الباب الرابع

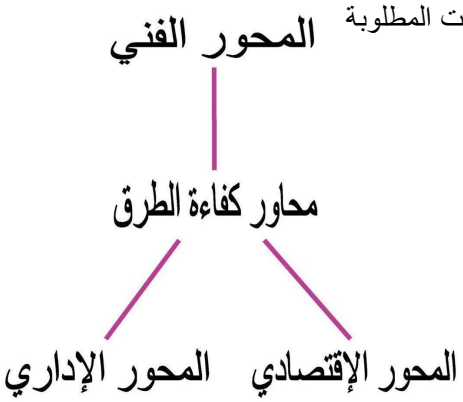
منهجية النظام المتكامل

(ISM)

Integrated System Methodology

تمهيـــــــــــــد

تهدف منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق الي إظهار كيفية الإستفادة من تكنولوجيا المعلومات في إنشاء نظام منهجي يؤدي الي التكامل بين المرافق والطرق بإستخدام نظام الحاسب الآلي مما يؤدي الي الحفاظ علي شبكة الطرق بالإضافة الي وقاية الطرق من أضرار الكوارث والأزمات ويعتمد عمر وأداء الرصف بشكل كبير علي نوعية ومقدار الصيانة ونظراً لوجود شبكة طرق ممتدة تصل بأي دولة الي مساحة ٣/١ حجم العمران صرفت عليها مبالغ طائلة وإستثمارات ضخمة لرفع كفاءتها وزيادة معدلات الحركة المرورية بأمان ونظراً لإحتياج المواطنين بصفة دائمة وملحة الي المرفق الخدمية فكان لابد من تواجد منهجية لربط المرافق مع الطرق للحفاظ علي شبكة الطرق ومن أجل المحافظة علي الوظائف والأهداف المرجوة من الطريق ظهرت أهمية أن تكون صيانة الطرق بالشكل المنهجي والعلمي المناسب فمن المعلوم أن عملية تدهور مستوي الخدمة تدريجياً ويكون معدل الإنخفاض بمستوي الخدمة مرتبط بمقدار الصيانة الدورية او الرئيسية للطريق فكلما إستخدمت نسبة مقدرة من الصيانة زاد عمر الطريق وبالتالي زادت المدة الزمنية التي عندها يتم إعادة رصف الطريق وعموماً نظام إدارة صيانة الطرق هو أداة أو وسيلة تشغيل تهدف للمحافظة علي إستثمارات شبكات الطرق من خلال الحفاظ علي مستوي أداء وخدمة الطرق بواسطة مجموعة النشاطات والجهود المنظمة في إدارة وتوجيه موارد الصيانة للوصول الي أمثل الفوائد الممكنة ومن هنا تبرز الحاجة الي إنشاء النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق وتقنين ذلك من خلال منهجية تكامل لهذا النظام لان تكلفة إعادة إنشاء الرصف أو حتي إعادة تأهيله مرتفعة جداً فمن الأساسي تأخير مثل هذه النشاطات بأكبر قدر ممكن عن طريق تطبيق نشاطات صيانة روتينية ووقائية بفعالية بالمقدار والتوقيت المناسبين فعلي سبيل المثال عدم إجراء صيانة روتينية للرصف يؤدي الي أن يصل مستوي التدهور لخدمة الرصف ما يتطلب نشاطات صيانة وقائية تكلف عشرة أضعاف التكلفة بالمقارنة مع الخيار الأول وبالمثل عدم إجراء صيانة وقائية للرصف يؤدي الي تدهور الرصف والي حاجته الي إعادة سفلته وهذا الإجراء يفوق تكلفة أعمال الصيانة الوقائية بحوالي سبعة أضعاف وأيضاً فإن عدم إجراء إضافة طبقة أسفلتية في الوقت المناسب يؤدي الي تدهور الرصف والي حاجته الي إعادة إنشاء أو تأهيل وتكلفة هذا الإجراء تفوق تكلفة أعمال الصيانة الوقائية بحوالي عشرين ضعفاً وعند توفر سطح رصف مناسب للحركة المرورية من خلال نشاطات الصيانة الفعالة فإنه يحصل توفير كبير في إستهلاك الوقود وإطارات العربات وقطع الغيار وهذا يؤدي الي تخفيض كبير في تكلفة تشغيل المركبات علي الطرق ومن مراجعة الدراسات السابقة تبين أن توفير مقدار مناسب من صيانة الطرق يؤدي لتخفيض نسبته تتراوح بين ٨% الي ٤٠% في تكلفة تشغيل المركبات بالإضافة الي أن صيانة الطرق تفيد في عدم إغلاق الطريق للحركة المرورية حيث ان الطرق تخدم حركة نقل الركاب والبضائع وإغلاق الطرق المتكرر أمام عبور الركاب والبضائع يسبب نتائج سيئة علي الأوضاع الإقتصادية والإجتماعية ومن هذا تتضح الفوائد الكبيرة التي يمكن تحقيقها من خلال تطبيق النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق في الوقت الملائم للصيانة حيث أن تأخير عملية الصيانة يزيد من التكلفة وتختلف أنظمة إدارة صيانة الطرق المختلفة من حيث المنهجية وأسلوب تحقيق الأهداف والمعايير المستخدمة ولكن جميع إدارات الصيانة تتفق بالهدف الرئيسي وهو رفع كفاءة إستخدام الموارد المتاحة للمحافظة علي أداء شبكة الرصف وذلك يتحقق من خلال ثلاث محاور رئيسية (المحور الفني + المحور الإقتصادي + المحور الإداري) (١) المحور الفني يتضمن تطوير قاعدة معلومات لتسهيل عملية جمع معلومات الشبكة ورفع درجة الإستفادة من تلك المعلومات من خلال العرض والتحليل وتطوير معايير لمستويات الأداء المقبولة لحالة رصف الطريق وتطوير منهجية إختيار عمليات الصيانة وتطوير منهجية للتوقع بإتجاهات أداء الشبكة ووضع توقعات عن نوعية العيوب المستقبلية وتطوير منهجية لتحديد حجم الميزانية للصيانة المستقبلية (٢) المحور الإقتصادي رفع كفاءة إستخدام الميزانية المتاحة من خلال تطبيق منهجي لاختيار أكثر الحلول كفاءة مع ضرورة إيجاد عدة خيارات لأعمال صيانة الشبكة للتغلب علي مشاكل تمويل الصيانة بالإضافة الي إستخدام نظام فعال لتحديد أولويات الأعمال لتوفير الجهد علي إدارة الصيانة من جراء إتباع أساليب تقليدية في توزيع نشاطات الصيانة لأجزاء الشبكة التي في حاجة لصيانة دائمة وتفيد منهجية التكامل في تخطيط ميزانيات الصيانة للسنوات المستقبلية لتتمكن إدارة الصيانة من متابعة الإجراءات الخاصة بالميزانية قبل الموعد المحدد بفترة كافية (٣) المحور الإداري التعرف علي حجم أعمال وجهود صيانة الشبكة بشكل دقيق وتحديد نشاطات الصيانة المطلوبة ليتم التخطيط ووضع البرامج بشكل مناسب وبأقل جهد ممكن ومساعدة الإدارة في إعداد التقارير والعروض الفنية الدقيقة للتمكن من مخاطبة الجهات العليا للمطالبة بتوفير الميزانيات المطلوبة



الشكل رقم (٢٦٥) يوضح محاور كفاءة الطرق

الفصل الأول
منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق
Methodology of the Integrated System for Roads Maintenance Management

هى توفير الإطار العام لإتخاذ القرارات اللازمة لإدارة صيانة الطرق على أساس سليم وطبقاً للإحتياجات الفعلية لشبكة الطرق ويجب أن تخضع إدارة صيانة الطرق لنظام تحكم للتأكد من أن السياسات (القرارات) تنبع من الإحتياجات الفعلية وأن هناك مراقبة صارمة للتنفيذ وللأداء وأنه يتم التحكم فى الأمور المالية بصورة مناسبة ولذلك تعتمد منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق على تحديد المعايير التى يتم بموجبها إتخاذ قرارات لإدارة صيانة الطرق إعتماداً على حالة الرصف لمقطع الطريق وكذلك أنواع وكثافة ومستوى شدة عيوب الرصف التى تظهر على سطح مقطع الطريق ويتم إستخدام النظام التكنولوجى الجدولى الهرمى فى وصف منهجية إتخاذ القرارات بدءاً من تحديد مقياس حالة الرصف والمرور بعدة مراحل من الخيارات حسب كثافة وشدة وأنواع عيوب الرصف فى سطح الطريق الى الوصول لتحديد أنواع الصيانة المطلوبة لمقطع الطريق من أجل المحافظة على الوظائف والأهداف المرجوة من الطريق حيث ظهرت أهمية أن تكون إدارة صيانة الطرق بالشكل المنهجى والعلمى المناسب فمن المعلوم أن عملية تدهور مستوى الخدمة للطريق تبدأ بعد إنشاء الطريق مباشرة حتى يصل لأدنى مستوى خدمة يتم عندها إعادة رصف الطريق فالطريق عند إنشائه يكون مستوى الخدمة له أعلى ما يمكن ومع زيادة عمر الطريق يقل مستوى الخدمة تدريجياً ويكون معدل الإنخفاض بمستوى الخدمة مرتبطاً بمقدار الصيانة الدورية أو الرئيسية للطريق فكلما أستخدمت نسبة مقدرة من الصيانة زاد عمر الطريق وبالتالى زادت المدة الزمنية التى عندها يتم إعادة رصف الطريق وعندما يقل مستوى الخدمة تزيد التكلفة المترتبة على إستخدام الطريق والمتمثلة فى تكلفة المستخدم والتكلفة التشغيلية وإرتفاع معدل الحوادث لقد أظهرت عدد من الدراسات أن الرصف فى الغالب يؤدى الخدمة لمدة عشر سنوات بدون صيانة دورية أو إعادة تأهيل أما فى حالة الصيانة فمن الممكن أن يخدم الطريق لمدة تصل الى ٢٥ سنة فمن المكاسب الأقتصادية المهمة فى تطبيق أنظمة الصيانة الفعالة هو المحافظة على إستثمار رأس المال بدوام عمر الرصف الى العمر التصميمى للطريق وتخفيض تكلفة إستخدام المركبات للطريق والإبقاء على الحركة المرورية مفتوحة من هنا تبرز الحاجة لإنشاء وتطوير ونظام معنى بمنهجية إدارة الصيانة للطرق بطريقة علمية تهدف الى الإستغلال والاستفادة القصوى من الموارد المتاحة وتقليل تكاليف أعمال الصيانة بإعتماد طرق منهجية نظامية بجمع وحفظ البيانات والمعلومات وتعيين حالة الطريق وتحديد برامج الصيانة المطلوبة وتحديد تكلفتها ووضع اولويات أعمال الصيانة ووضع الخطط والبرامج المستقبلية من خلال نظام شامل يستخدم منهجية برامج حاسب الى متخصصة تهدف هذة المنهجية الى إظهار فائدة إستخدام التكنولوجيا فى تطوير منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق والتى تؤدى الى إتخاذ القرارات فى أعمال الصيانة وتحديد الأدوات اللازمه للوصول للاستراتيجيات والحلول المثلى بتحسين مستوى الخدمة وزيادة الإنتاجية وتخفيض التكاليف والرسم التخطيطى التالى يوضح الأنظمة التى يتكون منها النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

الشكل رقم (٢٦٦) يوضح الانظمة التى يتكون منها النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

(١/١) فائدة إستخدام منهجية التكنولوجيا فى صيانة الطرق

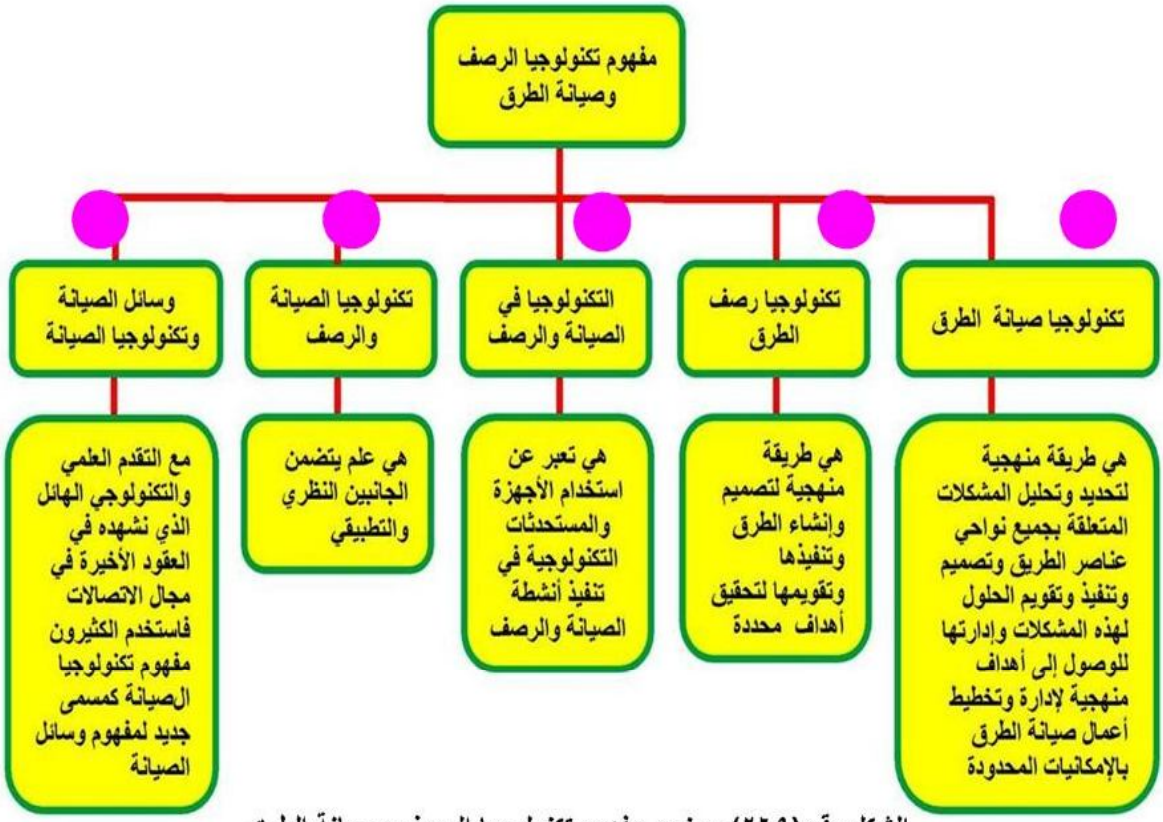
الشكل رقم (٢٦٧) يوضح فائدة إستخدام منهجية التكنولوجيا فى صيانة الطرق

(٢/١) خصائص منهجية التكنولوجيا

الشكل رقم (٢٦٨) يوضح خصائص منهجية التكنولوجيا

(٣/١) مفهوم تكنولوجيا الرصف والصيانة

يكثر الخلط بين مفهوم تكنولوجيا الرصف ومفهوم تكنولوجيا الصيانة ويمكن توضيح الفرق بينهما في ضوء الفرق بين الرصف و الصيانة إن مصطلح الرصف أعم وأشمل من مصطلح الصيانة حيث أن كل عملية من عمليات الرصف تشمل بداخلها عملية صيانة ولكن ليست كل عملية صيانة تؤدى بالضرورة إلى عملية رصف فعملية الصيانة تدخل في إطار عملية الرصف وبالقياس يتضح أن تكنولوجيا الرصف أعم وأشمل من تكنولوجيا الصيانة فبينما تهتم تكنولوجيا الرصف بإعادة رصف الطريق بالكامل فإن تكنولوجيا الصيانة تهتم بمعالجة العيوب وصيانتها والمخطط التالي يوضح هذا المفهوم



الشكل رقم (٢٦٩) يوضح مفهوم تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق

(٤/١) أسلوب النظم وتكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق

يعتبر أسلوب النظم من الأسس النظرية التي يقوم عليها علم تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق وهناك تعريفات كثيرة للنظام نذكر البعض منها لاستخلاص السمات المميزة للنظام

١	تجمع لعناصر أو وحدات تتحدد في شكل أو أخر من أشكال التفاعل المنظم أو الاعتماد المتبادل
٢	مجموعة الأجزاء أو العناصر المترابطة التي تربطها بعضها ببعض علاقات متبادلة تعمل معاً ككل نحو تحقيق هدف
٣	مجموعة من المكونات المترابطة في كلٍ واحد و بينها علاقات تفاعلية منظمة وعلاقات تبادلية مع النظم الأخرى بغرض بلوغ هدف أو مجموعة أهداف محددة

وهناك مجموعة من السمات للنظام يمكن استخلاصها من التعريفات السابقة:

١	يتكون كل نظام من مجموعة من المكونات تتسم هذه المكونات بالتكامل والترابط والتفاعل والتأثير والتأثر فيما بينها
٢	لا يقتصر التفاعل بين مكونات النظام الواحد فقط بل بين مكونات النظام ـككلٍ واحد ـ والأنظمة الأخرى
٣	يتكون كل نظام من أنظمة فرعية
٤	يسعى النظام إلى تحقيق أهداف محددة

وتجدر الإشارة إلى أن الأنظمة تتعقد نتيجة لتعدد أجزائها أو مكوناتها والعلاقات المتبادلة بينها وقد أدى ذلك إلى وجود نوعين من الأنظمة تبعاً لعلاقة النظام بالبيئة الخارجية أو الداخلية

م	أنواع النظام	التعريف
١	النظام المفتوح	وهو النظام الذي يتأثر بأي نظم تحيط به و يؤثر فيها مثل رصف الطرق وصيانة الطرق وقطاع النقل
٢	النظام المغلق	وهو النظام الذي لا يتأثر بأي نظم حوله و لا يؤثر أيضاً فيها مثل إجراء التجارب داخل المعامل

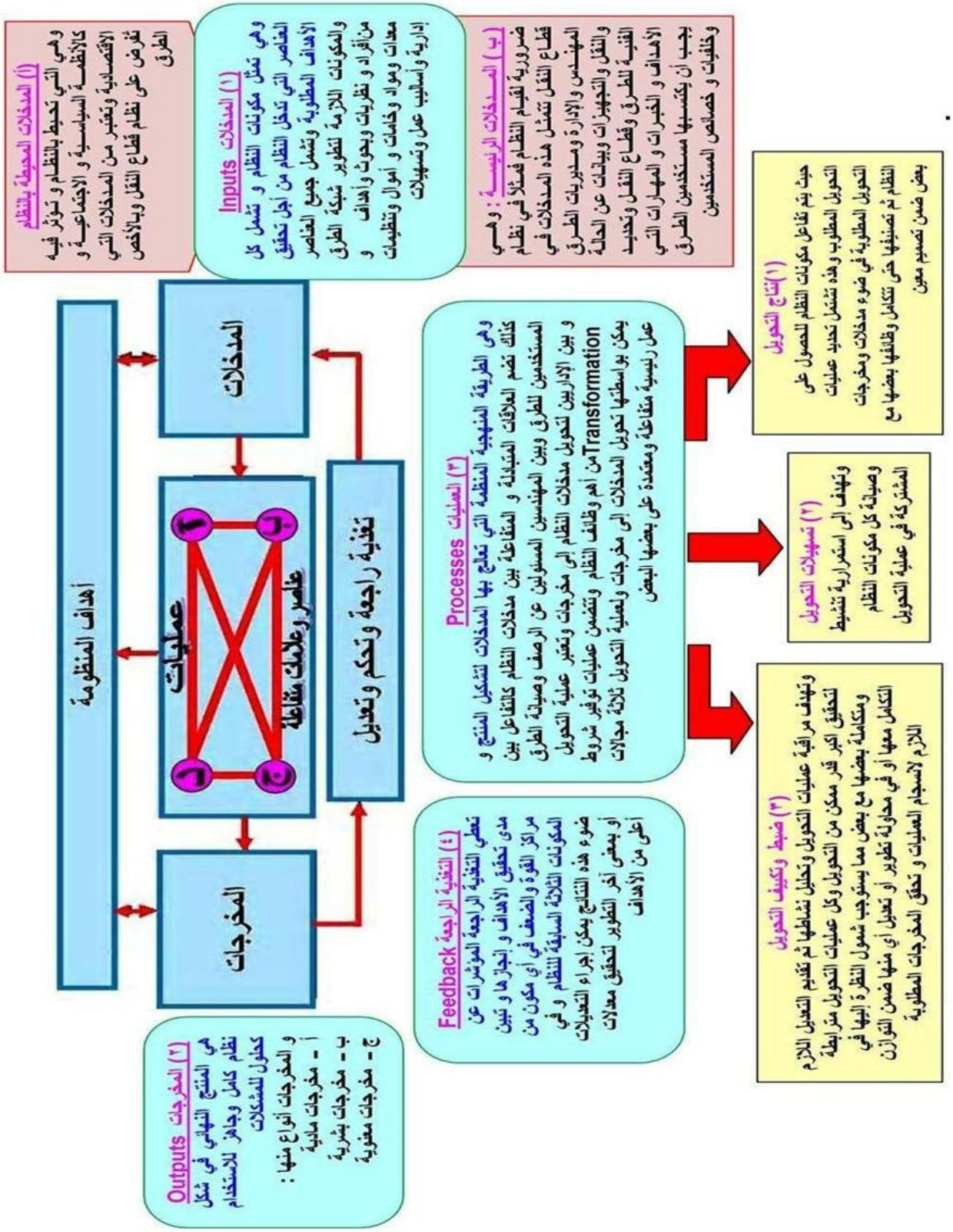
معالم النظام من أبرز معالم أي نظام هو :

١	الأهداف	فالهدف هو النواة التي ينمو حولها النظام لأن النظام يبنى و يوجد لأغراض تحقيق الهدف وكلما كانت الحاجات والغايات أوضح كلما كان نظام الرصف وصيانة الطرق أقدر على تفهم ما تعمله المؤسسة المسئولة عن قطاع هندسة الطرق و النقل و يزداد تعاونه معها في تحقيق أهدافها ولابد من تحليل الحاجات المنتقاة والمتطلبات المنبثقة و الناشئة والمصادر المتوفرة تقود إلى تحديد أدق لأهداف النظام فإن معرفة قدرات وكفاءات أي نظام تتم عن طريق القيام بدراسة كاملة وشاملة لذلك النظام ويقصد بقدرة النظام قدرته على استيعاب المدخلات في ضوء العمليات التي يقوم بها أما الكفاءة فهي كفاءة النظام في النمو والتطور في أنظمته الفرعية وخلق أنظمة جديدة؛ وكذلك فإن الكفاءة تعني قدرة النظام على تحقيق حاجات مجتمعة و ما قد يطرأ عليها من حاجات أخرى
٢	الوظائف	أن وظائف النظام متعددة فمنها المدخلات و المخرجات و التغذية الراجعة و الضبط و التكيف و المواءمة و النمو (التحويل) ومن أهم الوظائف العامة هي وظيفة التحويل و التغذية و الضبط و التكييف
٣	المكونات	مجموعة الأجزاء و العناصر التي يتكون منها النظام هي الأنظمة الفرعية والمتفرعة وما يربط بينها والنظام هو أكثر من مجموع مكوناته أوعناصره و ذلك لعلاقات المكونات مع بعضها البعض و طريقة تصميم التفاعل فيما بينها فمكونات النظام تتصل مع بعضها البعض ضمن نمط و تصميم معين يكون بيئة النظام ومن خلال ديناميكية هذه العلاقات يتحول النظام من مجرد كونه مجموعة عناصر مستقلة إلى حالة من التكامل والتداخل وكلما كانت مكونات النظام تتسم بالاستقلالية أو الانفصالية يعني ضعف تكامل هذا النظام و ذلك لأن أي تغيير في أي من مكوناته أو أنظمته الفرعية لا تؤثر على الأخرى ، بينما اعتمادية النظام و أنظمته الفرعية تعني أن أي تغير في أي مكون أو نظام فرعي سيكون له أثره المعين على المكونات الأخرى فمثلاً إذا حدث إنهيار بطريق يؤثر ذلك على حركة سير المرور مما يؤدى إلى إعاقة إستخدام هذا الطريق وبالتالي يؤدى إلى توقف المجتمع عن قضاء حاجته وإنتاجيته اليومية مما يؤثر بالسلب على هذا المجتمع مستخدم هذا الطريق وهذا التفاعل والتكامل بين مكونات النظام

الشكل رقم (٢٧٠) يوضح كيفية تحقيق أو أنشاء أي نظام

الفصل الثانى
مكونات منظومة النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق
System components integrated system for the management of Roads Maintenance

تتكون منظومة النظام من أربعة مكونات أو عناصر رئيسية



الشكل رقم (٢٧١) رسم تخطيطى يوضح مخطط عناصر المنظومـة

(١/٢) النظام والنظرة التكاملية للنظام

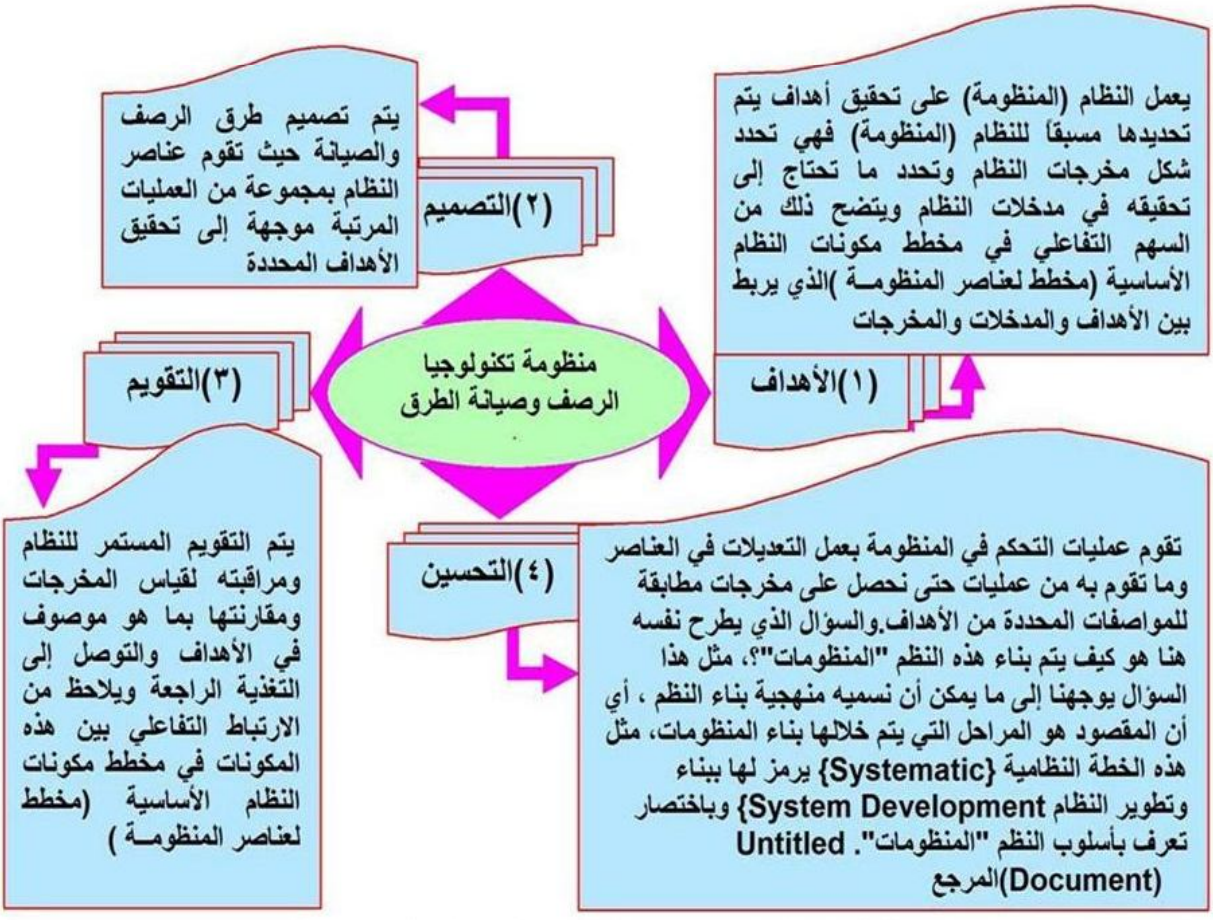
يتكون كل نظام من نظم تحتية أو فرعية ويمكن النظر إلى أي نظام على أنه نظام أساسي ويحوي مجموعة من الأنظمة الفرعية وفي نفس الوقت يمكن إعتباره نظاماً فرعياً لنظام أكبر منه فمثلاً نظام منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق يمكن النظر إليه على أنه نظام أساسي يتضمن مجموعة من الأنظمة الفرعية (النظام المتكامل لإدارة الصيانة - النظام المتكامل لإدارة الطرق - النظام المتكامل لإدارة المعلومات) وتفاعل الكُلّ في واحد هو عملية إنتاج نظام برامج الأولويات المتكاملة وهذا النظام هو جزء من نظام أكبر هو نظام إدارة العمل الذي بدوره جزء من نظام أكبر وهو النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق الذي بدوره جزء من نظام أكبر وهو نظام الرصف وصيانة الطرق وبذلك يتضح أن النظام ينقسم من حيث تواجده إلى أنظمة متولدة ومتعددة يتفرع بعضها من البعض الآخر ويكون هو بدوره – مهما كبر – هو جزءاً من نظام أكبر منه فمن الواضح إذن أن عملية الرصف وصيانة الطرق هي عملية متداخلة في شبكة من الأنظمة أو المنظومات يتكون منها سياق أنشطتها و قيودها . كما يمكن أن ننظر إلى عملية الرصف نفسها كمنظومة أو نظام – فهي علاقة بين المستخدمين للطرق وبين أشياء صممها الإنسان لتحقيق بعض الأهداف المقصودة و الرصف وصيانة الطرق في ذات الوقت هي منظومة فرعية في منظومة المجتمع ككل الذي تتلقى منه مدخلاته من المستخدمين والمهندسين والإداريين والمواد الخام وغيرها من المكونات والذي يتوقع منها نوعاً من المخرجات و هي الأفراد القائمين بعملية الرصف والصيانة بما اكتسبوا من مهارات و اتجاهات و مفاهيم

(٢/٢) منظومة تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق

تعريف المنظومة المنظومة هي الكل المركب من مجموعة الكيانات أو المكونات التي تربطها ببعضها البعض علاقات تبادلية شبكية تعمل معاً على تحقيق أهداف محددة وهي – أي المنظومة- تقع ضمن حدود معينة داخل بيئة تحيط بها وهي تؤثر وتتأثر عادة بعوامل هذه البيئة وتمثل ديناميكية عملها بنموذج النظم الأساسي والذي يتكون من المدخلات و العمليات و المخرجات ويمكن ضبط عمل المنظومة عن طريق عملية التغذية الراجعة

تصميم منظومة تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق

يمكن توضيح منظومة تكنولوجيا الرصف والصيانة من خلال المخطط التالي



الشكل رقم (٢٧٢) يوضح منظومة تكنولوجيا الرصف والصيانة

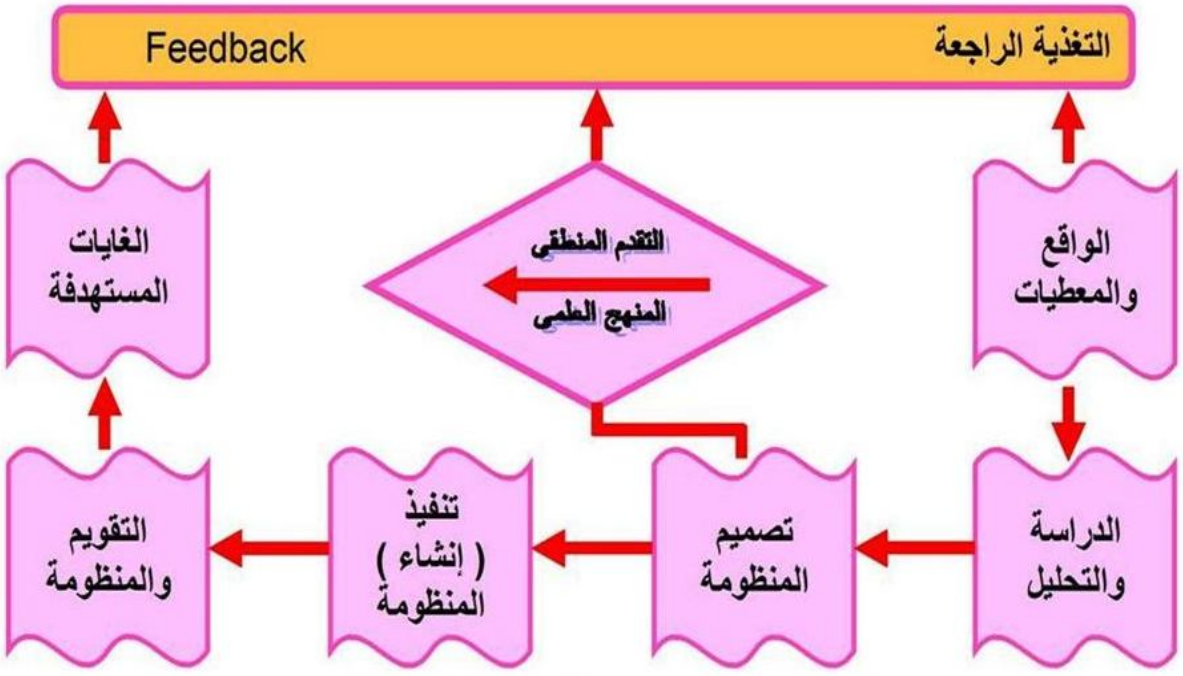
أسلوب النظم :

يقوم أسلوب النظم أساساً على فلسفة بنائية تتناسق بطريقة مثالية و فعالة مع الأنشطة و العمليات داخل أي نظام مما يساعد على دراسة وتحليل المشكلة المعقدة والمواقف المتداخلة و المتشابكة ويهتم أسلوب النظم بدراسة المكونات الفردية للنظام والعلاقات بينها مع التركيز على دورها و سلوكها ككل وليس دورها ككيانات مستقلة كما إن فاعلية و كفاءة هذه المكونات متجمعة كنظام تفوق مجموع الفاعلية والكفاءة الناتجة من كل مكون على حده وذلك طبقاً للقول (الكل أفضل من مجموع الأجزاء) ومن ذلك يتضح إن أسلوب النظم هو أسلوب منهجي وطريقة عملية تحليلية للتخطيط ونظامية تمكننا من التقدم من الأهداف التي حددتها مهمة النظام إلى تحقيق تلك الأهداف وذلك بواسطة عمل منضبط ومرتب للأجزاء التي يتألف منها النظام كله وتتكامل تلك الأجزاء وفقا لوظائفها التي تقوم بها في النظام الكلي الذي يحقق الأهداف التي تحددت للمهمة ويرجع استخدام الإنسان لأسلوب النظم حديثاً إلى التطبيقات العسكرية و الصناعية التي ظهرت خلال الحرب العالمية الثانية لتطوير صناعة الأسلحة وإنتاج البضائع و تسويقها وانتقل الاهتمام بعد ذلك إلى استخدام أسلوب النظم في مجال إدارة الأعمال و في مجال الهندسة وفي ميدان الفضاء وفي مجال قطاع النقل فتم استخدام أسلوب النظم مع بداية الستينات من القرن العشرين في الولايات المتحدة الأمريكية من أجل تطوير عملية قطاع النقل على أسس علمية وفي الدول العربية تعتبر بداية السبعينات مرحلة بدء المحاولات للتعريف بالفكر المنظومى و أهمية استخدامه في تطوير عملية قطاع النقل

الأسلوب المنظومى

يعرف الأسلوب المنظومى بأنه دراسة المفاهيم والموضوعات من خلال منظومة متكاملة تتضح فيها كافة العلاقات بين أي مفهوم أو موضوع وغيره من المفاهيم و الموضوعات مما يجعل مهندس الطرق قادراً على ربط ما سبق معرفته بالرصف وصيانة الرصف مع ما سوف يتعلمه في أي مرحلة من مراحل حياته الوظيفية من خلال خطة واضحة محددة لإعداده من خلال منهج معين أو تخصص معين ويمكن من خلال أسلوب النظم تصميم نظاماً كاملاً بمكوناته و علاقاته و عملياته التي تسعى إلى تحقيق أهداف هذا النظام .

"أسلوب النظم "المنظومات" هو الطريقة المنظوميه "تتعلق بالمنظومات" في حل المشكلات بالمنهج العلمي بالتقدم المنطقي من المعطيات إلى الغايات عن طريق التحليل والدراسة ثم التصميم ثم التنفيذ والتقويم وعمل المراجعات والتعديلات في المنظومة "النظام" في ضوء التغذية الراجعة حتى تتحقق الغايات والأهداف ويمكن توضيح هذا التعريف بالمخطط الذي يوضحه الشكل التالى



الشكل رقم (٢٧٣) يوضح مخطط منهجية أسلوب المنظومات

(٣/٢) المفهوم الشامل للتكنولوجيا

يمكن توضيح هذا المفهوم بالمخطط التوضيحي في الشكل التالى وبالتالي ترتكز التكنولوجيا على الركائز الأربعة التالية:-

١	وجود هيكل من المعرفة المنظمة القابلة للتطبيق فيتم تطبيقه في مجال التكنولوجيا
٢	استخدام الموارد البشرية وغير البشرية بشكل أمثل
٣	استخدام أسلوب النظم الذي يضمن التطبيق للعلم والمعرفة والاستخدام الأمثل للمصادر والموارد للوصول إلى تحقيق الأغراض والأهداف
٤	وجود أهداف محددة للتكنولوجيا تتصل بحل مشكلات وتحقيق غايات اجتماعية، أي ما يمكن أن نطلق عليه الوظيفة الاجتماعية للتكنولوجيا

الشكل رقم (٢٧٤) يوضح المفهوم الشامل للتكنولوجيا

وفى ضوء الركائز الأربعة السابقة وعلاقتها ببعضها كما يوضحها المخطط السابق يمكن صياغة التعريف التالي:
التكنولوجيا هي عملية شاملة تقوم على تطبيق هيكل من العلوم والمعرفة المنظمة واستخدام موارد بشرية وغير بشرية بأسلوب النظم / المنظومات لتحقيق أغراض ذات قيمة عملية في المجتمع".

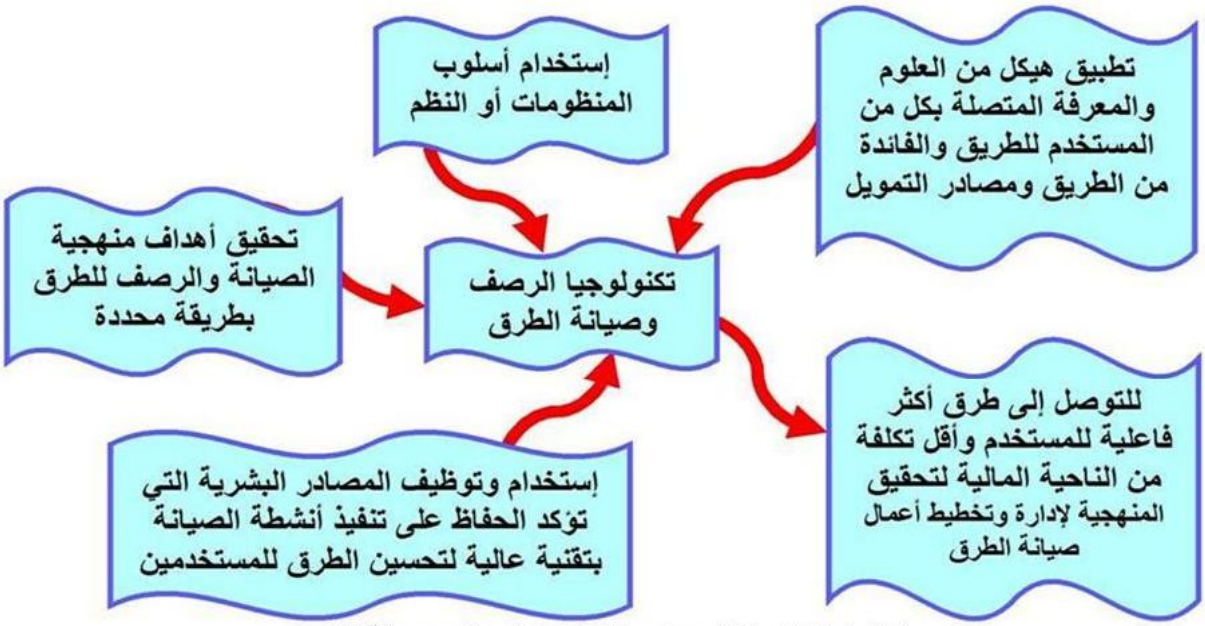
(٤/٢) العلاقة بين (تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق) وبين (أسلوب النظم)

أن الدور الذي يقدمه أسلوب النظم لعلم تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق هو يتلخص فيما يلي :
تعرف تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق بأنها طريقة في التفكير أو منهج في العمل و أسلوب في حل المشكلات يعتمد على أسلوب " مدخل " النظم لتحقيق الأهداف المحددة له و يستند إلى نتائج البحوث في كل الميادين الإنسانية و التطبيقية حتى يحقق الأهداف بأعلى درجة من الكفاءة و الاقتصاد في الكلفة . ويساعدنا تطبيق المفهوم الشامل للتكنولوجيا على فهم التكنولوجيا في مجالات عدة وعلى الأخص المدخل التكنولوجي للفهم الصحيح لتكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق فإذا وضع في الاعتبار أن المنتج النهائي لتكنولوجيا الصيانة هو صيانة الطرق فإن تكنولوجيا الرصف تكون عملية ديناميكية تتضمن مايلي :

١		تطبيق هيكل من العلوم و المعرفة التطبيقية المنظمة المتصلة بالمستخدم وعملية إستخدام الطريق ويشتق هذا الهيكل من العلوم السلوكية والنفسية والعلوم التربوية وعلوم الاتصال والمعلومات والعلوم الطبيعية والهندسية وغيرها من العلوم المتصلة بمجالات هندسة الطرق والنقل
٢		إستخدام و توظيف مصادر تعلم بشرية وغير بشرية تتضمن الأفراد والمحتوى و المواد الهندسية التعليمية والأجهزة التعليمية والأماكن التعليمية وأماكن التدريب والأساليب التي يستخدمها الأفراد لحدوث التعلم الفتى وذلك للحفاظ على تنفيذ أنشطة الصيانة بتقنية عالية لتحسين الطرق للمستخدمين
٣		استخدام أسلوب النظم الذي يتضمن إتباع خطوات منطقية مترابطة قابلة للمراجعة والتعديل تبدأ من دراسة الواقع والحاجات وتصل إلى بناء منظومات الصيانة للطرق التي تحقق الأهداف العلمية المحددة لرصف الطرق تلك الخطوات نلخصها في التالي
	أ	الدراسة والتحليل للواقع بالنسبة لقطاع النقل الذي توجد فيه المشكلة الحقيقية لشبكة الطرق العامة وتحديد الحاجات الفعلية للمستخدمين لقطاع الطرق و ما يتوفر من مصادر يمكن من خلالها تعليم المستخدمين الإستفادة من المتاح من شبكة الطرق العامة دون الإضرار بهم وطبقاً للظروف البيئية والمالية المتاحة

	ب	تصميم الطرق وهي مرحلة يتم فيها تطبيق الكثير من الأبحاث عن كيفية إستخدام الطريق وعلاقة المستخدم بالرصف والطرق و قطاع النقل لتحديد مواصفات منظومة النقل التي تحقق الأهداف التصميمية لقطاع الطرق وهي مرحلة مكتبية تتم بالورقة و القلم
	ج	إعداد المواد الخاصة بالرصف والصيانة وعناصر الطريق وكذلك اللافتات الإرشادية والتحذيرية وهي مرحلة لإنشاء أو الحصول على عناصر المنظومة أو اختيارها من المصادر المتوافرة
	د	تنفيذ الرصف والصيانة بالمنظومة وإجراء التقويم المستمر
٤		عمل التعديلات في ضوء التغذية الراجعة المشتقة من التقويم المستمر حتى يتم تحقيق الأهداف الخاصة بصيانة الطرق والرصف ومن ثم تكون مخرجات هذا الأسلوب هي منظومة لقطاع النقل تُحث التعلم المحدد بالأهداف المنهجية بصيانة الطرق والرصف
٥		تحديد الأهداف المنهجية بصيانة الطرق والرصف بطريقة إجرائية يمكن قياسها و التأكد من تحققها والتوصل إلى تعلم أكثر فاعلية بالنسبة للقائمين بعملية تنفيذ هذه المنهجية

ويمكن تصور التفاعل بين هذه الركائز الأربعة في التكنولوجية التعليمية من المخطط في الشكل التالى حتى يمكن توضيح مفهومها واشتقاق تعريفها



شكل (٢٧٥) مخطط يوضح تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق

في ضوء المخطط الذي يوضحه الشكل السابق والركائز الأربعة التي تقوم عليها تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق يمكن اشتقاق التعريف التالي لتكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق حيث تعرف تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق على أنها هي عملية متكاملة تقوم على تطبيق هيكل من العلم والمعرفة عن الرصف والصيانة واستخدام مصادر تعلم بشرية وغير بشرية تؤكد على نشاط المستخدم وفرديته بمنهجية أسلوب المنظومات لتحقيق الأهداف المنهجية بكيفية الرصف والصيانة للطرق والتوصل إلى طرق أكثر فاعلية وأمان للمستخدمين وبناء على ذلك يعتبر علم تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق هو المسئول عن عملية التطبيق المنهجي للبحوث والنظريات وتوظيف عناصر بشرية وغير بشرية في مجال الرصف وصيانة الطرق لمعالجة مشكلات الرصف والصيانة وتصميم الحلول العلمية المناسبة لها وتطويرها واستخدامها وإدارتها وتقويمها لتحقيق أهداف محددة في إطار العلاقة بين الإنسان والمواد والأدوات والطريق كعناصر للتكنولوجيا وأن التطبيق التكنولوجي يبدأ لحظة تفاعل هذه العناصر معًا إن استخدام تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق يعني ببساطة التطبيق المنهجي المنظم لكل مصادر المعرفة العلمية على عملية اكتساب و توظيف المعارف وممارسة المهارات و تنمية الإتجاهات إن إتباع تكنولوجيا الرصف وصيانة الطرق للمنحنى المنظومى يؤكد على عدم النظرة إلى جزئية عملية الرصف وصيانة الطرق بل إلى كلية عملية الرصف وصيانة الطرق والتفاعل والرابط فيما بين عناصرها المختلفة و العمل في شكل المنظومات ومن هنا نستطيع القول أن منحنى النظم ما هو إلا محاولة منهجية منظمة للتنسيق بين جميع العوامل التي تتصل بإحدى المشكلات الخاصة بالطريق وتوجهها نحو أهداف محددة بغرض حل هذه المشكلة باستخدام ما توصلنا إلية من المعرفة العلمية أما في مجال الرصف فإن إتباع منحنى النظم يعني التخطيط والتنظيم واستخدام جميع مصادر الرصف المتاحة لنا بما في ذلك وسائل الاتصال واختيار أكثرها ملائمة و مناسبة لتحقيق أهداف الرصف المنشودة بمستوى عال من الأداء فالأسلوب النظامي يؤكد أولاً على المستخدم والأداء المتوقع

حيث أمكن عن طريق هذا الإطار المنهجي أو أسلوب النظم تحقيق الأمور التالية:

التنبؤ بالإنتاج من حيث الكم والكيف وبالتالي معرفة مدى ما تحقق من الأهداف وتحقق التمكن في عملية الإنتاج والتقييم المستمر وتحسين الإنتاج وبالمثل فان استخدام التكنولوجيا بهذا المفهوم في مجال الصيانة يساعدنا إلى حد كبير على التنبؤ بمدى تحقيق أهداف الصيانة من حيث الكم أو الكيف أو التحكم في ظروف صيانة الطرق للوصول إلى مستوى الأداء المطلوب ويتضح لنا مما سبق أن تكنولوجيا صيانة الطرق هي عملية منهجية وليست منتجا كما تأكد لنا أن الأجهزة والأدوات والآلات هي نتاج التكنولوجيا والتقدم العلمي بتطبيق المعرفة والدراسات والبحوث والتجارب العلمية . كما تبين لنا أن تكنولوجيا صيانة الطرق تتكون من عناصر متعددة تتفاعل فيما بينها

وتشمل تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق : الأجهزة والآلات والأفكار والآراء وأساليب العمل والإدارة

إذن فالأجهزة والآلات هي أحد عناصر تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق و ليست كل تكنولوجيا الصيانة فكما لا يجوز أن نطلق الجزء على اسم الكل فكذلك لا يصح أن نتعامل مع الجزء على أنه الكل كما أتضح لنا إن محور تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق هو تنظيم وتطوير أنشطة أعمال الصيانة المتكاملة للطريق بعناصره وعملياته وأنظمته من تصميم الخلطة الأسفلتية للطريق إلى تحضير إجراءات الصيانة والترميم إلى تطور عمليات الصيانة وغير ذلك بأسلوب منهجي علمي يعتمد على أسلوب النظم ليشمل تخطيط وتنظيم وتقويم عملية الصيانة للطرق كاملة ويتضح أيضا من مفهوم تكنولوجيا إدارة الصيانة للطرق أنها عملية التخطيط في إطار مفهوم النظم والتي تستخدم طرق وأساليب علمية لدراسة المشكلات ومتطلبات إدارة صيانة الطرق وإيجاد الحلول المناسبة لها وتقويم ما تتوصل إليه من نتائج وحلول وذلك لان تكنولوجيا الصيانة هي منهجية في التفكير وليست حلا جاهزا وهي نظام وليست أداة تدخل في عمليتي الرصف والصيانة كما تعنى بحل المشكلات باستخدام تطبيقات العلوم المختلفة فهي تكنولوجيا الصيانة وليست التكنولوجيا في الصيانة وضمن هذا المفهوم فمواد صيانة الطرق عنصر من عناصر نظام الرصف ومواد الصيانة تحدد بموجب أهداف نظام صيانة الطرق وتسهم في تحقيق مخرجاته كما أن تقويمها جزء لا يتجزأ من النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق أي أن تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق هي عملية منهجية منظمة تشمل تصميم عملية الصيانة والرصف وتنفيذها وتقويمها في ضوء أهداف محددة تقوم على نتائج البحوث في مجالات المعرفة المختلفة وتستخدم جميع المواد المتاحة البشرية وغير البشرية للوصول إلى صيانة أكثر فاعلية

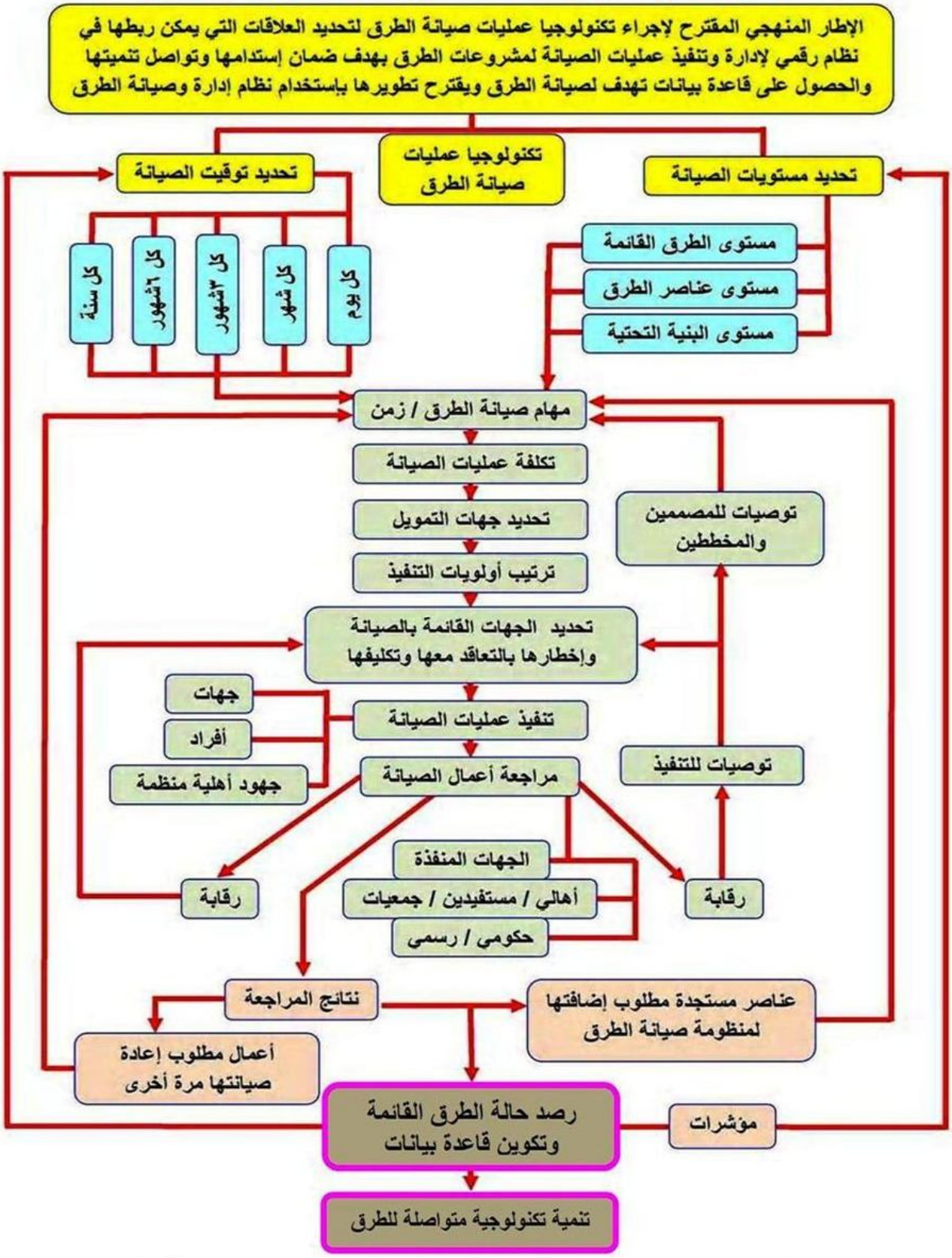
هناك جانبان ايجابيان يجب ذكرهما بالنسبة لمفهوم الأنظمة :

الأول : أن الأساس التكنولوجي لأسلوب الأنظمة يعني أكثر من الآلات فهو عملية تضع طريقة لفحص مشكلات إدارة صيانة الطرق وتضع وسيلة لحلها وهكذا فإن أسلوب الأنظمة يحتوي على عناصر كثيرة سوف تكون عظيمة الفائدة في أي خطة لتحسين إدارة صيانة الطرق

الثاني : إن أسلوب النظم في الوقت الحاضر يبدو أنه ملائم على المستوى الإداري حيث يمكن تطبيقه على المشكلات التنظيمية والعملية بشكل واسع وعندما يتوفر لدى المهندسين المشرفين على أعمال الصيانة خبرة كافية في مفهوم الأنظمة فسوف يكونون قادرين على تنشيط وتنقية المفهوم بحيث يكون له أثر مباشر أكبر على عملية الرصف والصيانة

إن الاستعانة بتكنولوجيا الصيانة في ضوء مفهوم النظم تقتضي التخطيط لها وتحديد الأهداف والمصادر والتسهيلات اللازمة

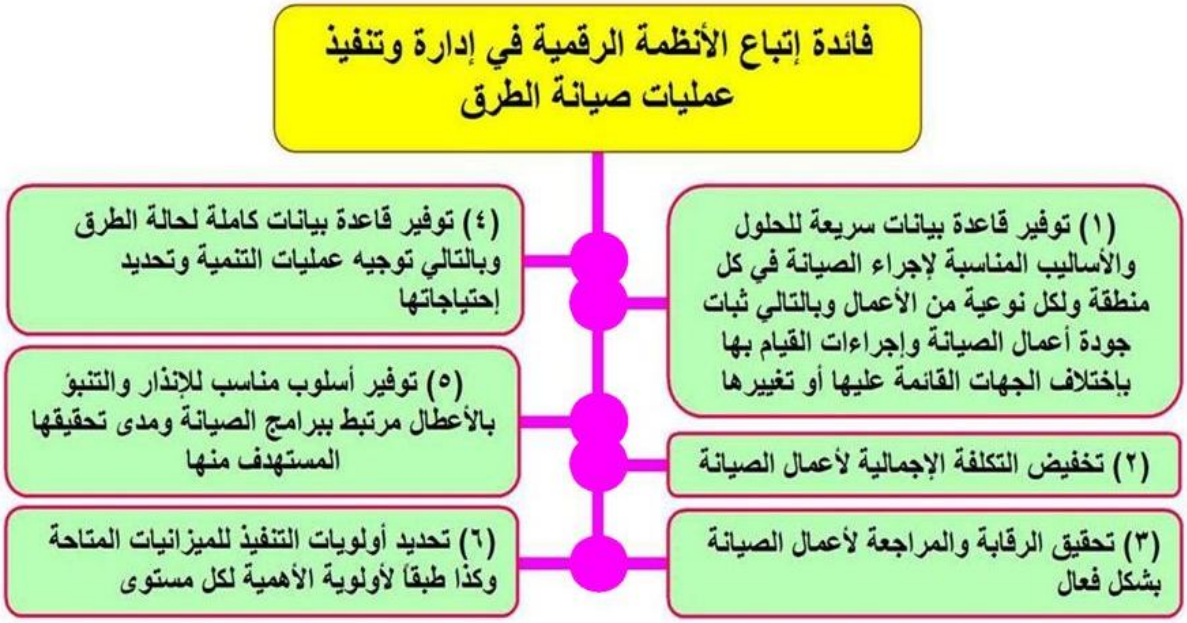
وعلى ذلك يعتبر أسلوب النظم ؛ هو أساس تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق لتسهيل ورفع كفاءة عملية الصيانة ومن ثم يكون غرض التفكير بأسلوب النظم وتطبيقه في تكنولوجيا إدارة صيانة الطرق هو تحقيق كل من التحليل والبناء والتطوير والترتيب النظامي للموارد والمصادر اللازمة للطريق



الشكل رقم (٢٧٦) يوضح الإطار المنهجي لتكنولوجيا عمليات النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

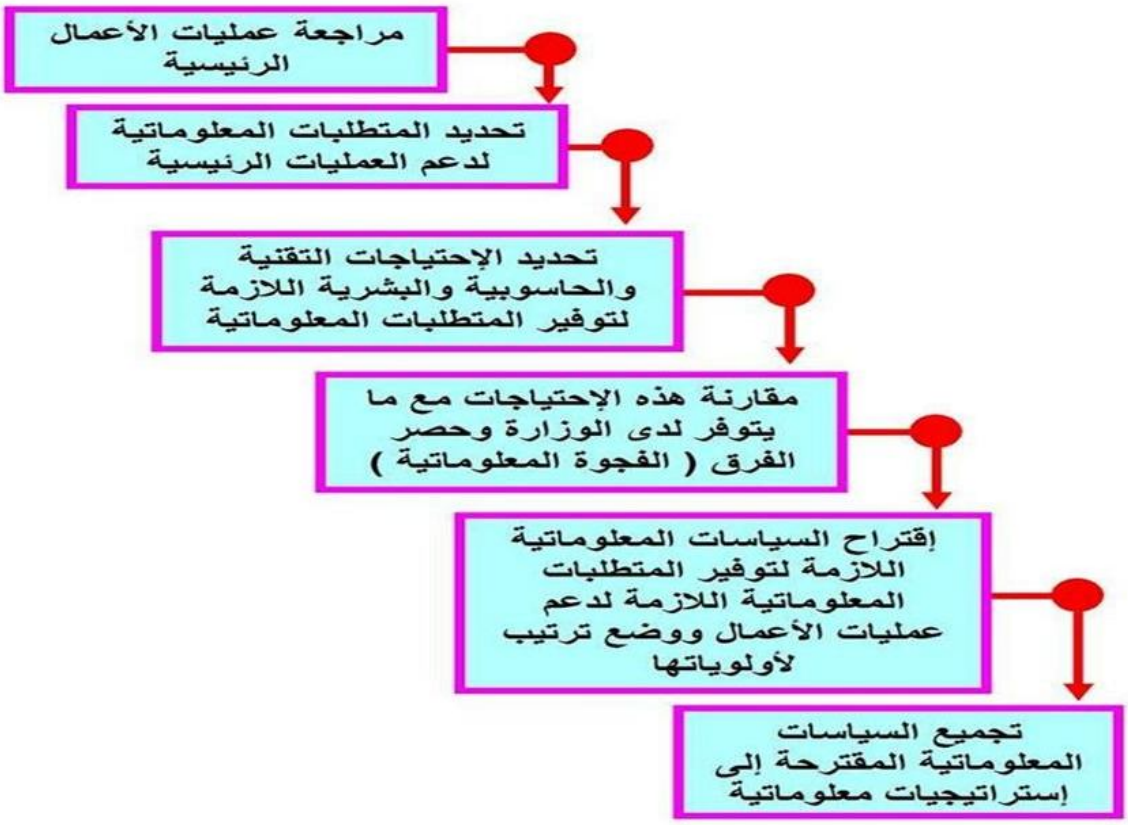
(١/٣) فائدة إتباع الأنظمة الرقمية في إدارة وتنفيذ عمليات صيانة الطرق

تعدد الصيانة هي أحد العوامل الأساسية للحفاظ على الطرق والتنمية المستدامة لمشروعات الطرق وإن فائدة إتباع الأنظمة الرقمية في إدارة وتنفيذ عمليات صيانة الطرق لها مردودات وفوائد متعددة والشكل التالي يوضح ذلك



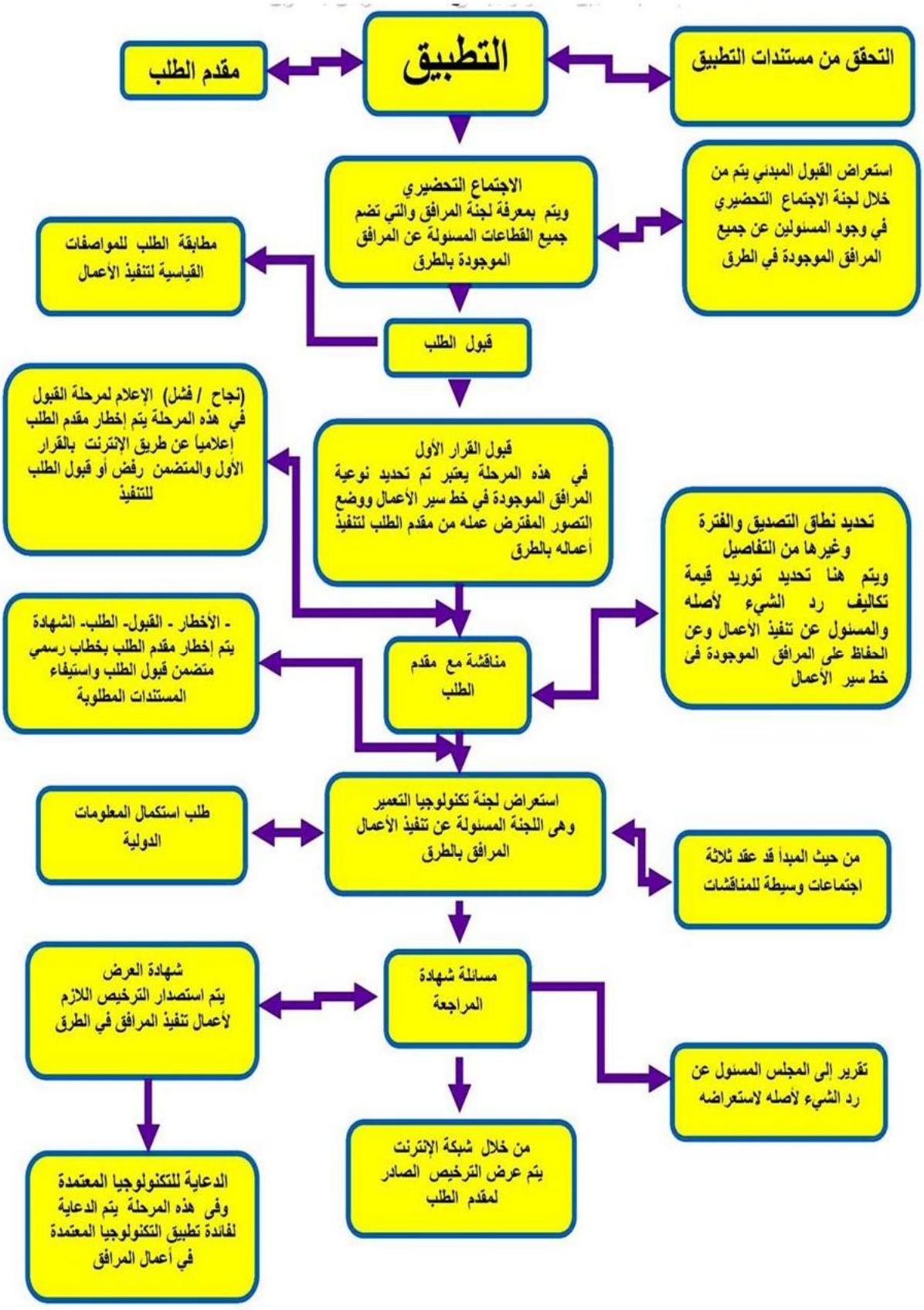
الشكل رقم (٢٧٧) يوضح فائدة إتباع الأنظمة الرقمية في إدارة وتنفيذ عمليات صيانة الطرق

(٢/٣) خطوات تطبيق منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق



الشكل رقم (٢٧٨) خطوات تطبيق منهجية النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

(٣/٣) تطبيق التكنولوجيا في أعمال المرافق بالطرق



الشكل رقم (٢٧٩) يوضح تطبيق التكنولوجيا في أعمال المرافق بالطرق