (Acceptable standards) للتنفيذ. وذلك لأن الإمكانات المتوافرة في المشروع قد لا تمكن من تحقيق مستوى المعايير المطلوبة، مما قد يضطر القائمين على المشروع إلى قبول

مستوى أقل من ذلك. وهذا نابع من مفهوم الصيانة نفسها، حيث عُرفت في دليل المعايير البريطاني (British Standard BS3811) [٦] بأنها "القيام بأعمال الصيانة المطلوبة من أجل الحفاظ على المنشآت بجميع أجزائها ومحتوياتها بالمستوى المقبول". كما عرفت الصيانة من قبل معهد المباني في بريطانيا (Chartered Institute of Building) بأنها "العمل من أجل الحفاظ أو التطوير للمبنى وخدماته إلى المستوى المتفق عليه، مع الأخذ في الحسبان الموازنة بين الحاجة والإمكانات المتاحة"[٤].

ويلاحظ من هذا التعريف التأكيد على أهمية الاتفاق المسبق بين أطراف المشروع على مستوى التنفيذ (من حيث الجودة وسرعة الأداء) المراد تحقيقه على ضوء الإمكانات المتاحة. من هذا المنطلق نجد أن الصيانة عرفت على ضوء علاقتها بالتكلفة على إنها "جميع الأعمال الضرورية للحفاظ على الخدمات بالمستوى والتكلفة المقبولة" [٧]، موضحة العلاقة الوثيقة بين مستوى الخدمة والتكلفة وارتباط كل منهما بالآخر، على افتراض أن التكلفة هنا هي مجموع المبالغ المطلوب توافرها للصرف على أعمال الصيانة بما يمكن المنشأة من الاستمرار في أداء وظيفتها.

إن الموازنة بين الأداء المطلوب والإمكانات المتوافرة قرار صعب يجب أن يتخذ بعناية فائقة من قبل متخذي القرار في إدارات التشغيل والصيانة، وأن تراعى في ذلك نوعية القرار. إذ نجد أن هذه القرارات لا تخرج عن نوعين أساسيين من القرارات هما [٨، ص٩٩]: القرارات الفنية (Technical decisions)، وهي التي تعنى بنوع العمل وكيفية التنفيذ. فعملية تقرير ما إذا كان العمل سينفذ بطريقة الإصلاح أو الاستبدال يعتبر قرارا تقنيا. والقرارات التشغيلية (Operational decisions)، وتعنى في الغالب بتقدير زمن ردة الفعل (Reaction time)، وهي الفترة الزمنية بين حدوث العطل وإصلاحه، كما تعني في بعض الأحيان الفترة الزمنية بين إبلاغ إدارة التشغيل والصيانة عن العطل والشروع في تنفيذه. حيث طور بهذا الخصوص نموذج (Model) [٨] يرسم علاقة السرعة الزمنية لردة الفعل بزيادة حجم العمالة (الشكل رقم ١)، والتي ستكون مكلفة إذا ما أخذت من وجهة نظر واحدة وهي التكلفة. وهذا يلاحظ من نسبة العمالة المطلوبة (المحور الرأسي على

الشكل) عندما كان متوسط زمن التأخير بالأيام (المحور الأفقي) يساوي ١ عنه عندما كان يساوي ١٠.



الشكل رقم (١). توضيح لشكل العلاقة بين نسبة العمالة المتواجدة ومعيار الخدمة.

(المصدر: James and Green، ٨، ص١٠٢).

يفترض أن تكون مدة التأخير بالأيام الموضحة على المحور الأفقي من الشكل رقم (١)، وهي الفترة ما بين استلام البلاغ والشروع في تنفيذه، ناتجة عن بعض الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تحديد مستوى سرعة ردود الفعل في تنفيذ الأعمال. ومن تلك الاعتبارات [٩، ص١١٤]: ١) اعتبارات السلامة، والتي يجب أن تُعطى الأولوية من حيث سرعة ردة الفعل ذلك للمحافظة على الأرواح والممتلكات دون النظر إلى حجم التكلفة الناجمة عن ذلك خلاف ما هو عليه في البلاغات غير الحرجة. ٢) وراحة المستخدم والتي يجب مراعاتها حتى وإن كان العطل الحاصل لا يشكل خطرا على صحة أو أمن

المستخدم. وقد لا يوجد بهذا الخصوص اتفاق واضح بين المالك والمستخدم على معيار معين لمستوى الخدمة الواجب توفيرها، مما قد يتسبب في تدني أو تذبذب مستوى الخدمة، وبالتالي عدم راحة ورضى المستخدم. ٣) معدل نمو التكلفة الناتجة عن التأخر في التنفيذ، وهذا يتطلب الموازنة بين التأخير في التنفيذ والأضرار الناجمة عنه، فالإهمال في تنفيذ عمل معين حتما سيتسبب في زيادة حجم العمل. ٤) تشتت مواقع الأعمال وأثر ذلك على ارتفاع زمن التنفيذ، نظرا لزيادة الوقت المستهلك في التنقل من والى مواقع الأعمال. ٥) درجة الاهتمام والمحافظة بالمنشأة وأثر ذلك على المردود المالي لها. بمعنى أنه كلما زاد الاهتمام بالمنشأة عن طريق توفير نظام صيانة جيد، زاد الإقبال على استخدام تلك المنشأة، وبالتالي ارتفاع عائدها المالي. هذا ويمكن إضافة اعتبارين آخرين إلى جانب الاعتبارات السابقة وهما؛ سهولة توفير قطع الغيار وحجم الزمن المستغرق للمصادقة على تنفيذ الأعمال.

المعايير السائدة

يعد تقويم مستوى سرعة الخدمة المقدمة، أو ما يعرف بسرعة ردة الفعل في التنفيذ هو الأكثر صعوبة من حيث القياس والتحكم، نظرا لعلاقة رفع مستوى الخدمة الوثيقة بمستوى الصرف على المشروع. لقد كانت هناك بعض المحاولات الجادة لتحديد معايير لقياس مستوى الخدمة الواجب تقديمها للمستخدم، في ظل الموازنة بين سرعة ردود الفعل الضرورية لسلامة وراحة المستفيد، والإمكانات المتاحة. من تلك المحاولات ما قامت به بعض المنظمات الإسكانية والهيئات المحلية في بريطانيا المعنية بالمحافظة على المباني السكنية وصيانتها. من الملاحظ على ذلك تفاوت مستوى سرعة تقديم الخدمة المطلوبة (معدل الوقت المحدد لإصلاح العيوب والأعطال) بين تلك المنظمات والهيئات، مع أن طبيعة تصنيف الأعمال واحدة. فقد صنفت أعمال الصيانة في جميع تلك المنظمات والهيئات المحلية إلى ثلاثة أنواع (الجدول رقم ١) وهي [١٠، ص٢٠] و[١١، ١٢، ١٣]: ١) الأعمال الطارئة (Emergency jobs)، وتمثل الأعمال التي قد يكون لتأخير تنفيذها خطر على حياة المستخدم، ٢) الأعمال المستعجلة (Urgent jobs)، وهي الأعمال الضرورية والمتعلقة براحة

وطمأنينة المستخدم، ٣) الأعمال الروتينية (Routine jobs)، وهي الأعمال التي يفضل تنفيذها من أجل المحافظة على مستوى الخدمات التي تؤديها المنشأة، وكذلك من أجل المحافظة وإطالة عمر المنشأة الافتراضي.

الجدول رقم (١). معدل الوقت المحدد لإصلاح العيوب والأعطال في مجموعة من المنظمات الخاصة والهيئات المحلية الحكومية.

نوع الأعمال	معدل الوقت المحدد لإصلاح الأعطال			
	المنظمات الإسكانية الخاصة			الهيئات
	أ	ب	ج	المحلية (حكومية)
طارئة	خلال ٢٤ ساعة	حالاً (صفر)	خلال ٨ ساعات	خلال ٢٤ ساعة
مستعجلة	خلال ٥ أيام عمل	خلال ٢٤ ساعة	خلال ٥ أيام	خلال ٧ أيام
روتينية (عادية)	خلال ٥ أيام عمل	خلال ٧ أيام	خلال ٣ أسابيع	خلال ٦ أسابيع

لقد وضع لكل نوع من هذه الأنواع الثلاثة معدل الوقت الخاص للإصلاح. فمعدل إصلاح العطل بالنسبة للأعمال الطارئة قدر بـ ٢٤ ساعة كما هو الحال في المنظمة (أ) والهيئات المحلية، مع أن هناك من حدد وقتا أقل من ذلك وهو ما بين الإصلاح الفوري إلى ٨ ساعات كما هو الحال في برنامج المنظمة (ب، ج) على التوالي. بينما في الأعمال المستعجلة نجد أكبر معدل هو ما حددته الهيئات المحلية الحكومية بسبعة أيام، مع أن بعض المنظمات الخاصة حدد معدل أقل من ذلك وهو أربع وعشرون ساعة كما في المنظمة (ب). أما النوع الثالث والأخير وهو الأعمال الروتينية، فقد كان أعلى معدل لوقت الإصلاح ما بين ٣ و٦ أسابيع كما في المنظمة (ج) والهيئات المحلية على التوالي. كما حدد أقل معدل بخمسة أيام عمل كما في المنظمة (أ).

إن تحديد معدل وقت الإصلاح لكل نوع من الأعمال الثلاثة السابقة الذكر، مطبق في بعض مشروعات تشغيل وصيانة المجمعات الإسكانية بالمملكة. حيث نجد هناك تصنيفا مشابها إلى حد ما التصنيف المتبع في المنظمات الإسكانية والهيئات المحلية في بريطانيا، قسم

من خلاله معدل الوقت المحدد لإصلاح العيوب والأعطال إلى ثلاثة أقسام هي [١]: ١) من ٦-١٢ ساعة بالنسبة للأعطال التي تؤثر على سلامة الأشخاص. ٢) من ١٢-٢٤ ساعة بالنسبة للأعطال التي تؤثر على الممتلكات العامة. ٣) من ٢٤-٤٨ ساعة بالنسبة للأعطال التي تؤثر على الممتلكات الخاصة. كما قد حددت إلى جانب ذلك مجموعة من معدلات غرامات التأخير لكل عمل من الأعمال يتم على ضوئها فرض بعض الحسميات من أجل الحد من التأخير في تنفيذ الأعمال. تحدد تلك الغرامات عن كل يوم تأخير على أساس النسبة المئوية لمتوسط التكلفة اليومية للخدمة المتعاقد عليها. أما إذا كانت فترة التأخير أقل من يوم واحد، فإن الغرامة يتم احتسابها على أساس نسبة ساعات التأخير. بالإضافة إلى ذلك نجد بعض المحاولات الأخرى التي تسعى لضبط مستوى الأداء من خلال فرض حد أدنى للعمالة المطلوب تواجدها، على افتراض أن تواجد عدد معين من العمالة سيحقق مستوى معينا من سرعة التنفيذ، وبالتالي سيرفع من مستوى الخدمة المطلوبة، على اعتبار أن لعدد الأيدي العاملة دورا كبيرا في رفع مستوى الأداء، وذلك عن طريق خفض معدل الوقت المحدد لإصلاح الأعطال.

لاشك أن لهذه الضوابط دورا هاما في متابعة وضبط مستوى الأداء. فالنوع الأول سيساهم في تنظيم معدلات الوقت المطلوبة لتنفيذ كل عمل من الأصناف الثلاثة لأعمال الصيانة (الطارئة، المستعجلة والروتينية)، بينما سيساهم النوع الثاني في معرفة الحد الأدنى لعدد العمالة الواجب تواجدها في موقع المشروع حتى تؤدى الأعمال بسرعة مقبولة لدى المستفيدين من الخدمة. ومع ما لهذين النوعين من دور كبير في متابعة مستوى الأداء، إلا أن هناك بعض الصعوبات في التطبيق. إذ تظهر الصعوبة في تطبيق النوع الأول من الاختلاف في وجهات النظر بين المنظمات والهيئات في تحديد المدد الزمنية اللازمة لتنفيذ كل نوع من أنواع أعمال الصيانة الثلاثة. فنجد بعض هذه المنظمات قد حدد وقت تنفيذ العمل الطارىء بالزمن صفر، وبعضهم حدده بأربع وعشرين ساعة حدا أعلى. وهذا بالطبع نابع من مفهوم وتعريف العمل الطارىء أو المستعجل لدى كل جهة. فما تراه المنظمة (أ) مثلا طارئا قد تراه المنظمة (ب) غير طارىء. وذلك لما للأهداف المرسومة في كل مشروع ونوع

المستخدمين وكذلك أهمية المنشأة لدى أصحابها من دور كبير في تحديد مستوى الأداء المراد تحقيقه. أما النوع الثاني والذي يعتمد في مضمونه على تحديد الحد الأدنى لعدد العمالة المطلوبة لكل مشروع، فمن أهم سلبياته ربط مستوى الأداء بتواجد عدد معين من العمالة، مع إغفال ما للتقنية والمهارات الفنية والمعدات المستخدمة، وكذلك علم إدارة المشروعات من دور كبير في رفع مستوى الأداء. علاوة على ذلك صعوبة تحديد الحد الأدنى الذي عنده يمكن تحقيق مستوى الأداء المنشود.

جمع وتصنيف المعلومات

لتتم هذه الدراسة كان لابد من وجود معلومات كافية ومتشابهة من حيث نوع الأعمال وطريقة التنفيذ. كما أن من المفيد جمع المعلومات من أكثر من مصدر. فلقد جمعت المعلومات من ثلاثة مشاريع سكنية بالمملكة العربية السعودية، كان عدد الوحدات السكنية في كل من المشاريع الثلاثة تساوي ٦٧٢، ٤٦٠ و٦١٢ وحدة سكنية، والمساحة الإجمالية لمجموع الوحدات السكنية تساوي ١٠٨٩٥٤، ١٧٦٨٨٠ و١٧٠٠١٩ مترا مربعا للمشروع الأول، الثاني والثالث على التوالي. كما روعي أن تكون هذه المعلومات لفترة عمل طويلة حتى تكون نتائج الدراسة أكثر جودة. لهذا جمعت المعلومات لفترة عمل تقارب الثلاث سنوات، بلغ متوسط عدد أوامر التشغيل (Work orders) التي جمعت من المشاريع الثلاثة حوالي ٢٥,٠٠٠ أمر تشغيل. كان بعض هذه المعلومات متوافرة على أقراص ممغنطة على شكل قاعدة معلومات (Data base) والبعض الآخر مدون يدويا في دفتر "البلاغات" صنفت فيما بعد وأدخلت في الحاسب بنفس الأسلوب الذي كانت عليه المعلومات الأولى، وذلك لتصنيف جميع المعلومات على نمط واحد، بما يمكن من الاستفادة منها سواء كانت مجتمعة أو متفرقة، وكذلك دمجها واسترجاعها أثناء الدراسة والتحليل. وكان من أهم المعلومات الواجب توافرها لإتمام هذه الدراسة هو وقت وتاريخ تسلم كل عطل "تاريخ الإبلاغ"، وكذلك وقت وتاريخ إصلاحه "تاريخ التنفيذ". وذلك حتى يمكن حساب معدل الوقت المستهلك لإصلاح كل عطل من حين الإبلاغ عنه وحتى تنفيذه.

افترض في هذه الدراسة أن نسبة الأعمال المنفذة من تاريخ الإبلاغ عن العطل ستقل تدريجيا كلما بعدنا عن تاريخ الإبلاغ، هذه النسبة ستكون عالية وذات معنوية خلال الأيام الأولى عنها في الأيام الوسطى أو الأخيرة من أيام تنفيذ الأعطال، بمعنى أن نسبة ما ينجز في الأيام الخمسة أو الستة الأولى مثلا، ستكون أكبر من نسبة الأعمال المنجزة خلال الأيام الخمسة التي تليها أو الخمسة الأيام الأخيرة من تاريخ الإبلاغ. لقد اعتمد تحليل المعلومات على تحديد نسبة ما ينفذ من أعمال خلال الأيام الأولي من تاريخ الإبلاغ. كانت تأخذ مجموعة من العينات من كل شهر من أشهر سنوات كل مشروع، على اعتبار أن اليوم الأول من أيام إصلاح الأعطال (والذي تتخذ فيه أول ردة فعل لإصلاح العطل) هو يوم الإبلاغ عن تلك الأعطال. فمثلا إذا ظهر العطل في اليوم التاسع عشر من الشهر مثلا، فإن يوم الإصلاح الأول، الثاني، الثالث، الرابع، الخامس والسادس... إلخ، بالنسبة لهذا العطل يعتبر هو يوم التاسع عشر، العشرين، الواحد والعشرين والثاني والعشرين، الثالث والعشرين والرابع والعشرين... إلخ على التوالي. بعد ذلك تحسب عدد الأعمال المنفذة بعد تلك الأيام الأولى من تاريخ الإبلاغ عن العطل وتجمع تحت مسمى الأعمال المتبقية (المعلقة). وذلك عن طريق خصم عدد الأعمال المنفذة خلال الأيام الأولى من العدد الإجمالي للأعمال التي تم الإبلاغ عنها. ونظرا لتعذر حساب نسب الأداء لجميع أيام مدة المشاريع المختلفة، أخذت عينة من كل مشروع، كانت تحدد أيام تلك العينة بطريقة عشوائية، على أن يراعى فيها ترتيب تواريخ أيام العينة، فيكون مرة من التواريخ ذات الأرقام الفردية، ومرة أخرى من التواريخ ذات الأرقام الزوجية، وذلك للتقليل من تشابه أو تتابع اختيار أيام العينة. كما روعي أن تكون أيام العينة من مختلف أسابيع الشهر، وكذلك من مختلف أشهر السنة، وذلك على افتراض أن جميع أيام العمل متساوية. فاليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن عطل ما، هو في نفس الوقت يمثل اليوم الثاني أو الثالث أو الرابع لعطل آخر سبقه، وكذلك الحال بالنسبة لليوم الثاني، الثالث والرابع وبقية الأيام الأخرى.

هذا ولقد حولت عدد أوامر التشغيل في كل يوم إلى نسب مئوية حتى يتم التغلب على أوجه الاختلاف بين أحجام الأعمال، تواريخ التنفيذ، وكذلك المواصفات

والإمكانات المتوافرة في كل مشروع، والتي قد يكون لها أثر على عدد الأعمال التي يتم الإبلاغ عنها يوميا في كل مشروع.

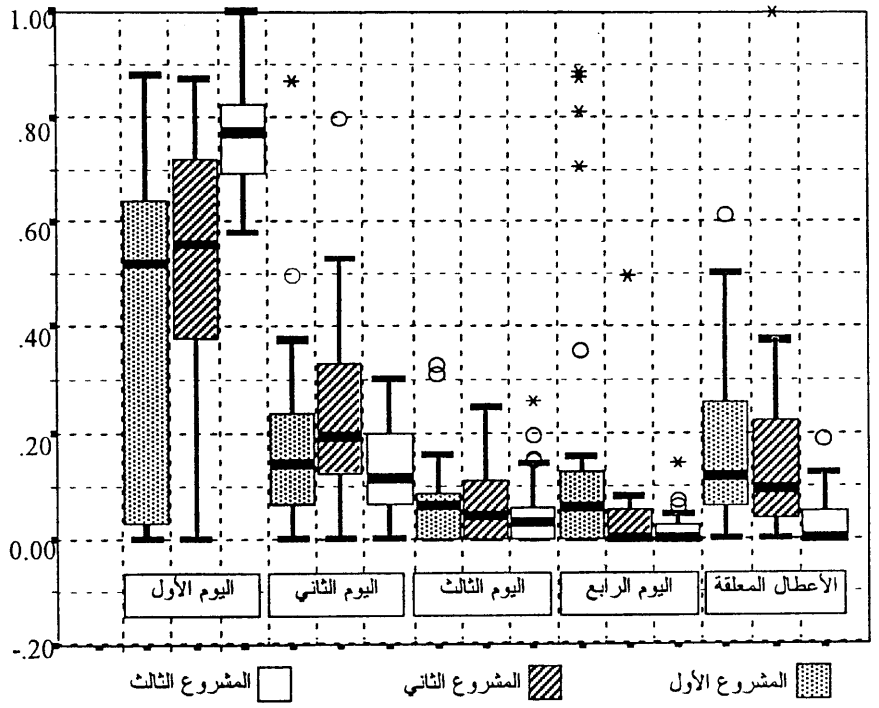
التوزيع العام لنسب الأداء

للتعرف على طبيعة توزيع نسب الأعمال المنفذة (نسب الأداء) لعينات الدراسة، كان لابد من البحث عن طريقة يمكن من خلالها التعرف على أهم خصائص تلك العينات. كان من أهم الطرق الإحصائية التي يمكن الاستعانة بها في عرض طبيعة توزيع قيم العينات من حيث تمركزها وحجم انتشارها، هي الطريقة التي تعرف في كتب الإحصاء بطريقة الرسم الصندوقي *(Boxplot). إذ تتميز هذه الطريقة بأنها توضح المختصر الإحصائي لتوزيع

---

* تحدد مجموعة قيم الـ٥٠٪ من الحالات ذات القيم التي تقع ضمن إطار صندوق التوزيع، عن طريق حساب المدى المئيني (Percentile range) الجديد بدلا من المدى الحقيقي، وذلك بحذف أكبر٢٥٪ وأصغر ٢٥٪ من البيانات والتي منها نحصل علي المئين الخامس والعشرين (The 25th percentile) والمئين الخامس والسبعون (The 75th percentile) (١٤). يمثل المئين (٧٥) الخامس والسبعين الحافة العلوية لصندوق توزيع الـ٥٠٪ من نقاط التوزيع، والمئين (٢٥) الخامس والعشرون الحافة السفلية منه. من نهاية كل مئين (الحافة العليا والسفلي للصندوق) يخرج خط رأسي ينتهي متعامدا على خط أفقي مشكلا بذلك حرف تي باللغة اللاتينية (T)، تمثل نقطة التعامد تلك، القيم الكبرى والصغرى التي لم تخرج عن النطاق (not outliners). كما توضح القيم الشاطة و المتطرفة على الرسم بعد نهاية خط القيم الكبرى بالعلامات (*) و(o) على التوالي. وهذه الطريقة تعرف في بعض كتب الإحصاء بطريقة "تكي هنجيز" (Tukey's hinges) ذلك لأنها تحسب بطريقة مختلفة قليلا عن الطريقة التي تحسب بها المئينات. من خلال حجم انتشار الـ ٥٠٪ من نقاط التوزيع وموقع خط الوسيط من ذلك التوزيع، يمكن تحديد أهم صفات العينات سواء من حيث حجم تشتت نقاط التوزيع، أو من حيث وجهة و حدة التوائه (Skewness). فبمعرفة قيمة الوسيط يتم تحديد جهة تمركز التوزيع وكذلك موقع الوسط الحسابي، فعندما لا يكون خط الوسيط في منتصف صندوق التوزيع فهذا يعني أن التوزيع غير متماثل أي ملتويا إلى الأعلى و يعرف بالالتواء الموجب (Positive skewness) أو إلى الأسفل ويعرف بالالتواء السالب (Negative skewness). كما يمكن تحديد موقع الوسط الحسابي من الوسيط. فالوسط الحسابي يكون إلى الأعلى (أكبر) من الوسيط عندما يكون التواء التوزيع إلى الأعلى، ذلك لأن معظم القيم المتطرفة تكون إلى الأعلى من الوسيط (اليمين) وتسحب الوسط الحسابي إلى الأعلى من موقع خط الوسيط. كما يكون الوسط الحسابي إلى الأسفل من الوسيط (أصغر) عندما يكون التواء التوزيع إلى الأسفل (اليسار)، لأن معظم القيم المتطرفة تكون إلى الأسفل من الوسط و تسحب قيمة الوسط الحسابي إلى الأسفل من موقع خط الوسيط. كما يمكن معرفة حجم تشتت التوزيع من طول ضلع صندوق توزيع الـ ٥٠٪ من نقاط التوزيع. حيث يكون التوزيع مشتتا (بعيد عن المركز) عندما يكون الضلع الراسي لصندوق التوزيع طويلا مقارنة بالضلع الأفقي، و متمركزا (متجمعا حول المركز) عندما يكون الضلع الرأسي قصيرا مقارنة بالضلع الأفقي.

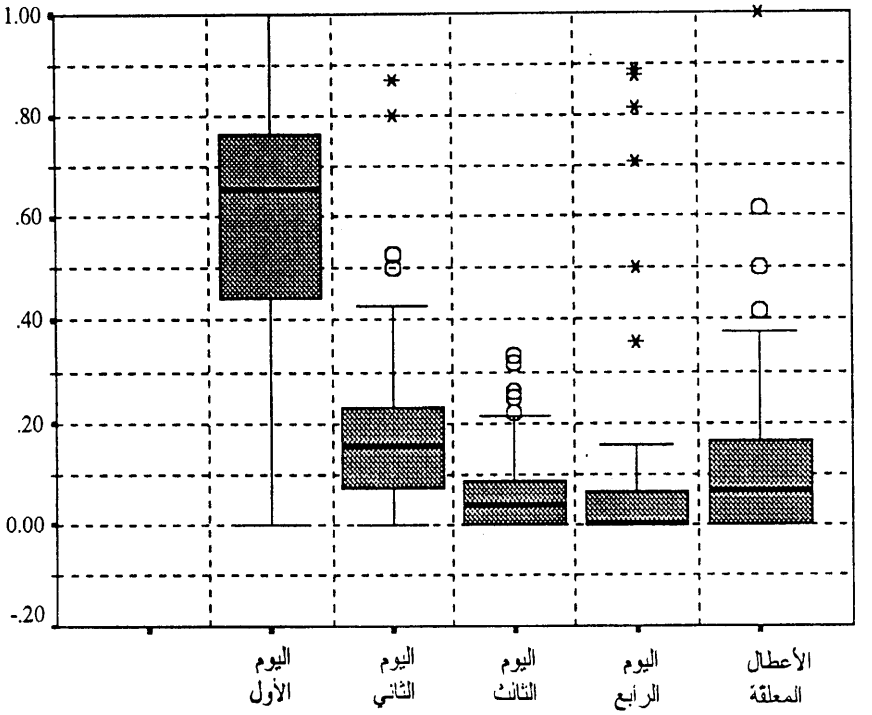
القيم بدلا من الرسم التقليدي لجميع القيم الحقيقية [١٤ ، ص١٨٦]. فهي توضح حجم انتشار الـ ٥٠٪ من نقاط التوزيع على شكل هندسي رباعي الأضلاع (صندوق التوزيع) يوضح بداخله خط الوسيط (Median)، كما يوضح خارجه القيم الكبرى والصغرى وكذلك القيم الشاطة (Extreme Values) والقيم المتطرفة (Outliners) (الشكل رقم ٢).



الشكل رقم (٢). طبيعة توزيع الـ ٥٠٪ من نسب الأداء خلال الأيام الأربعة الأولى، ونسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع، خط الوسيط والقيم الكبرى والصغرى، وكذلك القيم الشاطة والمتطرفة في المشروعات المختلفة.

لقد حددت الأيام الأولى والتي يطلب فيها نسب أداء معينة بأربعة أيام، ذلك بعد ما تبين من خلال التحليل المبدئي أن اليوم الرابع يمثل نهاية الأيام الأولى التي كانت فيها نسبة الأعمال المنفذة ذات معنوية، مقارنة بالأيام التي تليها. تأكد ذلك بعد تحديد قيمة الوسيط

وشكل التواء توزيع نسب الأداء في اليوم الرابع (الشكل رقم ٣). وعلى هذا الأساس قسمت نسب الأعمال المنفذة إلى قسمين؛ القسم الأول، ويشتمل على نسب الأعمال التي نفذت خلال الأربعة الأيام الأولى من تاريخ الإبلاغ، كما عرفت على أنها "نسب أداء". القسم الثاني، ويشتمل على نسب الأعمال التي نفذت بعد اليوم الرابع، وعرفت على أنها أعمال متبقية "معلقة"، حيث تبين أن معظم هذه الأعمال تبقى معلقة إلى عدة أيام بعد الإبلاغ عنها، بل وفي بعض الأحيان إلى عدة أسابيع أو أشهر، وذلك نتيجة لبعض العقبات التي قد تعتري عملية التنفيذ.



الشكل رقم (٣). طبيعة توزيع الـ ٥٠٪ من نسب الأداء خلال الأيام الأربعة الأولى، ونسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع، خط الوسيط والقيم الكبرى والصغرى، وكذلك القيم الشاطة والمتطرفة على مستوى جميع المشاريع.

من "الرسم الصندوقي" لتوزيع الـ ٥٠٪ من نسب الأداء، يتضح أن معظم توزيع نسب الأداء خلال الأيام الأولى في المشاريع المختلفة غير متماثل (الشكل رقم ٢). فنجد أن توزيع نسب الأداء في اليوم الأول، الثاني، الثالث والرابع، وكذلك نسب الأعمال المعلقة بعد اليوم الرابع، تختلف من مشروع لآخر ومن يوم إلى لآخر، فمنها ما هو ذو التواء إيجابي (إلى الأعلى) ومنها ما هو ذو التواء سلبي (إلى الأسفل) وهناك ما يمكن أن يقال عنه توزيع متماثل، كما في اليوم الأول في المشروع الثاني واليوم الرابع في المشروع الأول. كما توجد هناك قيم كبرى وصغرى بعيدة عن قيمة الوسيط وعن قيم المئين الـ ٧٥ والـ ٢٥ لمنطقة توزيع الـ ٥٠٪ من نسب الأداء، كما هو الحال في اليوم الأول والثاني في المشاريع الثلاثة. كما تظهر هناك بعض القيم الكبرى والصغرى، الشاطة والمتطرفة في نسب الأداء في معظم الأيام عدا اليوم الأول وفي نسب الأعمال المعلقة بعد اليوم الرابع.

وبعد التعرف على أهم خصائص طبيعة توزيع نسب الأداء التي كان التوزيع في معظمها يعتبر غير متماثل. أصبح بالإمكان تقييم مستوى الأداء مبدئيا على أساس قيم الوسيط وحجم الانتشار للـ ٥٠٪ من نقاط التوزيع لكل يوم يلي تاريخ الإبلاغ عن العطل (الشكل رقم ٢). من الشكل يتضح أن نسبة كبيرة من الأعطال في جميع المشروعات الثلاثة، تنجز في اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عنها. فنجد معدلات الأداء في اليوم الأول تساوي تقريبا ٥١٪، ٥٥٪ و٧٦٪ للمشروع الأول، الثاني والثالث على التوالي. يليه اليوم الثاني بمعدلات تساوي ١٤٪، ١٩٪ و١١٪ واليوم الثالث بالمعدلات ٩٪، ٥٪ و٣٪ واليوم الرابع بالمعدلات ٦٪، ٠٪ و٠٪ للمشروعات الثلاثة على التوالي. أما بالنسبة لمعدل الأعطال المعلقة فتساوي ١٢٪، ١٠٪ و٠٪ للمشروعات الثلاثة على التوالي. الجدير بالذكر أن معدلات الأداء تتناقص تدريجيا كلما بعدنا عن تاريخ الإبلاغ عن العطل، كما يوجد هناك تباين في نوع التواء التوزيع وحجم تشتته في الأيام والمشاريع المختلفة.

بعد هذا الوصف العام لحجم وطبيعة توزيع نسب الأداء، حدد معدل الأداء العام لنسب الأعمال المنفذة في جميع المشاريع للأيام الأربعة الأولى والنسبة المتبقية بعد ذلك، وذلك باستخدام نفس طريقة الرسم الصندوقي (الشكل رقم ٣). من تحديد المعدل العام

لخط الوسيط لتوزيع نسب الأعمال المنفذة، نجد أن ٦٥٪ تقريبا من الأعطال تنجز في اليوم الأول. بينما معدل ما ينجز في اليوم الثاني الثالث والرابع يساوي ١٥٪، ٤٪ و٠٪ على التوالي، وبمعدل ٦٪ بالنسبة للأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع. وهذا يعطي فكرة مبدئية عن طبيعة توزيع معدلات الأداء في جميع المشاريع في كل يوم من الأيام الأربعة التي تلي تاريخ الإبلاغ عن العطل، وكذلك نسبة الأعطال المتبقية بعد تلك الأيام.

إن إنجاز ما يقارب من ٦٥٪ من الأعطال في اليوم الأول، يعتبر مؤشرا على أن نسبة كبيرة من أعمال التشغيل والصيانة في معظمها بسيطة ولا يحتاج إصلاحها إلى وقت طويل. وهذا هو المفهوم السائد لدى الكثير عن أعمال مشاريع التشغيل والصيانة. كما أن وجود نسبة كبيرة من الأعطال التي تنفذ خلال اليوم الأول، مؤشر آخر على أن العمل في المشروعات التي جمعت منها المعلومات يسير بمستوى جيد، وأن العوامل الأساسية التي تساعد على تحقيق ذلك، كوجود نظام توفير قطع الغيار (spar parts procurement methods)، ونظام مصادقة (Work approval) على تنفيذ الأعمال يعملان بكفاءة عالية في تلك المشاريع. وقد تكون هناك نسبة عالية مما ينفذ في اليوم الأول من أعمال لا يتطلب تنفيذها قطع غيار أو موافقة من مديري التشغيل والصيانة نظراً لصغر حجمها أو عدم الحاجة إلى أوامر شراء.

كما يتضح من المعدل العام لنسب الأداء للأيام الأربعة الأولى والأعمال المعلقة (الشكل رقم ٣)، أن لارتفاع معدل الأداء في اليوم الأول دورا مهما في تقليل نسبة الأعمال المنفذة في الأيام الأخرى، وكذلك بالنسبة لنسبة الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع في جميع المشروعات على حد سواء. إلى جانب ذلك نجد هناك مجموعة أخرى من الأعمال التي تنجز بعد اليوم الأول وقبل نهاية اليوم الرابع، وهي الأعمال التي قد يستلزم تنفيذها موافقة مدير المشروع أو توفير بعض المواد وقطع الغيار اللازمة التي تكون في الغالب متوفرة في مستودع المشروع أو في السوق المحلي، وبقيمة تكون في حدود صلاحية مدير المشروع المالية. كما نجد مجموعة ثالثة من الأعمال يتعذر تنفيذها في الأيام الأربعة الأولى، يكون من أهم مسببات ذلك عدم توفر بعض المواد وقطع الغيار في السوق المحلية، أو لوجود بعض المشاكل في التنفيذ أو اختلافات في وجهات النظر بين أطراف العقد حول

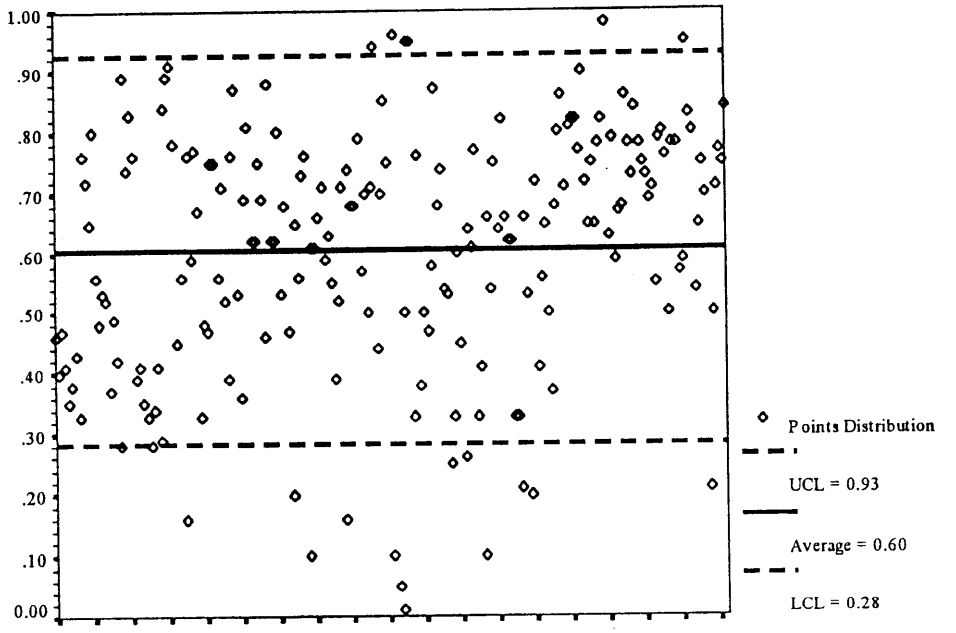
مسؤولية التنفيذ أو ارتفاع التكلفة. إلى جانب وجود عدد من الأعطال غير الحرجة والتي من المجدي تأجيلها لتدخل ضمن أعمال الصيانة الدورية أو الوقائية.

نموذج التقييم

تعتبر برامج التشغيل والصيانة من البرامج الخدمية التي تقاس جودة الأداء فيها بمستوى خدمة المستفيد "الزبون"، وهذا المستوى قابل للقياس من عدة جوانب منها ؛ قياس تردد الأعمال، زمن ردود الفعل ومستوى القناعة لدى المستفيد بالخدمة المقدمة له [١٥]. كما تشير دراسة أخرى إلى دور تحديد المدة الزمنية اللازمة لإصلاح الأعطال في تحسين مستوى إدارة سرعة الأداء في المشروع [١٦]. لإيجاد وسيلة تساهم في إدارة مستوى خدمة تنفيذ الأعطال ومتابعتها. تم بناء نموذج لقياس وتقويم معدل الأداء اليومي لمقاولي التشغيل والصيانة من جانبين ؛ الأول، حجم الأعمال التي يمكن مطالبتهم بتنفيذها خلال الأيام الأربعة الأولى من تاريخ الإبلاغ عن العطل. الثاني، تقدير الحد الأعلى المسموح به لنسب الأعمال المتبقية "المعلقة" بعد اليوم الرابع. اعتمد في ذلك على فرضية أساسية وهي أن مستوى سرعة الأداء في أي مشروع مرتبطة بنسبة ما ينفذ من أعمال في الأيام الأولى من تاريخ الإبلاغ عنها. بمعنى أن تنفيذ جميع الأعطال المبلغ عنها أو نسبة كبيرة منها في اليوم الأول أو خلال فترة قصيرة من تاريخ الإبلاغ، سيؤدى إلى مستوى عال من السرعة في الأداء. وعلى العكس من ذلك إذا استغرق تنفيذ الأعطال فترة زمنية طويلة. مع ملاحظة أنه قد يتعذر تنفيذ جميع الأعطال في الأيام الأولى من تاريخ الإبلاغ، نتيجة للاختلاف في طبيعة ونوع الأعطال من مشروع لآخر ومن عمل إلى آخر.

إن متابعة مستوى الأداء يستلزم وجود طريقة توضيحية تمكن من التقويم والمقارنة البصرية. تعتبر طريقة الإحصاء المعروفة بخرائط الرقابة (Control charts) من الطرق المناسبة لأداء هذا الغرض، وذلك لما تحويه من أساليب عرض يمكن الاستفادة منها في توضيح فكرة النموذج المقترح. فهي إلى جانب توضيح جميع نقاط العينة بطريقة عشوائية، توفر أكثر من معيار إحصائي كمي، كالمتوسط الحسابي (Mean)، الحد الأعلى للرقابة

(UCL) (Upper Control Limit) والحد الأدنى للرقابة (Lower Control Limit) (LCL)، حيث تحسب هذه المحددات من قيمة متوسط المعدل المتحرك (Mean of Moving Ranges) لحجم الانتشار وكذلك قيمة سيجما (SIGMA) التي يمكن أن تتراوح بين ١ و١٠ حسب درجة التشدد في مدى البعد أو القرب من خط المتوسط (مركز التوزيع) (الشكل رقم ٤). إن تطبيق وظيفة الرقابة في متابعة سير الأعمال يستلزم وجود معايير تساعد في اتخاذ القرارات والإجراءات التصحيحية الضرورية على أساس من الصحة، وهذا يظهر أهمية خرائط الرقابة التي توضح التقدم المتوقع للأداء (المخطط له) مقابل الأداء الفعلي [١٧، ص٧٣]، وكذلك أوجه الاختلاف للانتشار العشوائي والانتشار غير العشوائي.



الشكل رقم (٤). المتوسط الحسابي لنسب الأداء وحدا التحكم الأعلى والأدنى في البعد عن المتوسط عندما معامل التحكم (سيجما) (يساوي ٢).

هذه المميزات لخرائط الرقابة، مكنت من عرض توزيع نسب الأداء وتقسيمها إلى أكثر من منطقتين أو مستويين (منطقة القبول ومنطقة الرفض) كما هو الحال في طريقة الرسم الصندوقي. كما سهلت التمييز بين النسب القريبة والبعيدة عن خط التصنيف الأساسي (الوسط الحسابي)، وبالتالي تقسيم المنطقة الواقعة فوق وتحت خط الوسط الحسابي إلى أكثر من مستوى. إلى جانب أهمية القياس بطريقة الوسط الحسابي الذي يعتبر أكثر دقة وثبوتا من الوسيط، فقيم الوسط الحسابي لا تتأثر كثيرا من عينة لأخرى، لكونها تأخذ بعين الاعتبار جميع قيم المتغير[١٨، ص٣٥]. بتوضيح الانتشار العشوائي إلى جانب المعايير الثلاثة؛ المتوسط (Mean)، الحد الأعلى (UCL) والحد أدنى (LCL) المتوافرة في خرائط الرقابة، أصبح بالإمكان تقسيم منطقة توزيع نسب الأداء إلى أربعة مستويات هي: مستوى الأداء المميز، مستوى الأداء الجيد، مستوى الأداء المقبول ومستوى الأداء المرفوض. تختلف مساحة كل مستوى من هذه المستويات حسب بعد أو قرب حدي الرقابة الأعلى والأدنى من مركز التوزيع (المتوسط الحسابي). حددت تلك المستويات الأربعة لنسب الأداء على أساس أن يكون الأداء مميزا عندما تكون نسبة الأداء أكبر من قيمة الحد الأعلى للرقابة (UCL)، وجيدا عندما تكون نسبة الأداء أكبر من قيمة الوسط الحسابي (Mean)، وأقل من قيمة الحد الأعلى للرقابة (UCL)، ومقبولا عندما تكون نسبة الأداء أكبر من قيمة الحد الأدنى للرقابة (LCL)، وأقل من قيمة الوسط الحسابي (Mean). كما يكون الأداء مرفوضا عندما تكون نسبة الأداء أقل من قيمة خط الحد الأدنى(LCL) (الجدول رقم ٢ العمود ٢).

وينطبق العكس تماما على نسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع من تاريخ الإبلاغ عن العطل. ذلك لأن الهدف من التحكم في نسب الأداء يختلف عنه في نسب الأعطال المعلقة، فعند متابعة نسب الأداء يكون الهدف غالبا زيادة النسبة، بينما في حالة نسب الأعطال المعلقة يكون الهدف هو الحد من ارتفاعها. لذا نجد مستويات نسب الأعطال المعلقة قد رتبت وعرفت حدودها بعكس الطريقة التي رتبت وحددت بها مستويات الأداء، وذلك على أن تكون نسبة الأعطال المعلقة مميزة، عندما تكون النسبة أقل من قيمة

الحد الأدنى للرقابة (LCL). وجيدة، عندما تكون النسبة أقل من قيمة الوسط الحسابي(Mean) وأكبر من قيمة خط الحد الأدنى (LCL). ومقبولة، عندما تكون النسبة أقل من قيمة خط الحد الأعلى (UCL) وأكبر من قيمة الوسط الحسابي (Mean). ومرفوضة عندما تكون النسبة أكبر من قيمة خط الحد الأعلى (UCL)، (الجدول رقم ٢ العمود ٣).

الجدول رقم (٢). مستويات الأداء ومحددات مناطق توزيع نسب الأداء (٪) ونسب الأعمال المعلقة (٪٪).

مستويات الأداء	نسب الأداء خلال الأيام الأربعة الأولى (٪)	نسب الأعمال المعلقة بعد اليوم الرابع (٪٪)
مميز	٪ > UCL	٪ ٪ < LCL
جيد	UCL > ٪ > Mean	Mean > ٪ ٪ > LCL
مقبول	Mean > ٪ > LCL	UCL > ٪ ٪ > Mean
مرفوض	٪ < LCL	٪ ٪ > UCL

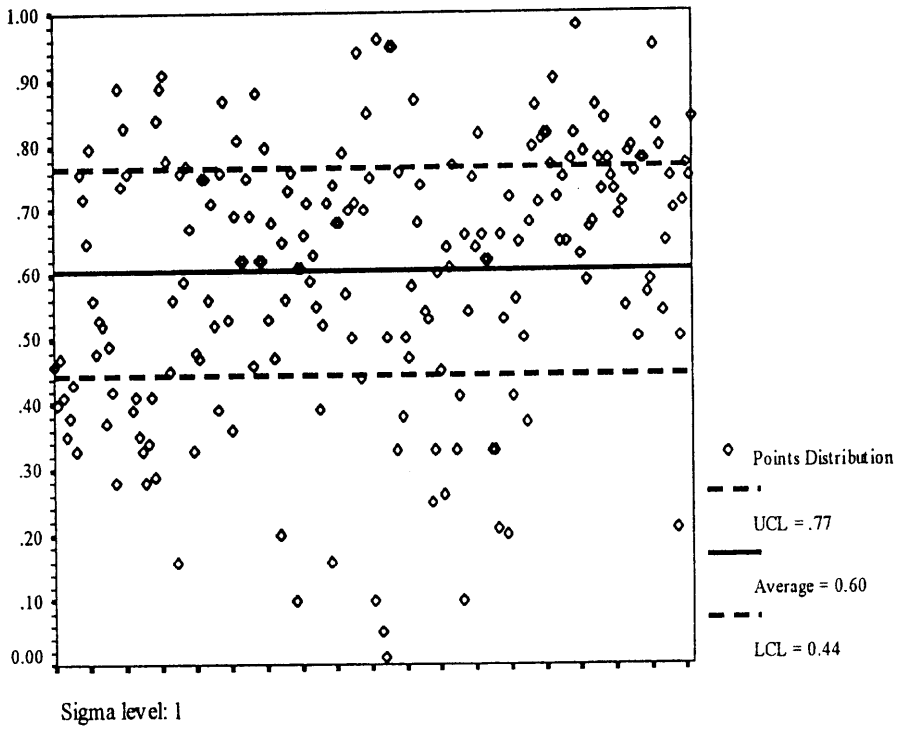
(LCL): الحد الأدنى (UCL) الحد الأعلى (Mean): المتوسط الحسابي

تبرز أهمية هذا النوع من التصنيف عندما يكون معامل التشتت لنقاط التوزيع عاليا، كما هو الحال في توزيع نسب الأداء لليوم الأول، وكذلك نسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع (الشكل رقم ٢). وذلك لأن قيمة الوسط الحسابي في مثل هذه الحالة لا تُعبر التعبير الصحيح عن طبيعة التوزيع. وبالتالي تقل أهمية الوسط الحسابي كمقياس لمستوى الأداء. لذا كان من الضروري وجود مقاييس أخرى إلى جانب الوسط الحسابي كمقياسي الحد الأعلى والأدنى اللذين يحدد من خلالهما مستويا التحكم في القرب أو البعد عن مركز التوزيع. حيث تظهر أهميتهما عندما يكون معدل الأداء (الوسط الحسابي) لا يمثل طبيعة التوزيع تمثيلا جيدا، فعلى سبيل المثال قد تكون قيمة المعدل المقترح تساوي ٤٠٪، وتكون هناك نسب أداء ذات قيم عالية تساوي مثلا ٧٠٪ أو ٨٠٪ وأخرى صغيرة تساوي ١٥٪ و٢٠٪. فإن البون في هذه الحالة يكون شاسعاً بين تلك القيم وقيمة المتوسط الحسابي لنقاط التوزيع. وهذا يقلل من إمكانية التمييز بين مستويات الأداء المختلفة داخل منطقة التوزيع.

والعكس من ذلك عندما يكون توزيع نسب الأداء متمركزةً حول خط الوسط الحسابي، فإن قيمة الوسط الحسابي تكون أكثر وصفا لطبيعة التوزيع، ومعبرةً عن مستوى معظم نقاط التوزيع على المحور الرأسي للتوزيع.

تطبيقات على النموذج

لشرح طريقة بناء معايير النموذج المقترحة واستخدامها في الواقع تم التركيز على تحليل نسب الأداء في اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن العطل في المشاريع المختلفة. حيث جمع ما يقارب من ٢١٠ عينات عشوائية من كل مشروع، روعي في ذلك أن تجمع تلك العينات عشوائياً من أوائل، أواسط وأواخر كل شهر وكذلك من جميع أشهر سنوات العمل. وبعد تحليل تلك العينات اتضح أن المتوسط العام لما ينجز في اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن العطل يساوي ٦٠٪ من مجموع الأعطال، وبحد أعلى وأدنى يساوي ٩٣٪ و٢٨٪ على التوالي عندما حددت قيمة سيجما بـ٢ (الشكل رقم ٤). يمكن لقيم الحد الأعلى والحد الأدنى في هذا النموذج أن تزيد أوتنقص تبعاً لزيادة أونقصان قيمة معامل التحكم "سيجما". حيث يلاحظ أنه عندما حددت قيمة سيجما بـ ١، انخفضت قيمة الحد الأعلى، وعلى العكس من ذلك ارتفعت قيمة الحد الأدنى، فأصبح كل منها يساوي ٧٧ و٤٤ على التوالي (الشكل رقم ٥). وهذا قلص من مساحة المنطقة المحصورة بين خطي الحد الأعلى والأدنى، مما تسبب في تحول بعض نسب الأداء العالية التي كانت تقع ضمن مستوى الأداء الجيد، لتصبح ضمن مستوى الأداء المميز (ما فوق خط الحد الأعلى)، وبعض نسب الأداء المنخفضة التي كانت تقع ضمن مستوى الأداء المقبول، لتصبح ضمن مستوى الأداء المرفوض (ما تحت خط الحد الأدنى). وهذا يعني أن أي تغيير في مستوى خطي التحكم الأعلى والأدنى، سيرفع أو يخفض من مستوي معايير التحكم. وهذا في الغالب يؤدي دورا هاما في اختيار المستوى الأنسب والممكن تحقيقه، وبما يجعل المعايير المقترحة أكثر واقعية في تحديد مستويات الأداء المطلوبة.

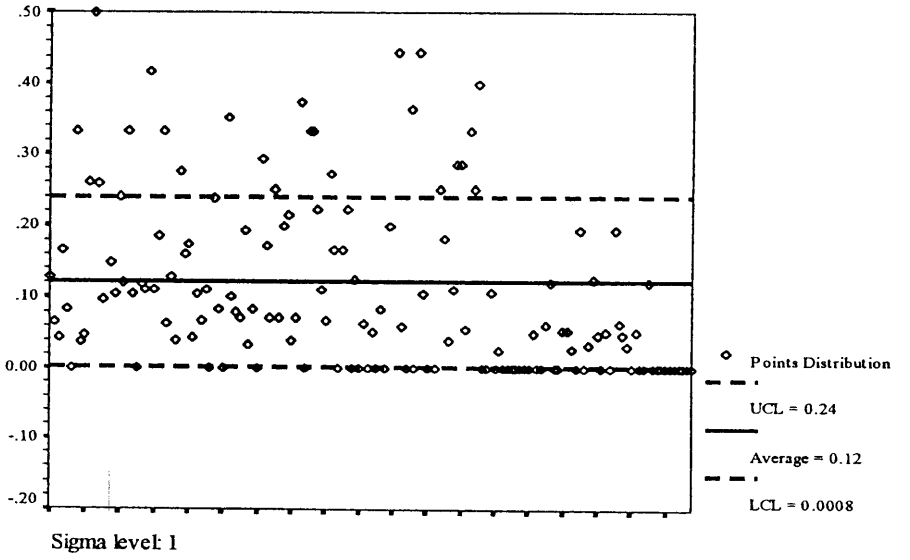


الشكل رقم (٥). المتوسط الحسابي لنسب الأداء وحدا التحكم الأعلى والأدنى في البعد عن المتوسط عندما معامل التحكم (سيجما) يساوي ١.

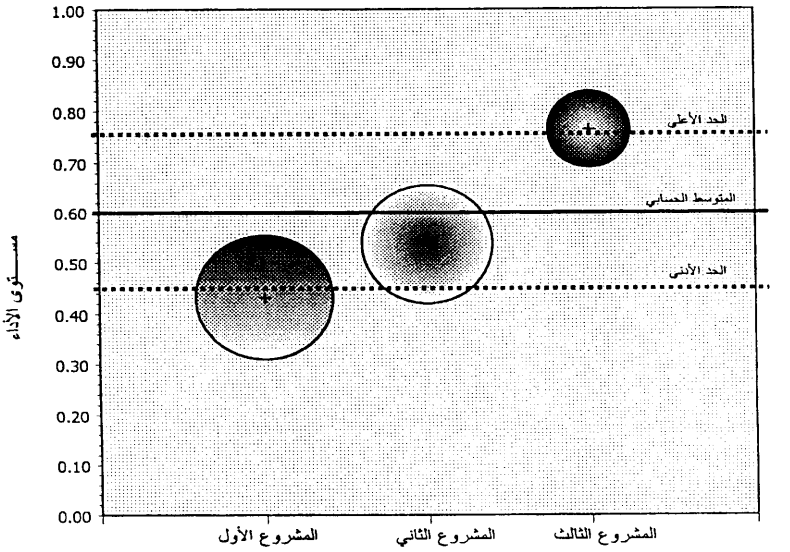
لقد اعتبرت قيم الحد الأعلى والأدنى التي تساوي عندها قيمة سيجما ١ (الشكل رقم ٥)، هي الأنسب في تحديد مستويات الأداء في النموذج المقترح. ذلك لأن استخدام القيمة ٩٣٪ كحد أعلى للأداء، يجعل من تحقيق مستويات عالية من الأداء، يفوق مستوى خط التميز المقترح في النموذج أمرا يكاد يكون مستحيلا. وبالأخص في مشاريع التشغيل والصيانة التي يعتريها الكثير من المؤثرات التي يتعذر عندها في معظم الأحيان السيطرة على مجريات الأمور. وعلى العكس من ذلك إذا استخدمت القيمة ٢٨٪ كحد أدنى لمستوى الأداء المقبول (الشكل رقم ٤)، والتي بتطبيقها قد يُسمح بقبول مستوى متدن من الأداء.

من هذا المنطلق نجد أن المعايير الثلاثة ؛ الحد الأعلى ، المتوسط الحسابي والحد الأدنى التي تساوي ٧٧٪ ، ٦٠٪ و٤٤٪ على التوالي هي الأنسب في تمثيل قيم خطوط تحديد مستويات الأداء في النموذج المقترح ، حيث عرفت هذه الخطوط الثلاثة من الأعلى إلى الأسفل على الرسم ؛ بخط التميز ، خط المتوسط وخط القبول على التوالي ، ذلك بالنسبة لنسب الأداء والعكس من ذلك في حالة نسب الأعطال المعلقة.

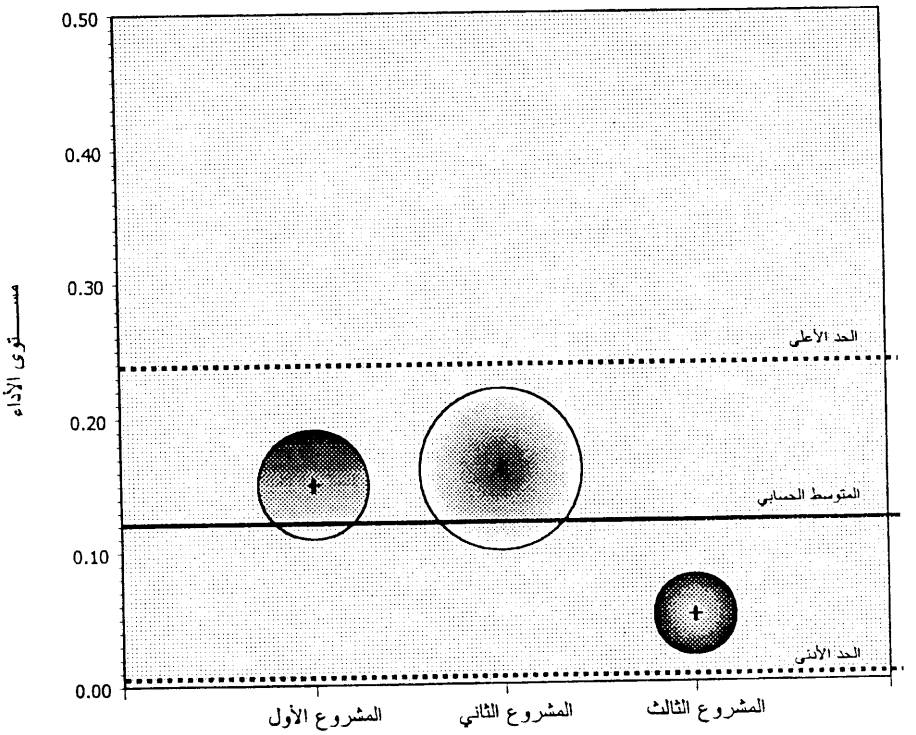
لاختبار مدى صلاحية تطبيق المعايير المقترحة في تقييم وتصنيف مستوى سرعة الأداء في الواقع العملي ، جمعت عينات عشوائية جديدة لنسب الأداء خلال اليوم الأول ، وكذلك لنسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع في المشاريع السابقة. روعي في ذلك أن تكون تواريخ أيام تلك العينات الجديدة مختلفة تماماً عن سابقتها التي استخدمت في تحديد قيم معايير النموذج. وبعد تحليل تلك العينات حددت قيم المتوسط الحسابي (Mean) ، ومعامل التشتت المعياري (Standard deviation) لنسب الأداء في كل عينة من العينات الجديدة لليوم الأول ، وكذلك نسب الأعطال المعلقة. كما استخدمت الرسومات الفقاعية في توضيح مركز التوزيع (المتوسط) ومدى انحراف نقاط التوزيع عن ذلك المركز ، على اعتبار أن مركز الفقاعة هو المتوسط الحسابي للتوزيع في كل مشروع ، ونصف قطرها هو مدى الانحراف عن كل مركز من مراكز التوزيع في المشروعات المختلفة. لمقارنة وتقييم مستويات الأداء ونسب الأعطال المعلقة على ضوء المعايير المقترحة ، تم الجمع بين المعايير الثلاثة (الحد الأعلى ، المتوسط والحد الأدنى) المستقاة من خرائط الرقابة (الشكلان رقما ٥ و٦) والرسومات الفقاعية في رسم بياني واحد كما في الشكلين رقمي (٧ و٨) ، وذلك لتحديد موقع مركز ونطاق توزيع نسب الأداء في كل مشروع من مناطق مستويات الأداء الأربعة ؛ الأداء المميز ، الأداء الجيد ، الأداء المقبول والأداء المرفوض ، على اعتبار أن مستويات الأداء أونسب الأعطال المعلقة تحدد حسب موقع مركز التوزيع لكل مشروع (مركز الفقاعة) من مستويات الأداء المقترحة. كما يستفاد من محيط الانتشار (محيط الفقاعة) في معرفة درجة تمركز نقاط توزيع العينة حول مركزها في كل مشروع ، وكذلك معرفة حجم وموقع انتشارها ضمن مستويات الأداء الأربعة.



الشكل رقم (٦). المتوسط الحسابي لنسب الأعطال المعلقة وحدا التحكم الأعلى والأدنى في البعد عن المتوسط عندما يساوي معامل التحكم (سيجما) ١.



الشكل رقم (٧). مركز ومحيط انتشار نسب الأداء خلال اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن العطل في المشروعات المختلفة، وعلاقة كل منها بمستويات تصنيف الأداء المقترحة.



الشكل رقم (٨). مركز ومحيط انتشار نسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع من تاريخ الإبلاغ عن العطل في المشروعات المختلفة وعلاقة كل منها بمستويات تصنيف الأداء.

من مواقع مركز ومحيط انتشار توزيع نسب الأداء ونسب الأعطال المعلقة من معايير ومستويات الأداء الموضحة في الشكلين رقمي (٧ و٨). نجد أن مستويات الأداء في المشروعات الثلاثة يمكن أن تُقوَّم على النحو التالي. في المشروع الأول يعتبر مستوى الأداء مرفوضا، نظرا لوقوع مركز توزيع نسب الأداء (مركز الفقاعة) ضمن منطقة الرفض الواقعة تحت خط الحد الأدنى (خط القبول). مع ملاحظة قرب مركز التوزيع في هذا المشروع من خط القبول. بينما يقيّم مستوى الأداء في المشروع الثاني على أنه أداء مقبول، لكون مركز التوزيع يقع ضمن منطقة القبول. وبهذا يكون مستوى الأداء في المشروع الثاني أفضل منه في المشروع الأول. أما في المشروع الثالث فيعتبر مستوى الأداء ضمن الأداء المميز

لوقوع مركز التوزيع فوق خط التميز (خط الحد الأعلى). وبهذا يكون مستوى الأداء في المشروع الثالث هو الأفضل من بين المشاريع الأخرى.

كذلك الأمر بالنسبة لتقييم نسب الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع، مع ملاحظة أن ترتيب مناطق التصنيف ستكون بعكس ما هي عليه في تصنيف مستويات نسب الأداء الموضحة في الشكل رقم (٧)، بحيث ستكون من الأعلى إلى الأسفل على النحو التالي: مستوى الرفض، مستوى القبول، المستوى الجيد والمستوى المميز. من موقع مركز ومحيط التوزيع لكل عينة من نسب الأعطال المعلقة في المشاريع المختلفة (الشكل رقم ٨)، يمكن تصنيف مستوى تلك النسب على النحو التالي: مقبولة في المشروع الأول والثاني، وذلك لوقوع مركزي التوزيع دون مستوى الحد الأعلى (خط الرفض في حالة الأعطال المعلقة المسموح به وفوق خط المتوسط. وجيد بالنسبة للمشروع الثالث، لوقوع مركز التوزيع فوق مستوى خط الحد الأدنى (خط التميز). بهذا تكون نسبة الأعطال المعلقة في المشروع الثالث أفضل منها بكثير في المشروعين الأول والثاني.

يمكن أن يقاس مستوى الأداء في بقية الأيام الأخرى بنفس طريقة تحديد مستوى الأداء في اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن العطل، وكذلك في اليوم الثاني، الثالث والرابع، مع الأخذ في الاعتبار تغيّر قيم المعايير الثلاثة (الحد الأعلى، المتوسط والحد الأدنى) الخاصة بكل يوم من الأيام التي تلي الإبلاغ عن العطل، والمرتبطة باختلاف نسب الأداء خلال تلك الأيام عنه في اليوم الأول. حيث يفترض أن تكون في اليوم الثاني أكبر منها في اليوم الثالث والرابع حسب ما هو موضح في دراسة طبيعة التوزيع للأيام المختلفة في المشاريع الثلاثة (الشكل رقم ٢).

الخلاصة

لقد كان لغياب المعايير التي يقاس من خلالها مستوى الأداء في مشاريع التشغيل والصيانة، أثر كبير في اختلاف وجهات النظر بين مقاولي أعمال التشغيل والصيانة والجهات

المتعاقد معها حول مستوى الأداء المطلوب [٣]. أن الحكم على مستوى الأداء، دون معرفة المعدل الزمني الذي نفذت فيه الأعمال لا يفي بالغرض من تحديد معايير للأداء، والذي يعنى بتحديد مستوى الخدمة المقدمة من خلال معرفة مستوى سرعة الأداء في تنفيذ الأعمال. لذا روعي في طريقة التقييم المقترحة الربط بين الكم المنفذ من أعمال والزمن المستغرق في التنفيذ. لقد بنيت المعايير المقترحة لقياس مستوى سرعة الأداء على حجم نسب الأعمال المنجزة في الأيام الأربعة الأولي من تاريخ الإبلاغ عن العطل ومقدار النسبة المتبقية (المعلقة) بعد ذلك من أعطال، على اعتبار أن ارتفاع نسبة ما ينفذ من أعمال خلال الأيام الأولى من تاريخ الإبلاغ عن العطل وانخفاض نسبة ما تبقى من أعمال بعد تلك الأيام، مؤشرا حقيقيا عن مدى سرعة الاستجابة في تنفيذ أوامر التشغيل المطلوبة.

إن الحكم على مستوى تقديم الخدمة للمستفيد يتطلب معرفة المستوى الممكن تحقيقه من خلال الدراسة الفعلية، وذلك لاستخدامه كمعيار تقييم لمستويات الأداء وبالأخص من حيث سرعة التنفيذ. إن وجود أكثر من معيار (الحد الأعلى، المتوسط والحد الأدنى) كما هو في الطريقة المقترحة، مكن من تصنيف مستويات سرعة الأداء إلى أربعة مستويات؛ مستوى الأداء المميز، الجيد، المقبول والمرفوض. على افتراض أن وقوع نسب الأداء ونسب الأعطال المعلقة ضمن مستويات الأداء المميز والجيد في النموذج المقترح، يعبر عن سرعة في تنفيذ الأعمال وتقليل من نسبة الأعطال المعلقة. وعلى العكس من ذلك إذا كانت نسب الأداء والأعطال المعلقة تقع ضمن مستويي الأداء المقبول أو المرفوض.

ليس بالضرورة استخدام هذه الطريقة في متابعة مستوى الأداء بشكل يومي، بل يتوقع أن يكون القياس بصفة دورية خلال أيام الأسبوع أوكل آخر يوم من الأسبوع أو الشهر أو بالاختيار العشوائي. كما يمكن أن يستخدم هذا الأسلوب في قياس نسب الأداء للأيام الأربعة بالإضافة إلى نسبة الأعطال المعلقة بعد اليوم الرابع، ويمكن أن يقتصر الأمر على نسبة ما ينجز في اليوم الأول من تاريخ الإبلاغ عن العطل، ونسبة ما تبقى بعد اليوم الرابع، على اعتبار أن لتلك النسبتين أهميتهما القصوى في توضيح مستوى سرعة تنفيذ الأعمال على المستوى العام للمشروع.

يمكن لهذه الطريقة المقترحة لقياس سرعة تنفيذ الأعمال في برامج الصيانة العلاجية، أن تستخدم في برامج الصيانة الأخرى كالصيانة الوقائية. ذلك لأن أعمال الصيانة الوقائية يفترض أن ينفذ معظمها حسب جداول زمنية محددة بعد دراسة وافية لعناصر وإمكانات المشروع. مع الأخذ بعين الاعتبار الاختلاف في أهمية عامل الوقت في برامج الصيانة العلاجية عنه في برامج الصيانة الوقائية، وكذلك طبيعة الأعمال والمهارات المطلوبة للتنفيذ. وهذا ما يزيد من أهمية البحث عن مدى تأثير اختلاف طبيعة واحتياجات أنواع الأعمال الرئيسية؛ المدنية والكهربائية والميكانيكية على مستوى سرعة الأداء العام في التنفيذ، وكذلك دراسة مدى إمكانية تطبيق النموذج المقترح في قياس مستوى الأداء في مشاريع التشغيل والصيانة للمنشآت الأخرى؛ كالمنشآت التعليمية، الصحية، الترفيهية، الصناعية وغيرها.

المراجع

[١] الإدارة العامة للصيانة والتشغيل، الوكالة الفنية برئاسة الحرس الوطني. *صيانة وتشغيل ونظافة إسكان منسوبي الحرس الوطني بخشم العان*. مطابع الحرس الوطني، ١٣٨/٣٠ (غير منشور).

[٢] مشروع توصيات ندوة إدارة الصيانة في الأجهزة الحكومية: المشكلات والحلول، "سبل زيادة دور القطاع الخاص في مجال التشغيل والصيانة". *ندوة إدارة الصيانة في الأجهزة الحكومية: المشكلات والحلول*. معهد الإدارة العامة، الرياض، ١٤١٦/٦/١٢هـ.

[٣] الغرفة التجارية الصناعية بالرياض، "سبل زيادة دور القطاع الخاص في مجال التشغيل الصيانة". *ندوة إدارة الصيانة في الأجهزة الحكومية: المشكلات والحلول*. معهد الإدارة العامة، الرياض، ١٤١٦/٦/١٢هـ.

[٤] The Chartered Institute of Building. *Maintenance Management: a Guide to Good Practice*. 3rd. Ed., ISBN 1-85380-008-2, London: The C IOB, 1990.

[٥] Hatchett, M.; Fine, B. *Resident Involvement In Property Management on Local Authority Housing Estates*. LSE Housing, London, 1 Oct. 1991.

[٦] British Standards Institution. Glossary of Maintenance Terms in Terotechnology. London: BS 3811; November 1974.

[٧] George T. H. *Revision Notes on Building Maintenance and Daptation.* London: Butterworth & Co. (Publishers) Ltd, 1984.

[٨] James, D. B. and Green, M. F. "The Use of Decision Models In Maintenance Work", In: Gibbson, E. J (Ed.). *Developments in Building-Maintenance-1.* London: Applied Science Publishers Ltd., 1979.

[٩] Lee Reginald. *Building Maintenance Management.* 3Ed. London: BSP Professional Books, ISBN 0-00-383375-5, 1987.

[١٠] Audit Commission for Local Authorities. *Improving Council House* Maintenance London, HMSO Publication Center,1986.

[١١] Govanhill Housing Association. "Business Plan 1990-1993", *Glasgow*, 1990.

[١٢] Milnbank Housing Association. *Maintenance Policy.* Committee Handbook, Glasgow: MHA, June 1990.

[١٣] Partick Housing Association. "The Partick Plan and Annual Reports." *Glasgow*, (December, 1990).

[١٤] SPSS Inc. *Base System User's Guide, Release 6.0 For Windows.* Chicago: SPSS Inc. 1993. ISBN 0-13-178856-6.

[١٥] Keitt, J. K. and Kahn, C. L., "Take Control of your Maintenance Contracts", *Chief Information Officer Journal.* Vol. 5, Issue 5, sp12, New York (May/Jun 1993).

[١٦] Cotts, D. G. "Anew-proactive-approach to Maintenance & Repair", *Facilities Design & Management.* Vol. 12, Issue 2, sp44, New York (Feb. 1993).

[١٧] البرعي، محمد بن عبد الله، التويجري محمد بن إبراهيم. *معجم المصطلحات الإدارية: إنجليزي - عربي، مع مسرد عربي - إنجليزي.* الرياض: مكتبة العبيكان، ١٤١٤هـ.

[١٨] أبو صالح، محمد صبحي وعوض، عدنان محمد. *مقدمة في الإحصاء.* لندن: دار جون وايلي وأبنائه (ISBN 0-471-87221-0)، ١٩٨٣م.

Proposed Standards for Measuring Work Performance in Terms of Speed of Execution Reaction in Residential Buildings Operation and Maintenance Projects, in Saudi Arabia

Ahmed H. Al-Arjani
Associate Professor, College of Architecture and Planning, King Saud University, Riyadh

(Received 16/1/1419; accepted for publication 8/2/1420)

Abstract. Evaluating work performance requires certain criteria for standards, in order to compare the actual work performance against the agreeable levels. To achieve certain work performance levels, without understanding the attainable level, may cause a conflict in the level of the required standards. In some cases, project management implements quantitative standard, but without taking into account the time factor.

For this purpose a model for measuring work performance in terms of speed of execution reaction in residential buildings operation and maintenance projects is suggested. Speed of execution reaction is determined according to the percentages of the executed work orders during the first four days of reporting, and also considering the percentages of remaining unexecuted work order after the four days. Three quantitative standards are used to evaluate and classify the percentages of work that have been accomplished. They are; the mean, upper control limit and lower control limit. According to these standards, work performance was classified into four levels; distinctive, good, accepted and rejected levels. This is to determine the percentages of work orders that should be executed at the first, second, third and fourth day, and also the acceptable percentages of remaining unexecuted work after the fourth day. Hence to achieve high level of work performance such as the distinctive or good level in the suggested classification model, should lead to a good speed of execution. In contrast, a low speed of execution is achieved when the work performance level is at the accepted or rejected levels.