النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

Integrated system for the management maintenance of roads

إعداد المهندس / بسمير عمار
مدير إدارة المكتب الفني
مديرية الطرق والنقل بالجيزة
عضو جمعية الطرق العربية

من دواعى العيش فى الحياة والإستمتـــــــــــــاع بها

أن تعمل دون أن تنتظر المقابـــــــــــــــل منها

وأن تسعى للنيل منها ما يكفيـــــــــــــك للعيش فيها

وأن تجتهد فى طلب العـــــــــــــلم طالما تعيش فيها

وأن تحفظ لنفسك ولبدنك ما يغنيـــــــــــــك عنها

وأن تزرع ليحصد الأخريـــــــــــــن حصاداً يبنيها

وأن تعلم أن الإنسان خلق للكـــــــــــــــد فيها

وأن تعلم أن الدنيا حياة لارجـــــــــــــــاء فيها

من أراد الخـــــــــــــلد فيها فعليه بترك بصمات بها

وأردت أن أعيش أعوام كثـــــيرة بعد الوفـــــــــاة بها

فكان منى أن أقدمت على هذا العمـــــــــــل من أجلها

وهذا الكتـــــاب ما هو إلاحصـــــــــاد علم منها ولها

ومن يستفيد منه لا يتطلب إلا الدعاء بالنجـــــاه لى منها

أعلم أن عمرى فيها قصير وبعملى هذا فوزت بالبقـــاء فيها

الدنيا فانيـــــــــــــــــة وتقضى على معمريها

وبكتابى هذا قضيت عليها وأصبحت من معمريـــــــــها

مهندس / سمير عمار

تمهيـــــــــد

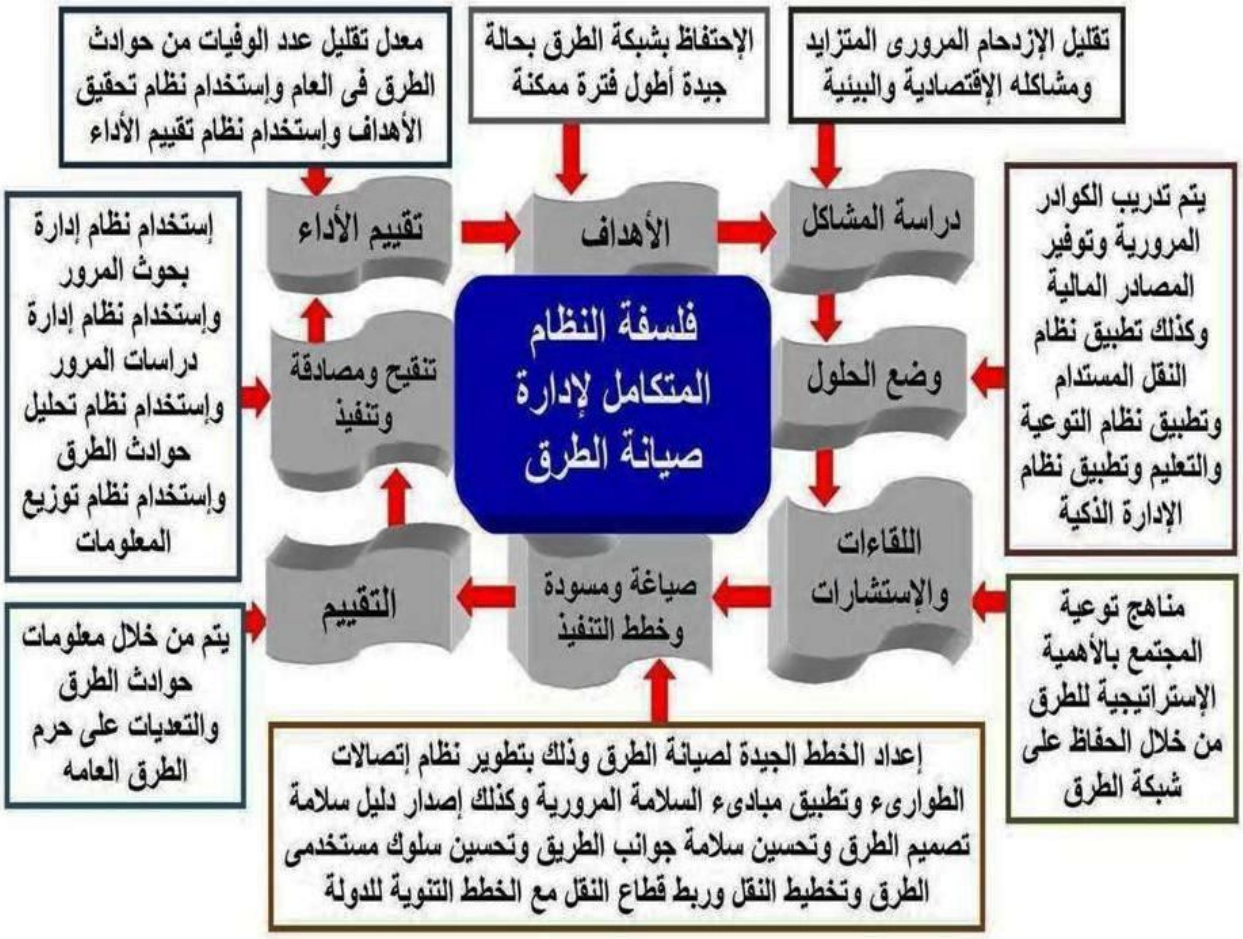
تعتبر المشاكل المتعلقة بصيانة الطرق من المشاكل المعقدة الى حد ما بسبب الطبيعة الديناميكية لشبكات الطرق حيث تتغير عناصر الشبكة بإستمرار فهناك عناصر تضاف وعناصر يتم تطويرها أو إزالتها كما أن هذه العناصر تتدهور مع الزمن وبالتالى فإن صيانتها فى حالة جيدة تتطلب نفقات كثيرة بالإضافة الى أن عملية الإعداد والتقييم لأفضل السبل لإستخدام هذه النفقات تعتبر مهمه شاقة للغاية فهناك العديد من العوامل التى تؤثر فى حدوث التدهور لهذه العناصر كما أنه هناك العديد من تقنيات الإصلاح الممكنة بتكاليف متفاوتة وعائدات مختلفة متوقعة من إستثمار هذه النفقات لذلك تظهر الحاجة دائماً الى تطبيق نظام فعال لإدارة صيانة شبكة الطرق يستطيع التعامل مع كل هذه المتغيرات وتحديد الأولويات الخاصة بالصيانة بما يكفل تحقيق الأهداف المرجوة من الصيانة على أكمل وجه وللحفاظ على شبكة الطرق العامه كان لابد من إدارة البنية التحتية بإستخدام النظام المتكامل لإدارة الطرق من خلال النظام المتكامل لإدارة المعلومات والذى يتيح إستراتيجية إحتياجات الصيانة وتعريف نشاطاتها من خلال وضع قوائم لوصف جميع أعمال الصيانة والمواد والألات المستخدمة وطريقة التنفيذ لكل نوع من أنواع الصيانة وتحديد تكلفتها وكذلك وضع معايير لقرارات الصيانة المناسبة لكل أنواع العيوب مع تحديد قائمة الأولويات لأعمال الصيانة المطلوبة بالإضافة الى إدارة البنية التحتية لمراقبة وصيانة رصف الطرق من خلال نظام حساب مؤشر حالة الرصف **(PCI) Pavement Condition Index** والذى يوفر نظام إنذار مبكر لتردى حالة رصف الطرق من حيث الحالة الإنشائية والحالة التشغيلية لسطح الطريق وبذلك يُعتبرتقييم للرصف مما يتيح تحديد إستراتيجيات الصيانة والإصلاح ويستخدم مؤشر حالة الرصف بصفة عامة لتحديد أولويات الصيانة من خلال تقسيم شبكة الطرق الى مقاطع محددة ومتجانسة وتعريف وترميز للمقاطع حيث يتم تعريف كل مقطع من شبكة الطرق برمز ورقم معين ليسهل التعرف عليه وكذلك حصر مكونات الطرق وجمع معلومات الجرد الضرورية عن مقاطع الطرق مثل الوصف الإنشائى لمقاطع الطريق كنوعية المواد الإنشائية المستخدمة لكل مقطع وسُمك ونوع الطبقات الإنشائية وتاريخ تشييد الطريق وتاريخ ونوع أعمال الصيانة السابقة وبيانات التكلفة بحيث تحدد تكلفة تشييد كل مقطع وتعريف بالشركة المنفذة وتكلفة أعمال الصيانة اللاحقة والوصف الهندسى للمقاطع كطول وعرض مقطع الطريق والأكتاف والتقاطعات وكذلك تقدير حالة رصف الطريق من خلال مسح عيوب سطح الطريق بإستخدام معايير محددة لأنواع العيوب وشدتها ومقدارها وكذلك تنفيذ عملية المسح وتكون بالمسح البصرى أو بالمسح الألى وإعطاء التقييم المناسب والجدول رقم (١) يوضح نوعية الصيانة المطلوب تنفيذها بعد تنفيذ أعمال البنية التحتية بشبكة الطرق العامه

مؤشرحالة الرصف PCI جدول التقييم	نوعية أعمال البنية التحتية	النظام المسئول عن أعمال البنية التحتية		حالة سطح الطريق بسبب تنفيذ الأعمال	نوعية الصيانة المطلوب تنفيذها بعد تنفيذ أعمال البنية التحتية
من صفر الى ٢٥ %	وضع مواسير الصرف الصحى	SAMS	نظام إدارة الصرف الصحى	ردىء جداً	إعادة إنشاء الطريق -- صيانة شاملة
	وضع مواسير الغاز الطبيعى	NGMS	نظام إدارة الغاز الطبيعى	ردىء جداً	إعادة إنشاء الطريق -- صيانة شاملة
	وضع مواسير خطوط البترول	PLMS	نظام إدارة خطوط البترول	ردىء جداً	إعادة إنشاء الطريق -- صيانة شاملة
من ٢٦ الى ٥٥ %	وضع مواسير مياة الشرب	DWMS	نظام إدارة مياة الشرب	مقبول	إصلاح الطريق – تغطية وتقوية الرصف
من ٥٦ الى ٧٠ %	وضع مواسير صرف مياة الأمطار	REMS	نظام إدارة صرف الأمطار	جيد	صيانة وقائية (جذرية) – صيانة طوارىء
	وضع مواسير الصرف الزراعى	ADMS	نظام إدارة الصرف الزراعى	جيد	صيانة وقائية (جذرية) – صيانة طوارىء
	وضع كابلات كهربائية	EMS	نظام إدارة الكهرباء	جيد	صيانة وقائية (جذرية) – صيانة طوارىء
	وضع كابلات تليفونية	TMS	نظام إدارة التليفونات	جيد	صيانة وقائية (جذرية) – صيانة طوارىء
من ٧١ الى ٨٩ %	لايوجد أعمال حفر بالطرق	MMS	نظام إدارة الصيانة	جيد جداً	صيانة دورية (علاجية)
من ٩٠ الى ١٠٠ %	لايوجد أعمال حفر بالطرق	MMS	نظام إدارة الصيانة	ممتاز	صيانة روتينية

الجدول رقم (١) يوضح نوعية الصيانة المطلوب تنفيذها

وتشكل شبكة الطرق مساحة تعادل حوالي ٣/١ مساحة العمران في أي مدينة ورغم ذلك فإن شبكة الطرق في كثير من الأحيان يتم تنفيذها بما لا يتلائم مع البيئة المحيطة بها حتى أصبحت الطرق وعناصرها نموذجاً للعشوائية وعدم النمطية وعدم المواءمة مع البيئة كما أفتقد الطريق احترامه وأصبح مستباحاً للاعتداء عليه سواء بالإشغالات على الأرصفة أو بالإعلانات المكثفة على جوانب الطريق أو على واجهات المباني المطلة على الطريق أو بإغتصاب جزء من الطريق لوضع المرافق بصورة عشوائية كما أنه لا يتم مراعاة مداخل المباني والاراضى والمواقف ومحطات الأتوبيس في الأرصفة وعلاقتها بحركة المشاة وأماكن عبورهم مع تواجد الباعة الجائلين ونقاط الشرطة والمرور والانتظار الغير منتظم في نهر الطريق وتمتد العشوائية إلى نظم الأمن بالطريق من حيث أماكن اللافتات والإرشادات وأماكن الحواجز الخرسانية والمعدنية وقيام المواطنين بعمل مقبات (مطبات) أسفلتية عشوائية دون قواعد ثابتة أو معايير هندسية لذلك لابد من تواجد نظام متكامل لصيانة الطرق والبنية الأساسية بصفة عامة وتمثل البنية التحتية العمود الفقرى وشريان الحياة لجميع الأنشطة الإقتصادية والإجتماعية والسياسية فى المجتمعات وبدونها لايمكن تحقيق أى تطور أورفاهية للمجتمع وتعرف البنية التحتية على أنها

الخدمات التي تمثل العمود الفقري الأساسي من خدمات ومرافق يتم تشييدها لكي تساند الإقتصاد الوطني فى الدول وتلبى وتخدم إحتياجات السكان وتدعم أنشطة الدولة الإقتصادية والإجتماعية المختلفة وتلعب دور الرابط الذي يربط المجتمعات ويجعلها متلاحمة وتصنف خدمات البنية التحتية فى شقين وهما البنية التحتية الإقتصادية والبنية التحتية الإجتماعية وتؤدى البنية التحتية الي تنمية الإقتصاد والمجتمع وزيادة الإنتاج وتحتوى البنية التحتية على عوامل كثيرة متداخلة وعقبات يصعب إيجاد حلول نهائية لبعضها وأهم هذه المشاكل (١) صعوبة تقدير جميع التكاليف وتغطيتها وتحديد التسعيرة المناسبة لإستخدام الخدمات المختلفة ومدى استطاعة المواطن تحملها وإقتناعه بها (٢) صعوبة تحديد حجم الحوافز المطلوب توفيرها للمطورين وتوفير بيئة تنافسية مناسبة للحصول على خدمات بيئية تحتية متطورة (٣) صعوبة التنبؤ بالمخاطر وتوقعها وتجنبها ولذلك لابد من توفير قاعدة معلومات متميزة عن البنية التحتية للمواطنين تكون متاحة ومساندة لجميع توجهات الدولة لتطوير خدمات البنية التحتية لتحفيز الإقتصاد الوطني وهو ما توضحه فلسفة النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق حيث ترتبط قرارات التخطيط الإستراتيجية والخاصة بتطوير البنية التحتية فى أي بلد برئيس مجلس الوزراء مما يعطى قرارات التخطيط والتمويل والتطوير والتنفيذ والتشغيل والصيانة قوة إدارية ومصداقية والشكل رقم (١) يوضح فلسفة النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق



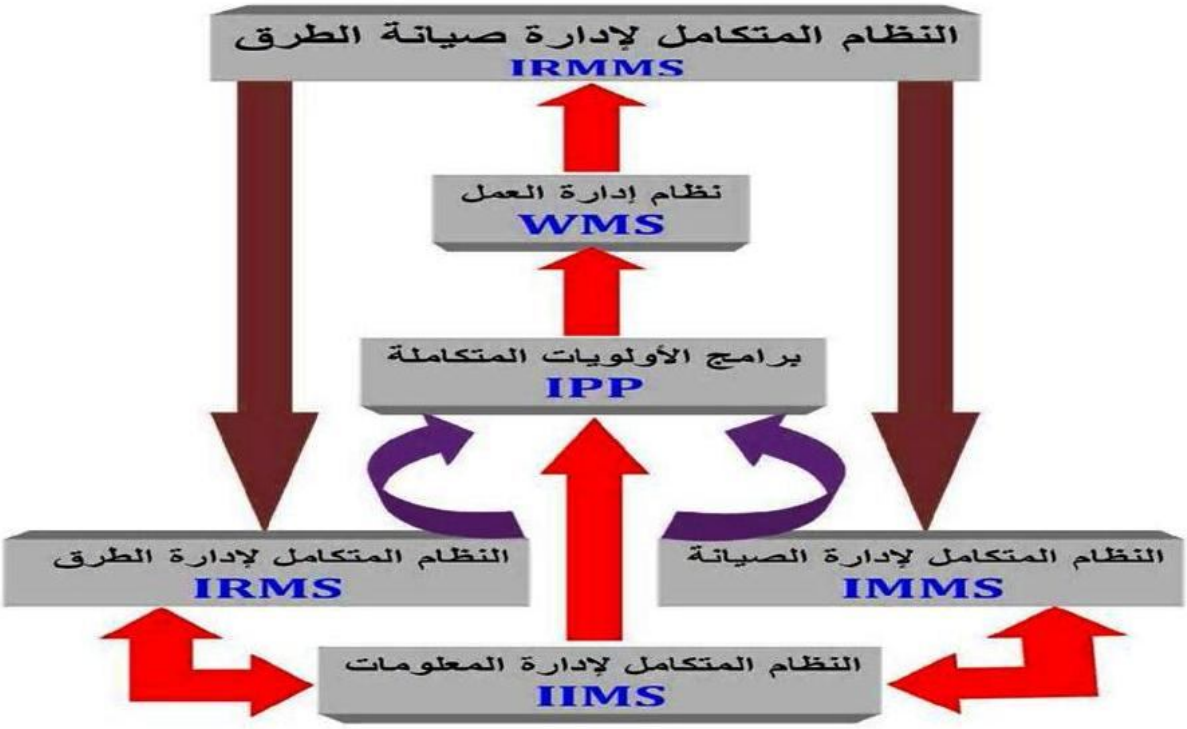
الشكل رقم (١) يوضح فلسفة النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

ويتضح من دراسة فلسفة النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق أن مفهوم النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق هو رفع كفاءة إستخدام الموارد المتاحة للمحافظة على أداء شبكة الطرق حيث يهدف النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق إلى زيادة الإنتاجية وتطوير أسلوب نظامي للقيام بأعمال صيانة الطرق والتحكم بالموارد لتحقيق مستوى الخدمة المحدد وهذا النظام يتواصل ليبدأ من التخطيط ويمتد إلى التصميم ثم الإنشاء والصيانة حتى يصل تشغيل النظام لغرض الوصول إلى الصيانة المناسبة والمحافظة على سلامة خدمة المرور ولن يتحقق ذلك إلا من خلال المحاور الرئيسية التالية (أ) المحور الفني ويتضمن (١) تطوير قاعدة المعلومات لتسهيل عملية جمع معلومات الشبكة ورفع درجة الاستفادة من تلك المعلومات من خلال العرض والتحليل (٢) تطوير معايير لمستويات الأداء المقبولة لحالة رصف الطريق (٣) تطوير منهجية اختيار عمليات الصيانة المناسبة (٤) تطوير منهجية للتوقع بإتجاهات أداء الشبكة ووضع توقعات عن نوعية العيوب المستقبلية (٥) تطوير منهجية لتحديد حجم الميزانية للصيانة المستقبلية (ب) المحور الإقتصادي ويتضمن (١) رفع كفاءة إستخدام الميزانية المتاحة من خلال تطبيق منهجي لاختيار أكثر الحلول كفاءة (٢) إيجاد عدة خيارات لأعمال صيانة الشبكة للتغلب على مشاكل تمويل

الصيانة (٣) إستخدام نظام فعال لتحديد أولويات الأعمال لتوفير الجهد على إدارة الصيانة من جراء إتباع أساليب تقليدية فى توزيع نشاطات الصيانة لأجزاء الشبكة التي في حاجة لصيانة (٤) تخطيط ميزانيات الصيانة للسنوات المستقبلية لتتمكن إدارة الصيانة من متابعة الإجراءات الخاصة بالميزانية قبل الموعد المحدد بفترة كافية (ج) المحور الإداري ويتضمن (١) التعرف على حجم أعمال وجهود صيانة الشبكة بشكل دقيق (٢) تحديد نشاطات الصيانة المطلوبة ليتم التخطيط ووضع البرامج بشكل مناسب وبأقل جهد ممكن (٣) إعداد التقارير والعروض الفنية الدقيقة للتمكن من مخاطبة الجهات العليا للمطالبة بتوفير الميزانيات المطلوبة (د) محور تصنيف الطرق (الشوارع) يُعتبر تصنيف الطرق (الشوارع) من أهم الأساسيات التي يعتمد عليها النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق ويتم تصنيف الطرق بناءاً على معايير محددة تحدد حسب ظروف وطبيعة وجغرافية المدينة ونمط تخطيطها وأكثر المعايير السائدة فى معظم المجتمعات هى تصنيف الطرق (الشوارع) حسب خصائصها الطبيعية أو حسب الوظائف التي تؤديها أو أهميتها المرورية والتصنيف الجيد للطرق هو التصنيف الذي يقسم الطرق حسب الإتجاه والطول أو العرض والوظيفة التي تؤديها والذي يتسم بالمرونة بحيث يمكن لأي مجتمع أن يختار الأنواع الملائمة وظروفه الطبيعية وهناك أنواع عديدة من تصنيف الطرق من أهمها (١) تصنيف إدارى ويركز هذا التصنيف على التبعية الإدارية للطريق كأن يقال طريق دولي أو طريق قومي (وطني) أو طريق إقليمي أو طريق حضري أو طريق ريفي (قروي) (٢) تصنيف حسب مادة الرصف ويعتمد على مادة الرصف للتفريق بين طريق وأخر كأن يقال طريق مرصوف وطريق غير مرصوف أو طريق أسفلتي وطريق ترابي (٣) تصنيف وظيفي ويعتمد على تصنيف الطرق حسب الوظيفة التي تؤديها ومن أهم أصناف الطرق التي تتبع لهذا التصنيف الطرق الرئيسية والطرق المحلية والطرق الشريانية (٤) تصنيف حسب درجة الطريق ويعتمد على تصنيف شبكة الطرق الي ثلاث درجات فى الغالب طرق موازية وشوارع خدمة وشوارع إتصال ومن أهم الأصناف السائدة طبقاً لهذا التصنيف الطرق السريعة والطرق الشريانية والطرق المجمعه الرئيسية والطرق المجمعه الفرعية والطرق الثانوية والمواصلات (٥) تصنيف حسب الخصائص الطبيعية ويعتمد التصنيف على طبوغرافية المدينة وإنتشار عمرانها والذي يحدد دائماً إتجاه الشارع وإستقامته أو تعرجه ومن أهم الطرق التي تصنف طبقاً لهذا التصنيف الطرق الرئيسية والطرق الدائرية والشارع المنعطف والشارع ذو النهاية المسدودة كالممرات والأزقة ويحتوى هذا الكتاب على المكونات التالية :ـــ

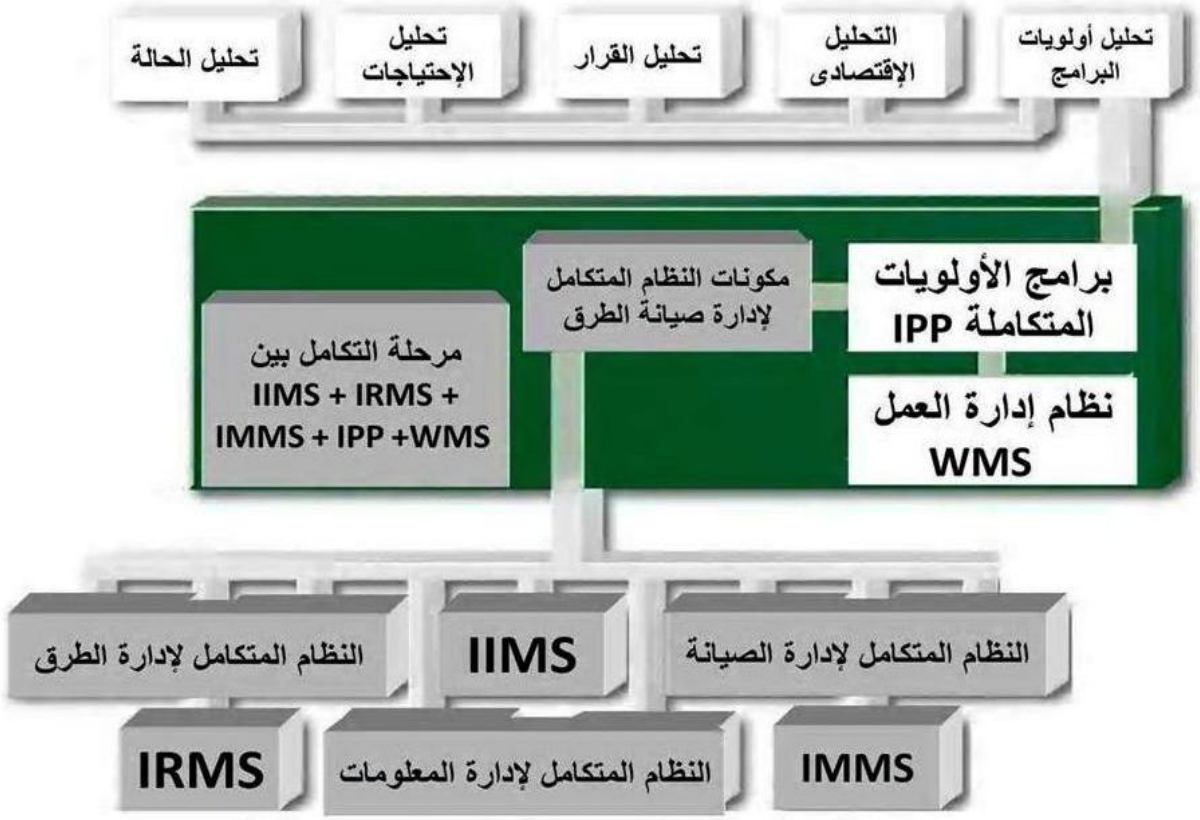
م	محتويات الكتاب			رقم الصفحة
١	النظام المتكامل لإدارة الصيانة	IMMS	Integrated Maintenance Management system	٧
٢	النظام المتكامل لإدارة الطرق	IRMS	Integrated Roads Management System	١٢٥
٣	النظام المتكامل لإدارة المعلومات	IIMS	Integrated Information Management System	٢٣٦
٤	منهجية النظام المتكامل	ISM	Integrated System Methodology	٣٣٩
٥	برامج الأولويات المتكاملة	IPP	Integrated Priority Programs	٣٥٤
٦	نظام إدارة العمل	WMS	Work Management System	٣٦٥
٧	المراجع		References	٣٨٢

المخطط العام للنظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق



الشكل رقم (٢) يوضح المخطط العام للنظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

مرحلة التكامل بين IIMS + IRMS + IMMS + IPP +WMS



الشكل رقم (٣) يوضح تكامل مكونات النظام المتكامل لإدارة صيانة الطرق

الباب الأول

النظام المتكامل لإدارة الصيانة

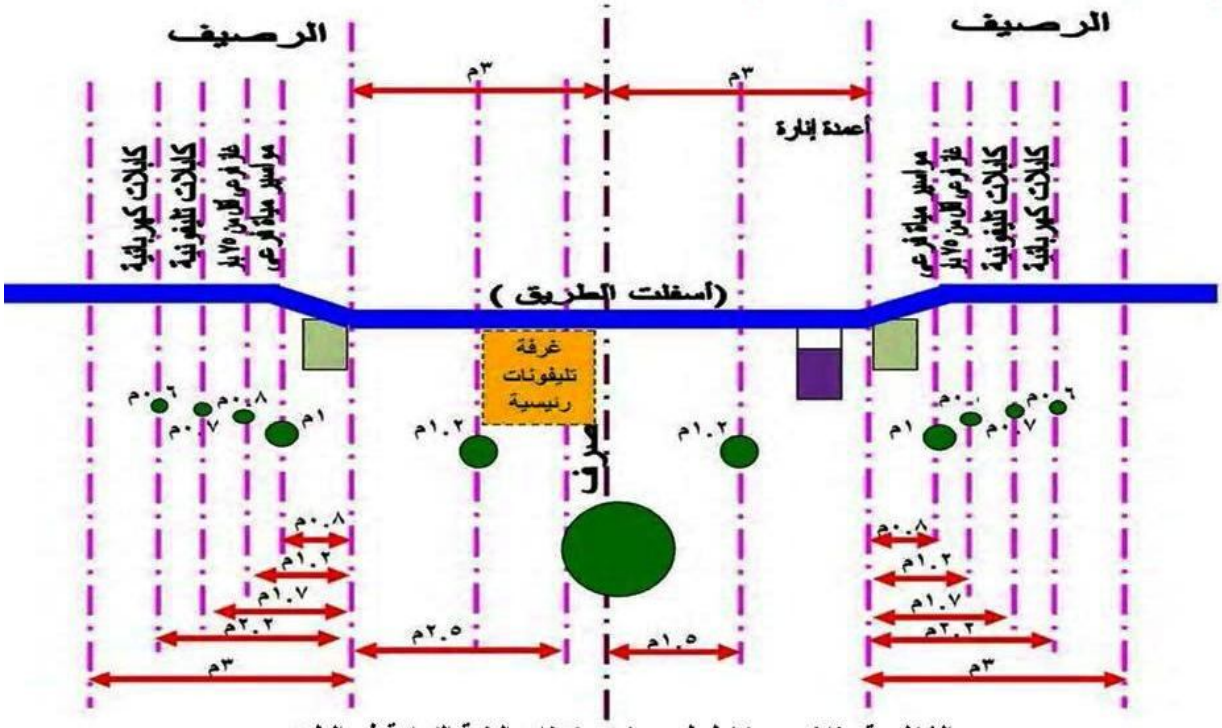
(IMMS)

Integrated Maintenance Management system

تمهيـــــــد

تلعب البنية التحتية دورا أساسيا في تعزيز نوعية حياة المواطنين كما يُعد رفع مستوى البنية التحتية عاملاً حيويا للتحول الإقتصادي والإجتماعي إذ أن وجود بنية تحتية ذات كفاءة متميزة ومردود عالى يعتبر من أهم عناصر جذب الإستثمار في المجالات الصناعية والتجارية والخدمية الأمر الذي له تأثير مباشرعلى تنافسية الشركات ويغطي محور رفع مستوى البنية التحتية خمسة قطاعات اساسية هي قطاع المياه وقطاع الطاقة والكهرباء وقطاع النقل والمواصلات بما في ذلك الموانئ والمطارات وقطاع الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات والخدمات البريدية وقطاع حماية البيئة وإستدامتها وقد إستخدم مصطلح البنية التحتية لأول مرة عام ١٩٢٧ فى القرن التاسع عشر فى فرنسا وذلك للإشارة إلى مجموعات الطرق والجسور وخطوط السكك الحديدية وما شابه ذلك لبدء العمل فى نظام إقتصادى في كافة المجالات الصناعية والتجارية والخدمية والانشائية ومن خلال هذه الدراسة سيتم تسليط الضوء على مفهوم البنية التحتية بشكلها العام مع التركيز على أنظمة مفهوم البنية التحتية من خلال دراسة أنظمة مكونات هذه البنية التحتية وأثارها على الطرق ومن ثم التطرق الى الوضع الاقتصادي والتجاري ويطلق لفظ البنية التحتية على كل ما هو متعلق بالمرافق والهياكل والنظم والعلاقات والمهارات التى تساعد المؤسسات والمنشات على إنجاز أهدافها وعموما فإن البنية التحتية هى مجموعة مترابطة من العناصر الهيكلية التى توفر إطار دعم هيكلى وعناصر البنية التحتية تشمل الماء والكهرباء وتصريف مياه الأمطار والصرف الصحي وبالتالي فهي الخدمات التي تمثل العمود الفقري والأساسي من تجهيزات يتم تشييدها لكي تلبي الإحتياجات الحضرية والرفاهية للمواطنين وتساند الإقتصاد الوطني وتلعب دور الرابط الذي يربط المجتمعات و يجعلها متلاحمة وتصنف إلى نوعين (١) الاقتصادية أو الفيزيائية وتشمل خدمات المرافق المختلفة مثل شبكات المياه والصرف الصحى والسطحي (٢) الاجتماعية وتشمل تشييد منشآت التعليم والمستشفيات وخدمات الأمن والدفاع المدني والترفيه وخلافه وهناك من يعرفها على انها الأنظمة الأساسية المادية للدولة أو مجتمع السكان بما فى ذلك الطرق ومرافق المياه والمجارى ومن المفهوم السابق للبنية التحتية يمكننا تعريف البنية التحيتة في المجال الاقتصادي على انها تشمل كافة الخدمات والمرافق التي لها تاثير مباشر او غير مباشر على الحياة الاقتصادية والتجارية مثل شبكة الطرق وحركة النقل والموانئ والمعابر والمطارات وشبكات المياه والصرف الصحي وشبكة الكهرباء وبناء المدن الصناعية ومناطق التجارة الحرة وشبكة الاتصالات وخدمات الانترنت والتجارة الالكترونية والاتفاقيات الاقتصادية والتجارية وتشريع القوانين والانظمة الادارية والمالية والقانونية وتستطيع فهم اهمية البنية التحتية من خلال دراسة الحقائق التالية تستثمر الدول النامية في البنية التحتية حوالي ٢٠٠ مليار دولار أمريكي سنويا يتم إنفاق ٤ % من الناتج القومي الإجمالي في تنفيذ مشروعات البنية التحتية ويتم تخصيص خمس حجم الاستثمارات السنوية في البنية التحتية كما يوصي البنك الدولي ان تكرس الدول الاقل نموا ما نسبته ٦٪ من ناتجها المحلي لتطوير البنية التحتية بينما تقل هذه النسبة لتكون ٣.٨٪ للدول متوسطة النمو كما تبين أن شبكة الطرق السريعة في الولايات المتحدة الامريكية توفر ١٨ سنتا من تكلفة الإنتاج السنوي مقابل كل دولار تستثمره الدولة في تشييد البنية التحتية وتوفر كامل شبكة الطرق فيها ٢٤ سنتا لكل دولار في تكاليف الإنتاج السنوي كما يسهم ذلك بنسبة ٧٪ من معدل النمو السنوي للناتج المحلي الإجمالي إن العالم يتحضر بسرعة وأن ٨٥٪ من سكان العالم سيعيشون في المناطق الحضرية والمدن خلال العشرين سنة القادمة كما تبين أنه أدى تنفيذ جزء من شبكة الطرق الريفية في الهند إلى ارتفاع الإنتاج الاجمالي للمناطق الريفية بنسبة ٧٪ كما أدى تنفيذ مشروع كهرباء ريفي في كوستاريكا إلى زيادة عدد شركات الأعمال الكبرى من ١٥ إلى ٨٦ شركة خلال فترة وجيزة وكذلك لم يؤدي تنفيذ طريق ريفي في المغرب إلى زيادة الانتاج الزراعي فقط بل ساعد على مضاعفة أعداد الملتحقين بالتعليم في المدارس والمعاهد وزيادة مرتادي الخدمات الصحية والغرض من النظام المتكامل لإدارة الصيانة هو (١) إعداد خطط البنية التحتية في إطار الخطة العمرانية الشاملة بالتنسيق مع الجهات المعنية (٢) إعداد الخطة الخمسية لقطاع البنية التحتية بناءاً على الخطة العمرانية الشاملة (٣) مسح وجمع البيانات والمعلومات الخاصة بجميع عناصر البنية التحتية (٤) تحديد مسارات الخدمات والمرافق العامة (٥) إعداد الخطط التطويرية الخاصة بعناصر البنية التحتية بالتنسيق مع الجهات المختصة (٦) وضع استراتيجيات تخطيط مسارات جميع مرافق وهياكل البنية التحتية على مستوى الدولة (٧) المساهمة في وضع المعايير الخاصة بإدارة وتشغيل وصيانة شبكات النقل ومسارات الطرق والتقاطعات ومواقف انتظار السيارات (٨) اقتراح سياسة تنمية مرافق وهياكل البنية التحتية على مستوى الدولة بالتنسيق مع الجهات المختصة (٩) إعداد الخطط التطويرية والمعايير التصميمية الخاصة بشبكات النقل وأنظمة المرور وفقاً لأحدث المعايير للطرق بالتنسيق مع الجهات المختصة (١٠) تخطيط شبكات الشوارع والجسور والأنفاق والعناصر الداخلة ضمن شبكات النقل (١١) الإشراف على متابعة طلبات تحديد مسارات الطرق وشبكات البنية التحتية ومواقع التخطيط (١٢) إعداد دراسات تخطيطية لمسارات حركة وسائل النقل والمواصلات بمختلف أنواعها وعلى جميع مستوياتها بالتنسيق مع الوحدات الإدارية المختصة بالوزارة والجهات المعنية (١٣) إعداد تقاسيم الأراضي وتحديد المواقع المطلوبة لاستخدامات الخدمات ومساراتها والمرافق العامة (١٤) دراسة ومتابعة المعاملات الخاصة بتنفيذ المخططات المعتمدة في المناطق الحضرية والخارجية بالدولة بالتنسيق مع الجهات المعنية (١٥) دراسة اقتراحات فتح الطرق المؤقتة والبديلة واعتمادها (١٦) إعداد الخطط والسياسات والبرامج التطويرية الخاصة بعناصر البنية التحتية بالتنسيق مع الجهات المختصة (١٧) المساهمة في وضع المعايير الخاصة بإدارة وتشغيل وصيانة شبكات خدمات البنية التحتية (١٨) إعداد دورات تدريبية و تأهيلية للكوادر التي تعمل في مجال إدارة وتشغيل شبكات البنية التحتية بالتنسيق مع الجهات المختصة والرسم التخطيطى يالشكل رقم (٤) يوضح وضع مكونات البنية التحتية فى الطرق

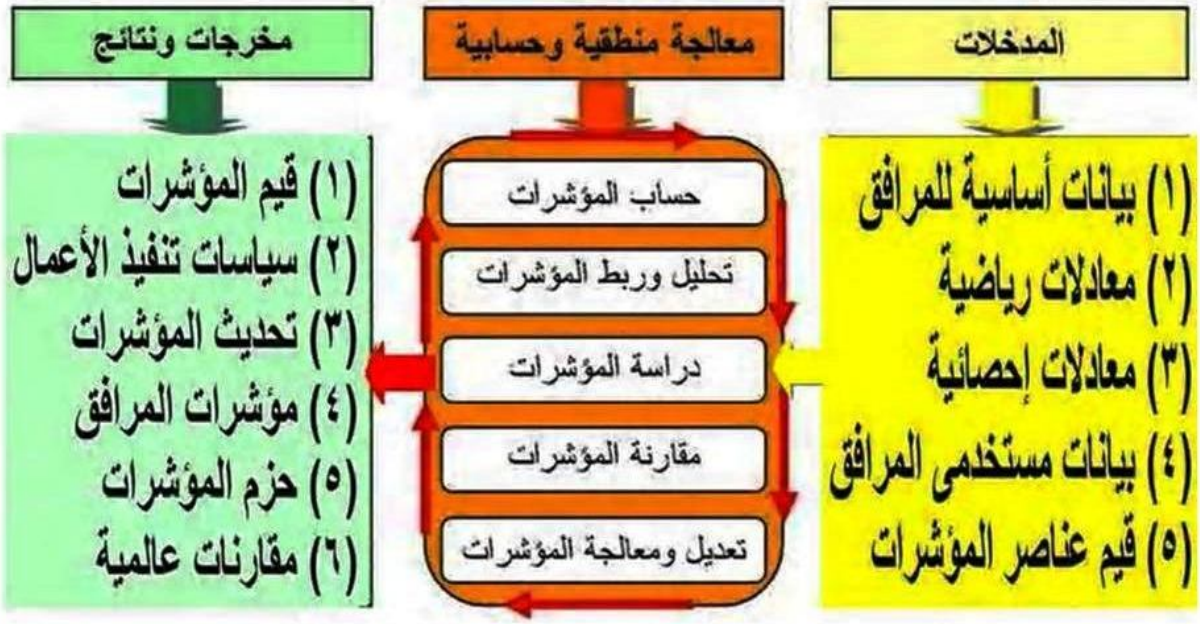
(١/١/١) مكونات البنية التحتية فى الطرق



الشكل رقم (٤) رسم تخطيطى بوضح مكونات البنية التحتية فى الطرق

(٢/١/١) منهجية تصميم قاعدة بيانات مؤشرات البنية التحتية لمعالجة البيانات

تقوم منهجية تصميم قاعدة بيانات مؤشرات البنية التحتية لبرمجة ومعالجة البيانات كما هو موضح بالشكل رقم (٥) على ثلاثة مراحل وهى المدخلات سواء للبيانات الثابتة وشبة الثابتة والمتغيرة (بيانات المؤشرات) والمرحلة الثانية هى عملية المعالجة والتحليل للبيانات منطقياً وحسابياً والمرحلة الأخيرة خاصة بمخرجات البرنامج الخاصة بقيم المؤشرات والسياسات التنفيذية لأعمال البنية التحتية والمقارنات المحلية بالعالمية



الشكل رقم (٥) يوضح منهجية تصميم قاعدة بيانات مؤشرات البنية التحتية

(١/١/٣) تعريف النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية

هو نظام للإدارة المتقدمة والتي يستخدم فيها نظام آلي لتخطيط وإدارة برامج صيانة مكونات شبكة البنية الأساسية والتي تشمل شبكة الطرق والجسور وشبكتي الصرف الصحي ومجارى المياه وشبكة الكهرباء والتليفونات وشبكة خطوط الغاز الطبيعي و خطوط البترول وذلك من منظور متكامل يعرف باسم النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية ويجب أن يكون معايير ومقاييس هذا النظام مؤسسة على قواعد التطبيقات والإجراءات المطابقة لتوصيات المعايير الدولية المتعلقة بنظم أدرة السجلات و الوثائق مثل المعلومات والتوثيق (Information and Documentation) وإدارة السجلات (Record Management) ومطابق للتوحيد القياسي للمنظمة الدولية (ISO) ويتصف هذا النظام بالمواصفات التالية : ــ

م	مواصفات النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية
١	يعتبر نظام كامل وحديث للأرشيف يحفظ جميع الوثائق الغير نشطة
٢	يستخدم أحدث وسائل التكنولوجيا المناسبة ليضمن سهولة الوصول إلى الملفات المطلوبة
٣	تامين جميع التجهيزات المدنية والأرفف وأنظمة مقاومة الحريق
٤	إتباع نظام إدارة إتلاف الوثائق وذلك بإستخدام الأساليب المناسبة لإتلاف الوثائق التي لا توجد لها أهمية
٥	تامين فاعلية وكفاءة تخزين الوثائق ابتداء من مرحلة خروجها وحتى حين استرجاعها
٦	إمكانية إنشاء نظام للفهرسة مؤهل ليدعم اللغة العربية والإنجليزية ويتم ذلك من خلال إستخدام أحدث الوسائل التكنولوجية مثل المسح الضوئي
٧	ربط نظام الكتالوجات بقاعدة البيانات وبالصيغة الالكترونية
٨	تبادل المعلومات عن الفهرسة والكتلوجات بواسطة استخدام أنظمة الحاسب الآلي

(٤/١/١) خصائص النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية

بصفة عامة النظام هو مجموعة من المكونات والأجزاء التي تتفاعل معاً من خلال علاقات متبادلة ولتحقيق كل متكامل وهذا التكامل بين أجزاء النظام يتحقق من خلال : ــ

أ	تداخل وتبادل أجزاء النظام مع بعضها البعض
ب	اعتماد أجزاء النظام على بعضها البعض في تحقيق الأهداف

وهناك عدة خصائص للنظام أهمها ما يلي :

١	أي نظام يعتبر جزء من نظام أكبر وهو البيئة يحصل منها على مدخلاته التي يقوم بإجراء بعض العمليات التحويلية لها للحصول على مخرجات تعود للبيئة مرة أخرى والشكل رقم (١) يوضح معالجة النظام عن طريق التغذية المرتدة
٢	كفاءة المخرجات تتوقف على كفاءة كل من المدخلات والعمليات
٣	التكيف مع البيئة يكون عن طريق التغذية المرتدة
٤	الأنشطة التي يمارسها النظام تتسم بالاستمرارية
٥	النظام يتسم بالديناميكية من خلال تفاعل أجزائه مع بعضها
٦	أي خلل في النظام يتم معالجته عن طريق التغذية المرتدة
٧	لكل نظام حدوده التي تحدد ما يقع داخله وخارجه
٨	الأنشطة التي يمارسها النظام هي أنشطة غير متشابهه ولكنها متكاملة

الشكل رقم (٦) يوضح معالجة النظام عن طريق التغذية المرتدة

(٥/١/١) حتمية إستخدام النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية

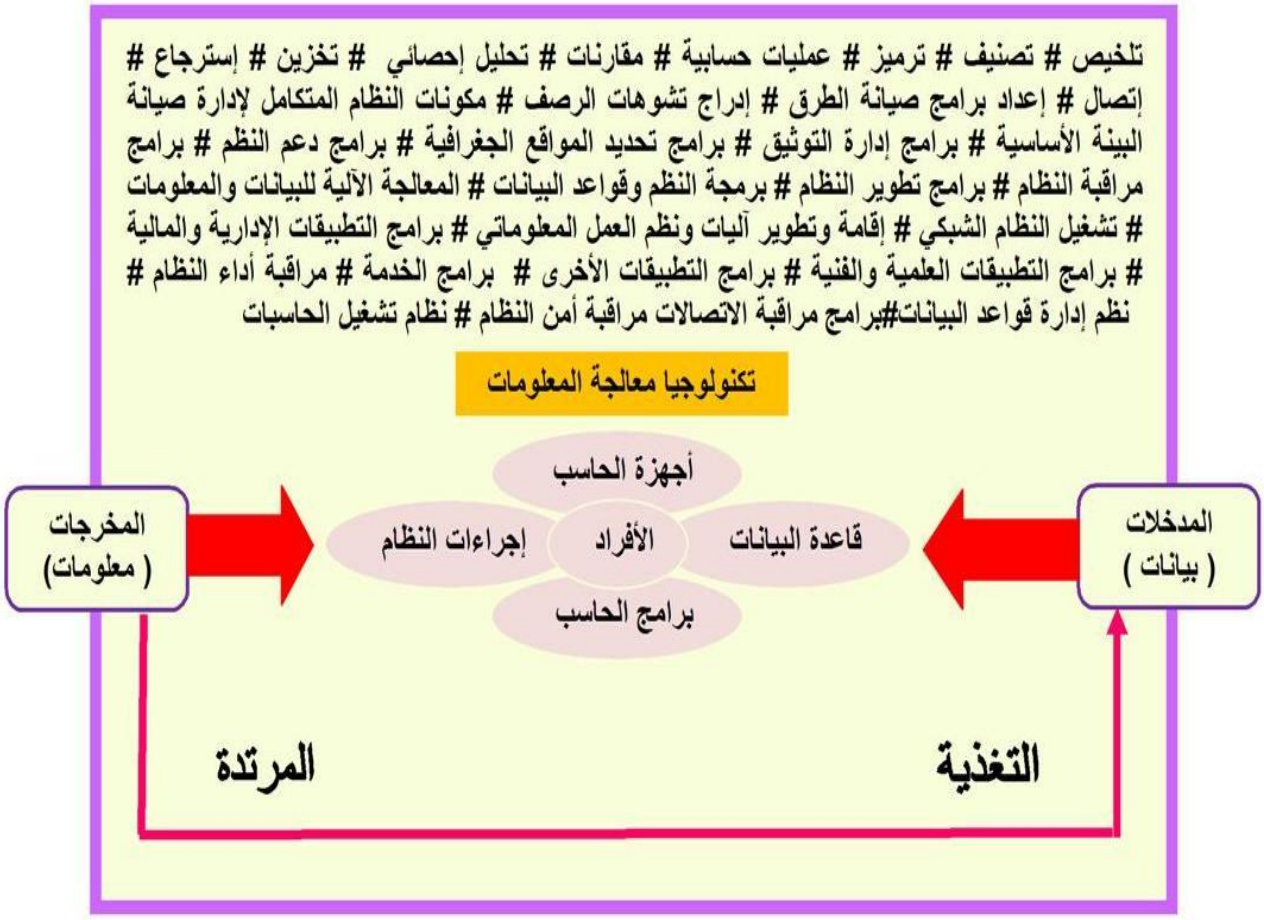
إرتفاع معدلات مشاكل الطرق وذلك بسبب التطور السريع في زيادة إستخدام الأراضي في المناطق الحضرية والريفية والنمو السريع في السكان وزيادة عدد المركبات الآلية وغير الآلية وارتفاع حاد في الأنشطة الصناعية والتجارية والسكنية وعدم وجود وسائل أمان على جانبي الطرق وارتفاع معدل الازدحام وانخفاض معدل السلامة على الطرق والعلاج هو استخدام التقنيات الحديثة للصيانة وهو إستخدام التكنولوجيا في النظام المتكامل لإدارة صيانة البنية الأساسية والهدف من استخدام التقنيات هو تحسين شبكة الطرق طبقاً للمعايير المطلوبة وكذلك التقييم الفعلي لحالة الطرق الحالية ومن المعوقات الرئيسية في إعداد إستراتيجية تحسين شبكة الطرق هو أن حجم البيانات اللازمة لذلك كبير وحتى إذا كانت البيانات متوفرة فإن المشكلة هي كيفية الوصول إلى هذه البيانات وإدارتها والنظر في معوقات التطوير وتحديث وتجهيز البيانات الخاصة بالطرق وهناك حاجة إلى اعتماد مفاهيم جديدة في تكنولوجيا المعلومات لتصميم وتطوير شبكة الطرق إذا تم توثيق هذه البيانات بصورة منتظمة من خلال تطوير نظام المعلومات الخاصة بالطرق

(٦/١/١) عملية إجراء الأرشفة الالكترونية لإدارة النظام المتكامل لصيانة الطرق

يتم إنشاء نظام متكامل لتحويل المخططات الورقية لمشاريع الطرق إلى الصيغة الالكترونية وذلك من خلال الربط والتكامل مع التطبيقات الأخرى مثل نظام المعلومات الجغرافي لإدارة صيانة الطرق ومن خلال هذا الربط يتم تحويل جميع المخططات حسب المنفذ من مشاريع الطرق من الصيغة الورقية إلى الصيغة الالكترونية ويتكون برنامج الأرشفة الالكترونية لإدارة صيانة الطرق من ماسحة ضوئية وحاسبات آلية عدد ٢ وطابعة كبيرة (Plotter) وبرنامج إدارة الوثائق (Docx4) للمسح والأرشفة والتعديل والعرض والتحرير على الأقراص وكذلك برنامج (Arc View) لتحديد المواقع الجغرافية للمخططات حسب المنفذ منها

(٧/١/١) منهجية نظام معلومات صيانة البنية التحتية

هي تحويل البيانات إلى معلومات يدوياً أو آليا وذلك من خلال مجموعة من الأجزاء المترابطة والتي تتفاعل معاً من أجل تحويل البيانات إلى معلومات ويوضح الشكل التالي المكونات الأساسية لنظام المعلومات المرتبطة بالحاسب والعلاقة بينها



الشكل رقم (٧) يوضح المكونات الأساسية لنظام المعلومات لصيانة الطرق

وفيما يلي شرح موجز لكل عنصر من المكونات الأساسية لنظام المعلومات لصيانة الطرق : ــ

(١) المدخلات INPUTS

وهى مجموعة البيانات الخاصة بمكونات النظام (IMMS) والتي يتم تغذيتها إلى النظام

(٢) المعالجة PROCESSING

يتم تحويل البيانات إلى معلومات باستخدام عناصر تكنولوجيا معالجة المعلومات التالية :ـ

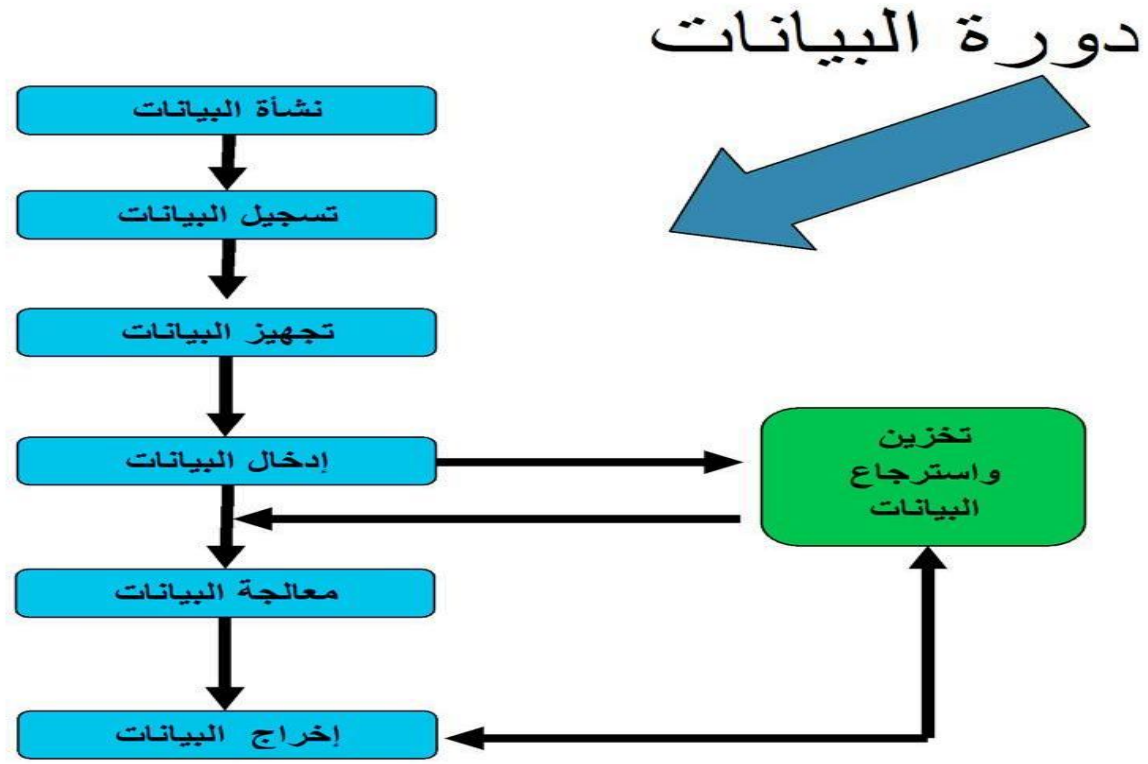
أ	أجهزة الحاسب	تتكون أجهزة الحاسب الإليكتروني من الأجهزة والمعدات التي تكون بنية نظام الحاسب بالإضافة إلى وحدات الإدخال والإخراج وأوساط التخزين المختلفة والتي تمثل الأجزاء المادية الملموسة والتي يتم تسجيل البيانات عليها
ب	برنامج الحاسب	ونقصد به كل أنواع البرامج التي توجه وتراقب أجهزة الحاسب الإليكتروني في أداء مهام معالجة المعلومات بالإضافة إلى كافة أنشطة نظام الحاسب الإليكتروني الأخر .. ويمكن القول بأن البرامج الجاهزة تبعث الحياة في الأجهزة لأنه لا قيمة للأجهزة بدون البرامج ولا فائدة للبرامج بدون الأجهزة
ج	قاعدة البيانات	وقاعدة البيانات تمثل مخزن لكافة البيانات ذات الأهمية والقيمة بالنسبة للمستفيدين من نظام المعلومات
د	إجراءات النظام	تعتمد عمليات نظام المعلومات ليس فقط على البرامج داخل النظام ولكن أيضاً على تكامل المهام الآلية مع تلك التي تؤدى بواسطة الأفراد المشاركين في النظام ويستخدم اصطلاح إجراءات النظام لوصف مجموعه الخطوات والتعليمات المحددة لإنجاز كافة العمليات بالنظام وتعتبر الإجراءات متتابعة في الأفعال المحددة سلفاً التي يمكنها القيام بأداء بعض المهام أو الأعمال
هـ	الأفراد	يعتمد نجاح أو فشل أي نظام معلومات مرتبط بالحاسب الإليكتروني بصفه أساسية على كفاءة وقدرات مجموعة الأفراد المتخصصين العاملين به ويعتبر الحصول على هؤلاء الأفراد وتدريبهم وكذلك الإحتفاظ بهم من المشاكل الكبرى التي تواجه عملية بناء وتطوير نظم المعلومات .

(٣) المخرجات OUTPUTS

هي مجموعة المعلومات المطلوب الحصول عليها من نظام المعلومات

(٤) التغذية المرتدة FEED BACK

تقوم عملية التغذية المرتدة والرقابة بمتابعة وضبط أداء نظام المعلومات من أجل الفاعلية والكفاءة المثلى



الشكل رقم (٨) يوضح مراحل دورة تشغيل البيانات

الفصل الثاني
أهداف نظام (IMMS)

(١/٢/١) الهدف من نظام (IMMS)

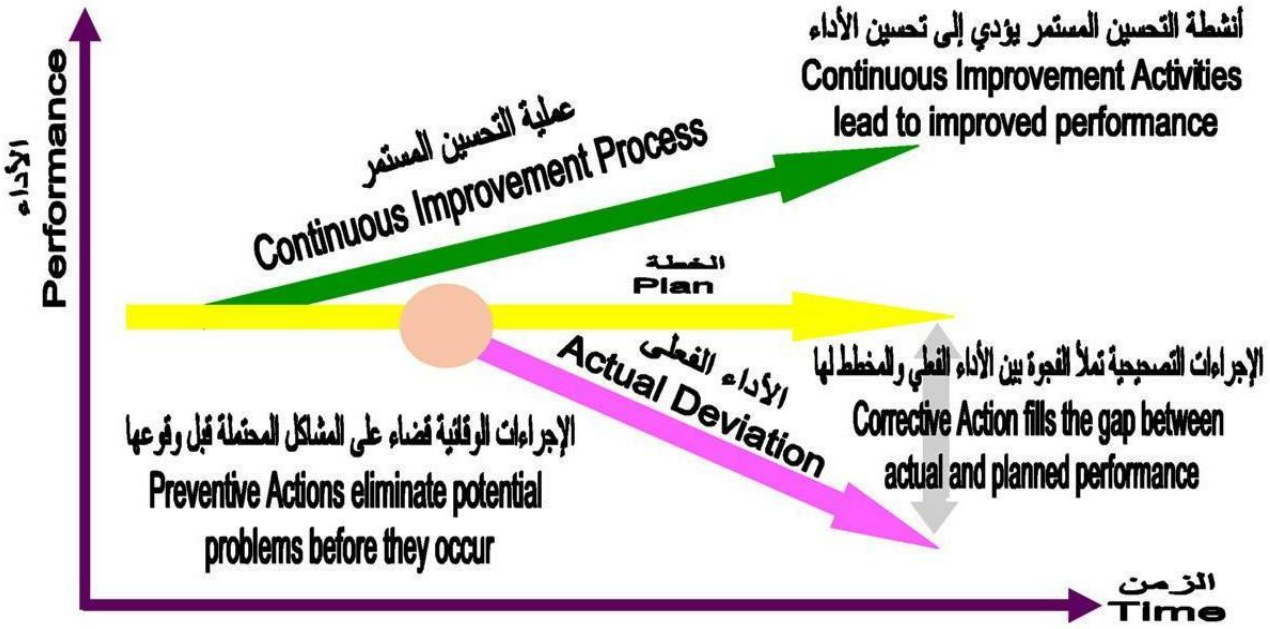
١	حصر مكونات شبكة البنية الأساسية وكافة البيانات المتعلقة بها
٢	التحديد العلمي لاحتياجات الشبكة من أعمال صيانة من خلال ما يشتمل عليه هذا النظام من معادلات ومؤشرات ومعايير هندسية
٣	وضع برامج أولويات الصيانة ضمن إطار متكامل يشمل كافة مكونات الشبكة ثم تخطيط الاعتمادات المالية اللازمة على المدى القصير والبعيد وبما يحقق أفضل عائد اقتصادي لأعمال الصيانة
٤	إدارة المشاريع الإستراتيجية لصيانة الطرق
٥	إمكانية دعم وإتخاذ القرار لصيانة الطرق وتقييم الحالة الإنشائية لسطح الطريق وأساس الطريق
٦	إعادة تأهيل الطرق بما يتناسب مع تطوير شبكة الطرق
٧	إمكانية تأهيل مرافق الصرف الصحي طبقاً لتصميم شبكة الطرق
٨	إمكانية تطوير شبكة الطرق المحلية والحفاظ على مستواها الفني
٩	تقليل المخاطر والتوازن بين الأهداف المتعارضة
١٠	القضاء على تضارب المسئوليات والتنسيق بين العلاقات

(٢/٢/١) الإطار العام لتنفيذ نظام (IMMS)

وانطلاقا من هذا الهدف ولتنفيذه يتم وضع إطارا عاما لما هو مطلوب من هذا النظام بيانه كالأتي:ـــ

١	إنشاء قاعدة بيانات تشمل كافة البيانات المتعلقة بجميع مكونات شبكة البنية الأساسية
٢	توفير الخرائط الإلكترونية
٣	وضع البرامج الزمنية المتكاملة لشبكة البنية الأساسية وتحديد الأولويات بما يعطي أفضل مردود اقتصادي ولعدة سنوات من خلال تحديد الاحتياجات الفعلية لأعمال الصيانة لكل مكون من مكونات من واقع تقييم حالة الشبكة
٤	إعداد برامج صيانة بالتنسيق مع برامج الصيانة لقطاع الخدمات الأخرى مع الأخذ بالاعتبار الميزانيات المتوفرة
٥	تشغيل النظام على أجهزة الحاسب الآلي الشخصية بنظام التشغيل Windows ومن خلال شبكات محلية (LAN) وخارجية (WAN)

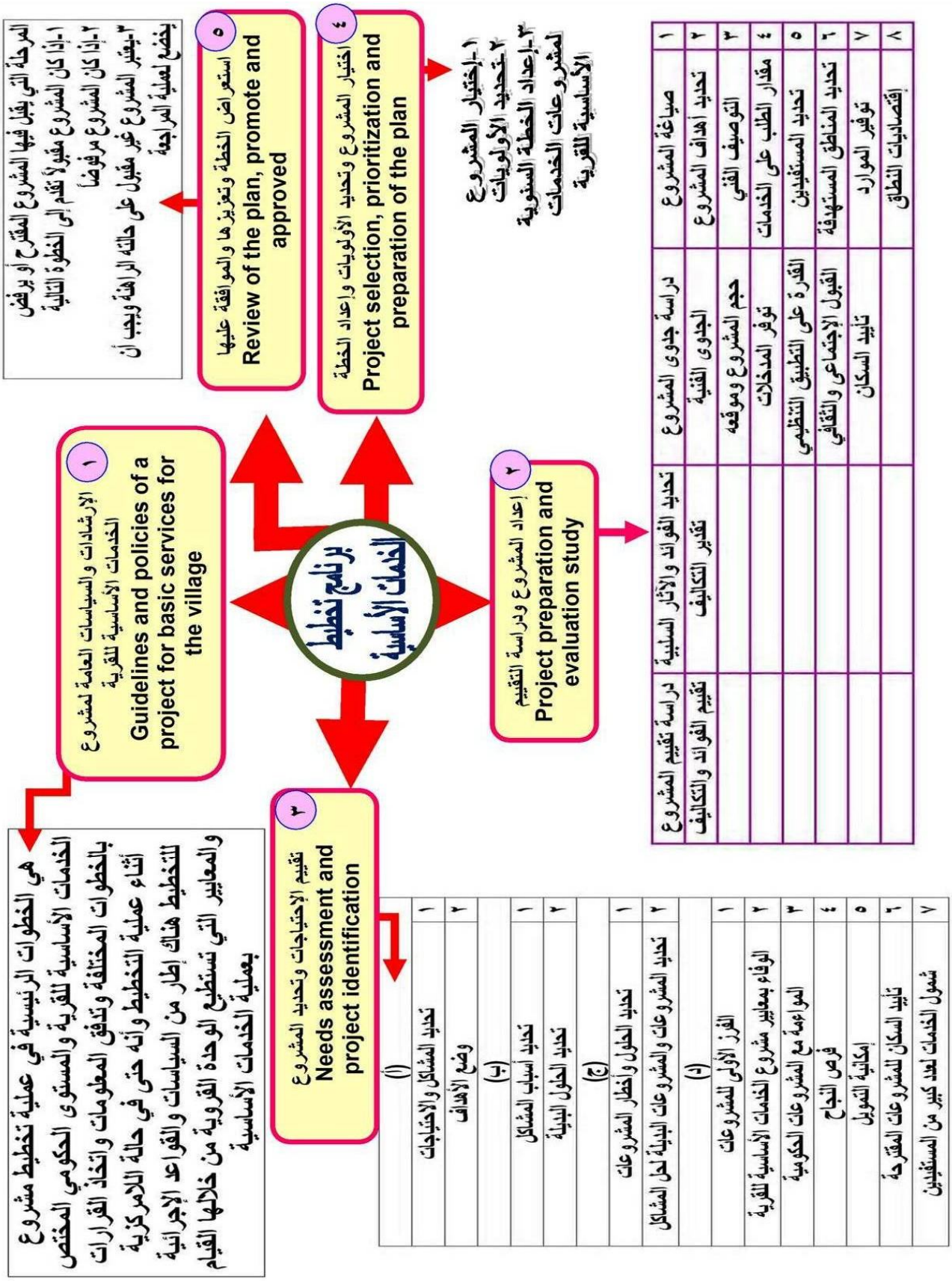
(٣/٢/١) كيفية الإستفادة من نظام (IMMS) ؟



الشكل رقم (٩) يوضح كيفية الإستفادة من نظام (IMMS)

(٤/٢/١) إستخدام نظام (IMMS) في إعداد برنامج تخطيط الخدمات الأساسية

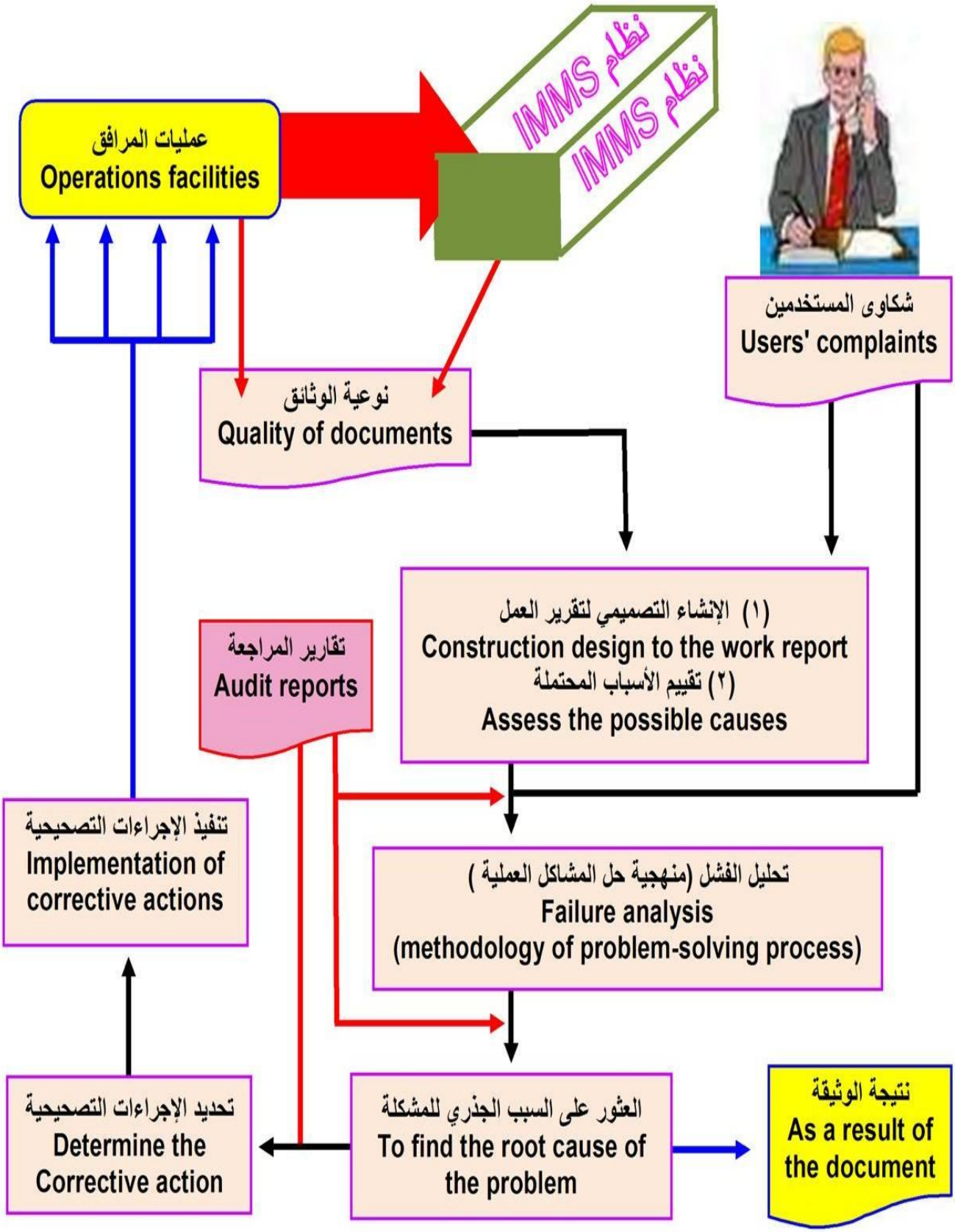
Use of system (IMMS) in the preparation of program planning, basic services



الشكل رقم (١٠) يوضح إستخدام نظام (IMMS) في إعداد برنامج تخطيط الخدمات الأساسية

(٥/٢/١) مفهوم الإجراءات التصحيحية والوقائية لنظام (IMMS)

The concept of corrective and preventive actions to the system (IMMS)



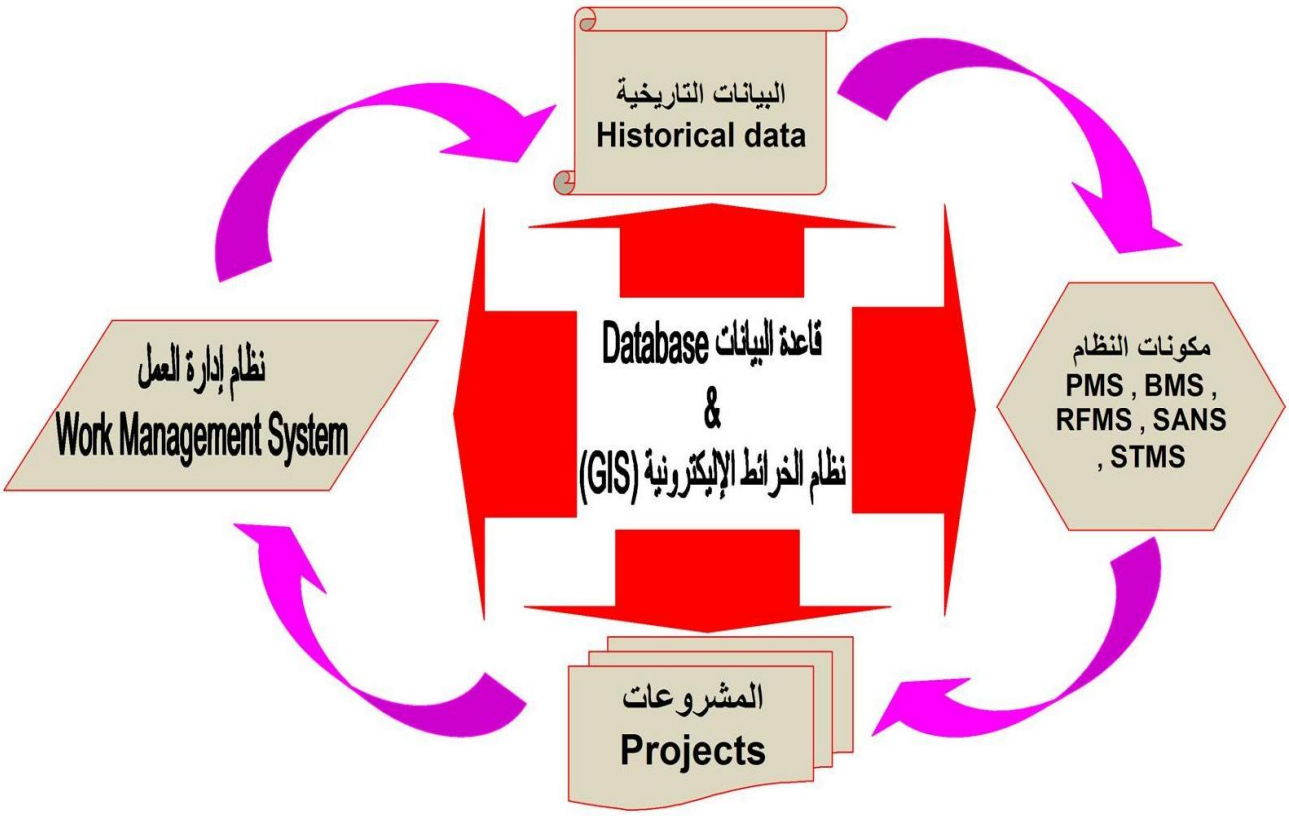
الشكل رقم (١١) يوضح مفهوم الإجراءات التصحيحية والوقائية لنظام (IMMS)

الفصل الثالث
مفهوم الإدارة المتكاملة لنظام (IMMS)
The concept of integrated management system (IMMS)

(١/٣/١) مفهوم الإدارة المتكاملة للبنية التحتية
Integrated Infrastructure Management Concept

١	إستخلاص البيانات الخاصة بمكونات شبكة البنية الأساسية بسهولة ودقة
٢	متابعة إعداد برامج الصيانة بصورة علمية مدروسة
٣	ضمان الالتزام في التنفيذ بالميزانيات المالية المتاحة
٤	التزام الإدارة العليا بالدعم المستمر للنظام
٥	المساعدة على إيجاد خبرات فنية لمتابعة الأعمال المنفذة بسهولة
٦	تجنب استخدام الأنظمة الجاهزة
٧	التحديث المستمر لبيانات النظام
٨	متابعة التطور العلمي في مجال نظم إدارة البنية الأساسية
٩	الحد من التضارب بين احتياجات الصيانة للمكونات المختلفة لشبكة البنية الأساسية والتي تشمل شبكة الطرق والجسور وشبكتي الصرف الصحي ومجاري الأمطار وما يدخل في حدود الطريق
١٠	إستخدام أحدث الأساليب العلمية ونظم الإدارة المتقدمة
١١	استخدام نظام آلي ضخم لتخطيط وإدارة برامج صيانة مكونات شبكة البنية الأساسية
١٢	إدارة جميع البيانات الخاصة بالشبكة بصورة مستمرة لدعم التخطيط للصيانة الجذرية
١٣	استمرارية جمع البيانات الحقلية بصورة دورية

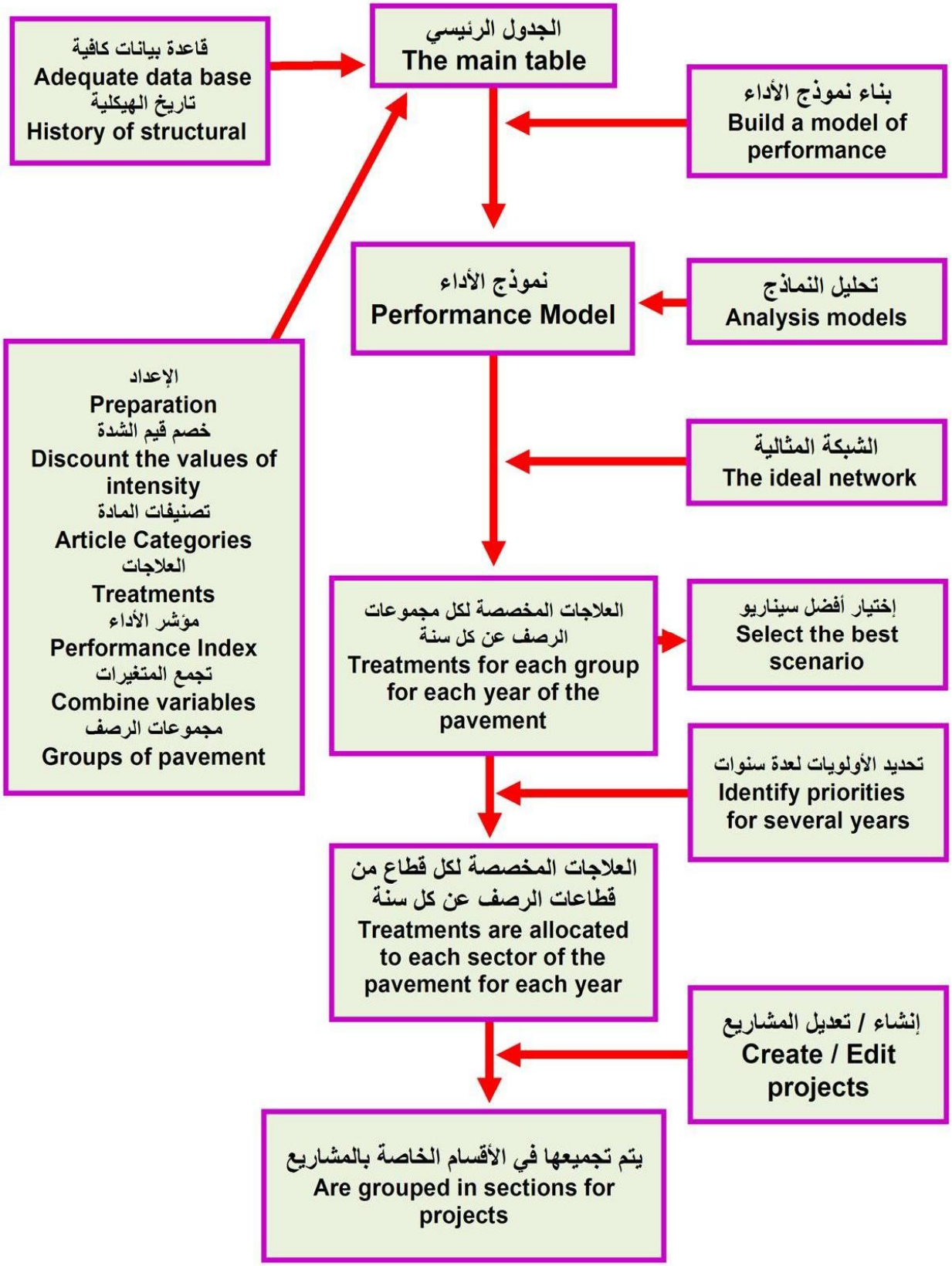
والشكل التالي يوضح ذلك



الشكل رقم (١٢) يوضح مفهوم الإدارة المتكاملة للبنية التحتية

(٢/٣/١) البرنامج الزمني لمفهوم الإدارة المتكاملة لنظام (IMMS)

The timetable for the concept of integrated management system (IMMS)



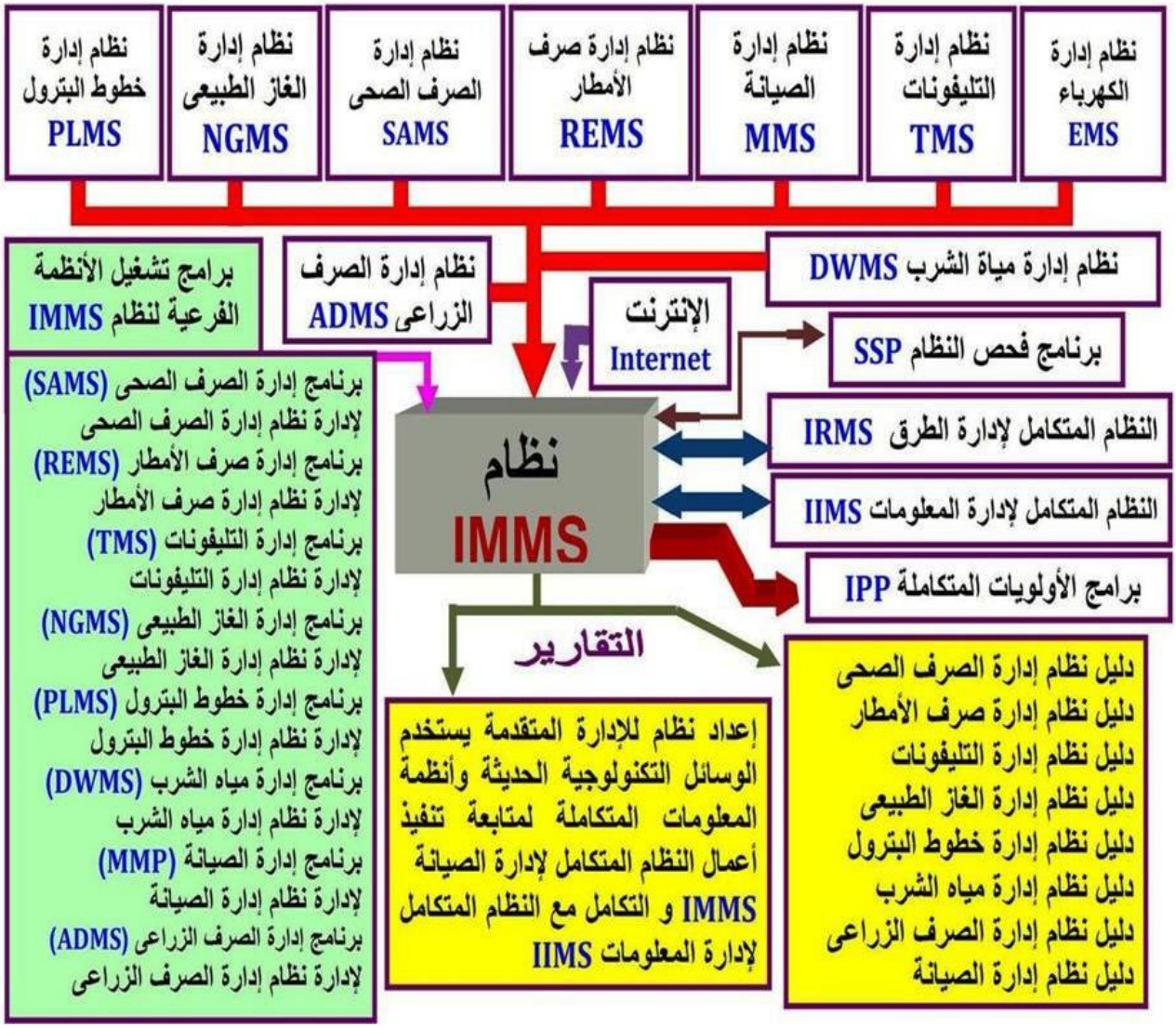
الشكل رقم (١٣) رسم تخطيطي يوضح البرنامج الزمني لمفهوم الإدارة المتكاملة لنظام (IMMS)

الفصل الرابع
مكونات نظام (IMMS)
Components of the system (IMMS)

يتكون نظام (IMMS) من عدد من الأنظمة الفرعية التي ترتبط فيما بينها بصورة متكاملة تتقاسم تلك الأنظمة الفرعية فيما بينها واجهات التطبيق للنظام كما أنها ترتبط فيما بينها بقاعدة بيانات مشتركة كما أن كل نظام فرعي مرتبط بالخرائط الإلكترونية لسهولة عرض بياناته وهي : -

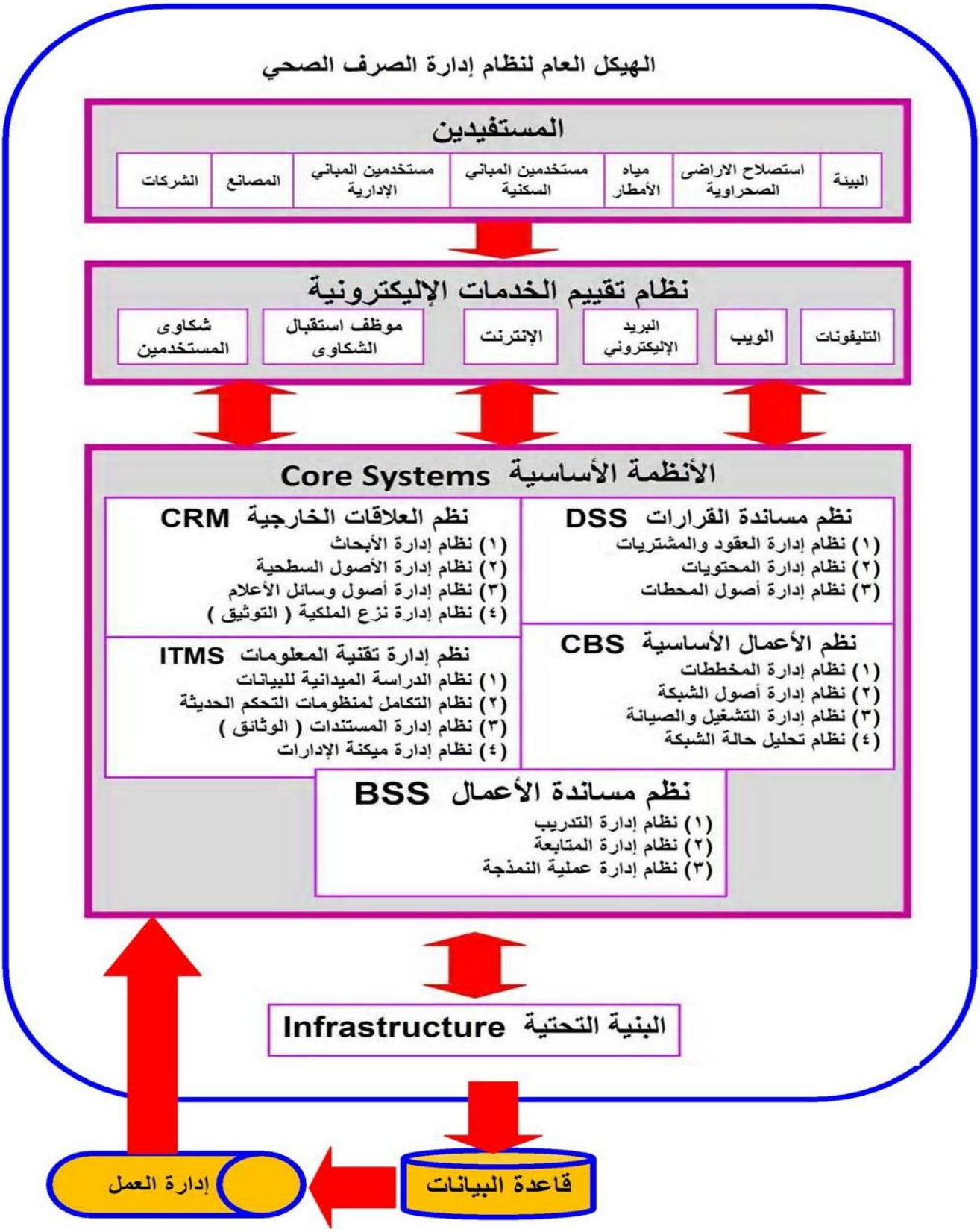
١/٤/١	نظام إدارة الصرف الصحي	SAMS	Sanitation Management System
٢/٤/١	نظام إدارة صرف الأمطار	REMS	Rains Exchange Management System
٣/٤/١	نظام إدارة الكهرباء	EMS	Electricity Management System
٤/٤/١	نظام إدارة التليفونات (الإتصالات)	TMS	Telephone Management System
٥/٤/١	نظام إدارة الغاز الطبيعي	NGMS	Natural Gas Management System
٦/٤/١	نظام إدارة خطوط البترول	PLMS	Petroleum Lines Management System
٧/٤/١	نظام إدارة مياه الشرب	DWMS	Drinking Water Management System
٨/٤/١	نظام إدارة الصرف الزراعي	ADMS	Agricultural Drainage Management System
٩/٤/١	نظام إدارة الصيانة	MMS	Maintenance Management System

وفيما يلي عرض موجز عن مكونات نظام (IMMS)



الشكل رقم (١٤) يوضح مكونات النظام المتكامل لإدارة الطرق

(١/٤/١) نظام إدارة الصرف الصحي (SAMS)
Sanitation Management System(SAMS)
(١/١/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة الصرف الصحي



الشكل رقم (١٥) يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الصرف الصحي

(٢/١/٤/١) فلسفة نظام إدارة الصرف الصحي Philosophy of the wastewater management

إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة للوصول بخدمات الصرف الصحي إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات للجمهور والحماية القصوى للبيئة ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك إعداد مشروع نظام المعلومات المتكامل لإدارة مرفقات شبكة الصرف الصحي

(٣/١/٤/١) مؤشرات تحليل حالة شبكة الصرف الصحي Indices analyze the state of the sewerage network

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة (CCTV)
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير المجاري الصحية على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات أنابيب الشبكة للمواصفات القياسية مثل الأقطار والميول الطولية للخطوط
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث كسر فيه
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة الصرف الصحي متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة الشبكة و استخراج برامج أولويات الصيانة لمطلوبة لها		

(٤/١/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة الصرف الصحي
Overall vision for the integration of systems, the drainage network

الشكل رقم (١٦) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل الأنظمة والتطبيقات والمعلومات

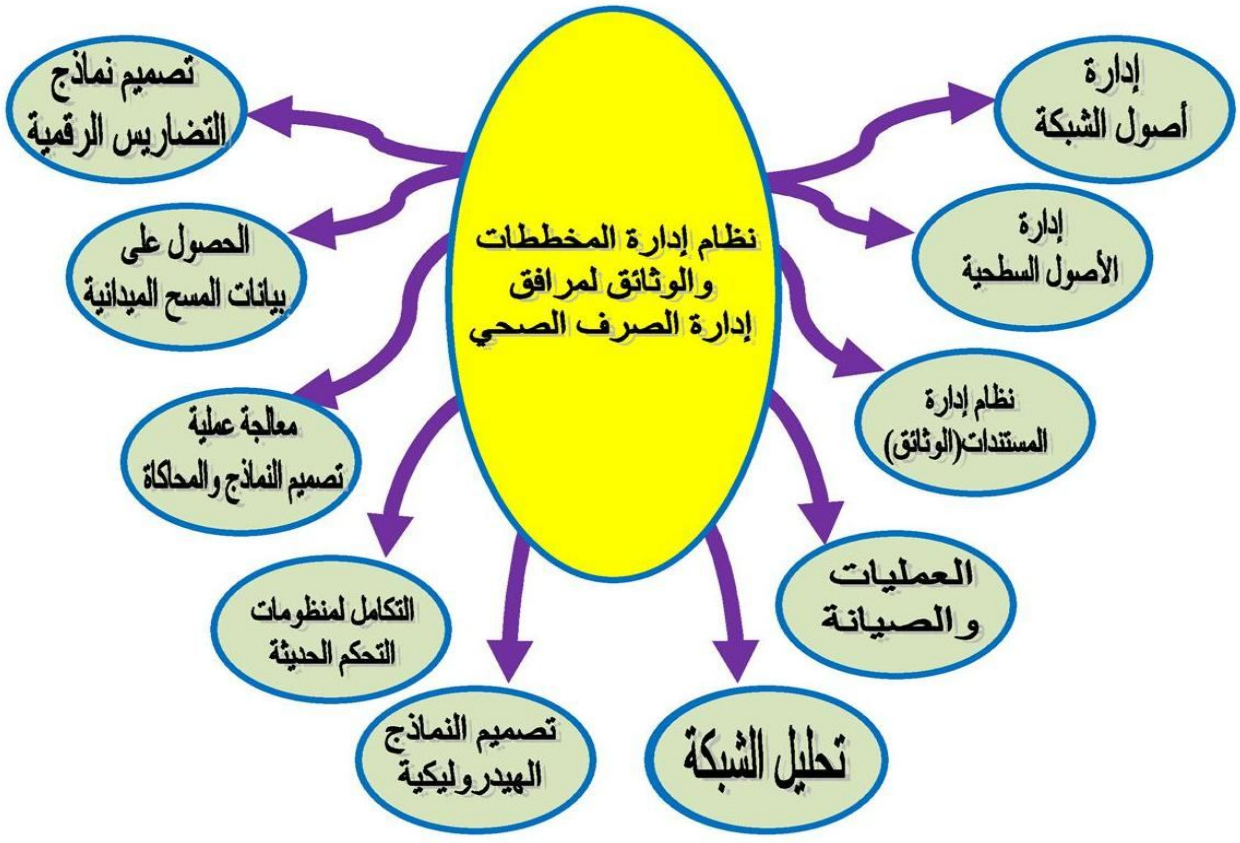
(٥/١/٤/١) نظام إدارة المخططات والوثائق لمرافق إدارة الصرف الصحي

Management system diagrams and documentation for sewage management facilities

م	إجراءات نظام إدارة المخططات والوثائق	
١	تعريف نظام إدارة الوثائق	هو تطبيق مصمم للالتقاط والتخزين والتحقق والتلاعب واسترجاعها وعرض وطباعة الوثائق المتعلقة بأصول الصرف الصحي
٢	تعريف الوثيقة	من الممكن تعريف الوثيقة بأنها أية مادة تحمل معلومات نافعة سواء كانت هذه المادة ورقة أو صورة أو شريط أو قرص ضوئي أو غير ذلك نشأت نتيجة طلب أو نشاط جهاز معين وتتعلق بمسيرة وإكمال العمل في ذلك الجهاز
٣	أهمية الوثائق	تكمن أهمية الوثائق عند اتخاذ القرارات والبت في المعاملات وتعتبر ربطاً بين الماضي و الحاضر و تاريخ للمنشاة وجزء من تاريخ الوطن
٤	إستخدام التطبيقات المطورة	
٥	إدخال الوثائق والمخططات عن طريق الماسحات الضوئية وفهرستها	
٦	التحويل الآلي للوثيقة والمخطط إلى قاعدة بيانات المخططات	
٧	إدارة وحفظ الوثائق (السيطرة على الحفظ ، إدارة نسخ الإصدار)	
٨	فحص التحويل الداخلي والخارجي للتحويل ألا لكتروني ، والعلاقات بين الوثائق	
٩	الربط مع نظام المعلومات الجغرافية (Intergraph – FRAMME)	
١٠	ربط المخطط بالمرفق و إمكانية استعراض المخطط من واجهة استخدام نظام المعلومات الجغرافية	
١١	البحث والاسترجاع للوثيقة والمخطط حسب المعلومات الوصفية للمخططات أو رقم المشروع	
١٢	التعديل وإضافة الملاحظات على المخطط الرقمي أثناء العمل الجماعي دون تغيير الأصل (Red Lining)	

الرسم التخطيطي لنظام إدارة المخططات

Diagram of the system management plans



الشكل رقم (١٧) يوضح الرسم التخطيطي لنظام إدارة المخططات والوثائق لمرافق إدارة الصرف الصحي

(٦/١/٤/١) النظام المتكامل لإدارة مرافق شبكة الصرف الصحي

Integrated system to management the sewerage network facilities

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات شبكة الصرف الصحي والري والصرف السطحي (مياه الأمطار) ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكات الصرف الصحي والري

أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة الصرف الصحي

The objectives of the integrated system to management the drainage network

١	توفير الوسيلة المثلى والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكات الصرف الصحي والأمطار والري
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكات الصرف الصحي والأمطار والري بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع الصرف الصحي ومختلف المهام الموكلة إليها
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات

برنامج تنفيذ تكامل Integration Implementation Program (IIP)

نظام إدارة الصرف الصحي Sanitation Management System (SAMS)

& النظام المتكامل لإدارة الصيانة Integrated Maintenance Management System (IMMS)

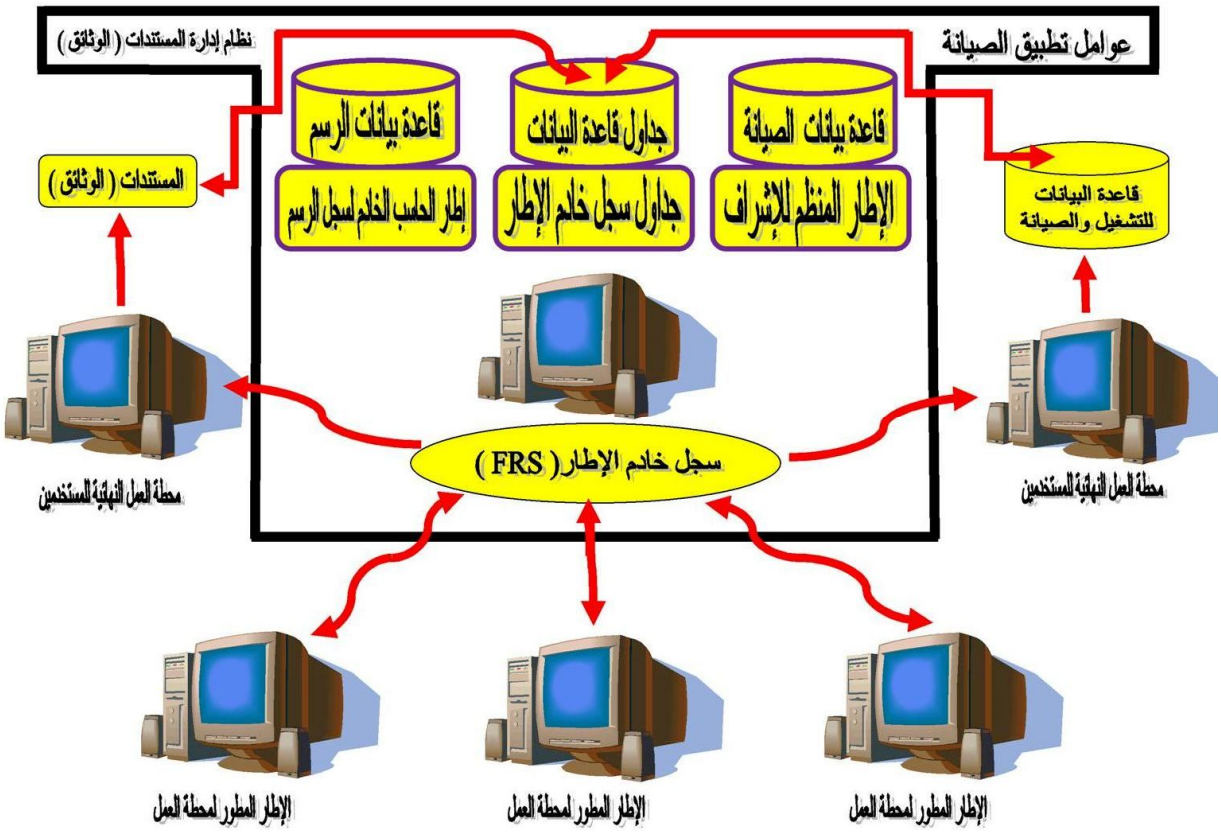
(أ) المرحلة الأولى (مرحلة التأسيس)

وتشتمل على تجهيز المكان ونصب البنية التحتية من شبكة الاتصال وتركيب أجهزة الحاسب الآلي والخادمات ونصب البرمجيات وإعدادها ثم تشغيلها وتكاملها وإنشاء نموذج قواعد البيانات للصرف الصحي

كما يتم إنشاء التطبيقات الأولية للنظام مثل

(١) تطبيق نظام إدارة معلومات الأصول Asset Information Management System (AIMS)

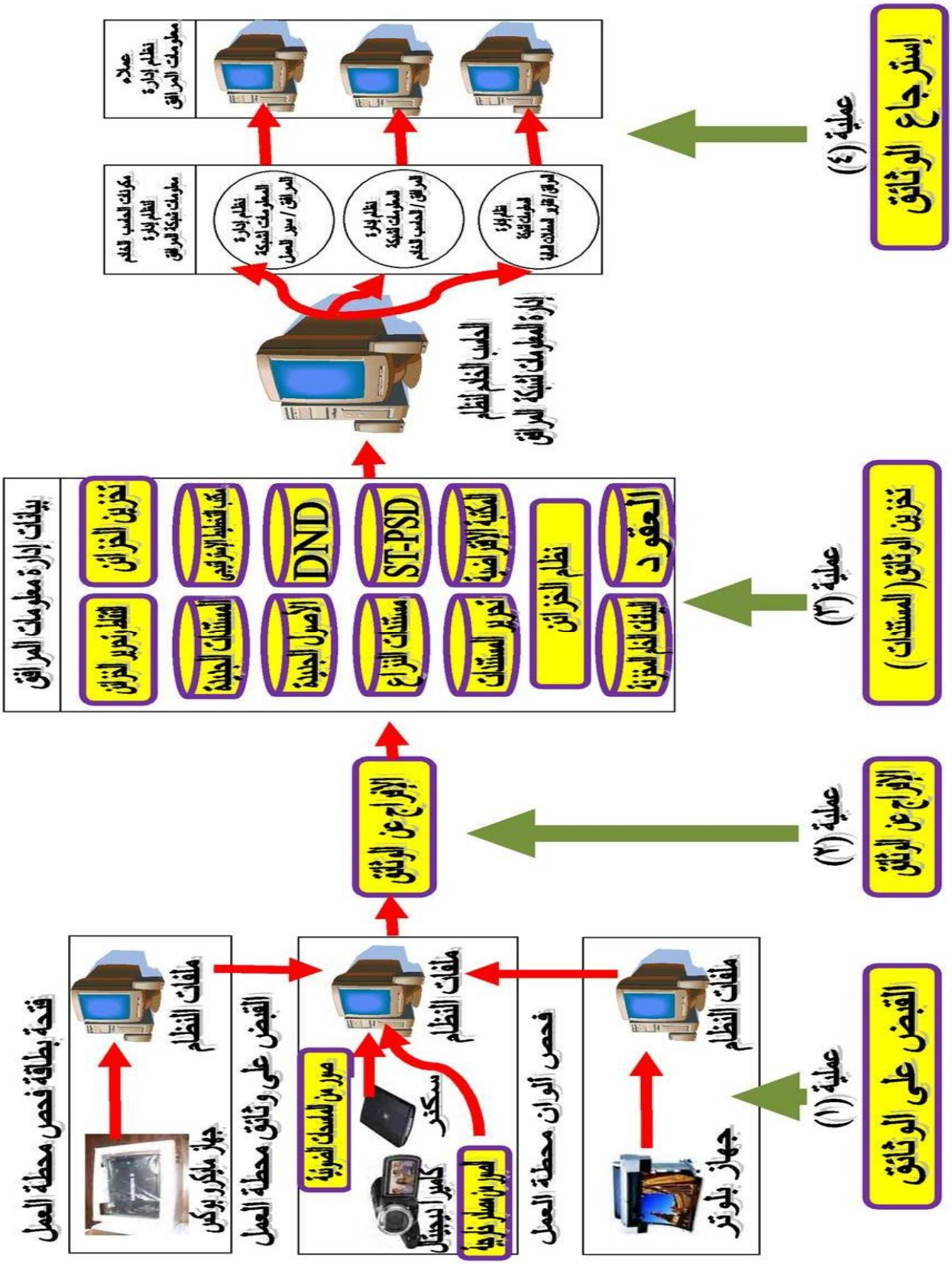
ويهدف إلى إنشاء قواعد بيانات ذات دلالة مكانية عن كافة منشآت الصرف الصحي والري والصرف السطحي .



الشكل رقم (١٨) يوضح تطبيق نظام إدارة معلومات المرافق

(٢) تطبيق نظام إدارة الوثائق Document Management System (DMS)

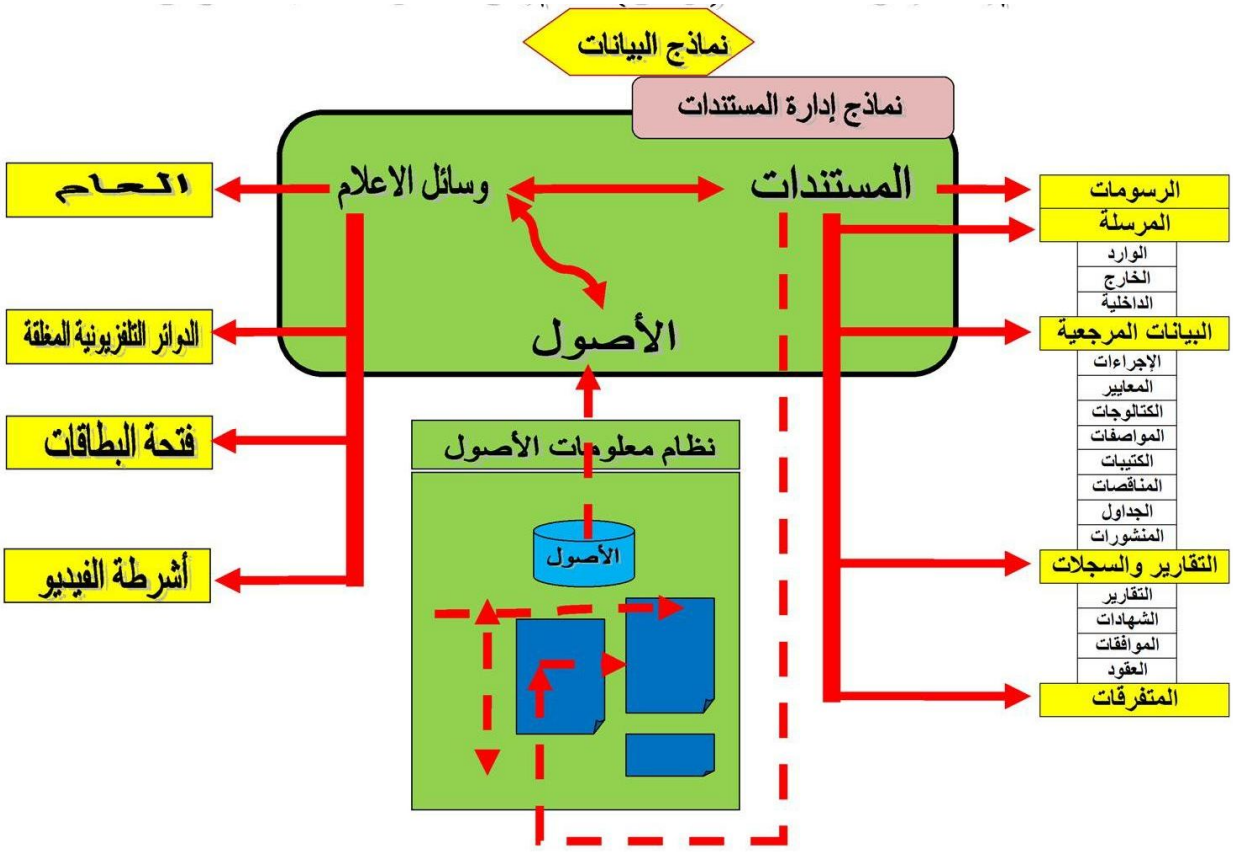
ويهدف إلى تحويل كافة المخططات حسب المنفذ للمشاريع والوثائق إلى الصيغة الإلكترونية وربطها بقواعد البيانات الخاصة بالمرافق في نظام (AIMS)



الشكل رقم (١٩) يوضح تطبيق نظام إدارة الوثائق

(٣) نظام إعداد إدارة الوثائق (المستندات)

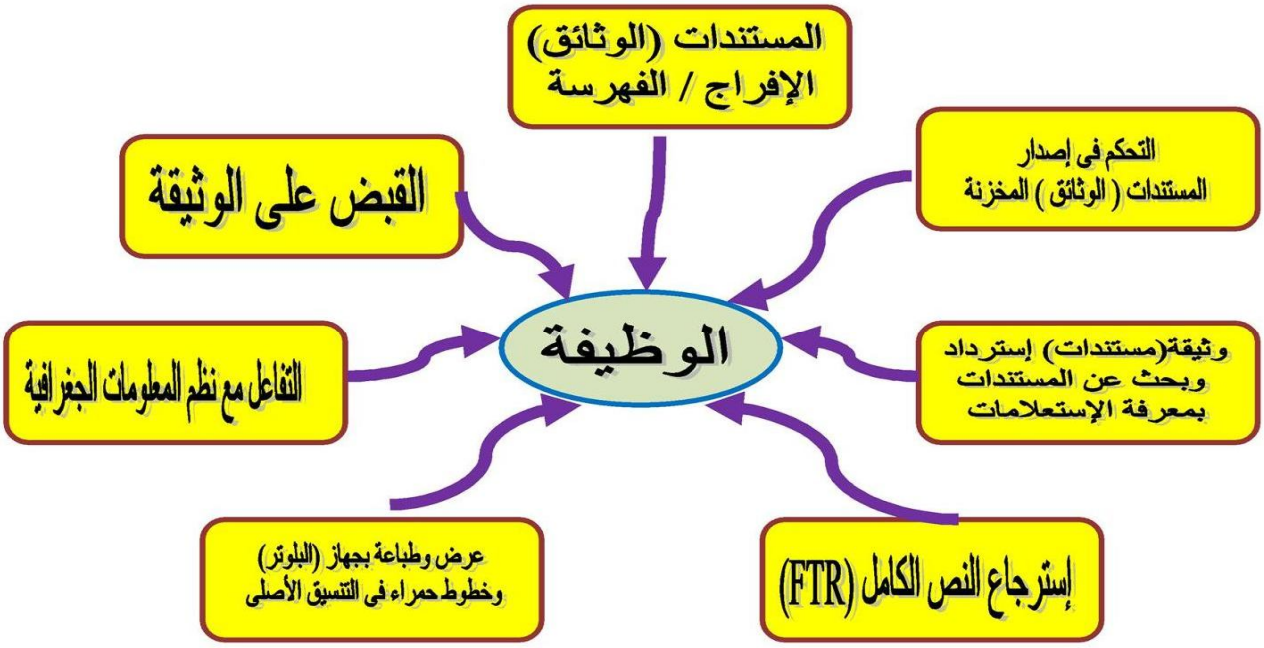
Management system, preparation of documents (documents)



الشكل رقم (٢٠) يوضح نظام إعداد إدارة الوثائق (المستندات)

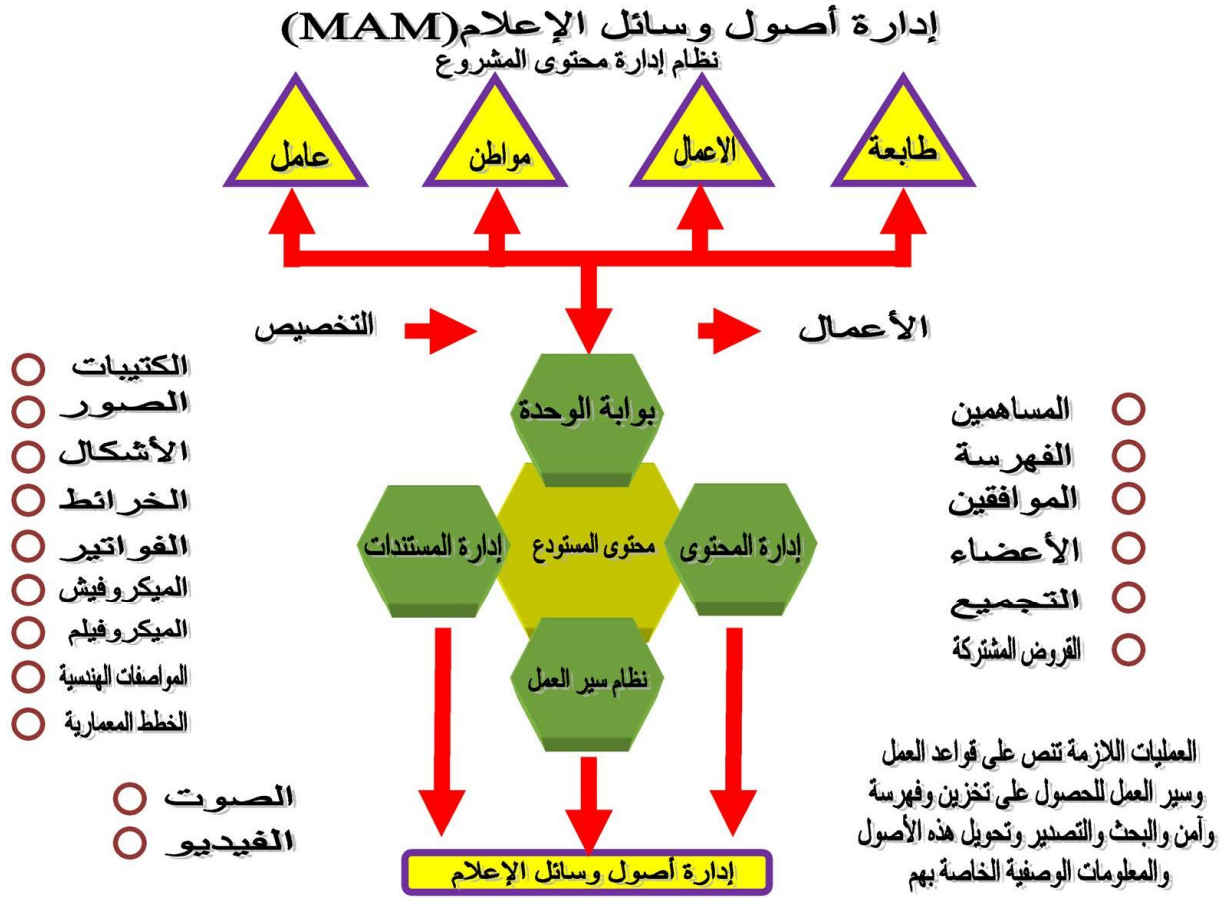
(٤) نظام تعريف أهمية الوظيفة لنظام إدارة المخططات

Identification system, the importance of job management system plans



الشكل رقم (٢١) يوضح نظام تعريف أهمية الوظيفة لنظام إدارة المخططات

(٥) نظام إدارة أصول وسائل الأعلام Media Asset Management (MAM)



الشكل رقم (٢٢) يوضح نظام إدارة أصول وسائل الأعلام

(٦) نظام إدارة التشغيل والصيانة (O & M)

ويهدف إلى إنشاء تطبيق لإدارة تشغيل وصيانة الشبكات والمحطات للصيانة الوقائية والتصحيحية وإصدار أوامر العمل ومتابعة برامج التشغيل والصيانة مع إصدار التقارير المتنوعة.

(٧) نظام ميكنة الأعمال اليومية Automation of Daily Task

ويهدف إلى إنشاء نظام لعرض البيانات بطرق البحث المختلفة وعرض البيانات الوصفية والجغرافية للمنشآت مع إمكانية البحث المصنف وطباعة الخرائط والبيانات والتقارير.

(٨) تحويل البيانات وإدخالها للنظام

إنشاء قاعدة البيانات المكانية والوصفية لشبكة الصرف الصحي والري والصرف السطحي من وثائق المخططات حسب المنفذ للمشاريع وكذلك يتم المسح الضوئي والتحويل والربط لكافة المخططات حسب المنفذ للمشاريع المقامة لدى الصرف الصحي ثم تشغيل النظام وإعداد واجهات الاستخدام لشعبة التصديقات والتراخيص والاستشاريين والمقاولين

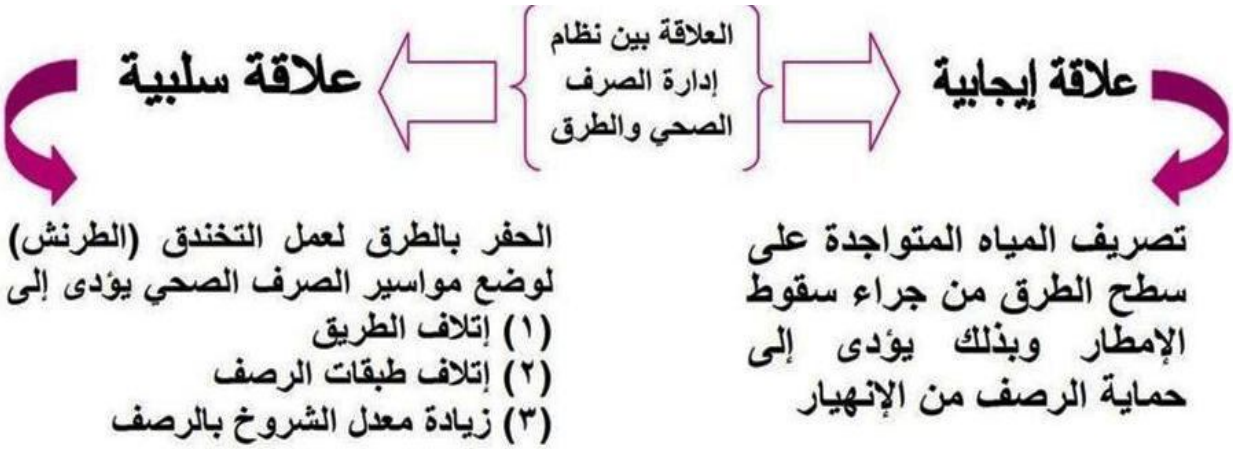
(٩) تحري المنشآت والكشف عن الخدمات

ويهدف إلى تصحيح وتدقيق المواقع المكانية الفعلية الأفقية والعمودية للخطوط والمنشآت بالتحري بالكشف الميداني ومقارنتها بالمخططات حسب المنفذ وتطبيق نظام وإدارة الجودة للبيانات

(١٠) تحديث النظام وتطوير التطبيقات

التشغيل والصيانة للشبكات -- إدارة المنشآت السطحية -- أدرة الوثائق والمخططات -- التراخيص والتفتيش والاستلام والتحاليل وإدارة المشاريع -- النماذج الرياضية الهيدروليكية -- إدارة الطوارئ

(١١) علاقة نظام إدارة الصرف الصحي بالطرق
Relationship Management System Drainage Ways



الشكل رقم (٢٣) يوضح العلاقة بين نظام إدارة الصرف الصحي والطرق

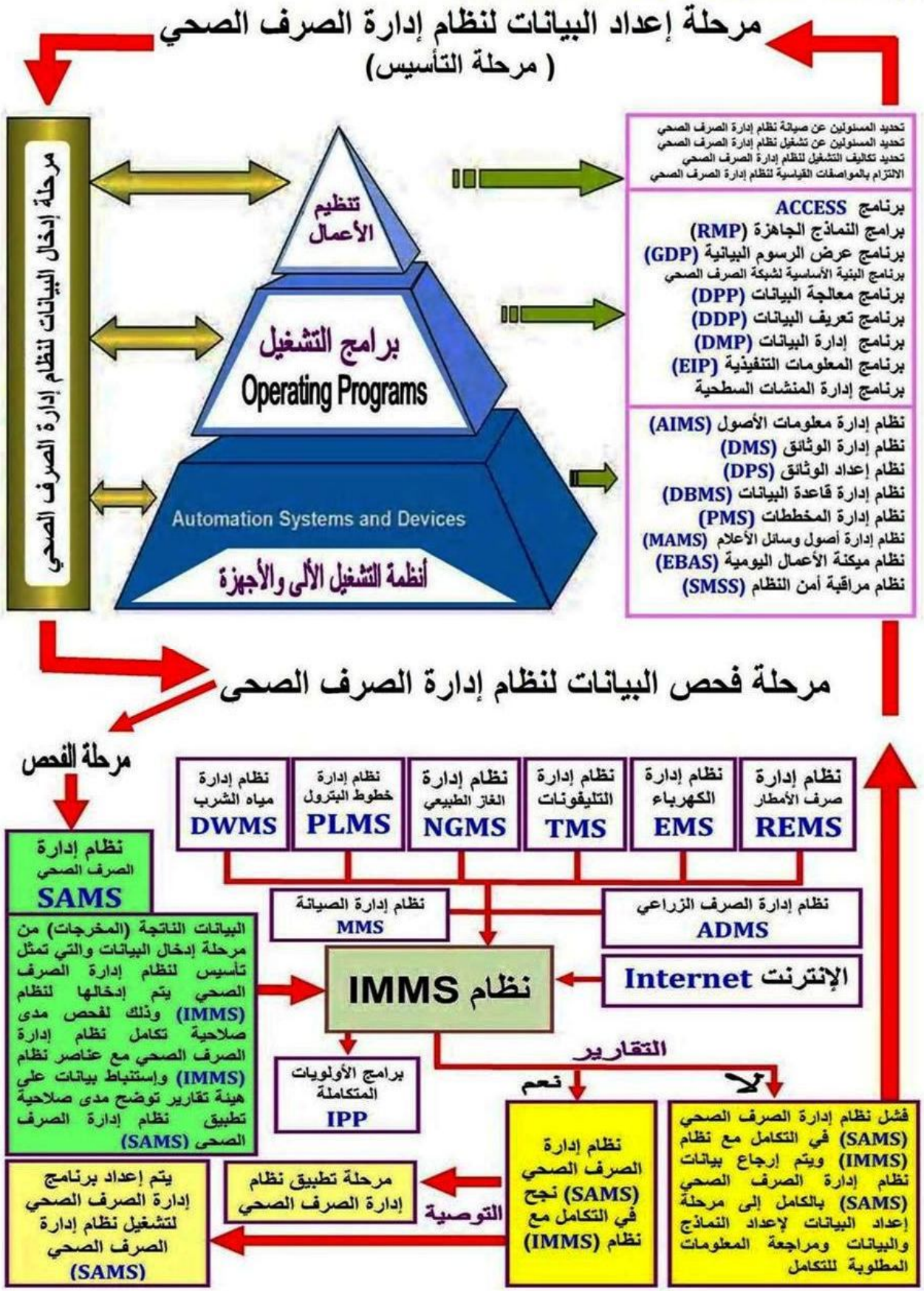
يتطلب تنفيذ شبكة الصرف الصحي الحفر بالطرق العامة لتمديد الخطوط مما يؤدى إلى إتلاف الطرق العامة علاوة على إعاقة حركة سير المرور بالنسبة للمركبات والمشاة بالإضافة إلى التأثير السلبي على باقي مكونات شبكة الطرق العامة من جراء غلق بعض الطرق الهامة أثناء عملية تنفيذ المشروع الخاص بالصرف الصحي مما يؤدى إلى إرتفاع في الكثافة المرورية على شبكة الطرق ونظراً لأن عملية تنفيذ شبكة الصرف الصحي تحتاج إلى إمكانيات مادية وفنية عالية وتتطلب وقتاً طويلاً للتنفيذ مقارنة بباقي الخدمات الأخرى مثل التليفونات والكهرباء والمياه وذلك للأسباب التالية :

(١) كبر الأقطار المستخدمة حيث تتراوح من ١٥٠مم إلى ٣٠٠٠ مم
(٢) زيادة الأعماق التي قد تصل إلى أكبر من ١٥ متر
(٣) تعمل بالجاذبية ويتطلب تنفيذها ميول قليلة تتراوح من ٠.٠٥% إلى ٠.٥% أي من ٥ إلى ٥٠ سم وذلك كل ١٠٠ متر
(٤) جميع المواد المستخدمة يجب أن تكون لها قدرة عالية على مقاومة التآكل

ويتطلب الإعداد الجيد للأعمال المساحية الخاصة بعملية وضع الخطوط داخل الطرق العامة حيث أن العمل المساحي هو أساس عملية تنفيذ شبكة الصرف الصحي لذا فإنه قبل التنفيذ يتم عمل الخطوات التالية لإمكان الحفاظ على عملية التنفيذ والإنتهاء في مدة زمنية قليلة (١) الحصول على نقطة الضبط المساحية (٢) عدم الإعتماد على نقطة ضبط واحدة (٣) من نقطة الضبط المساحية يتم إستحداث نقاط تسوية مؤقتة (٤) يبدأ العمل المساحي من نقطة المصب (٥) مع وجود مطبق في المصب يتم التأكد من عمق القاع مع المخططات حسب التنفيذ (٦) تحدد الخدمات قبل تحديد موقع المطبق (٧) يجب أن لا يقل عمق فتحة التنظيف عن ١.٧٥ متر (٨) عمل رفع مساحي لمستوى الأرض لكل ١٠ متر على المسار (٩) بمعرفة مستوى قاع الحفر ومستوى سطح الأرض وطول القطاع يتم حساب ميول الخط مع الأخذ في الإعتبار ما تنص عليه المواصفات الفنية (١٠) من الحسابات المساحية يتم عمل قائمة لفحص المواسير وجدول يوضح مستوى الأرض (١١) عمل المخططات التنفيذية

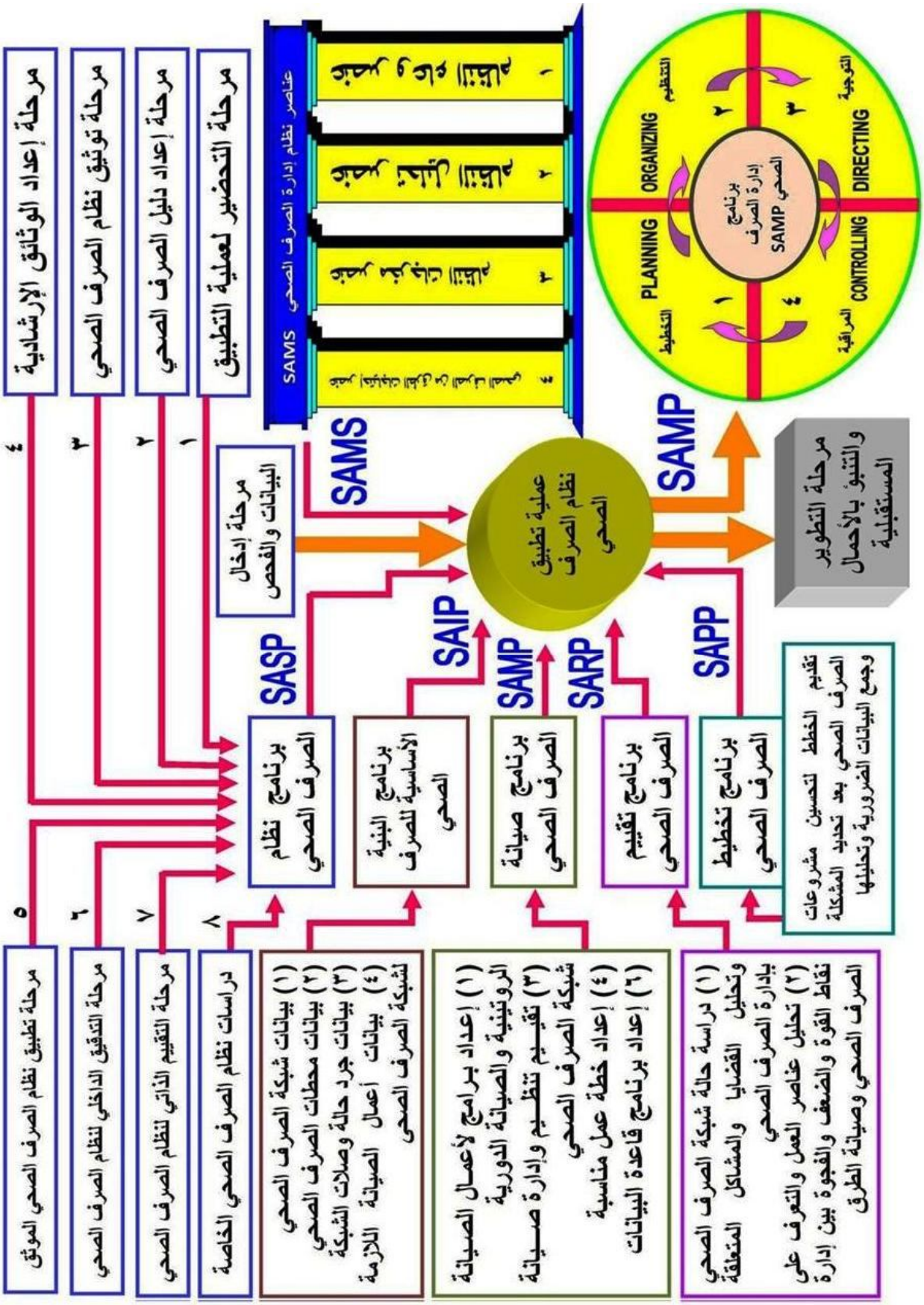
بالإضافة إلى أن مشاكل الصرف الصحي لا تنتهي مع الطرق بنهاية تنفيذ المشروع ولكن تبدأ مشاكل عملية الصيانة وإنفجار الخطوط ويؤدى ذلك إلى إنهيار طبقة الأساس والأساس المساعد والطبقة السطحية للطريق مما يستلزم بصفة إستمرارية في عملية تقوية الطريق والرصف للحفاظ على حركة سير المرور ولذلك كان لابد من إعداد نظام متكامل يربط بين الصرف الصحي وشبكة الطرق العامة يؤدى إلى الحفاظ على شبكة الطرق العامة وأصول شبكة الصرف الصحي ويتم ذلك من خلال تطبيق نظام الأسكادا (SCADA) Supervisory Control and Data Acquisition وهو نظام المراقبة والتحكم عن بعد ويعتمد نظام المراقبة والتحكم عن بعد علي تجميع البيانات بإستخدام نظم الإتصالات من محطات إنتاج مياه الشرب ومحطات الصرف الصحي وروافع الصرف لأغراض المراقبة والتحكم في عمليات التشغيل ودراسة سلوك شبكة الإمداد (إعطاء مؤشرات حقيقية عن كفاءة خطوط الإمداد الرئيسية الناقلة) وإمكانية التحكم في مصادر التغذية من خلال رؤية ورصد التغيرات بسهولة وتعظيم الإستفادة من خطوط الإمداد الناقلة بتحميلها كامل تصرفاتها التصميمية وإعطاء دراسات ومؤشرات تنبؤية عن الفاقد بخطوط الإمداد والإستفادة بها في إعداد المخطط العام وأعمال التحليل الهيدروليكي ولتجنب مشاكل الصرف الصحي يتم تنفيذ هذه الشبكة قبل تنفيذ باقي الخدمات الأخرى حيث أنها هي الأعمق والأصعب في التنفيذ لأنه في الواقع يتم تنفيذ شبكة الصرف الصحي أخر خدمة بعد المياه والتليفونات والكهرباء وغيرها من الخدمات مما يؤدى إلى وجود تعارض مع مرور السيارات والمشاة وبالتالي إعاقة حركة سير المرور على شبكة الطرق العامة

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



الشكل رقم (٢٤) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الصرف الصحي

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة الصرف الصحي)

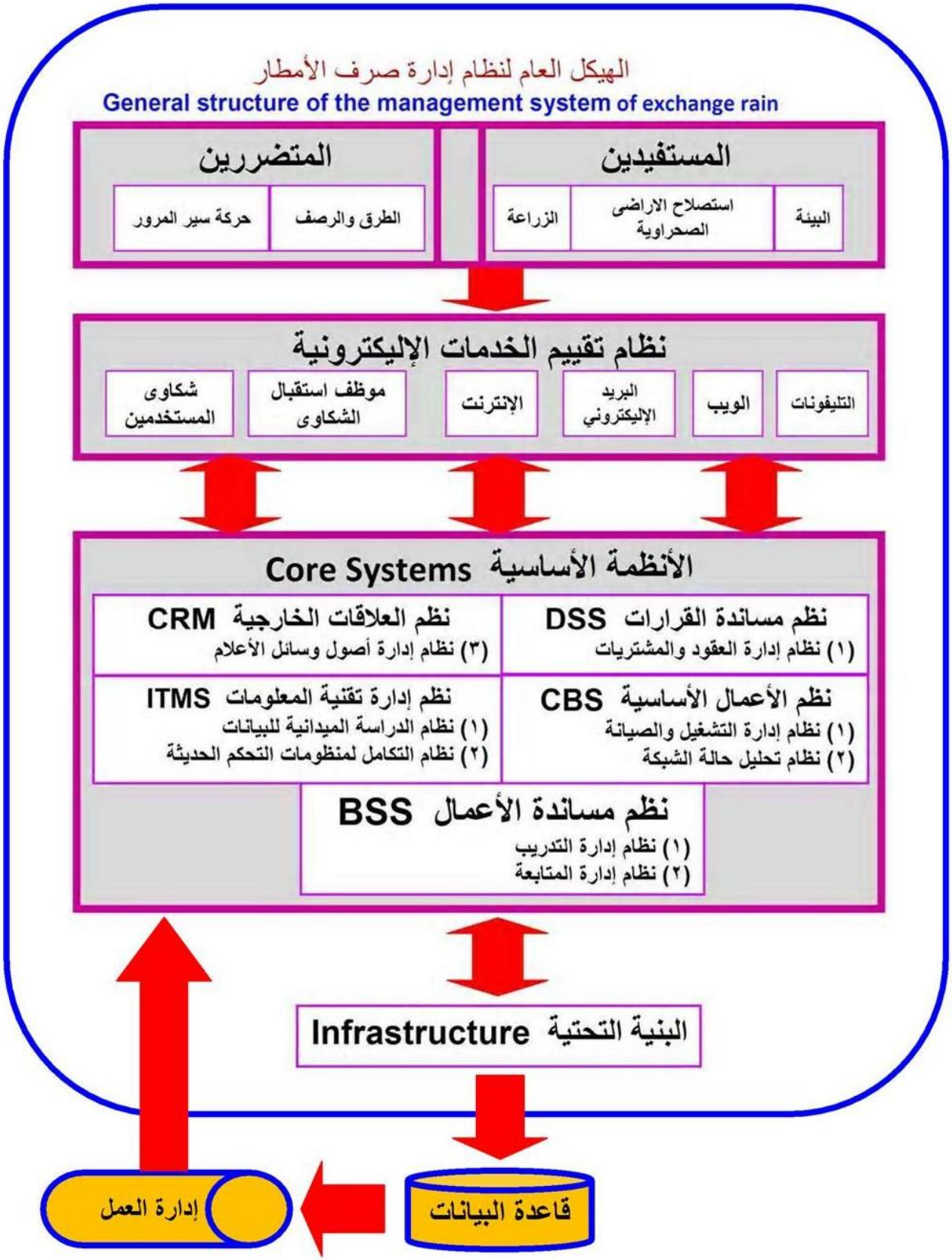


الشكل رقم (٢٥) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الصرف الصحي

(٤/٢/١) نظام إدارة صرف الأمطار (REMS)

Rains Exchange Management System (REMS)

(١/٢/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة صرف الأمطار



الشكل رقم (٢٦) يوضح الهيكل العام لنظام إدارة صرف الأمطار

(٢/٢/٤/١) فلسفة نظام إدارة صرف الأمطار

Philosophy of management system of exchange rain

إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة للوصول بخدمات صرف مياه الأمطار إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور ومنع حدوث الإنزلاق ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة صرف مياه الأمطار

(٣/٢/٤/١) مؤشرات تحليل حالة شبكة صرف مياه الأمطار

Analysis of the status indicators of storm water drainage network

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة (CCTV)
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير المجاري الصحية على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات أنابيب (مواسير) الشبكة للمواصفات القياسية مثل الأقطار والميول الطولية للخطوط
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث كسر فيه أو إنسداد وسرعة تصريف المياه من سطح الطريق
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر (المقياس) عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث الجفاف والرطوبة ومعامل الاحتكاك بين سطح الطريق وإطارات المركبة
٧	مؤشر مقاومة الإنزلاق (SRI) Skidding Resistance Index	يعتبر أحد المؤشرات الهامة لأداء الطرق ويعبر هذا المؤشر (المقياس) عن مقاومة الانزلاق والتي هي قوة القص التي تتطور بين الإطار وسطح الطريق عندما يفقد الإطار تماسكه مع الطريق ويبدأ بالانزلاق فوق سطحه وبالتالي تعمل هذه القوة في اتجاه معاكس للانزلاق ويعتمد مقدارها على حالة وخصائص سطح الطريق والحمل
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة صرف مياه الأمطار متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة الشبكة و استخراج برامج أولويات الصيانة لمطلوبة لها		

(٤/٢/٤/١) العوامل الرئيسة التي تؤثر على الوقوف الآمن عند الطوارئ

The major factors that affect the safe standing at the emergency

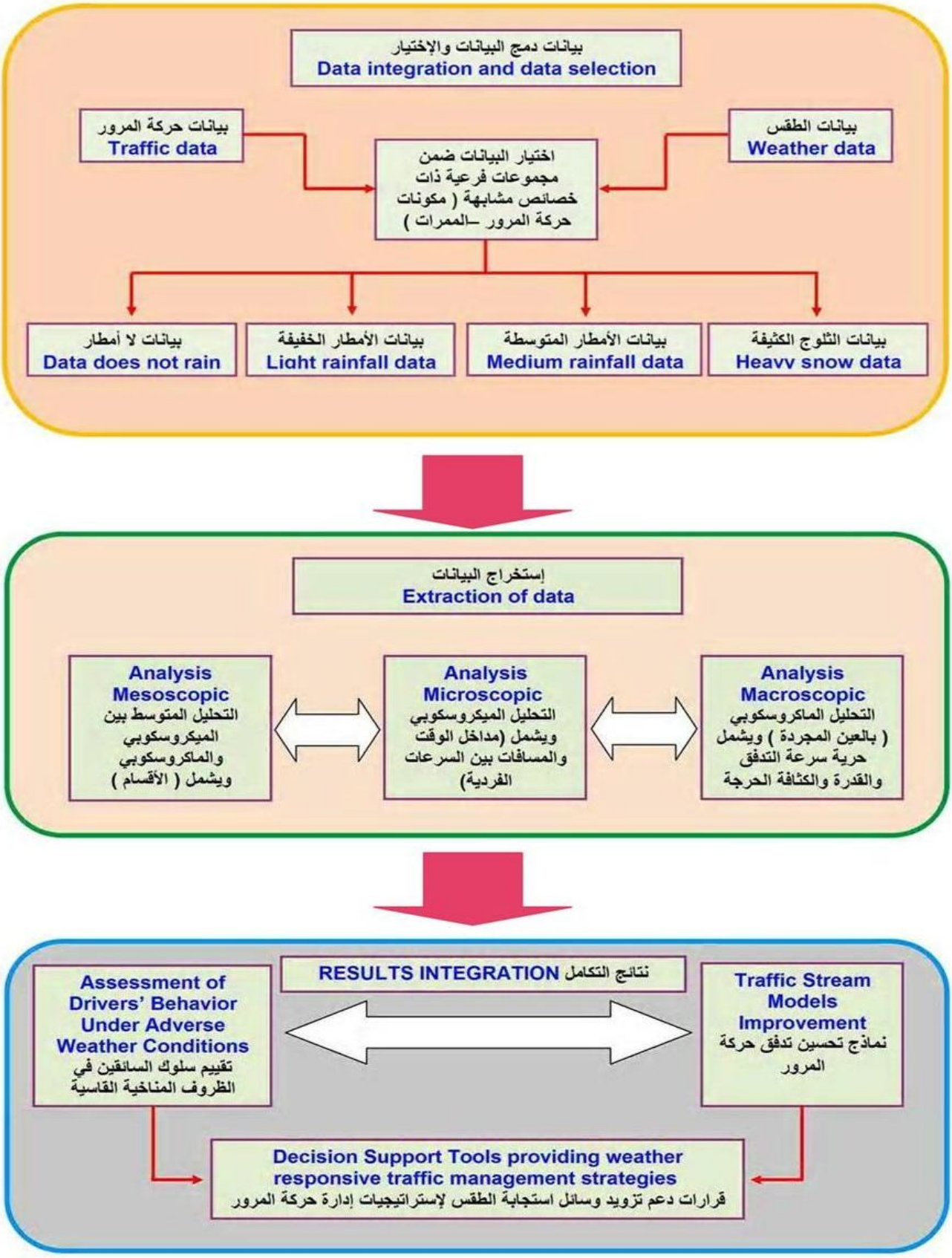
١	السرعة
٢	حالة سطح الطريق من حيث الجفاف والرطوبة
٣	معامل الاحتكاك بين سطح الطريق وإطارات المركبة
٤	سرعة تصريف المياه من سطح الطريق

العوامل المذكورة أعلاه ليست مستقلة عن بعضها فمعامل الاحتكاك مثلا يقل إلي النصف تقريبا إذا ابتل سطح الطريق ويقل بمقدار ٠.٠٠١ لكل كيلومتر زيادة في السرعة والجدول رقم ١ يوضح تأثير الرطوبة والسرعة على معامل الاحتكاك حسب أسس أشتو (AASHTO) للتصميم الهندسي للطرق البرية

م	معامل الاحتكاك الجاف	معامل الاحتكاك الرطب	السرعة (كيلومتر بالساعة)
١	٠.٣٦	٠.٦٢	٤٨
٢	٠.٣٣	٠.٦٠	٦٤
٣	٠.٣١	٠.٥٨	٨٠
٤	٠.٣٠	٠.٥٦	٩٦
٥	٠.٢٩	٠.٥٤	١١٢
٦	٠.٢٨	٠.٥٣	١٢٨

الجدول رقم (٢) يوضح العلاقة بين معامل الاحتكاك وسرعة المركبة

(٥/٢/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة صرف الأمطار
Overall vision for the integration of drainage systems, rain



الشكل رقم (٢٧) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة صرف الأمطار

(٦/٢/٤/١) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة صرف الأمطار Rains Exchange Management System (REMS)
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة Integrated Maintenance Management System (IMMS)
(أ) المرحلة الأولي (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة صرف الأمطار)

(١) تأثير مياه الأمطار على الطرق The effect of rainwater on the roads

خلال فصول السنة الجافة تتراكم على طبقة الرصف الأتربة وبقايا الإطارات المطاطية الناجمة عن البلى وزيت التشحيم وفى مرحلة تبلل طبقة الرصف الأولية بالأمطار المتساقطة يتكون على سطحه غشاء رقيق زلق يؤدى إلى الانخفاض الشديد في معامل إحتكاك الإطارات مع الرصف وفى حالة إستمرار هطول الإمطار ينجرف ذلك الغشاء الرقيق وتتحسن قليلاً ظروف الإحتكاك وهذا السبب يؤدى إلى وقوع الكثير من حوادث الطرق وتحت تأثير القوى المماسية الناشئة في موضع تلامس إطارات عجلات السيارات مع رصف الطريق يتعرض سطح الطريق إلى البلى وأثناء عملية الإستغلال يفقد الطريق خشونته الأولية ويصبح سطحه أملساً وزلقاً ثم يقل معامل إحتكاك الإطارات مع الرصف الأمر الذي يؤدى إلى زيادة مسافة الفرملة ويؤدى في حالة معاملات الإحتكاك القليلة إلى إنحراف السيارات جانباً حتى عند الفرملة على الأجزاء المستقيمة من الطريق ويتم إنخفاض قيمة معامل الإحتكاك بصورة غير منتظمة على إمتداد عرض ممر السيارات المرصوف وفى أماكن تركيز مرور عجلات السيارات تصبح قيمة الصغرى ويلاحظ كذلك تراوح أقل بعض الشيء في قيمة معامل الإحتكاك على الأجزاء القصيرة من الطريق في الإتجاه الطولي مع العلم إن قيمة معامل الإحتكاك تعتمد على بنية معامل الإحتكاك على الحارات المطروقة أي الحارات التي يكثر المرور عليها أقل ما يمكن أي تصل إلى قيمتها سطح المواد الحجرية المستخدمة في إنشاء الطريق وفى حالة إستخدام المواد الحجرية ذات السطح الخشن القليل المقاومة المعرض للبلى والصقل تقل قيمة معامل الإحتكاك بسرعة أثناء عملية إستغلال الرصف أي أثناء مرور السيارات المستمر علية والجدول رقم (٣) يوضح العلاقة بين عدد حوادث الطرق وحالة الرصف والنسبة المئوية لحوادث الطرق الناجمة عن الزلق

حالة الرصف	النسبة المئوية لحوادث الطرق الناجمة عن الزلق						
	مصر	إنجلترا	أمريكا	روسيا	المانيا		
الرصف الجاف	%١٤	%١٤.٥	%٠.١	%٦.٥	%١٣.٥		
الرصف المبلل	%٢١	%٣٢.٢	%٧.٦	%١١.٧	%٢٧.٣		
الرصف الموحل	%٥	-	%١٧.٦	-	-		
الرصف المغطى بالثلج	-	%٨١	%١٩.٧	%٣١.٢	%٦١.٢		
الرصف المغطى بالجليد	-	-	%٢٧.٧	%٥.٠٦	-		
الرصف المزيت	%٨	-	%٢٦.٣	-	-		
أسباب أخرى للزلق	%٣	-	%١.٥	-	-		

الجدول رقم (٣) يوضح العلاقة بين نسبة عدد حوادث الطرق وحالة الرصف

الشكل رقم (٢٨) يوضح أثر الأمطار على الطرق

(٢) مقاومة الانزلاق Slip resistance

تعرف مقاومة الانزلاق على أنها هي قوة القص التي تتطور بين الإطار وسطح الطريق عندما يفقد الإطار تماسكه مع الطريق ويبدأ بالانزلاق فوق سطحه وتعمل هذه القوة في اتجاه معاكس للانزلاق ويعتمد مقدارها على حالة وخصائص سطح الطريق والحمل على الإطار والنسبة بين مقاومة الانزلاق وحمل الإطار تعرف بمعامل الاحتكاك أو بمعامل الاحتكاك الحركي وصيغته الرياضية حسب طريقة القياس وهي

١	معامل قوة الكبح	=	مركبة قوة الانزلاق الأمامي / حمل الإطار
٢	معامل القوة الجانبية	=	مركبة قوة الانزلاق الجانبي / حمل الإطار

خواص أسطح الطرق

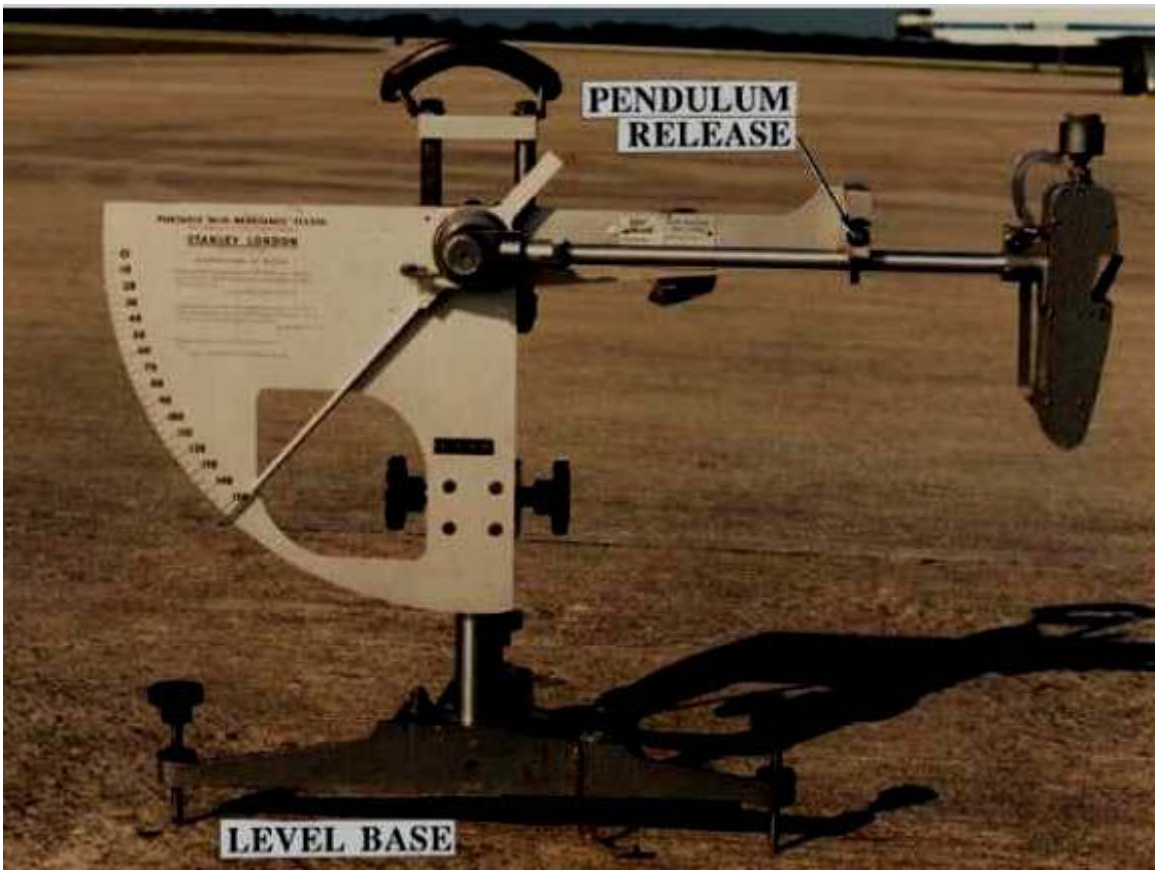
خواص سطح الطريق التي لها علاقة مباشرة هي الملمس والاستواء		
١	الملمس	له علاقته المباشرة بمقاومة الانزلاق وبالسلامة
٢	الاستواء	هو مؤشر للأداء الإنشائي للطرق وله معاييره الخاصة

هناك عدة مصطلحات للتعبير عن درجة خشونة سطح الطريق

١	الملمس المجهري Micro texture	يمثل التغيرات في تضاريس السطح ضمن مسافات صغيرة جدا تقل عن نصف مليمتر ويعتبر مقياساً لملمس أسطح حبيبات الحجارة والرمل المستعملة في الخلطات الأسفلتية والخرسانية وهذه الخاصية هي التي تعطي السطح الملمس الخشن و تحدد معامل الاحتكاك وعمق التضاريس قليل جدا تصعب رؤيته بالعين المجردة ويتراوح بين (٠.٠٠١ و ٠.٥ مليمتر)
٢	الملمس الخشن Macro texture	يشير إلى التغيرات في تضاريس السطح ضمن مسافات تتراوح بين (٠.٥ و ٥٠ مليمتر) ويمثل النتوءات والهبوطات الناتجة عن حبيبات الحجارة وتكتلات الرمل والإسفلت و يتراوح عمق التضاريس من(٠.٠١ إلى ٢٠ مليمتر) وهذه الخاصية تتحكم في سرعة تصريف المياه بين الإطارات و سطح الطريق وتحدد تأثير السرعة على مقاومة الانزلاق

(٣) قياس مقاومة الانزلاق Measurement of slip resistance

هناك عدد كبير من الطرق و الأجهزة التي تستعمل في تقدير مقاومة الانزلاق



الشكل رقم (٢٩) يوضح جهاز البندول البريطاني

(١/٣) أجهزة قياس الملمس Texture Measurement Devices

يوجد عدد كبير من الأجهزة القياسية التي تستعمل في قياس الملمس تتراوح بين اليدوي البسيط و الآلي المعقد مثل

١	البندول البريطاني British Pendulum	ويتم قياس مقاومة الانزلاق فيه بقياس الطاقة التي يفقدها البندول بسبب احتكاك طرفه المكسو بمطاط الإطارات مع سطح الرصف وحيث أن السرعة التي يتم القياس عندها قليلة (بحدود ١٠ كيلومتر بالساعة) فان هذا الجهاز يقيس الملمس المجهري لسطح الطريق
٢	الرقعة الرملية Sand Patch	بفرش حجم معلوم من الرمل أو الكريات الزجاجية يشكل دائري على سطح الطريق وقياس قطر الدائرة التي يغطيها هذا الحجم ويتم تقدير متوسط عمق التضاريس الدقيقة لسطح الطريق ويتم حساب متوسط عمق التضاريس بالمليمتر بقسمة الحجم على مساحة الدائرة وهذه الطريقة تقيس الملمس الخشن لسطح الطريق
٣	مقياس التسرب Outflow Meter	يتم قياس الملمس الخشن لسطح الطريق بقياس الوقت اللازم لتسرب كمية معلومة من الماء خلال التجويفات السطحية لسطح الطريق بالثانية
٤	الأجهزة الضوئية Optical Devices	يتم قياس متوسط عمق التضاريس بواسطة أجهزة ساكنة أو متحركة باستعمال حزم مكثفة من الضوء أو الليزر لرسم صورة لمقطع طولي لسطح الطريق وحيث أن كمية المعلومات التي توفرها هذه الطريقة كبيرة جدا فانه يتم معالجتها بالحاسب وهذه الطريقة تعطي الفرق بين ارتفاع المستوى المار من أعلى ثلاث نقاط ضمن مسافة محددة على السطح وبين المتوسط الحسابي لجميع الارتفاعات التي تم قياسها ضمن تلك المسافة بالمليمتر و تلك الوسائل أيضا تقيس الملمس الخشن لسطح الطريق

(٢/٣) أجهزة قياس الإحتكاك Friction Measurement Device

الأجهزة المستعملة في قياس الاحتكاك بين سطح الطريق والإطارات عبارة عن عجلة أو مجموعة عجلات مثبتة على مركبة خاصة أو مقطورة تجرها مركبة عادية ومحور دوران العجلات إما أن يكون عموديا على اتجاه السير أو مائلا عليه بزاوية محددة و العجلات المستقيمة مزودة بكوابح مستقلة تمكن من قفلها كليا أو جزئيا أثناء القياس أما العجلات المائلة فتنزلق تلقائيا باتجاه السير والإطارات المستعملة قد تكون ملساء أو مضلعة ويمكن إجراء عملية القياس عند سرعات مختلفة تصل إلى ٩٠ كيلومتر بالساعة ويمكن تصنيف أجهزة قياس الاحتكاك إلى ثلاثة أصناف هي

١	العجلة المقفلة Locked Wheel	حيث يتم قفل العجلة قفلا كاملا أثناء القياس وسرعة القياس في هذه الحالة تساوي سرعة المركبة
٢	العجلة المقفلة جزئيا Partially Locked Wheel	حيث يتم قفل العجلة جزئيا أثناء القياس وسرعة القياس في هذه الحالة أقل من سرعة المركبة وتساوي سرعة المركبة مضروبة بنسبة القفل وهناك نوعان من أجهزة القفل الجزئي هما الانزلاق الثابت (Fixed Slip) والانزلاق المتغير (Variable Slip)
٣	القوة الجانبية Side Force	يكون محور دوران عجلة القياس في هذه الحالة مائلا عل اتجاه سير المركبة بزاوية تتراوح ما بين ٧.٥ إلى٢٠ درجة و سرعة القياس تساوي سرعة المركبة مضروبة في جيب الزاوية بين اتجاه العجلة واتجاه السير وبذلك تكون سرعة القياس بحدود ١٠ إلى ٣٠ كيلومتر بالساعة عندما تكون السرعة الفعلية للمركبة ٩٠ كيلومتر بالساعة وهي سرعة متدنية حساسة لتأثير الملمس الناعم فقط

(٣/٣) إختيار الطريقة المناسبة Choose the appropriate way

نظرا لكثرة الأجهزة المستخدمة في قياس مقاومة الانزلاق وتفاوت تكلفتها واختلاف طرق تشغيلها فليس هناك طريقة محددة لاختيار الجهاز المناسب ولكن هناك قواعد عامة يجب مراعاتها عند الاختيار أهمها

١	إعطاء نتائج متلائمة
٢	أن يكون الجهاز قد استخدم في فحص عدد كبير من أسطح الطرق المختلفة تحت ظروف بيئية وزمنية وتشغيلية مختلفة
٣	أن يكون قد استعمل بشكل منظم في قياس مقاومة الانزلاق في مواقع حصل بها حوادث انزلاق بما يكفي لربط قراءات الجهاز إحصائيا بحوادث فعلية
٤	أن تكون تكلفته معقولة
٥	أن تكون إطاراته شبيهة بالإطارات السائدة من حيث المواد والأبعاد والحمل ومساحة التماس

(٤) تقدير مقاومة الانزلاق Estimate the slip resistance

إن مقاومة الانزلاق ليست ثابتة ولكنها تتغير طبقا للسرعة وحالة سطح الطريق ونظرا لصعوبة قياس مقاومة الانزلاق عند سرعة محددة أو عند عدد كبير من السرعات ولأن عملية القياس عملية مكلفة وخطرة في نفس الوقت فقد لجأ المختصون إلى تطوير نماذج رياضية لتقدير مقاومة الانزلاق عند أي سرعة بقياس مقاومة الانزلاق عند سرعة قياسية و قياس الملمس الخشن لسطح الطريق أو بقياس مقاومة الانزلاق عند سرعتين متباعدتين وهناك عدد كبير من النماذج الرياضية المستعملة لتقدير مقاومة الانزلاق أبرزها ما يعرف بنموذج بنسلفانيا الذي يربط معامل الاحتكاك عند أي سرعة بمعامل الاحتكاك الساكن وصيغته

المعادلة رقم (١) ⇐ $u(s) = u(o) * \exp(s - s/(so))$

حيث

s	السرعة القياسية لقياس الاحتكاك
u(s)	معامل الاحتكاك عند السرعة
u(o)	معامل الاحتكاك الساكن
-s	السرعة المطلوب تقدير معامل الاحتكاك عندها
S(o)	ثابت يعتمد على الملمس الخشن ووحدته وحدة السرعة
exp	قاعدة اللوغاريتم الطبيعي

وحيث أن هناك إجماع على أن السرعة القياسية لقياس الاحتكاك هي ٦٠ كيلومتر في الساعة فانه يمكن تقدير معامل الاحتكاك عند السرعة القياسية باستعمال المعادلة رقم (١) ينتج المعادلة التالية

المعادلة رقم (٢) ⇐ $u(60) = u(s) * \exp[-(60 - s)/s(o)]$

حيث

u(60)	معامل الاحتكاك عند ٦٠ كيلومتر في الساعة
يمكن تحديد قيمة متباعدتين أو بقياس الملمس الخشن s(o) لسطح طريق معين إما بقياس معامل الاحتكاك عند سرعتين لسطح الطريق باستعمال إحدى الطرق الموضحة في قياس مقاومة الانزلاق	

وتقدير قيمة s(o) من العلاقة الخطية التالية والمستنبطة من

المعادلة رقم (٣) ⇐ $s(o) = a + b * mtd$

حيث

a , b	ثوابت إحصائية وتوضح القيم العددية للثوابت
mtd	متوسط عمق الملمس الخشن

(٥) تحسين مقاومة الانزلاق Improve the slip resistance

المقصود بتحسين مقاومة الانزلاق هو زيادة معامل الاحتكاك بين الإطارات وسطح الطريق و تقليص الفارق بين مقاومة الانزلاق للأسطح الرطبة والجافة والحد من تأثير السرعة عليها ويمكن تحقيق ذلك أثناء عمليات تنفيذ وصيانة الأسطح الإسفلتية بتحسين الملمس الخشن والناعم لسطح الطريق بالأساليب التالية

١	غمس الحجر المكسر وحيد الحجم المقاوم للصقل جزئيا في الطبقة السطحية قبل أن تبرد إذا كانت جديدة أو بعد تليينها بالحرارة إذا كانت قديمة
٢	المعالجات السطحية المعروفة بـ (Chip Seal) أو (Seal Coat)
٣	تغطية سطح الطريق بطبقة احتكاك وهي طبقة إسفلتية رقيقة مكونة من الحجر المكسر وحيد الحجم مترابط بالإسفلت العادي أو المبلمر والبودرة تكون المواد الحجرية فيها مقاومة للصقل
٤	استعمال الخلطات ذاتية التصريف المحتوية على مواد حجرية مقاومة للصقل

أما الأسطح الخرسانية فيمكن تحسين مقاومتها للانزلاق إضافة إلى بعض ما ذكر أعلاه بإتباع الآتي

١	فرش وغمس قطع حجرية مدببة و مقاومة للصقل فوق سطح الخرسانة بعد إنهائها وقبل أن تجف
٢	إحداث أخاديد عرضية ضحلة (بعمق ٥ إلى ٧ مليمتر) في سطح الخرسانة قبل أو بعد أن تتصلب
٣	إزالة المونة (خليط الإسمنت والرمل) من سطح الخرسانة قبل تصلبها وهذه الطريقة مجدية إذا كان الحجر المستعمل في الخلطة الخرسانية مقاوم للصقل

(٦) العوامل التي تؤثر على ملمس سطح الطريق الانزلاق
Factors that affect the feel of the road surface slip

(١/٦) خواص المواد المستعملة في الرصف
تشكل المواد الحجرية (الحصى والرمل) أكثر من ٩٠ % من المواد المستعملة في رصف الطرق ولذلك فان أي جهد لتحسين مقاومة الانزلاق يجب أن ينصب على تحسين خواصها فالملمس المجهري يحدد معامل الاحتكاك والملمس الخشن يحدد سرعة تصريف المياه بين الإطارات وسطح الطريق و يحدد كذلك تأثير السرعة على معامل الاحتكاك وبالتالي مقدار الاحتكاك الفعلي عند سرعة معينة ويتأثر الملمس المجهري للمواد الحجرية بتركيبها المعدني وتكوينها الجيولوجي ويتأثر الملمس الخشن بحجم الحبيبات وتدرجها كما يتأثر بشكلها بالإضافة إلى ذلك فان ملمس المواد المكونة لسطح الطريق ليس ثابتا ولكنه يتغير مع الاستعمال وهذه الظاهرة تعرف بقابلية المواد للصقل ويمكن قياسها مخبريا باستعمال الطرق القياسية علاوة على أن قابلية المواد للصقل تعتمد على تركيبها المعدني وتكوينها الجيولوجي أيضاً فالحجارة النارية بشكل عام أقل قابلية للصقل من الحجارة الرسوبية

(٢/٦) تصميم الخلطات
بالرغم من أهمية خواص المواد المستعملة في تركيب الخلطات المكونة لسطح الطريق وتأثيرها المباشر على مقاومة الانزلاق فان المواصفات الحالية للطرق تعتمد على الأداء الإنشائي فقط أما الأداء الوظيفي فليس له اعتبار خاص فعلى سبيل المثال لا يوجد توصيف للملمس المجهري للمواد الحجرية باستثناء ضرورة أن تكون المواد مكسرة وغير قابلة للتعرية وأن تكون قابليتها للتآكل عند اختبارها في جهاز لوس أنجلوس أقل من ٤٠ % وأن تكون قليلة التأثر بالأحماض ومع أن ذلك التوصيف يستبعد المواد الرديئة فانه لا يضمن الحصول على مواد ذات ملمس مجهري مقبول ومقاومة للصقل على المدى الطويل إضافة إلى ذلك هناك ميل لاستعمال الخلطات الإسفلتية الكثيفة قليلة النفاذية نظرا لاستعمال ثبات مارشال كمعيار للتصميم مما يؤدي في الغالب إلى سطح مغلق ذو ملمس متدني الخشونة وهناك اتجاه في العقدين الماضيين، خصوصا في البلدان المطيرة إلى استعمال الخلطات المفتوحة أو ما يعرف أحيانا بالخلطات ذاتية التصريف ومع أن تلك الخلطات فعالة في تصريف المياه والحصول على مقاومة عالية للانزلاق أثناء هطول الأمطار إلا أنها تتطلب عناية خاصة في التنفيذ وتحتاج إلى نظام تصريف فعال للتخلص من المياه التي تتسرب إلى داخلها

(٣/٦) طرق التنفيذ
التنفيذ هو تطبيق التصميم على الطبيعة ومهما كانت جودة المواد و مناسبة التصميم فان الطريق قد يفشل إنشائيا ووظيفيا بشكل مبكر إذا لم يتم التنفيذ بطريقة سليمة فعلى سبيل المثال زيادة الأسفلت عما تتطلبه الظروف يؤدي إلى نزف المادة البيتومينية إلى الأعلى وتكوين غشاء أسفلتي يمنع الاستفادة من الملمس المجهري لسطح الطريق و يؤدي إلى تدني مقاومة الانزلاق كما أن زيادة الإسفلت أو قلة الدك تؤدي إلى حدوث هبوطات طولية في مسار الشاحنات تؤثر على القيادة في جميع الظروف وتتجمع فيها المياه عند هطول الأمطار مسببة ما يعرف بظاهرة الانزلاق المائي أما نقص الإسفلت أو الدك فيؤدي إلى تفكك سطح الطريق وحدوث الحفر التي تؤثر على السلامة

كيفية الحصول على رصف مقاوم للانزلاق ؟
بناء على ما تم عرضه يتضح أنه للحصول على رصف مقاوم للانزلاق لابد من إتباع الأتي :

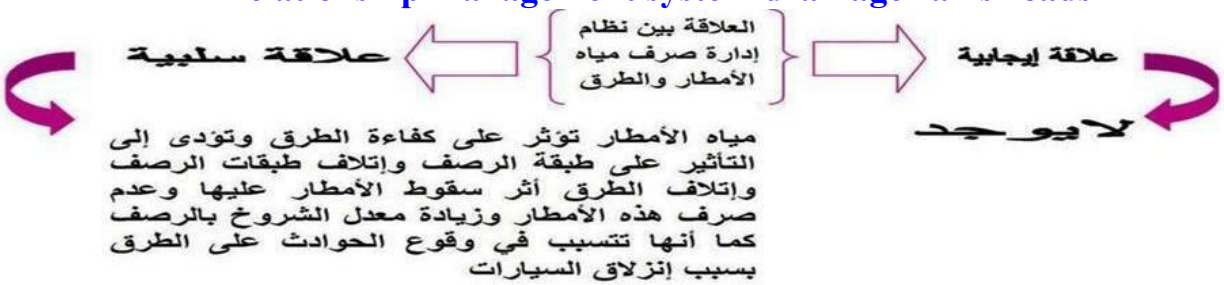
١	استعمال مواد مقاومة للصقل ذات ملمس مجهري خشن
٢	واستعمال خلطات تصميمية تعطي ملمسا خشنا يسمح بتصريف المياه من تحت الإطارات ويضمن التلامس التام بينها وبين سطح الرصف وتكون هذه المواد مقاومة للعوامل الجوية السائدة مثل (الحرارة و الأمطار والإشعاع الشمسي) والظروف التشغيلية مثل (الأحمال و أساليب الصيانة)
٣	إتباع الأصول الفنية في التنفيذ
٤	تضمين مواصفات أسطح الطرق مستويات دنيا لمقاومة الصقل والاحتكاك
٥	تحديد مستويات دنيا (نقاط قرار) لمقاومة الانزلاق يصبح بموجبها سطح الطريق مرشحا للمعالجة بغض النظر عن حالته الإنشائية
٦	استعمال مواد وتصاميم وطرق تنفيذ الطبقات السطحية بشكل يضمن تقليص الفارق بين معامل الاحتكاك الرطب والجاف ويقلل تأثر مقاومة الانزلاق بالسرعة

التحديات التي يواجهها مهندس الرصف للتوفيق بين تلك المتطلبات

١	التكلفة العالية لإنتاج المواد المناسبة خصوصا إذا لم تكن متوفرة في منطقة المشروع
٢	التعامل مع طرق غير مجربة في تصميم طبقات الرصف الخاصة مثل الخلطات ذاتية التصريف
٣	الحصول على مقاولين ذوي خبرة في تنفيذ الخلطات الخاصة

(٧) علاقة نظام إدارة صرف الأمطار بالطرق

Relationship management system drainage rains roads



الشكل رقم (٣٠) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة صرف مياه الأمطار والطرق

تتسبب الأمطار والسيول فى تقليل الإحتكاك بين الإطارات والطريق أو بين الفرامل والإطارات فتنزلق السيارات أو تفقد إتزانها وتكون معرضة للإصدام بشدة بالإضافة الى أن الأمطار تعتبر أحد الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية في الطرق نتيجة لتأثير الصخور بالعديد من الشقوق والفواصل فعندما تشبع هذه الصخور بمياه الأمطار أو الضباب الكثيف المشبع ببخار الماء فيؤدي ذلك إلى تقليل وإضعاف قوى التماسك والإحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخرية وتعمل أيضاً على غسل وإذابة المواد اللاحمة في الصخور وتكوين مادة غروية تسهل عملية إنزلاق الصخور أو التربة وعند هطول الأمطار لأول مرة بعد موسم الجفاف الطويل على شبكة الطرق العامة نلاحظ زيادة كبيرة في عدد حوادث السيارات من الخلف لا تلبث أن تختفي بعد فترة وجيزة رغم إستمرار هطول الأمطار وزيادة كثافتها والسبب الرئيسي لتلك الحوادث هو أن السائق قد حدد بطريقة عشوائية المسافة اللازمة للوقوف الآمن على طبقة الرصف الجافة وهذه المسافة لم تعد كافية عندما تصبح طبقة الرصف رطبة حيث تكون الفرص مواتية لفقدان السيطرة على المركبة ووقوع الحوادث أما إختفاء الحوادث فيعزى إلى أن الصدمات النفسية التي يتعرض لها السائق عندما يشعر بفقدان السيطرة على مركبته تجبره على الحذر فيخفف من سرعته أو يزيد المسافة بينه وبين المركبة التي أمامه بالإضافة إلى خبرة السائق وقدرته على التعامل مع المواقف الحرجة وحالة المركبة ويعتبر مقاومة الإنزلاق على سطح الطريق أحد المؤشرات الهامة لأداء الطرق

متطلبات إدارة مياه الأمطار في الطرق

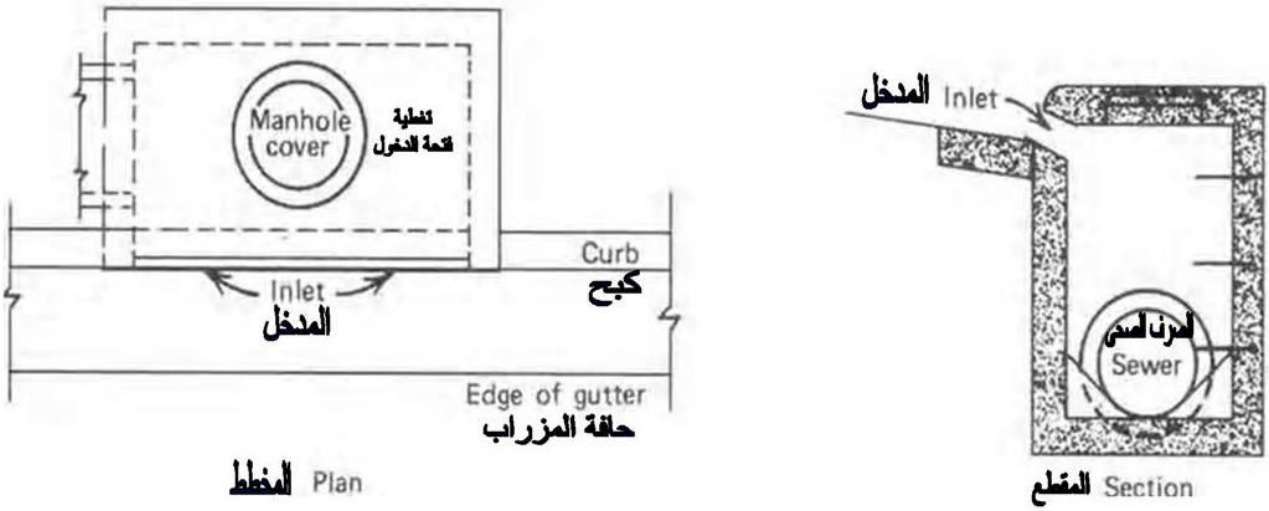
(١) قبل نزول الأمطار تتلخص المتطلبات فى مراجعة جميع الأنظمة المتعلقه بإدارة مياه الأمطار فى الطرق بهدف الوقوف على سلامة الأنظمة والتأكد من صلاحيتها والعمل على صيانتها والتأكد من كفاءة عملها بصورة سليمة والعمل على الوفاء بمتطلبات نجاحها سواء بالإضافة أو التعديل أو التوسعة

(٢) أثناء نزول الأمطار تتلخص المتطلبات فى مراجعة عمل الأنظمة والتأكد من عملها بصورة رشيدة والتعديل المباشر لتلافى أى مخاطر يمكن أن تحدث نتيجة لأى قصور طارىء أو بسبب زيادة كميات مياه الأمطار بصورة غير متوقعه

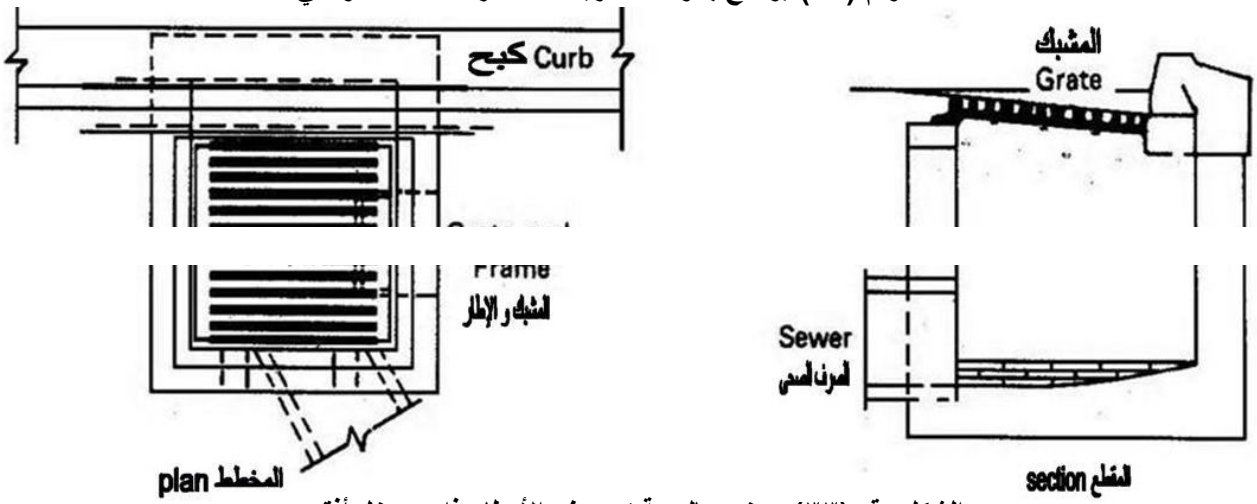
(٣) بعد نزول الأمطار تتلخص المتطلبات فى الوقوف على نتائج عمل الأنظمة وهذا يساعد فى توسعة بناء المزيد من الأنظمة بما يحقق أفضل النتائج وأيضاً للوقوف على متطلبات الصيانة المستقبلية وتحديد حجم ونوع الحوادث المرورية الناجمه عن الأمطار وتحديد نقاط التحديات والعيوب وإصلاحها مستقبلاً من تقويم الحلول المعمول بها حالياً للحد من تأثير الأمطار مع إقتراح الحلول المناسبة للتخفيف من تأثير الأمطار على سلامة الحركة المرورية والشكل رقم (٣١) يوضح هذا التأثير

الشكل رقم (٣١) يوضح أثر عدم تصريف مياه الأمطار علي الطرق

(٨) أنواع بالوعات تصريف مياه الأمطار في الطرق
Types of storm water drains in the roads



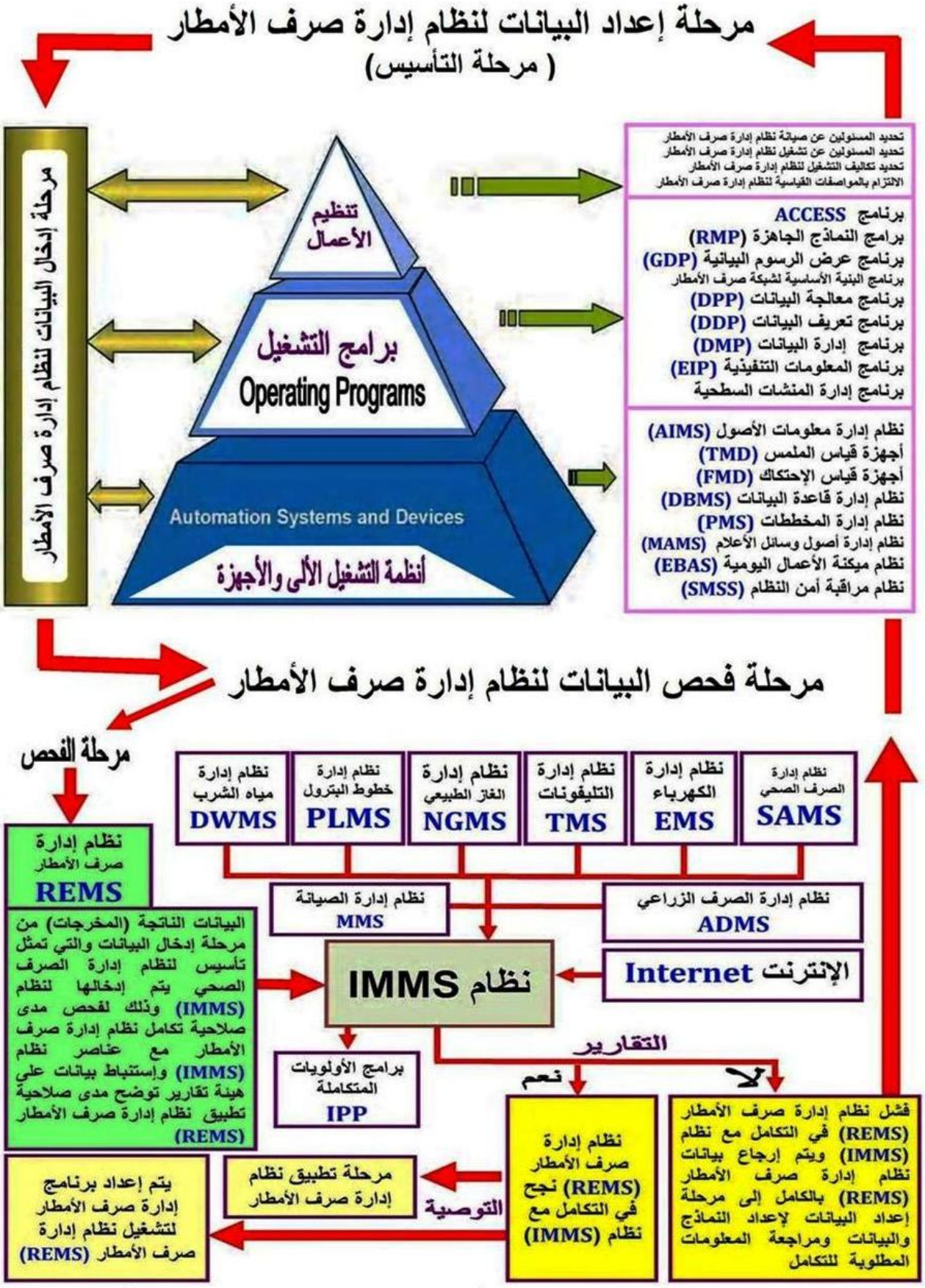
الشكل رقم (٣٢) يوضح بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل رأسي



الشكل رقم (٣٣) يوضح بالوعة تصريف الأمطار ذات مدخل أفقي

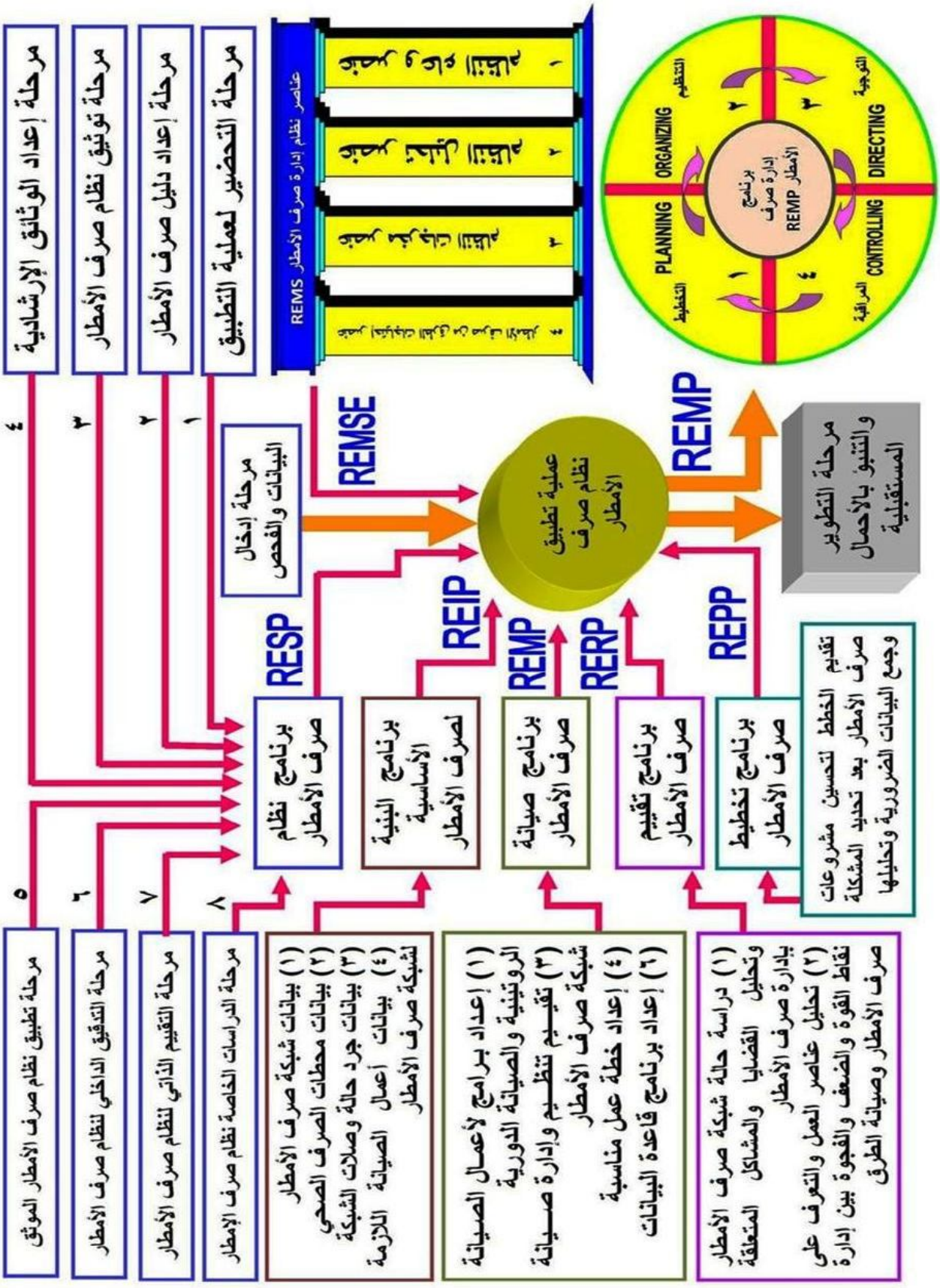
الشكل رقم (٣٤) يوضح الشكل العام للبالوعة في الطريق

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



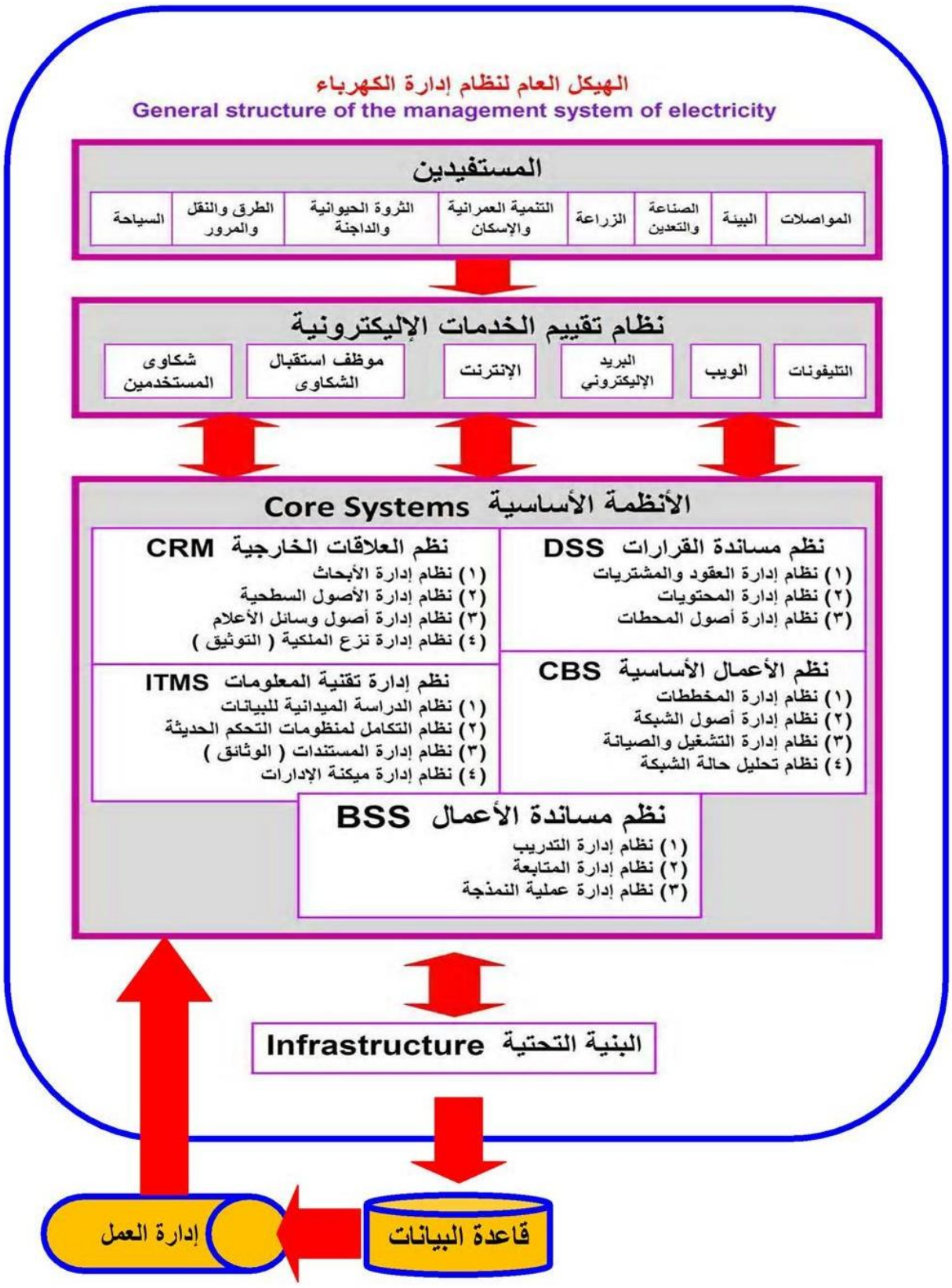
الشكل رقم (٣٥) رسم تخطيطى يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة صرف الأمطار

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة صرف الأمطار)



الشكل رقم (٣٦) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة صرف الأمطار

(٣/٤/١) نظام إدارة الكهرباء (EMS)
Electricity Management System (EMS)
(١/٣/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة الكهرباء
General structure of the management system of electricity



الشكل رقم (٣٠) يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الكهرباء

(٢/٣/٤/١) فلسفة نظام إدارة الكهرباء Philosophy of system power management

إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة والأحمال الخاصة بالإنارة والتي تشمل (إنارة المساكن والمحلات التجارية والمنشات الحكومية أو إنارة الطرق والشوارع) وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة الكهرباء إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الكهرباء والطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور ومنع وقوع الحوادث ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة الكهرباء

(٣/٣/٤/١) مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الكهرباء

Indicators analyze the state of the electricity network management

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير الكابلات الكهربائية ومجالها على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات الكابلات الكهربائية للمواصفات القياسية
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث قطع به أو إتلاف أو سرقة أو حريق
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة الكهرباء
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر (المقياس) عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث قطع الطريق لإصلاح الكابلات الكهربائية وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الطريق
٧	مؤشر الأحمال الكهربائية (ELI) Electrical loads Index	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من الطاقة الكهربائية الخاصة بالإنارة

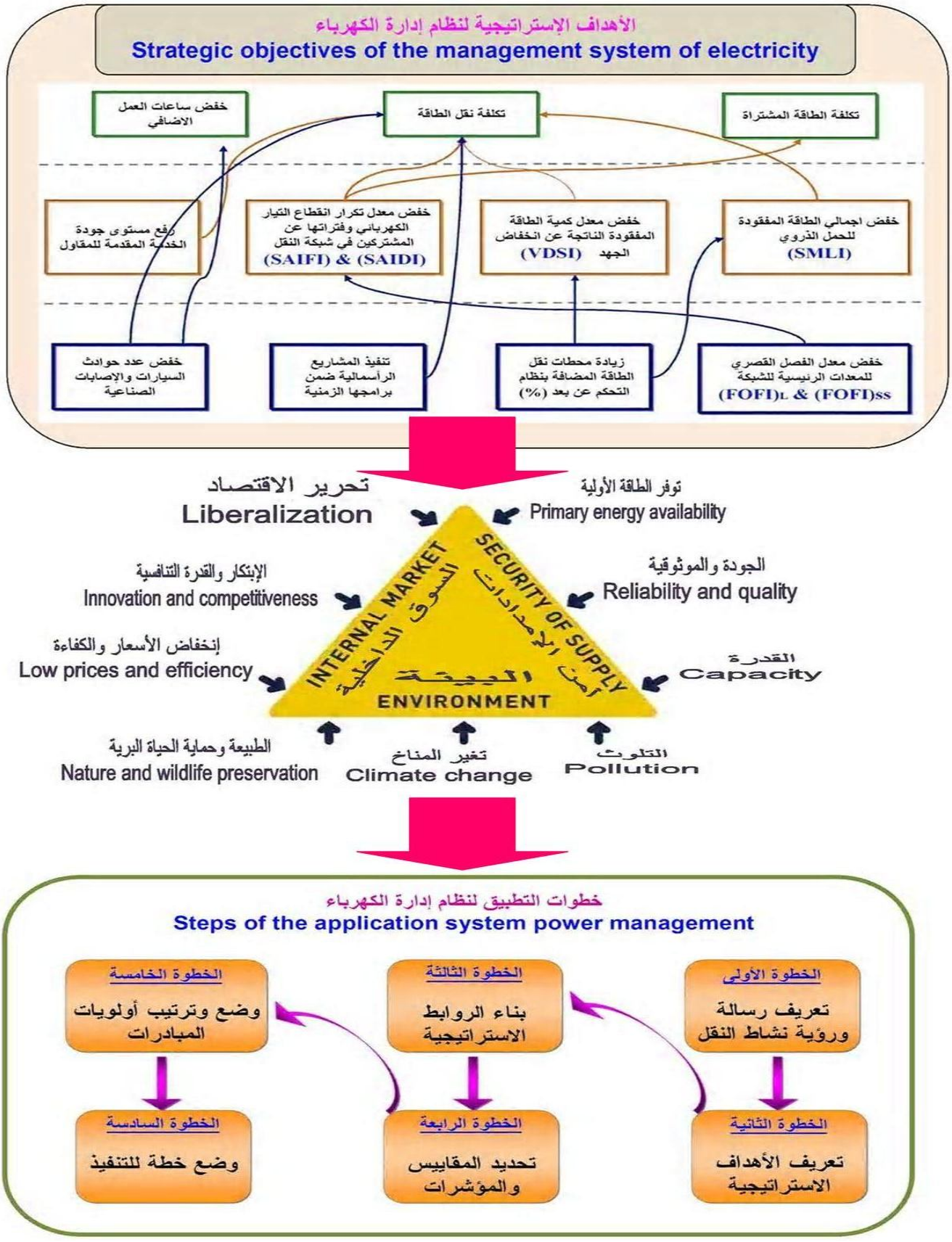
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة الكهرباء متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها

العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الكهرباء

الشكل رقم (٣٨) يوضح العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الكهرباء

(٤/٣/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة الكهرباء

Overall vision for the integration of systems, the electricity network



الشكل رقم (٣٩) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة الكهرباء

(١/٤/٣/٥) النظام المتكامل لإدارة شبكة الكهرباء

The integrated system for management the electricity network

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات شبكة الكهرباء ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكات الكهرباء

(١/٤/٣/٦) أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة الكهرباء

The objectives of the integrated system for management the electricity network

١	توفير الوسيلة المثلى والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكات الكهرباء
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكات الكهرباء بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع الكهرباء ومختلف المهام الموكلة إليها
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات

(١/٤/٣/٧) برنامج تنفيذ تكامل (IIP) Integrated Implementation Program

نظام إدارة الكهرباء (EMS) Electricity Management System

& النظام المتكامل لإدارة الصيانة (IMMS) Integrated Maintenance Management System

(أ) المرحلة الأولى مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة الكهرباء (مرحلة التأسيس)

(١) حساب إنارة الطرق (RLA) Roads Lighting Account

يتم حساب إنارة الطرق وذلك بحساب إنارة الأعمدة المختلفة التي يحتاجها الطريق وارتفاعاتها المختلفة وذلك بالنسبة للطرق ذات إتجاة واحد أو اتجاهين أو اتجاهين وجزيرة وتوضح المواصفات الأمريكية أنه لابد أن تكون الإضاءة على أحد الجانبين إذا كان عرض القسم المخصص للمرور أقل من ١٢ متراً وتكون الإضاءة على محور الطريق إذا لم يزد عرضه على ١٨ متراً وتصبح الإضاءة لازمة على كلا الجانبين عندما يصل العرض إلى ٤٨ متراً وتكون مستويات الإضاءة في الطرق حسب أهمية الطريق فالطريق المهم تكون مستوى الاستضاءة فيه تتراوح بين (٨-١٦ LUX) بينما الطريق الأقل أهمية تكون مستوى شدة الاستضاءة فيه تتراوح بين (٤-٨ LUX) وأما الطريق الفرعي تكون مستوى الاستضاءة فيه تتراوح بين (٢-٤ LUX) وعموماً يتوقف إرتفاع العمود وقدرة اللمبة على درجة أهمية الطرق مرورياً فأعلى المستويات ستكون على الطرق السريعة Highways بينما ستكون أقل المستويات في الطرق السكنية الضيقة ويجب أن تكون الإضاءة عند التقاطعات أعلى في مستوى الاستضاءة منها على طول الطريق ويفضل أن يكون لون اللمبات عند التقاطعات بلون مختلف عن لون إضاءة الشوارع الطويلة حتى يستطيع القادم من بعيد أن يتهيأ لاقترابه من التقاطع فيبطئ من سرعته ويفضل أيضاً أن يتم تعليق وحدات الإنارة بطريقة مختلفة عند التقاطعات من أجل مزيد من التمييز كأن تكون الأعمدة عالية بدرجة أكبر مثلاً مع إستخدام عدد أقل حتى لا يضطرب المشهد عند التقاطع فإذا كان عرض الطريق أقل من مرة ونصف إرتفاع العمود فيجب أن توضع أعمدة الإنارة على المنحنى الخارجي فقط وكلما ضاق نصف القطر لمنحنى الطريق عند أي إلتفاف كلما وجب أن تكون المسافة بين الأعمدة في المنحنى أصغر من المسافة التي كانت موجودة في الطريق الطولي قبل المنحنى ويفضل أن تكون نصف المسافة أو ثلاثة أرباعها مع ضرورة وضع الأعمدة فقط على المنحنى الخارجي للدوران وبالنسبة لوضع الأعمدة في الطرق الطولية فتختلف أساليب وضعها حسب عرض الطريق وذلك على النحو التالي : -

١	إذا كان عرض الطريق أقل من إرتفاع العمود فيجب أن توضع الأعمدة على جانب واحد
٢	إذا كان عرض الطريق مرة إلى مرة ونصف من إرتفاع العمود فيجب أن توضع الأعمدة خلف خلاف
٣	إذا كان عرض الطريق أكبر من مرة ونصف من إرتفاع العمود فيجب أن توضع الأعمدة متقابلة
٤	إذا وجدت جزيرة في وسط الطريق فيجب أن توضع الأعمدة داخلها
٥	ويجب ألا تزيد المسافة الفاصلة بين كل عمود وأخر على ٤-٥ أضعاف إرتفاع هذا العمود

ولكن إذا أردنا أن نحسب عدد أجسام الإنارة يدوياً فإنه يمكن استخدام المعادلة رقم (٤) معادلة حساب إنارة الطرق التالية : -

المعادلة رقم (٤)

$$N = \frac{E \cdot S}{\phi \cdot F\mu \cdot Fm}$$

حيث أن :-

N	عدد اللمبات	Φ	الفيض الذي تعطيه اللمبة Lumen
E	شدة الإضاءة المطلوبة LUX	Fμ	معامل الاستخدام أقل من أو يساوي ١
S	السطح المراد إضاءته M2	Fm	معامل الصيانة وهو أقل من ١

(٢) تحديد نوع الطريق (RTD) Road Type Determine

تختلف الطرق بإختلاف أنواعها فمنها طرق سريعة Highways ومنها طرق محلية Local roads وتختلف الطرق السريعة بإختلاف السرعة المسموح بها وما إذا كان المارة يقطعون الطريق أم أن الطريق هو طريق سريع ولكل نوع من أنواع الطرق متطلبات خاصة وهناك جداول كثيرة لكل نوع على حدة والجدول التالي يوضح أن تصنيف الطريق رقم A3 هو أفضل الطرق المسموح إستخدامها لإنارتها وذلك حسب المواصفات العالمية (CIE)

مجموعة من الحالات Set of situations	أنواع المستخدمين للطريق Types of users of the road												سرعة العنصر المستخدم للطريق Speed component of the road user
	المستخدم المستثناة The excepted user				المستخدم الثانوي The secondary user				المستخدم الرئيسي The main user				
A1		S	C	P					M				مرتفعة High أكبر من ٦٠ كم / ساعة
A2			C	P		S			M				
A3						S	C	P	M				
B1							C	P	M	S			معتدلة Moderate من ٣٠ كم / ساعة إلى ٦٠ كم / ساعة
B2								P	M	S	C		
C1	M	S						P			C		منخفضة Low من ٥ كم / ساعة إلى ٣٠ كم / ساعة
D1		S	C						M			P	
D2						S	C		M			P	
D3						S		P	M		C		
D4									M	S	C	P	
E1	M	S	C									P	منخفضة جداً Very low سرعة المشي Walking speed
E2					M	S	C					P	

Notes ملاحظات

توضح تصنيف الطرق العامة ودرجته ونوعيته	E2	E1	D4	D3	D2	D1	C1	B2	B1	A3	A2	A1

إن المشاة يستخدمون الطرق التي لها إشارات المرور ولا يستطيعون عبور الطرق السريعة أو الطرق الحرة إلا بجسور مشاة أو أنفاق ولايوجد عنصر مستثنى من هذه الطرق

حركة المرور الآلية	M	Motorized traffic
العربات المتحركة ببطء	S	Slow moving vehicles
الدراجات الهوائية	C	Cyclists
المشاة	P	Pedestrians

الجدول رقم (٤) يوضح كيفية تحديد نوع الطريق

(٣) تحديد حالة إنارة الطرق (RLCD) Roads Lighting Condition Definition

نوع الطقس الرئيسي Main weather type	الفصل في مسارات الطريق Separation of carriageways	نوع التقاطعات Type of junctions			حركة تدفق كمية السيارات Traffic flow Amount of vehicles								
		تقاطعات مسافة التباعد بين الجسور Interchanges spacing Distance between bridges		كثافة التقاطع Intersection density	> ١٥٠٠٠			١٥٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠			< ٢٥٠٠٠		
					←	●	→	←	●	→	←	●	→
جاف Dry	نعم	< ٣ كم			ME5	ME4a	ME3a	ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2
جاف Dry	نعم	> = ٣ كم			ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
جاف Dry	نعم			> ٣ تقاطعات / كم	ME5	ME4a	ME3a	ME5	ME4a	ME3a	ME4a	ME3a	ME2
جاف Dry	نعم			> = ٣ تقاطعات / كم	ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
جاف Dry	لا	> ٣ كم			ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
جاف Dry	لا	> = ٣ كم			ME3a	ME2	ME1	ME2	ME1	ME2	ME2	ME2	ME1
جاف Dry	لا			> ٣ تقاطعات / كم	ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
جاف Dry	لا			> = ٣ تقاطعات / كم	ME4a	ME3a	ME2	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
رطب Wet					الاختيار على النحو الوارد أعلاه ولكن تحدد الفئات بالتنسيق مع وزارة الكهرباء ووزارة البيئة								

الجدول رقم (٥) يوضح كيفية تحديد إنارة الطرق

لكل نوع ذكر في جدول تحديد نوع الطريق في عمود مجموعة من الحالات هناك جدول في المواصفات لتحديد متطلبات هذا الشارع وبعض أنواع الشوارع مثل A3, A2 , A1لها جداول أخرى فمثلاً الشارع المصنف رقم A1 له الجدول رقم (٥) وفى هذا الجدول يتم تحديد هل الشارع جاف أم مبلل أغلب أيام السنة وإذا كان المطر قليل فيعتبر الشارع جاف وكذلك يتم تحديد ما إذا كان هنالك فصل بين مسارات الشارع بوضع علامات وكذلك يتم تحديد نوع التداخل مع الشوارع الثانية مدخل إلى شارع أخر أم تقاطع مع شارع أخر وتحديد كمية التداخل تحديد عدد السيارات وفى الغالب عند عدم توفر معلومات كافية تؤخذ الحالة القصوى ٢٥٠٠٠ سيارة في اليوم ومن خلال ذلك يتضح أنه يتم تحديد (ME1) لإستخدامها هي لحالة الإنارة

(٤) متطلبات حالة الإنارة (LCR) Lighting Condition Requirements

الفئة Class	نصوع الطريق على سطح الطريق الجاف for dry road surface Road luminance			حد زيادة Threshold increment	الإضاءة من المناطق المحيطة Lighting of surroundings
	في القنديلة قيمة صغيرة وعامل التيار الكهربائي in cd/m2 Lm mini value ,mains factor	قيمة دقيقة لعامل التجانس الكلى [mini value]Uo	قيمة دقيقة لعامل التجانس الطولي [mini value]U1	أقصى قيمة في وهج أجهزة الإنارة الخاصة بالشوارع TI in % [max. value]	قيمة دقيقة لإنارة محيط الشارع SR[min. value]
ME1	٢.٠	٠.٤	٠.٧	١٠	٠.٥
ME2	١.٥	٠.٤	٠.٧	١٠	٠.٥
ME3a	١.٠	٠.٤	٠.٧	١٥	٠.٥
ME3b	١.٠	٠.٤	٠.٦	١٥	٠.٥
ME3c	١.٠	٠.٤	٠.٥	١٥	٠.٥
ME4a	٠.٥	٠.٤	٠.٦	١٥	٠.٥
ME4b	٠.٧٥	٠.٤	٠.٥	١٥	٠.٥
ME5	٠.٥	٠.٣٥	٠.٤	١٥	٠.٥
ME6	٠.٣	٠.٣٥	٠.٤	١٥	٠

Notes ملاحظات		
Luminance L av	الوضوح	هي الضوء المنعكس من الشارع باتجاه السائق
Uo	عامل التجانس الكلي	وهو مقدار القيمة الصغرى للوضوح على الوسطى ويعبر عن تجانس الإنارة على الشارع
Ul	عامل التجانس الطولي	وهو مقدار القيمة الصغرى للوضوح على الوسطى لكل مسار من مسارات الشارع
TI		قيمة تعبر عن وهج أجهزة الإنارة الخاصة بالشوارع وكلما قلة القيمة كلما كان ذلك أحسن
SR	إنارة محيط الشارع	قيمة تعبر عن إنارة الأماكن القريبة من الشارع وهذه القيمة ضرورية فلو فرضنا أنه تمت إنارة الشارع بدون محيطه فسائق السيارة لن يرى المشاة على جانبي الطريق بوضوح

الجدول رقم (٦) يوضح كيفية تحديد متطلبات حالة إنارة الطرق

أهم متطلبات إضاءة الطرق ليلاً هي الإرتقاء بعوامل الأمان ولتوفير الرؤية الكافية وقد أوضحت الإحصائيات أن الطرق المضاءة إضاءة مناسبة تقل بها حوادث المرور والجريمة وتنشط فيها أعمال التجارية وتوجد عدة عوامل تشارك في تحديد مستوى الاستضاءة المطلوبة بالطرق ومن أهم هذه العوامل إعتبارات الأمان بالطرق وحجم حركة مرور السيارات والمارة فكلما زاد حجم المرور زادت نسبة التعرض للحوادث وتصبح الرؤية الغير جيدة مصدراً لإرتباك حركة المرور والمارة ونظراً لان عملية تحديد متطلبات الشارع من إنارة تتطلب جداول كثيرة فلابد من إستخدام برنامج (DIA Lux) وهو برنامج مجاني وسهل في تحديد نوعية الشارع وحالة الإنارة ومتطلبات الشارع في خطوات بسيطة على الكمبيوتر وبصفة عامة فإن (أ) الإنارة المباشرة (Direct Illumination) وفيها تتركز كل الطاقة الضوئية بإتجاه الأسفل والعاكس يعكس الضوء فقط بإتجاه الأسفل ولا يسمح له بالنفاذ بإتجاه الأعلى كما يلاحظ بأن الفيض الضوئي يتجه مباشرتاً بإتجاه المنطقة المراد إنارتها وبالتالي سيكون هناك وفر كبير في عدد المصابيح المستخدمة لو تم إستخدمها بشكلها الصحيح سيؤدي هذا لإنارة المكان المراد إنارته بأقل عدد من الأجهزة ويجب توخي الحذر من حدوث الانبهار للعين ويتم ذلك بحيث لا يكون المنبع الضوئي في زاوية الرؤية المباشرة لعين الناظر ولا حتى في مجال إنعاكس الضوء عن السطوح العاكسة بشدة عالية لان ذلك يسبب إزعاج البصر ولتوخي الحذر من حدوث الانبهار يجب أن يوضع المصباح داخل العاكس بشكل عميق بحيث لا يمكن رؤية المصباح مباشرتاً بواسطة الناظر أي ليست في زاوية رؤيته المباشرة وهناك أجهزة حديثة في الحياة العملية تخفف من الانبهار وذلك بإستخدام عواكس خاصة ضد الانبهار

(ب) الإنارة نصف المباشرة (Semi- Direct Illumination) وفيها يتضح أن العاكس هنا يسمح لجزء من الضوء أن يصل بإتجاه الأعلى (السقف) ولكن الجزء الأكبر من الفيض الضوئي هو بإتجاه الأسفل يخفف نوعا ما من الانبهار الذي يمكن أن يحدث من الضوء المسلط بشكل مباشر على الأرضية المراد إنارتها وهنا يدخل عامل انعكاس السقف بشكل رئيسي ليؤثر على الإنارة حيث أن جزء من الضوء ينعكس عن السقف وهنا فقط جزء من الفيض الضوئي سوف ينقص نتيجة إمتصاص الضوء بواسطة السقف الذي سوف يعكس الضوء

(ج) الإنارة المنتظمة (General- Diffuser Illumination) وفيها نلاحظ أن الفيض الضوئي يتوزع بشكل منتظم لأعلى ولأسفل ومن ميزاتها أنها تعطي فيضا ضوئيا موزعا بإنتظام في المكان المراد إنارته مما يطغي على المكان هدوءا وسكينة نفسية وكما هو الحال بالنسبة للإنارة نصف المباشرة حيث يعتمد الفيض الكلي للضوء على الانعكاسات الزائدة عن السقف والجدران وتستخدم عادة في إنارة الممرات والأماكن الصناعية الخفيفة المخازن والمكاتب وتقلل من الانبهار

(د) الإنارة غير المباشرة (Indirect Illumination) وهي الإنارة التي يتجه كامل الفيض الضوئي فيها بإتجاه الأعلى لينعكس عنه ويضيء المكان ولا تؤدي إلى إزعاج العين أبدا ولا تؤدي إلى مشاكل الانبهار وتوفر نوعا كبيرا من الراحة النفسية وراحة الأعصاب كما أن كمية الفيض الضوئي الصادر من الجهاز تكون قليلة بإتجاه المكان المراد إنارته مما يقلل من المردود الذي يمكن أن تحصل عليه من المصباح فيما لو استخدمت الطرق السابقة وتستخدم عادتاً عندما نحتاج إلى ضوء هادئ جدا وقليل الانبهار والإزعاج مثل المستشفيات والمكاتب وهي إنارة يكون الفيض الضوئي الناتج عنها أكثر هدوءا وراحة ويعطي توزعا أكثر انسجاما للضوء في المكان المراد إنارته

(٥) حصر الأحمال الكهربائية limitation electrical loads

وتشمل (١/٥) جمع البيانات الإحصائية عن المنطقة المراد تغذيتها بالأحمال الكهربائية من عدد المحطات ونوع الوقود المستخدم بالمنطقة المراد تغذيتها لكل محطة وكذلك إجمالى مكونات شبكات التوزيع بالمنطقة المستهدفة علاوة على المراجعات الميدانية والقياسات للأنماط المختلفة من الأحمال

م	المحطة The station	وحدات التوليد Generating units				
		عدد الوحدات	قدرة الوحدة ميجا وات	إجمالى القدرة الاسمية ميجا وات	نوع الوقود Fuel Type Gas	
					بخارى	غازي	ديزل
١							
٢							
٣							
٤							

الجدول رقم (٧) يوضح المحطات ونوع الوقود المستخدم بالمنطقة المراد تغذيتها

م	موقع المحطة	الجهد المتوسط Medium voltage												الجهد المنخفض		
		الكابلات		لوحات التوزيع		محولات التوزيع										
		كابلات أرضية جهد متوسط	خطوط هوائية جهد متوسط	إجمالى اللوحات	إجمالى القواطع	داخل أكشاك صاج		داخل مباني		المعلقة		عدد المحولات	سعات المحولات الكلية	أكشاك السكاكين	كابلات جهد منخفض	خطوط هوائية جهد منخفض	صناديق توزيع جهد منخفض
		كم	كم	عدد	عدد	عدد	سعة	عدد	سعة	عدد	سعة	عدد	ميجا فولت أمبير	عدد	كم	كم	عدد
١																	
٢																	
٣																	
٤																	

الجدول رقم (٨) يوضح إجمالى مكونات شبكات التوزيع بالمنطقة المستهدفة

(٢/٥) إجراء القياسات الكهربائية وذلك للأنماط المختلفة من الأحمال الكهربائية (الزراعية – الصناعية – السياحية – التجارية) بالمنطقة المستهدفة ويتم ذلك بإستخدام جهاز محلل القدرة على مدى ٢٤ساعة وذلك لقياس جهود الأوجه الثلاثة – شدة التيار لكل وجه من الأوجه الثلاثة – معامل القدرة

(٣/٥) قيمة الحمل مقاسه بالقدرة الفعالة والقدرة الغير فعالة

م	موقع القياس	نوع الحمل	القدرة المركبة	أقصى حمل (أمبير) على الجهد المنخفض	فترة إستمرار أقصى حمل	معامل الطلب D.F
١						
٢						
٣						

يعرف معامل الطلب بأنه هو العلاقة بين الطلب الأقصى (Maximum demand) والحمل المترابط (Connected load)

معامل الطلب (DF) = الطلب الأقصى ÷ الحمل المترابط

الجدول رقم (٩) يوضح مواقع القياسات وأنواع الأحمال بالمنطقة المستهدفة

(٤/٥) خطط التنمية المستقبلية للقطاعات المختلفة وتشمل دراسة المشروعات القومية للتنمية الشاملة بقطاع الزراعة وقطاع الثروة الحيوانية والداجنة وقطاع الصناعة والتعدين وقطاع السياحة وقطاع الطرق والنقل والمواصلات وقطاع الإسكان والتعمير

(٦) إجراءات وضع الكابلات الكهربائية بالأرض وحفر الطرق

(أ) تنظيم الأعمال Organization of work

الحصول على تصاريح بالحفر من الجهة المشرفة على الطريق (مديرية الطرق والنقل) بعد سداد قيمة تكاليف رد الشيء لأصلة والإلتزام بما جاء بنصوص القانون من الحفاظ على حرم الطريق العام وحركة سير المرور أثناء تنفيذ أعمال الحفر

(ب) تنظيم التشغيل Operating Organization

الحفاظ على المرافق الأخرى الموجودة بالطريق أثناء إجراء أعمال الحفر وكذلك إدارة عملية الحفر إداريا مع الإلتزام بوضع العلامات الإرشادية والتحذيرية أثناء إجراء أعمال الحفر والإلتزام بالحفاظ على حركة سير المرور أثناء إجراء أعمال الحفر

(ج) تنفيذ الشروط الفنية لوضع الكابلات

(١) عمق الدفن لا يقل عن ٨٠ سم

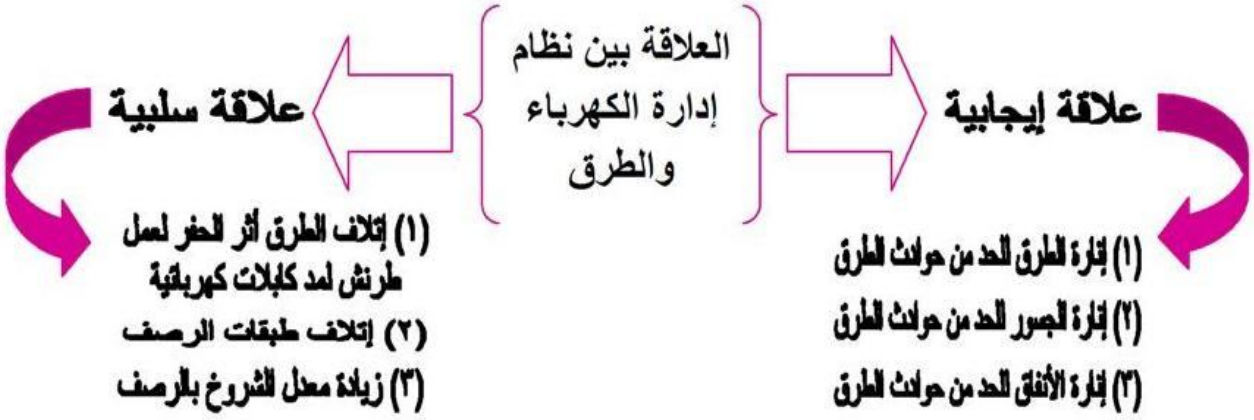
(٢) توضع أولا طبقة من الرمل الناعم بسمك ١٠ سم ثم يتم تمديد الكابل فوقها مباشرة ويضاف الرمل مرة أخرى فوق الكابل بعد التمديد حتى نصل إلى إرتفاع ٢٠ سم من عمق الدفن

(٣) توضع قوالب من الطوب على طول مسار الكابل كعلامة إرشادية

(٤) يوضع الرمال الناعمة النظيفة فوق الطوب حتى مسافة ٢٠ سم من حافة الحفر ثم نضع شريط تحذير أصفر عند هذا العمق وبعد وضع الشريط نستكمل عملية إعادة رد الشيء لأصلة وهى وضع طبقة من السن ومن الأسفلت

(٨/٣/٤) علاقة نظام إدارة الكهرباء بالطرق

Relationship management system of electricity roads



الشكل رقم (٣٤) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة الكهرباء والطرق

إن أحوال المرور على الطرق أثناء الفترة المظلمة من اليوم تختلف إختلافاً شديداً عما هي عليه أثناء النهار وفى النهار عند الإضاءة الطبيعية يرى السائق المار على نهر الطريق كافة الأشياء الواقعة على مسافة تزيد على كيلو متر واحد وأثناء الجو الغائم تتقلص مسافة الرؤية المذكورة إلى حد يترامح ما بين ٨٠٠ إلى ٩٠٠ متر وفى الليل عند إشعال المصابيح الأمامية

البعيدة للضوء يمكن رؤية الأشياء الواقعة على رصف الطريق على بعد يتراوح بين ١٠٠ إلى ١٣٠ متر من السيارة أي على مسافة تقل كثيراً عن المسافة اللازمة للمرور المأمون على الطرق بسرعات عالية إن الكثير من الأشياء التي تتميز أمام العين بتباين ألوانها بالنسبة للرصف أي التي تتميز عن الرصف بألوانها المتباينة في النهار تمتزج مع لون الرصف من مسافة بعيدة أثناء الليل ولا تصبح واضحة للعين إلا بالقرب من السيارة أي على مسافة قريبة من السيارة هذا بينما تظهر المراقبات الخاصة بأحوال وأنظمة مرور السيارات بأنه بالرغم من تردى أحوال الرؤية فإن سرعات المرور لا تتغير إلا قليلاً وذلك بإنخفاض معدلها بمقدار يتراوح ما بين ٥-٧ كم / ساعة فقط ولذلك وبغض النظر عن الهبوط الحاد في كثافة المرور نجد أن عدد حوادث الطرق أثناء الجو الغائم وفى أوقات الليل يبقى كبيراً جداً وبشكل غير متناسب وخاصة في المساء عندما تتم حركة المرور في ظروف الرؤية السيئة بدون إستخدام المصابيح الأمامية للسيارات ويؤثر هنا أيضاً التعب الذي يصيب المشاة وسواق السيارات بعد إنتهاء العمل وفى أخر النهار وتقل درجة سلامة المرور أيضاً نظراً لأن الأضواء البعيدة لمصابيح السيارات الأمامية القادمة في الإتجاه المعاكس أثناء الليل حتى عند التحول إلى الأضواء القريبة للمصابيح تؤدى إلى إنحطاط أحوال الرؤية بالنسبة للسواق إن التحول الذي يطبق في الغالب عند التقابل من الأضواء البعيدة إلى الأضواء المنخفضة للمصابيح الجانبية للسيارة يحرم السائق بصورة عامة من رؤية الطريق ومن رؤية أكتاف (الطبانات) الطريق بصورة رئيسية وهنا يكمن خطر الإصطدام بحاجز من الحواجز أو دهس المشاة على جانبي الطريق ولأجل قيادة السيارة بصورة مأمونة أثناء الليل يجب على السائق أن يرى بوضوح عندما يكون الضوء ضعيفاً أثناء الليل وألا يكون معرضاً للإعماء كما يجب عليه أن يستعيد رؤيته بعد تعرضه للإعماء بسرعة وإستناداً إلى معطيات المهندس (ف٠زالوغا- روسيا) نجد أن السائق عندما تبلغ السرعة ٦٠كم/ ساعة يمكن أن يميز الشخص الذي يرتدى الملابس السوداء عند إشعال أضواء المصابيح الأمامية البعيدة على مسافة قدرها ١٠٠متر والذي يرتدى الملابس البنية أو السمراء الداكنة على مسافة قدرها ١٢٥ متر والذي يرتدى الملابس الرمادية الداكنة على مسافة قدرها ١٤٠ متر ونظراً لتغير أحوال رؤية الأشياء المختلفة نجد أن مسافة الرؤية تقل كلما زادت السرعة بمعدل يساوى ٤متر لكل إنخفاض في السرعة يبلغ ١٠كم/ساعة والمعطيات الإحصائية لكافة بلدان العالم تؤكد زيادة خطورة المرور أثناء الليل وإستناداً إلى معطيات معهد أبحاث النقل للسيارات في روسيا نجد أن عدد حوادث الطرق لكل ١٠٠٠٠٠ سيارة في مختلف أوقات اليوم تبلغ مايلي : -

٢٦	أثناء الغسق الصباحي	٢	أثناء الساعات المشرقة نهاراً	٦٣	أثناء الغسق المسائي	٤	أثناء الليل

ومن الأوقات الخطيرة جداً بالنسبة لحركة المرور هي ساعات الغسق المسائي التي يعود خلالها الناس شتاءاً من أعمالهم إلى منازلهم وفى أيام الصيف الدافئة التي يقوم فيها الشباب بالنزهات المختلفة وإذا أخذنا المعدل العام لمعطيات عدد من البلدان في الإعتبار فسوف نجد أن ثلثي الرحلات تحدث في ساعات النهار والثلث الباقي يحدث في ساعات الليل من نفس اليوم والنسبة بين عدد حوادث الطرق التي تقع في الليل وفى النهار هي كما يلي على التوالي ٢/١ إلى ٢.٥/١ ونجد أيضاً أن ثلثي الحوادث المؤدية إلى الوفاة يقع في ساعات الظلام وعلى بعض خطوط السير المعينة نجد أن المعدل النسبي للحوادث في الليل أعلى من الحد المذكور أعلاه ٠ مثلاً عندما جرى بحث لطريق السيارات العام (موسكو – لينيغراد) وجد بأنه عندما كانت كثافة المرور لا تزيد في الليل عما يتراوح بين ١٠% - ١٥% من المعدل السنوي بلغت نسبة الحوادث التي وقعت ليلاً ٤٧% إن تحليل معطيات معهد أبحاث النقل للسيارات في روسيا المتعلقة بعدد حوادث الطرق أثناء النهار والليل في حالة كثافات المرور المختلفة يؤدى إلى نتيجة تفيد بأنه في حدود الفترات من ١٠٠٠ إلى ٤٠٠ سيارة في اليوم يكون عدد الحوادث التي تقع في الليل أكبر بما يتراوح بين ٢.٥ – ٣ مرات من الحوادث التي تقع أثناء النهار ومعظم الأبحاث في معظم الدول الأخرى توصلت إلى نتائج متقاربة للنتيجة السابقة وإستناداً إلى معطيات (الأستاذ ر٠ بيتي – روسيا) نجد أن حوالي ٥٥% من مجموع حوادث الطرق تحدث أثناء الظلام وأن ٦٠% من هذه النسبة هي عبارة عن حوادث تؤدى إلى الوفاة وعدد حوادث الطرق يزداد زيادة حادة في فترة الظلام بصورة خاصة في المناطق السكنية التي لا توجد فيها إضاءة كهربائية لطرق السيارات وقد أثبتت الأبحاث التي أجراها معهد أبحاث النقل للسيارات بروسيا بأن ما يتراوح بين ٧٥% - ٨٥% من حوادث الطرق في المناطق السكنية يقع في فترة الظلام اليومية وهذه الحوادث غالباً ما ترتبط بدهس المشاة والإصطدام براكبي الدراجات وتوجد عدة عوامل لتحسين توجيه السواق أثناء حركة المرور في الليل ومنها إضاءة الطرق – تخطيط الخط المحوري للطريق – تجهيز الطريق بالشرائط الكتفية الناصعة الألوان – وضع علامات الطرق ذات السطح العاكس أو المنير – إقامة الشواخص الدليلية على الطريق – إقامة الحواجز المانعة على الحارة الوسطية لوقاية سواق السيارات من الإعماء بتأثير أضواء المصابيح الأمامية للسيارات المعاكسة الإتجاه والشيء الوحيد الذي يؤثر تأثيراً فعالاً من بين هذه العوامل أو الإجراءات بالنسبة لتقليل عدد الحوادث الطرق هو الإضاءة الكهربائية فقط حيث يؤدى إستخدام هذه الإضاءة للطرق إلى تقليل عدد الحوادث بنسبة تتراوح من ٢٥ إلى ٧٠% ويقلل عدد حوادث الوفاة إلى النصف تقريباً وإستناداً إلى معطيات المختبر البريطاني لأبحاث الطرق نجد أن المعدل النسبي للمصابين بجروح مختلفة أثناء حوادث الطرق لكل ١ مليون سيارة كم يتغير تبعاً لشدة الإضاءة للطريق كما يلي :

في النهار	١							
في الليل	٢	بدون إضاءة كهربائية	١.٨	بإضاءة رديئة	١.٦	بإضاءة متوسطة	١.٣	بإضاءة جيدة

وفى ولاية كاليفورنيا الأميركية نجد أن نسبة الحوادث التي تقع ليلاً إلى الحوادث التي تقع نهاراً تبلغ ١.٥٥% على الطرق المعتدلة الإضاءة مقابل ٣.١ % على الطرق الخالية من الإضاءة وعلى الرغم من أن طريق بنسلفانيا من الطرق الحرة التي تقوم بتحصيل رسوم وحق إنتفاع للمرور علية ورغم ذلك تبلغ النسبة المذكورة على الأجزاء المضاءة من الطريق ١.٠١%

وعلى الأجزاء الخالية من الإضاءة بالطريق ٢.١٢% ودور الإضاءة الكهربائية كبير للغاية بصورة خاصة على حارات الطرق التي يحدث فيها خطر كبير بالسيارات التي تقوم بمختلف المناورات يمكن أن يؤدى إلى وقوع حوادث مختلفة وعلى سبيل المثال في بلجيكا على الطرق ذات حارات المرور الثلاث تبلغ نسبة عدد الحوادث لكل مليون سيارة /كم على الأقسام غير المضاءة ٣.٨% وعلى الأقسام المضاءة ٠.٧٨% فقط إن المواصفات القياسية للإضاءة التي وضعت في مختلف بلدان العالم تعتمد على كثافة مرور السيارات والمشاة وعلى صنف الطريق وتتغير في حدود واسعة – من أجزاء عشرية معينة من اللكس (معناها وحدة قياس شدة الإضاءة) إلى عشرة لكسات فما فوق والجدول رقم (١٠) يوضح توصيات وإقتراحات اللجنة الدولية الخاصة بإضاءة الطرق التي قدمت عام ١٩٦٥

نوعه الإضاءة	نوع الطريق Type of road		النصوع المتوسط للرصف الجاف nt	تجانس النصوع	الإعماء
A1	طريق سيارات عام		٢	مرتفع جداً	محدود إلى درجة كبيرة جداً
A1	الطرق الريفية أو الزراعية	كثافة مرورية عالية			
A2		كثافة مرورية متوسطة	١	جيد	
بلا إضاءة		كثافة مرورية قليلة	طرق بلا إضاءة		
A1	الطرق في داخل المدينة	طرق الالتفاف حول المدن	٢	مرتفع جداً	محدود
		طرق المرور العبوري (الترانزيت)			
B1		الطرق الرئيسية المحلية	١	جيد	مسموح به
B2		الشوارع الثانوية ذات المرور المحلي	٠.٥	معتدل	

الجدول رقم (١٠) يوضح توصيات وإقتراحات اللجنة الدولية الخاصة بإضاءة الطرق

وقد أثبت المهندس (هـ ٠ تيرنير) إستناداً إلى تحليل حوادث الطرق في مدينة سيدنى بأن العلاقة بين شدة إضاءة ممر السيارات المرصوف E باللكسات لكل ٣٠.٥ م من طول حارة المرور ونسبة عدد حوادث الطرق k في الليل والنهار وتكون على الشكل التالي $K = C1 + C2 \log E$ حيث أن C1، C2 هما كميتان ثابتتان إن زيادة التدفق الضوئي من ١٨٠٠ إلى ١٢٥٠٠لومن (Lumen هي وحدة قياس التدفق الضوئي) يؤدى إلى إنخفاض عدد حوادث الطرق بنسبة قدرها ٢٦% وقد وضع المهندس (ف٠واطوى٠لوزانو) العلاقة التالية بين عدد حوادث الطرق المؤدية إلى حدوث إصابات وجروح ووفيات في الفترة اليومية المظلمة وبين شدة إضاءة الطرق في مدينة شيكاغو الأميركية

الإضاءة(باللكس)LUX	٣.٧	٩.٥	١٤
عدد الحوادث لكل ١ مليون سيارة – كم	٤	١.٤٤	٠.٦٨

وتشير الحسابات الإقتصادية دائماً إلى الفاعلية العالية للإضاءة الكهربائية للطرق مع إنخفاض قيمة الأضرار الناجمة عن حوادث الطرق المختلفة وأن تكاليف الإضاءة الكهربائية لا تزيد عادة عما يتراوح بين ٢-٤% من التكاليف العامة لإنشاء طريق والإستغناء عن الإضاءة الكهربائية يعتبر من قبيل الوهم أو الخداع أم الأضرار الناجمة عن ذلك فتكون كبيرة جداً وبطبيعة الحال نجد أن إنشاء خطوط الإضاءة الكهربائية بسرعة على إمتداد الطرق بأكملها يعتبر مستحيلاً من الناحية العملية ويتطلب مبالغ كبيرة جداً من الأموال ولكن إضاءة بعض الأماكن المختارة مثل (ممرات المشاة – تقاطعات الطرق بكافة أنواعها – الجسور الضيقة) يمكن أن تعتبر بمثابة وسيلة مهمة لتحسين درجة سلامة المرور ويمكن إضاءة الأماكن التالية من الطرق المختلفة الأصناف إستناداً إلى كثافة المرور عليها

١	عندما تصل كثافة المرور إلى ١٠٠٠سيارة / يوم	أماكن تجمع الناس في المناطق السكنية بالقرب منن المؤسسات العامة ودور السينما والمسارح والنوادي والمدارس والملاعب الكبيرة ومحطات القطارات
٢	عندما تتراوح كثافة المرور بين ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ سيارة / يوم	الأماكن المذكورة في الفقرة رقم (١) بالإضافة إلى الأرصفة ومواقف الباصات
٣	عندما تزيد كثافة المرور على ٣٠٠٠ سيارة / يوم	على إمتداد المناطق السكنية بإجماعها – عند تقاطعات ومفارق الطرق المعقدة التصاميم – في الأماكن التي تتقارب فيها الأماكن الخطرة من بعضها البعض (مثل محطة وقوف الباصات ومحطة التزويد بالبنزين وتقاطعات الطرق) وعند أماكن تغير عرض ممر السيارات المرصوفة مثلاً عند إنتقال طريق يحتوى على حارة وسطية فاصلة

إن المستوى الضروري للإضاءة الكهربائية يرتبط مع كثافة المرور بالعلاقة التالية

كثافة المرور القصوى سيارة / يوم	٢٠٠٠	١٠٠٠-٢٠٠٠	٥٠٠-١٠٠٠	٢٠٠-٥٠٠	٢٠-٥٠
النصوع المتوسط للرصف	١	٠.٧	٠.٤	٠.٢	٠.١

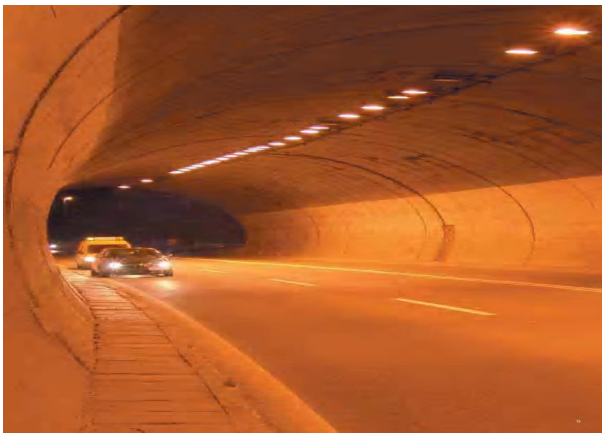
إن مصابيح الإضاءة الكهربائية يجب أن ترتب بالطريق التي تجعلها تساعد على توجيه السواق طبقاً لمبادئ الإرشاد البصري وتجلب إنتباهم إلى مناطق الخطر الواقعة على الطريق وعند إضاءة الأقسام الخطرة من الطريق يجب ترتيب مناطق إنتقالية للتقليل التدريجي لإضاءة لا يزيد طولها على ٥٠متر لأجل تكييف نظر السواق وهناك أهمية كبيرة لتجانس إضاءة رصف الطريق وفى حالة القدرة غير الكافية لمصابيح الإضاءة الكهربائية ووجود مسافات بعيدة جداً بين بعضها البعض تتكون على سطح الرصف بقع مضيئة تتعاقب في الترتيب مع الشرائط القاتمة غير المضيئة وعند الإنتقال السريع من قسم مضاء إلى قسم معتم على الطريق لا تجد عين السائق الوقت الكافي لكي تتكيف فيه لتغير الإضاءة المفاجئ ويبقى السائق لفترة معينة غير قادر على تمييز الأشياء الواقعة على الطريق تقريباً

إن الحدود الفاصلة بين الأقسام المضيئة والأقسام المعتمة من الطريق تكون دائماً من محلات أو أماكن التي تركز حوادث الطرق المختلفة ولهذا السبب تحسن الإضاءة الكهربائية عند مداخل أنفاق السيارات في المدينة والتقاطعات المختلفة المستويات لتأمين الإنتقال السلس من ضوء الشمس إلى الضوء الكهربائي ولكن الحصول على نتائج مرضية في هذا المجال لم يتوفر دائماً في كافة الحالات وليست الأنفاق الطويلة وحدها هي التي تمثل خطورة وتعقيداً بالنسبة لحركة المرور ففي بعض الأحيان نجد أن أحوال الرؤية السيئة تنشأ أيضاً تحت الجسور وعند تقاطعات الطرق في مستويات مختلفة وعندما تقع الشمس فوق تقاطع الطرق يبدو الجسر بمثابة هيكل مظلم يمكن أن تختفي فيه بعض الأشياء أو العقبات غير المرتفعة

إنارة الأنفاق Lighting of tunnels

إن إنارة الأنفاق مهمة جداً حيث الكل يعلم أن النفق غالباً ما يكون مظلم تماماً ولا يدخل ضوء النهار إليه أبداً لذلك فإن إنارة الأنفاق يجب أن تكون مدروسة بشكل جيد عندما يدخل سائق سيارة داخل النفق في النهار فإنه سيرى بداية النفق كفتحة سوداء إلا إذا كانت الإنارة مدروسة بشكل جيد ولأن عين الإنسان بالنهار تكون معتادة على مستوى إنارة عالي فإنها تحتاج إلى دقائق حتى تتكيف مع الوضع المظلم أما في الليل فتكون الإنارة خارج النفق منخفضة جداً بالمقارنة مع النهار ويحتاج الإنسان إلى كمية من الضوء أقل بكثير من الكمية التي يحتاجها بالنهار إن مستوى الإنارة بالنهار يجب أن يكون أعلى بكثير من مستواها بالليل حتى تتكيف عين الإنسان مع التغير المفاجئ بمستوى الإنارة وتختلف الإنفاق حسب طول النفق وحسب محيط النفق فإذا كان النفق قصير فيمكن رؤية نهاية النفق من البداية أما إذا كان طويل فإن نهاية النفق لا ترى ولا يدخل ضوء الشمس إلى داخل النفق أما محيط النفق فقد يكون جبل وقد يكون سماء والشكل التالي يوضح ذلك وهذا عامل مهم جداً في تحديد مستوى إنارة الأنفاق ففي الحالة الأولى عندما تكون عين السائق متكيفة مع سطوع السماء حيث يكون السطوع أعلى من الحالة الثانية عندما تكون عين السائق متكيفة مع سطوع الجبل حيث ينعكس ضوء الشمس سطح الجبل ففي الحالة الأولى يلزمنا ضوء أعلى من الحالة الثانية لأن عين الإنسان متكيفة مع ضوء أعلى ويتم الرجوع للمواصفات الفنية لتحديد كل حالة أيضاً إتجاة النفق هل بداية الدخول من الجنوب أم من الشرق أم من الغرب أم من الشمال فعندما تكون بداية الدخول بإتجاه الغرب أي أن الشمس مواجهه لعين السائق تكون هذه الحالة أعلى سطوعاً من أي إتجاة أخر

الشكل رقم (٤١) يوضح شكل محيط النفق من الداخل كالجبل

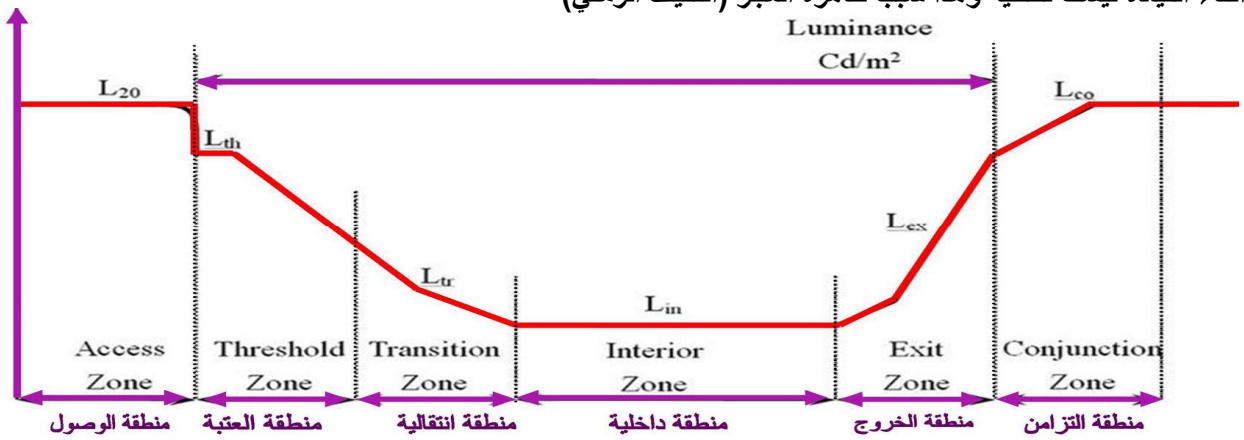


الشكل رقم (٤٢) يوضح شكل محيط النفق من الداخل كالسماء

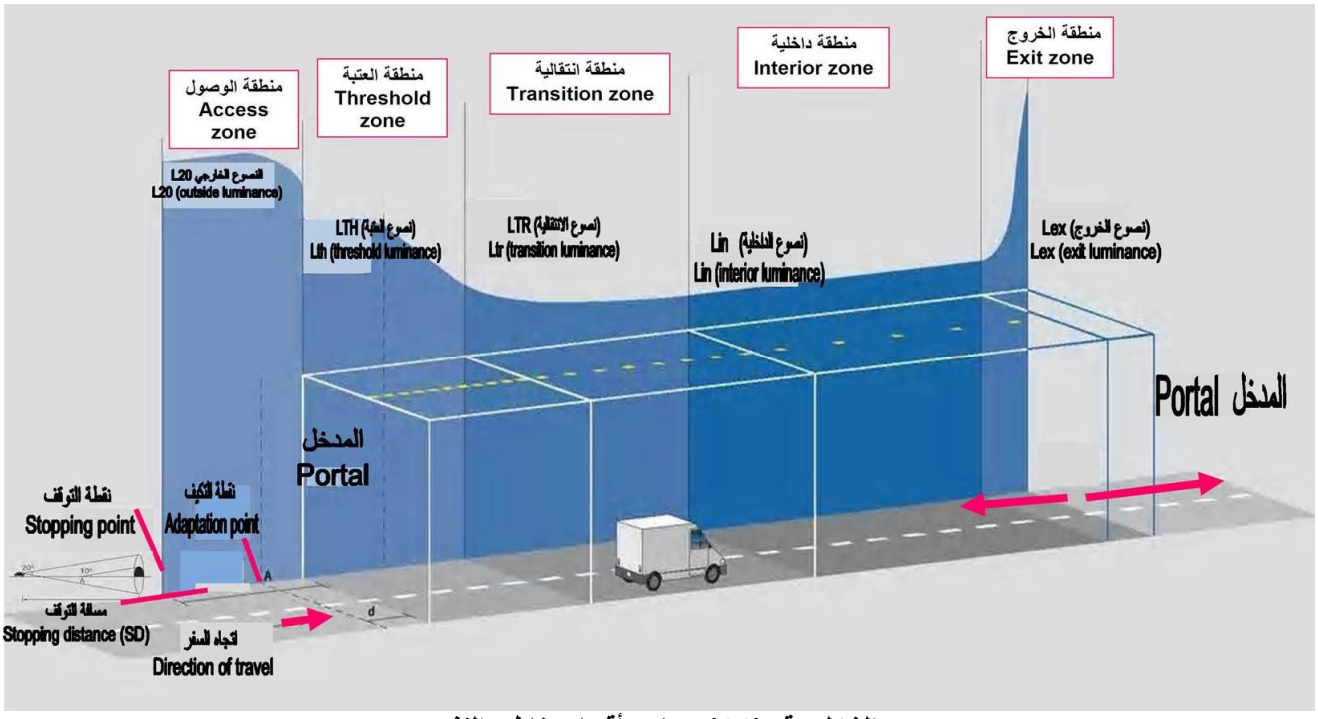
بالنسبة لإنارة النفق يتم تقسيم النفق إلى خمس مناطق حسب الأتي : -

١	منطقة الدخول	وهى المنطقة التي تكون قبل دخول النفق مباشرة ويتم تحديد سطوعها وقد يصل سطوعها إلى أكثر من ٥٠٠٠ كانديلا /م٢ ويسمى نصوع هذه المنطقة L20 وهو النصوع الناتج عن ضوء الشمس
٢	منطقة العتبة	وهى المنطقة التي يدخل فيها السائق بداية النفق ويكون طول هذه المنطقة هو نفس طول مسافة التوقف (مسافة التوقف هي مسافة محددة بمواصفات عالمية حسب سرعة السيارة فمثلاً سيارة تمشى بسرعة ١٠٠ كم / ساعة تكون هذه المسافة هي ١٦٠ متر يجب الرجوع إلى المواصفات) وتكون نسبة النصوع لهذه المنطقة ١٠% من نصوع منطقة الدخول وفى حالة خاصة تكون ٠.٦% من نصوع منطقة الدخول
٣	منطقة الإنتقال	وهى المنطقة التي ينتقل منها السائق من منطقة العتبة إلى المنطقة الداخلية للنفق ويتدرج النصوع فيها من نصوع عالي مساوي لنصف نصوع منطقة العتبة إلى نصوع منطقة الدخول
٤	المنطقة الداخلية	هي منطقة بعد منطقة الإنتقال وقبل منطقة الخروج وفى هذه المنطقة تكون عين الإنسان تكيفت مع الإنارة المنخفضة مقارنة بإنارة ضوء الشمس لذلك يكون النصوع فيها ١٠ كانديلا / م٢
٥	منطقة الخروج	وهى أخر منطقة في النفق لها مسافة بحدود ١٨٠متر ويكون سطوعها أعلى من سطوع المنطقة الداخلية بخمس مرات لكي تتمكن عين السائق من التكيف مع ضوء الشمس عند الخروج

نلاحظ بما أن عين الإنسان تتكيف ببطيء (دقائق) عند الإنتقال من النور إلى الظلام لذلك منطقة العتبة ومنطقة الإنتقال تكون طويلة نسبياً ونلاحظ أيضاً بما أن عين الإنسان تتكيف بشكل سريع (ثواني) عند الإنتقال من الظلام إلى الدور فإن منطقة الخروج تعتبر صغيرة نسبياً ويوضح الشكل رقم (٤٤) مناطق النفق المقسمة إلى خمس مناطق ويوضح المنحنى الأحمر بالأسفل بالشكل رقم (٤٣) تدرج قيم النصوع من قيم عالية إلى قيم منخفضة وهنا أود أن أشير إلى الحالة الخاصة التي تسمح المواصفات فيها أن يكون النصوع هو ٠.٦% من نصوع L20 وهى الحالة التي يكون فيها إنتشار الضوء لجاز الإنارة عكس إتجاة حركة مرور السيارات كما في الحالة الثانية من الشكل رقم (٤٥) حيث تكون نسبة تباين خلفية السيارة مع المحيط نسبة عالية لأن الضوء يكون قادم من الأمام ليضيء النفق ومقدمة السيارة ويترك خلفية الأجسام بنصوع أقل ويخلق تباين عالي Contrast كما هو ملاحظ بالحالة الثانية من الشكل رقم (٤٥) وتعتبر إضاءة الأنفاق هي الخطوة الأولى نحو توفير السلامة و الجزء الأكثر خطورة من النفق هو منطقة الوصول ويجب أن يتم تثبيت الإضاءة المناسبة في منطقة الوصول لمساعدة السائق على التكيف مع قتامه المنطقة والتعديل البصري من النصوع العالية إلى النصوع المنخفضة أثناء القيادة ليست لحظية وهذا سبب ظاهرة العجز (التكيف الزمني)



الشكل رقم (٤٣) يوضح تدرج قيم النصوع من قيم عالية إلى قيم منخفضة



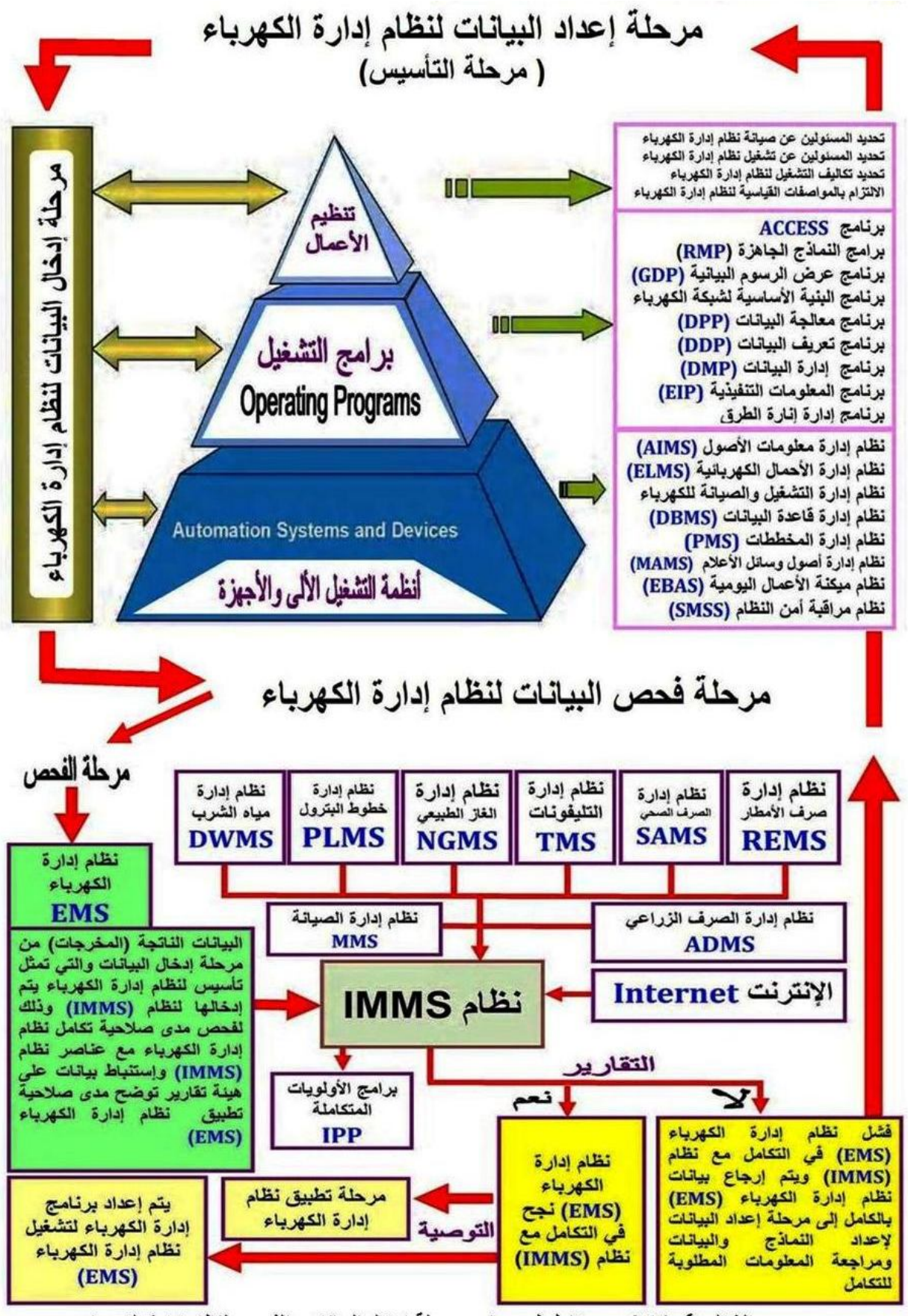
الشكل رقم (٤٤) يوضح أقسام مناطق النفق

الشكل رقم (٤٥) يوضح نسب التباين

ظاهرة التكيف بالأنفاق

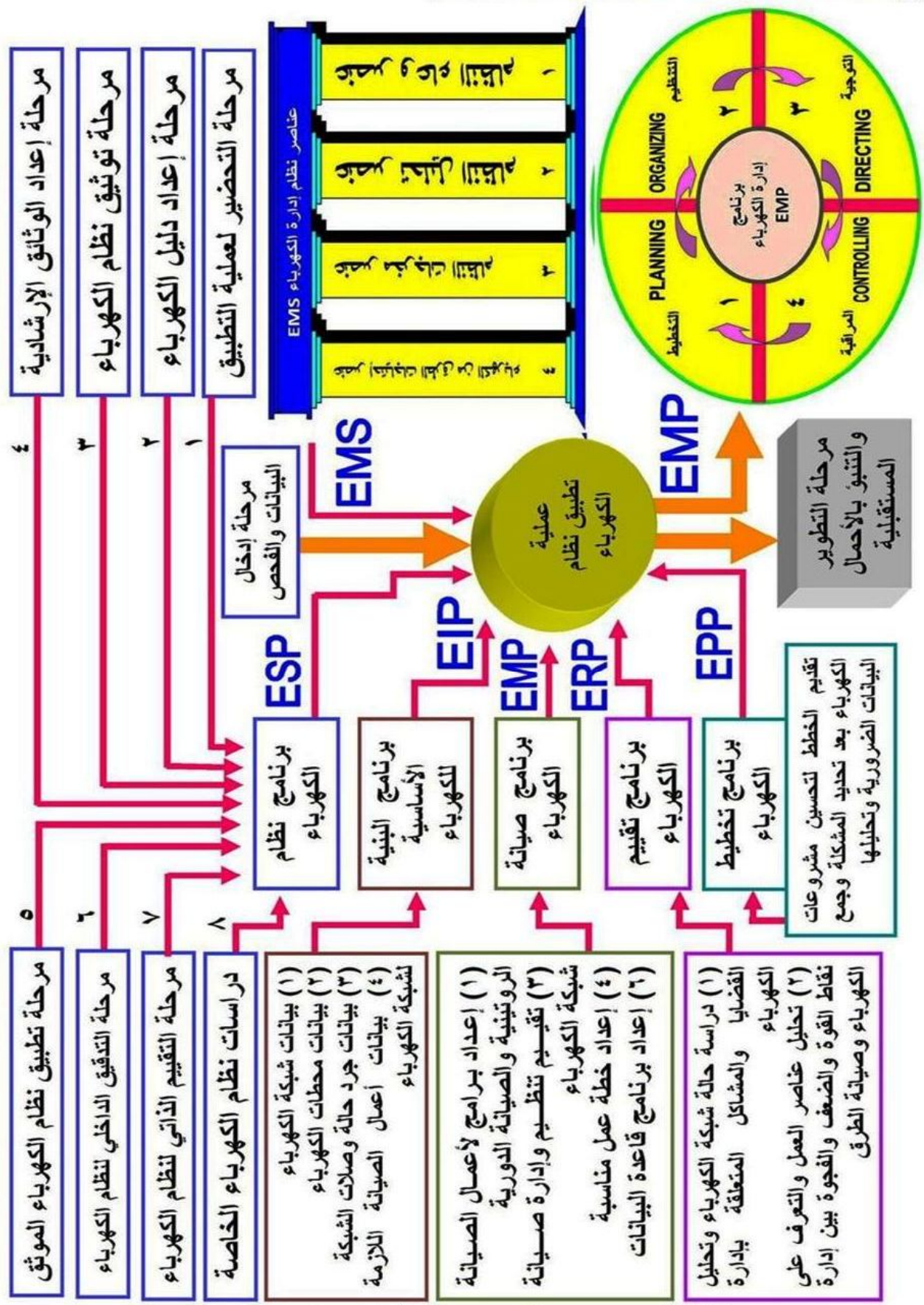
١	ظاهرة التكيف الزمني	العين البشرية بحاجة إلى مزيد من الوقت للتكيف من السطوع إلى الظلام من العكس وخلال هذه الفترة من التكيف والمسافة المقطوعة يشكل عاملا حاسما
٢	ظاهرة التكيف المكاني	اختلاف كبير في النصوع بين الخارج والداخل من النفق وسوف تعوق رؤية السائق عندما يكون في نقطة التكيف {('A') المعاكس) } و"الثقب الأسود "ظاهرة تولد شعورا بعدم الارتياح وعدم الأمان

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



الشكل رقم (٤٦) رسم تخطيطى يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الكهرباء

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة الكهرباء)



الشكل رقم (٤٧) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الكهرباء

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالطاقة والأحمال الكهربائية لشبكات الموقع المستهدف)

بناء على البيانات المتاحة للموقع المستهدف وطبيعة تطور هذا الموقع بما يشمله من خطط تنمية شاملة في مختلف المجالات فيتم حساب التنبؤ بالطاقة والأحمال الكهربائية باستخدام العديد من الطرق التي يعتمد بعضها على الزمن (الطرق الإستقرائية) كعامل مؤثر في عملية التطور مثل طريقة التوجه التاريخي وطريقة الإستهلاك الفردي ومنها ما يعتمد على العديد من العوامل الإقتصادية (الطرق الإقتصادية) كمؤثر في عملية التطور ويتم تعريف هذه الطريقة بأسم النموذج الإقتصادي

(ب-١) التنبؤ بإستخدام الطرق الاستقرائية

(ب-١-١) التنبؤ بإستخدام طريقة التوجه التاريخي

تعتمد طريقة التوجه التاريخي أساساً على الزمن كعامل مؤثر في عملية تطور الطاقة والأحمال الكهربائية وكذلك تعتمد على تحليل التطور التاريخي للطلب على الطاقة الكهربائية (كيلو وات / ساعة) أو الأحمال الكهربائية (كيلو وات) وذلك بغرض تحديد الإتجاه المستقبلي للطلب على الطاقة والأحمال الكهربائية وتؤخذ في الإعتبار الطلبات المقدمة لتغذية أحمال مشاريع التنمية في المجالات المختلفة فإذا أمكن إستنباط علاقة (معادلة) رياضية تمثل التطور سواء للقدرة الكهربائية أو الطاقة الكهربائية في فترة زمنية تاريخية ماضية سواء لسيناريو عالي التوقع أو منخفض التوقع فإنه يتم تطبيق هذه المعادلة الرياضية بالنسبة للتطور المستقبلي للحصول على التنبؤ لفترة زمنية قادمة وعموماً المعادلات الرياضية المستخدمة في التنبؤ بالطاقة والأحمال الكهربائية بطريقة التوجه التاريخي تستنبط لتعبر عن التطور في كل من القدرة أو الطاقة في فترة تاريخية ماضية وتطبق هذه المعادلة للحصول على التنبؤ لفترة زمنية قادمة ولإيجاد النموذج الرياضي الأمثل للتعبير عن التطور تستخدم طريقة ملائمة المنحنى Curve Fitting Method للحصول على أنسب معادلة ملائمة للبيانات التاريخية المتوفرة وأكثر تلك النماذج شيوعاً هي مايلي : ــ

١	الخط المستقيم		Straight Line
٢	الدالة الآسية		Exponential Function
٣	الدالة اللوغاريتمية		Logarithmic Function
٤	دالة القوى		Power Function
٥	دالة متعددة الحدود	$T(t) = a + bt + ct^2 + \ldots.$	Polynomial Function
٦	وهذه الدالة الأخيرة يمكن أن تكون ذات ثلاث حدود فتكون معادلة دالة الجرس من الدرجة الثانية ويمكن أن تكون ذات أربعة حدود فتكون في صورة S-Curve من الدرجة الثالثة ويرمز للتوقع المطلوب في الطاقة بالرمز (Y)		

T(t) تمثل التوجه التاريخي للفترة [T(t) : (t)] | a, b, c معاملات | t المتغير الزمني

وكذلك يرمز للمتغير الزمني للدالة المستخدمة في تطبيقات التنبؤ بالمعامل (X) وتستنتج المعاملات a, b, c من البيانات التاريخية المتوفرة وبتطبيق المعادلات السابقة على الطاقة والأحمال الكهربائية يتبين منها أنسب الدوال المستخدمة للحصول على التوقع والتنبؤ المطلوب من حيث توافقها مع نطاق معدل التطور الناتج من الناحية التاريخية الإحصائية للبيانات والمعروف بفترة الثقة Confidence Interval (C.I) وكذلك تكون قيمة معامل التحديد

والذى يستخدم في المقارنة بين القيم التاريخية الإحصائية الفعلية والقيم المتوقعة للطاقة الكهربائية أقرب ما يكون إلى الواحد الصحيح

--- العوامل التي تؤثر على منحنى التطور

يتأثر منحنى التطور المستنبط بطريقة التوجه التاريخي للحمل والطاقة الكهربائية بعوامل ومتغيرات كثيرة منها العامل الموسمي والذى يرتبط بالتغييرات الموسمية ذات الدوام الثابت مثل إرتفاع وانخفاض درجات الحرارة والتي تؤدى بدورها إلى إرتفاع الأحمال التي قد تمتد لأكثر من خمسة شهور كل عام وهى التي تمثل فترة الصيف حيث يكثر إستخدام المكيفات الهوائية ويكون إستخدام الحمل الأقصى عند دراسة التنبؤ بالطاقة والأحمال الكهربائية هو التعبير عن هذا العامل الموسمي كذلك العامل الدوري المتقلب والذى يتمثل في الناتج المحلى ومؤشر الإنتاج الصناعي والمبيعات لسلع معينة وسعر البورصة وهذا العامل يؤثر على الاستهلاك لحظياً أو لفترة زمنية وجيزة ويمثل قفزات إلى أعلى أو إلى أسفل على منحنى التطور ثم العودة إلى المنحنى الطبيعي وكذلك يوجد عامل التغيرات غير المنتظمة وهو الذي يحدث بدون توقع أو بصفة مفاجئة وهو يتصف بأنه عامل غير متكرر ويتمثل في الحروب والثورات والإنقلابات والإفلاس المفاجئ لأحد أقطاب الإقتصاد أو التحول الإقتصادي المفاجئ من النظام الرأسمالي إلى النظام الإشتراكى أو العكس

(ب-١-٢) التنبؤ بإستخدام طريقة الإستهلاك الفردي

تعتمد هذه الطريقة على عنصرين أساسيين

العنصر الأول هو معدل الزيادة السنوية في إستهلاك الفرد من الطاقة ومساهمته في الحمل الأقصى وتتبع التغييرات في معدلات الزيادة السنوية في إستهلاك الفرد في ظل الأحوال الإقتصادية السائدة مع تغير دخل الفرد أو تحسين مستوى المعيشة له مثال ذلك إنارة القرى في برنامج كهرباء الريف فإن ذلك يزيد من معدلات الزيادة السنوية في إستهلاك الفرد والعنصر الثاني هو التطور الديموغرافى وتطور الأحوال الإقتصادية والإجتماعية لمجموع المشتركين ويقصد بالتطور الديموغرافى

تطور عدد المشتركين حيث أنه أكثر دلالة من تطور عدد السكان والذى يعتمد على التعداد العام الذي يجرى كل عدة أعوام في حين أن تطور عدد المشتركين يكون محسوساً لدى شركة الكهرباء فور حدوثه ويعتبر تطور متوسط إستهلاك المشترك مؤشراً للمستوى الإجتماعى للمشترك المنزلي ويعتبر أيضاً مؤشر للمستوى الإجتماعى للمنطقة إذ أنه يؤثر على القطاعات التجارية والصناعية المحيطة بالمنطقة ويحسب التنبؤ بإستهلاك الفرد (المشترك) والتنبؤ بالتطور في عدد المشتركين طبقاً لعلاقة رياضية تستنبط من واقع بيانات الماضي وعلى هذا فإن التنبؤ الخاص بعدد المشتركين مضروباً في التنبؤ الخاص بإستهلاك كل مشترك يعطينا التنبؤ الكامل للطاقة والحمل الأقصى في فترة زمنية معينة

(ب-٢) التنبؤ بإستخدام الطرق الإقتصادية (التنبؤ الإيكونومترى)

تعتمد هذه الطريقة على العلاقة بين إستهلاك الطاقة الكهربائية والعوامل الإقتصادية التي تؤثر في هذا الإستهلاك ويعتبر الناتج القومي العام Gross Domestic Production (GDP) هو العامل الإقتصادي الرئيسي الذي يتحكم في هذه العلاقة وكما هو معروف فإن الناتج القومي العام يتأثر ويتغير بالأحوال الإقتصادية الدولية وكذلك الأحوال الإقتصادية المحلية مثل حصيلة الصادرات وميزان المدفوعات للدولة وغيرها من العوامل ويمكن الربط بين الطلب على الكهرباء وأحد العوامل الإقتصادية مثل الدخل القومي أو التعريفة الكهربائية من خلال البيانات التاريخية ويمكن تحقيق هذا الربط بالتحليل الرياضي والتمثيل بالمعادلات مثل طريقة التحليل الإرتدادى (Regression Analysis) ومن خلال العلاقات بين الطلب على الكهرباء والعوامل الإقتصادية المؤثرة عليها يمكن التنبؤ بالطلب على الكهرباء وبالطبع يلزم لإستخدام هذه الطرق بيانات دقيقة عن تطور الدخل القومي أو التعريفة أو التطورات السكانية ليكون التنبؤ بالطلب على الكهرباء واقعياً ويمكن التنبؤ بالطاقة الكهربائية من خلال العلاقة بين المتغيرات الإقتصادية بإستخدام نموذج الارتباط الخطى أو نموذج الارتباط المتعدد

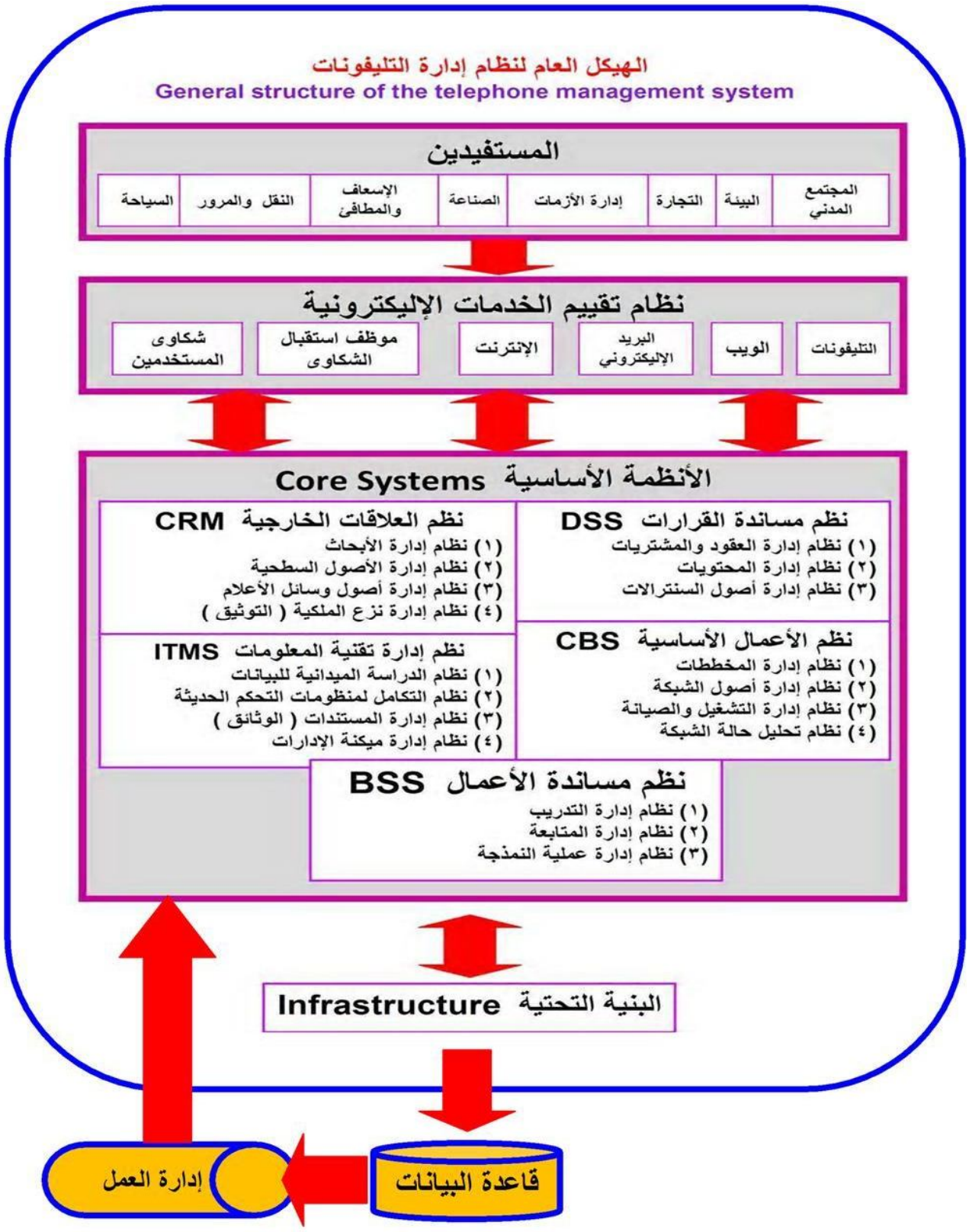
نماذج الارتباط المستخدمة في تطبيق الطرق الإقتصادية	
نموذج الارتباط الخطى	نموذج الإرتباط المتعدد
هو العلاقة التي تربط إستهلاك الطاقة الكهربائية مع أحد العوامل الإقتصادية مثل عدد المشتركين أو عدد السكان أو التعريفة أو الناتج القومي (GDP) كل على حدة بإستخدام التحليل الإرتدادى لإستنباط معادلة رياضية تحتوى متغير واحد ويعبر عن التنبؤ المستقبلي للطاقة الكهربائية	هو العلاقة التي تربط إستهلاك الطاقة الكهربائية مع أكثر من عامل إقتصادى في أن واحد وبإستخدام التحليل الإرتدادى لإستنباط معادلة رياضية تحتوى على عدة متغيرات وتعبر عن التنبؤ المستقبلي للطاقة الكهربائية
المعادلة الرياضية لنموذج الإرتباط الخطى	المعادلة الرياضية لنموذج الإرتباط المتعدد
ويتم تمثيل المعادلة الرياضية لنموذج الإرتباط الخطى بإستخدام كل من العامل الإقتصادي والطاقة الكهربائية حيث يمثل العامل الإقتصادي المتغير المستقل X ويمثل الطاقة المتغيرة عن المستقل Y ويمكن تمثيل المعادلة كالاتى :	يمكن تمثيل المعادلة الرياضية لنموذج الإرتباط المتعدد بإستخدام العوامل الإقتصادية حيث تمثل المتغير المستقل X ويمثل الطاقة الكهربائية المتغير غير المستقل Y ويمكن تمثيل المعادلة كالتالي :
Y=F(X2) Y=F(X1) حيث Y تمثل الطلب على الطاقة الكهربائية X1 تمثل أحد العوامل الإقتصادية (عدد المشتركين) X2 تمثل أحد العوامل الإقتصادية (GDP)	حيث Y تمثل الطلب على الطاقة الكهربائية X1, X2 يمثل كل منهما عاملاً من العوامل الإقتصادية

وحتى يمكن إستنباط علاقة دقيقة بين الناتج القومي العام كعامل إقتصادى وإستهلاك الطاقة الكهربائية يلزم وجود بيانات تاريخية عن فترة ماضية طويلة حتى يمكن تجنب أية تأثيرات عابرة سواء في الإقتصاد المحلى أو الدولي وحتى إذا أمكن تحديد هذه العلاقة بالنسبة للماضي فإنه من الصعب حساب الناتج القومي العام بالنسبة للمستقبل خصوصاً في ظروف دولية أو إقليمية غير مستقرة نسبياً كما أن الناتج القومي العام للدول لا يعتبر بالضرورة مؤشراً للناتج العام لمنطقة من مناطقها

نتائج طرق التنبؤ بالطاقة الكهربائية (جيجا وات ساعة)									
طرق التنبؤ	طرق تاريخية						طرق إقتصادية		
	التوجه التاريخي			استهلاك الفرد			نموذج خطى على عدد المشتركين	نموذج خطى على التعريفة الكهربائية	نموذج متعدد على المشتركين والتعريفة الكهربائية
السنة	منخفض	أساسي	عالي	منخفض	أساسي	عالي			

الجدول رقم (١١) يوضح نتائج التنبؤ بالطاقة الكهربائية لشبكات التوزيع بالمنطقة المستهدفة

(٤/٤/١) نظام إدارة التليفونات (TMS)
Telephone Management System (TMS)
(١/٤/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة التليفونات
General structure of the telephone management system



الشكل رقم (٤٨) يوضح الهيكل العام لنظام إدارة التليفونات

(٢/٤/٤/١) فلسفة نظام إدارة التليفونات Philosophy of system telephone management

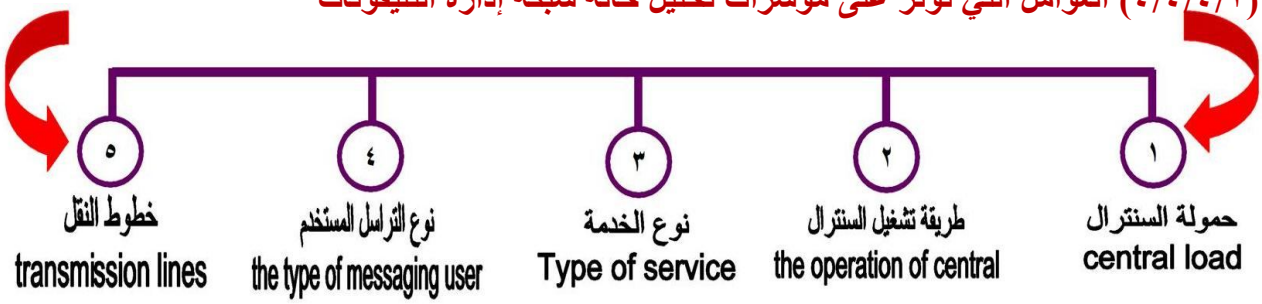
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة والأحمال الخاصة بالتليفونات والتي تشمل (تليفونات المساكن والمحلات التجارية والمنشات الحكومية والنقل والمرور والإسعاف والمطافئ) وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة التليفونات إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي التليفونات والطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة التليفونات ومحتوياتها من شبكة الإنترنت والويب إن التطور التقني و إقامة مشروع الحكومة الإلكترونية لن يؤثر على المدينة تأثيراً ذاتياً مباشراً بل سيؤثر على المدينة من خلال استخدام الأفراد له وبقدر تطور ونجاح استخدام الأفراد لتلك التقنيات الحديثة سيكون مقدار التغير في العمران و المدن من حيث الشكل والنسق والمضمون وكذلك القرارات التخطيطية هي غالباً قرارات سيادية تصدرها المستويات الإدارية العليا في المدينة أو في الإقليم أو الدولة ككل فيجب أيضا أن تستوعب هذه الإدارة تلك التقنيات و أن تستطيع التعامل معها بالسرعة المطلوبة و بالتفاعل المتبادل بينها وبين المواطنين فالأجهزة المرتبطة بالتنمية العمرانية في المدينة مثل البلديات يمكن أن توفر قاعدة بيانات كاملة عن المدينة والأحياء التابعة لها وأن تقوم بتحديثها بصفة مستمرة مع ضرورة ارتباط مستوى الوسائل التقنية المستخدمة بطبيعة المشاكل المحلية و قدرة الأجهزة الإدارية على التعامل مع هذه الوسائل بطريقة فعالة

(٣/٤/٤/١) مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة التليفونات

Indicators analyze the state of the telephone network management

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة والمتابعة
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير كابلات التليفونات ومجالها على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات كابلات التليفونات للمواصفات القياسية
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث قطع به أو إتلاف أو سرقة أو حريق
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة التليفونات
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر (المقياس) عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث قطع الطريق لإصلاح كابلات التليفونات وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الطريق
٧	مؤشر أحمال التليفونات (TLI) Telephone loads Index	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من خطوط التليفونات والإنترنت للتغطية الشاملة
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة التليفونات متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

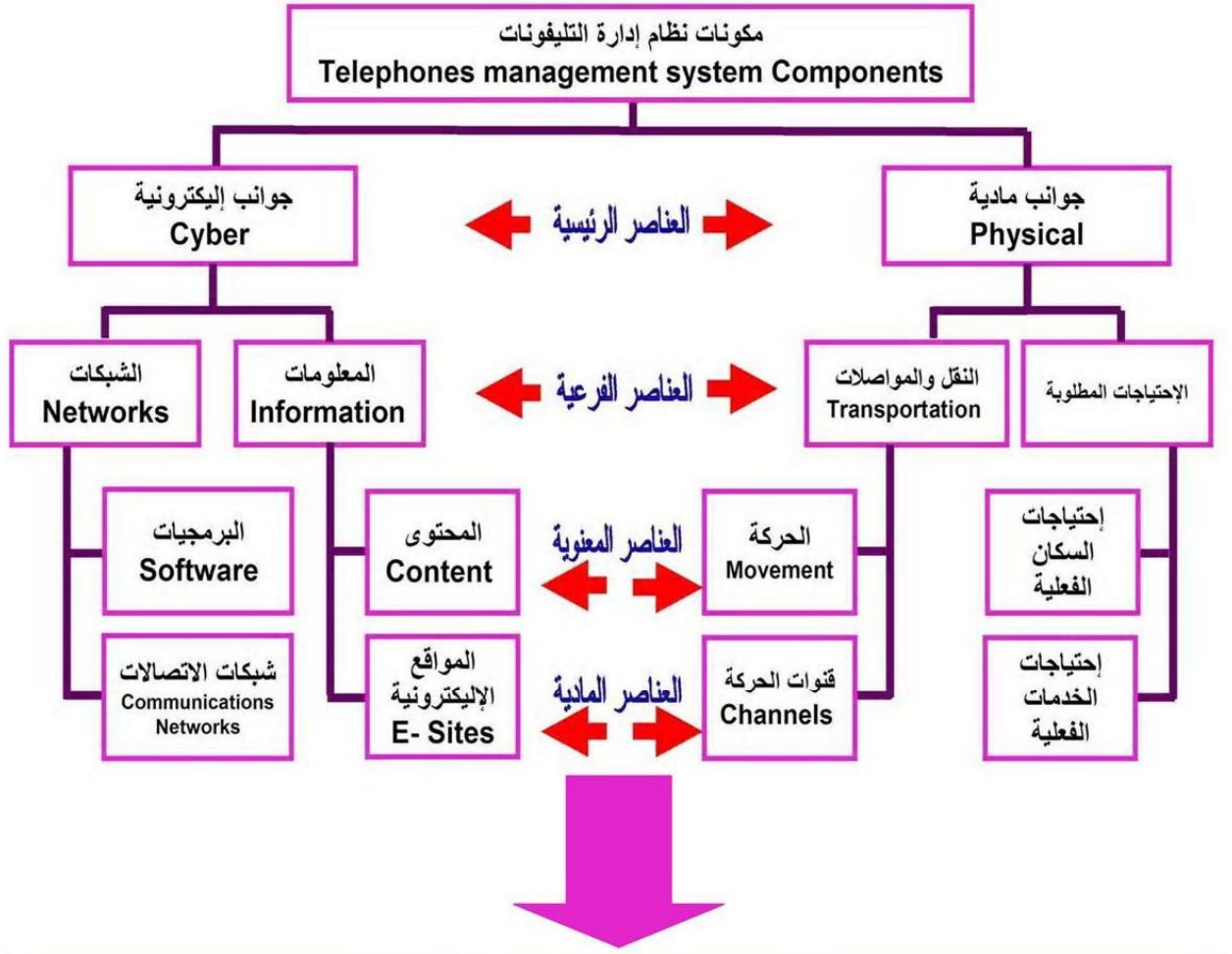
(٤/٤/٤/١) العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة التليفونات



الشكل رقم (٤٩) يوضح العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة التليفونات

(١/٤/٤/٥) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة التليفونات

Overall vision for the integration of systems, telephone network



الأهداف الإستراتيجية لنظام إدارة التليفونات

Telephones management system Strategic objectives

(١) تغيير أنماط الحصول على الخدمات وأنماط أداء الأنشطة الحضرية والإعتماد بشكل كبير على الشبكة الدولية للإتصالات

(٢) تشجيع هجرة المواقع والطرق المزدحمة داخل المدن والسكن في أماكن اقل ازدحاماً خارج المدن وتيسير الإتصال الاليكتروني بالمدينة عبر الشبكة الدولية للإتصالات وممارسة الأنشطة الحياتية الحضرية المختلفة الكترونياً

(٣) التحكم في حركة النقل والمرور الكترونياً

(٤) تخفيف المرور داخل المدن وتقليل عدد الرحلات المادية المخصصة للوصول إلى الخدمات والأنشطة وممارسة الأعمال وتقليل معدلات استهلاك البنزين

(٥) تقليل الإحتياج إلى الطرق الجديدة وتقليل المساحات المخصصة لانتظار السيارات

(٦) حل مشاكل الإختناقات المرورية وعلى الأخص في أوقات الذروة

الشكل رقم (٥٠) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة التليفونات

(١/٤/٤/٦) النظام المتكامل لإدارة شبكة التليفونات

The integrated system for management the telephone network

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات شبكة التليفونات ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكة التليفونات

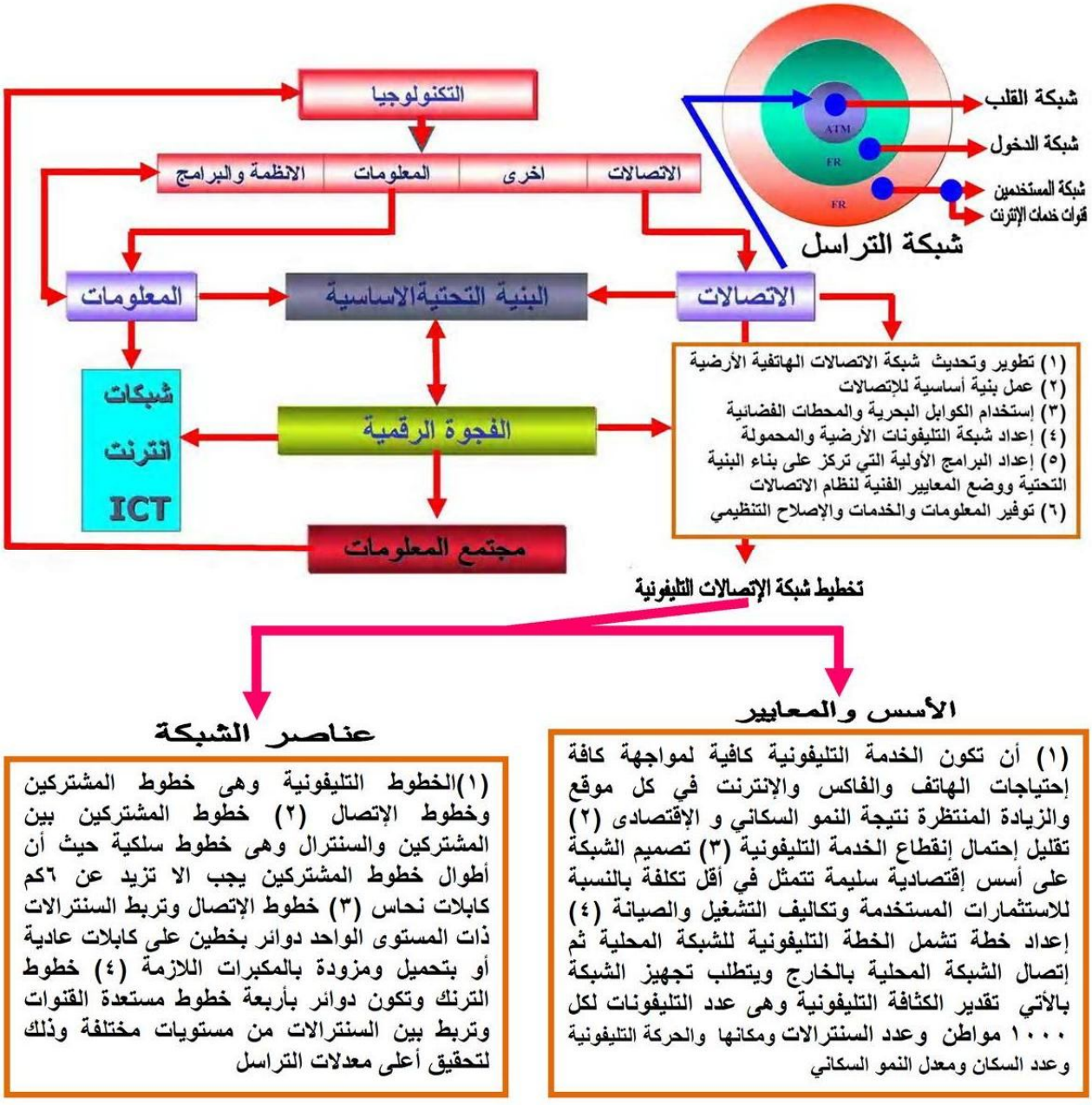
(١/٤/٤//٧) أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة التليفونات

The objectives of the integrated system for management the telephone network

١	توفير الوسيلة المثلي والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكة التليفونات
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكة التليفونات بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع التليفونات ومختلف المهام الموكلة إليها
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات

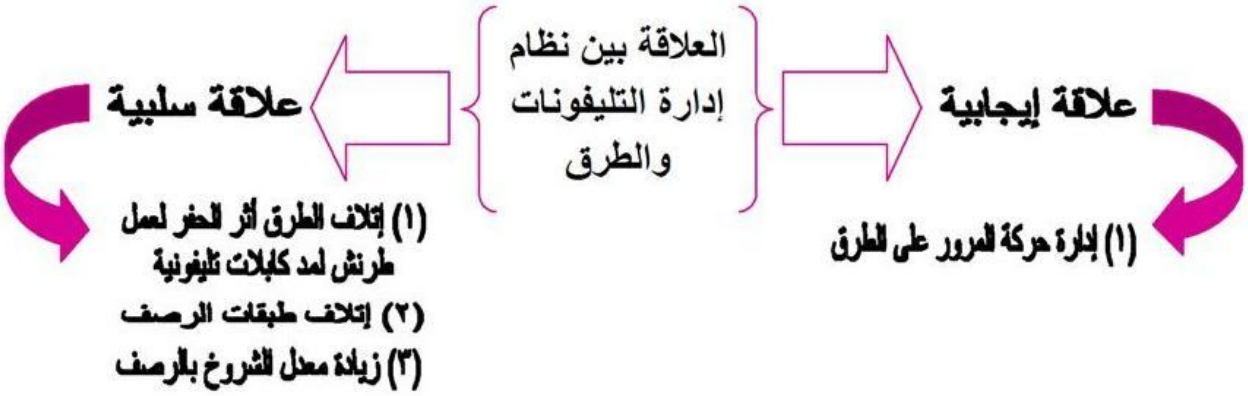
(١/٤/٤/٨) برنامج تنفيذ تكامل (IIP) Integrated Implementation Program
نظام إدارة التليفونات (TMS) Electricity Management System
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة (IMMS) Integrated Maintenance Management System

(أ) المرحلة الأولى مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة التليفونات (مرحلة التأسيس)



الشكل رقم (٥١) يوضح مرحلة التأسيس لنظام إدارة شبكة التليفونات

(١) علاقة نظام إدارة التليفونات بالطرق
Relationship management system of telephone roads



الشكل رقم (٥٢) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة التليفونات والطرق

تلعب شبكة الطرق والنقل دورا هاما في تخطيط المدينة بإعتبارها تمثل شرايين الحركة وتربط استعمالات الأراضي بعضها البعض من خلال شبكة الطرق ويعتبر تخطيط الحركة بالمدينة أحد أهم عناصر التخطيط الناجح على كافة المستويات وتعاني كثير من المدن وخاصة المدن المتضخمة من مشاكل مرورية لها نتائجها البيئية والعمرانية لذلك فمن الموقع أن يكون هناك إنعاكس إيجابي للإتصالات (التليفونات) على تخطيط الطرق والنقل بالمدينة حيث أنه إذا كان كثير من الخدمات والأعمال يمكن أن تتم منزلياً أو على الأقل داخل نطاق مناطق الإسكان فإن ذلك سيؤدي حتماً إلى نقص عدد الرحلات إلى هذه الخدمات علاوة على أن نسبة الأعمال التي تتم بالمساكن في تزايد مستمر مما يوحي بنقص مستمر في حركة المرور بين مناطق السكان ومناطق العمل وعموماً للتطور التقني المعاصر دور كبير في الحفاظ على البيئة من أوجه عديدة فتغير الحاجة للإنتقال عن طريق استخدام الإتصالات والأنظمة الإلكترونية في الخدمات الإلكترونية لن يتبعه مباشرة انخفاض في الطلب على الانتقال بصورة مفاجئة ولكنه يغير من أنماط رحلات الانتقال بالمدينة من رحلات عمل وتعليم بصورة رئيسية إلى رحلات خدمات وترفيه في أوقات متنوعة ولكن من جهة أخرى فإن التكنولوجيا تنتج أيضا المساهمة في التحكم المروري بصورة أفضل مما يساعد على توفير بيئة سليمة مع انتشار الصناعات المعلوماتية حيث أن مفهوم الحكومة الإلكترونية في أبسط صورة يعنى التعاملات التي يمكن أن يجريها المواطن مع الأجهزة الحكومية من خلال وسائل المعلومات و الاتصالات حيث تسمح تلك التقنيات الحديثة للمواطنين و الجهات الحكومية بتبادل المعلومات و إنجاز الأعمال بصورة متكاملة من خلالها حيث إن مشروع الحكومة الإلكترونية ينشأ لكي يقدم الخدمات الحكومية للمواطنين بطريقة مرضية تفي باحتياجاتهم بوسائل يسهل الحصول عليها و استخدامها من خلال شبكة الإنترنت أو التليفونات الثابتة و المحمولة من أي مكان يتواجدون به سواء المساكن أو الأكشاك الإلكترونية في الشوارع والميادين والفراغات العمرانية المختلفة فتقديم الخدمات للمواطن من خلال الحكومة الإلكترونية عبر وسائل المعلومات و الاتصالات المختلفة سوف يحقق كثير من المزايا و الفوائد من أهمها توفير الوقت وتوفير الجهد وأيضا توفير التكلفة نتيجة الحد من رحلات إنتقال المواطنين إلى الوزارات الخدمية بوسط المدينة حيث يمكن إستبدال ذلك برحلات قصيرة جداً إلى مراكز تمثيل تلك الوزارات على مستوى الدولة

(٢) إجراءات وضع الكابلات التليفونية بالأرض وحفر الطرق

(أ) تنظيم الأعمال Organization of work

الحصول على تصاريح بالحفر من الجهة المشرفة على الطريق (مديرية الطرق والنقل) بعد سداد قيمة تكاليف رد الشيء لأصلة والإلتزام بما جاء بنصوص القانون من الحفاظ على حرم الطريق العام وحركة سير المرور أثناء تنفيذ أعمال الحفر

(ب) تنظيم التشغيل Operating Organization

الحفاظ على المرافق الأخرى الموجودة بالطريق أثناء إجراء أعمال الحفر وكذلك إدارة عملية الحفر إداريا مع الإلتزام بوضع العلامات الإرشادية والتحذيرية أثناء إجراء أعمال الحفر والإلتزام بالحفاظ على حركة سير المرور أثناء إجراء أعمال الحفر

(ج) تنفيذ الشروط الفنية لوضع الكابلات

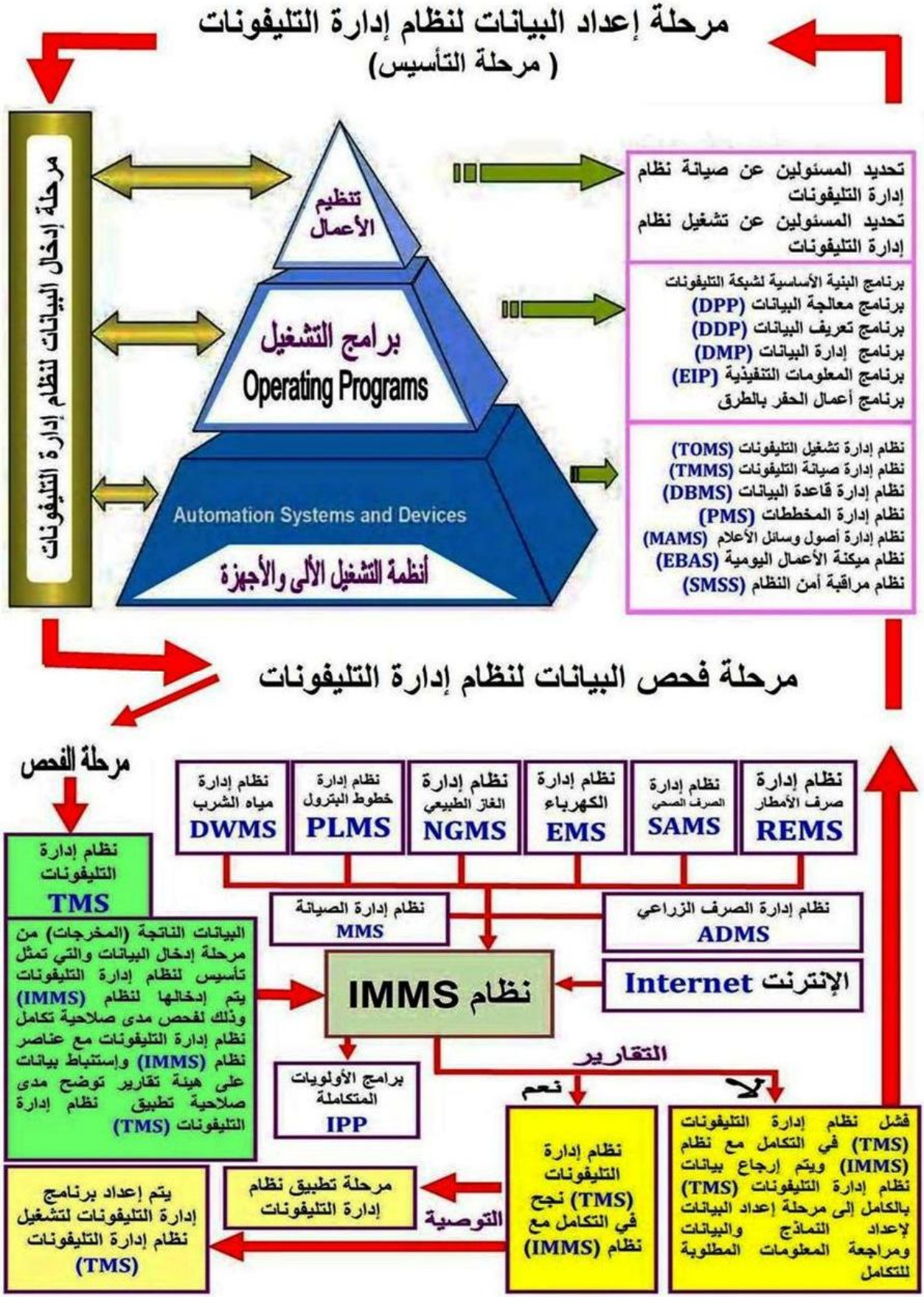
(١) عمق الدفن لا يقل عن ٨٠ سم

(٢) توضع أولا طبقة من الرمل الناعم بسمك ١٠ سم ثم يتم تمديد الكابل فوقها مباشرة ويضاف الرمل مرة أخرى فوق الكابل بعد التمديد حتى نصل إلى إرتفاع ٢٠ سم من عمق الدفن

(٣) توضع قوالب من الطوب على طول مسار الكابل كعلامة إرشادية

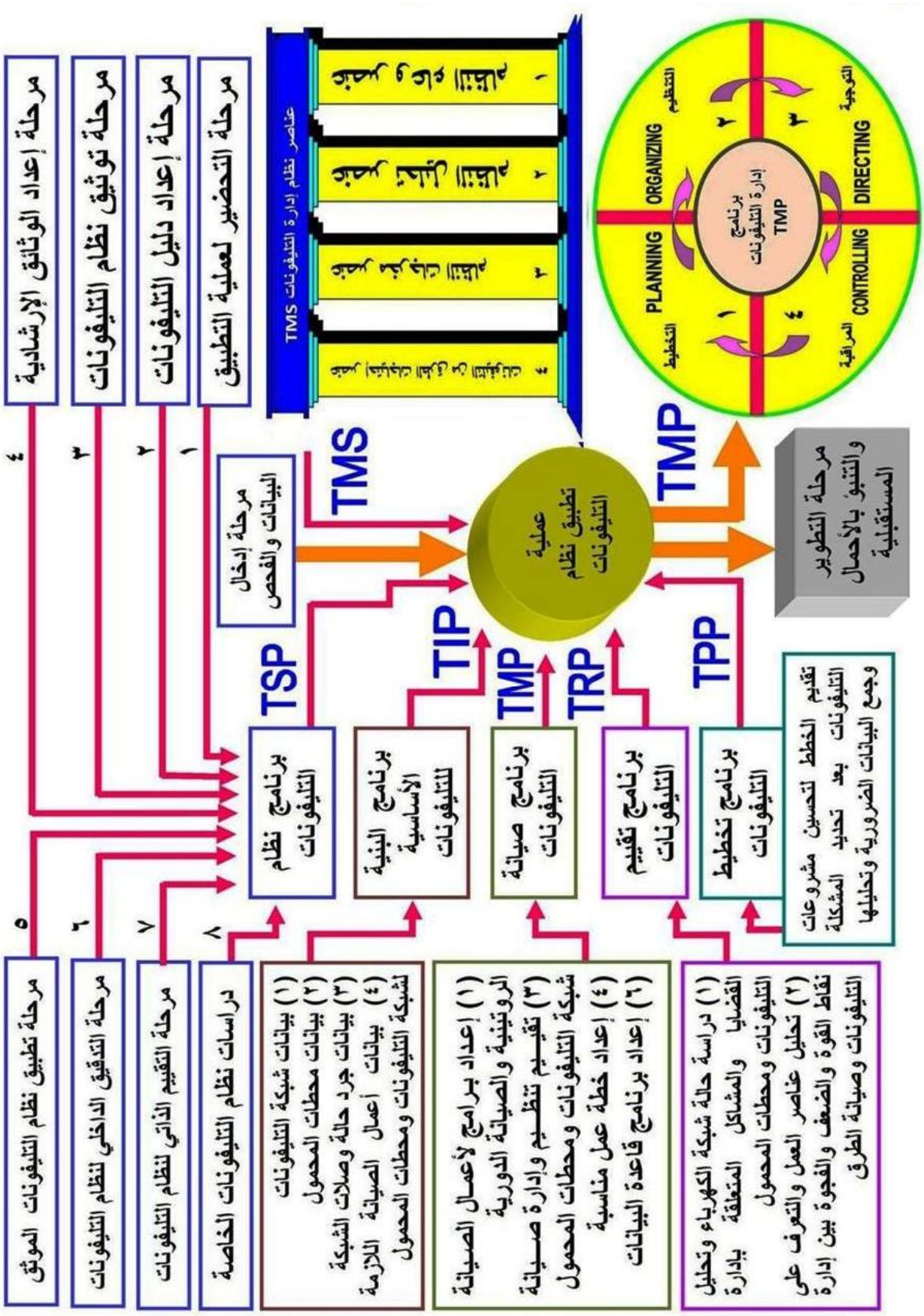
(٤) يوضع الرمال الناعمة النظيفة فوق الطوب حتى مسافة ٢٠ سم من حافة الحفر ثم نضع شريط تحذير أصفر عند هذا العمق وبعد وضع الشريط نستكمل عملية إعادة رد الشيء لأصلة وهى وضع طبقة من السن ومن الأسفلت

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



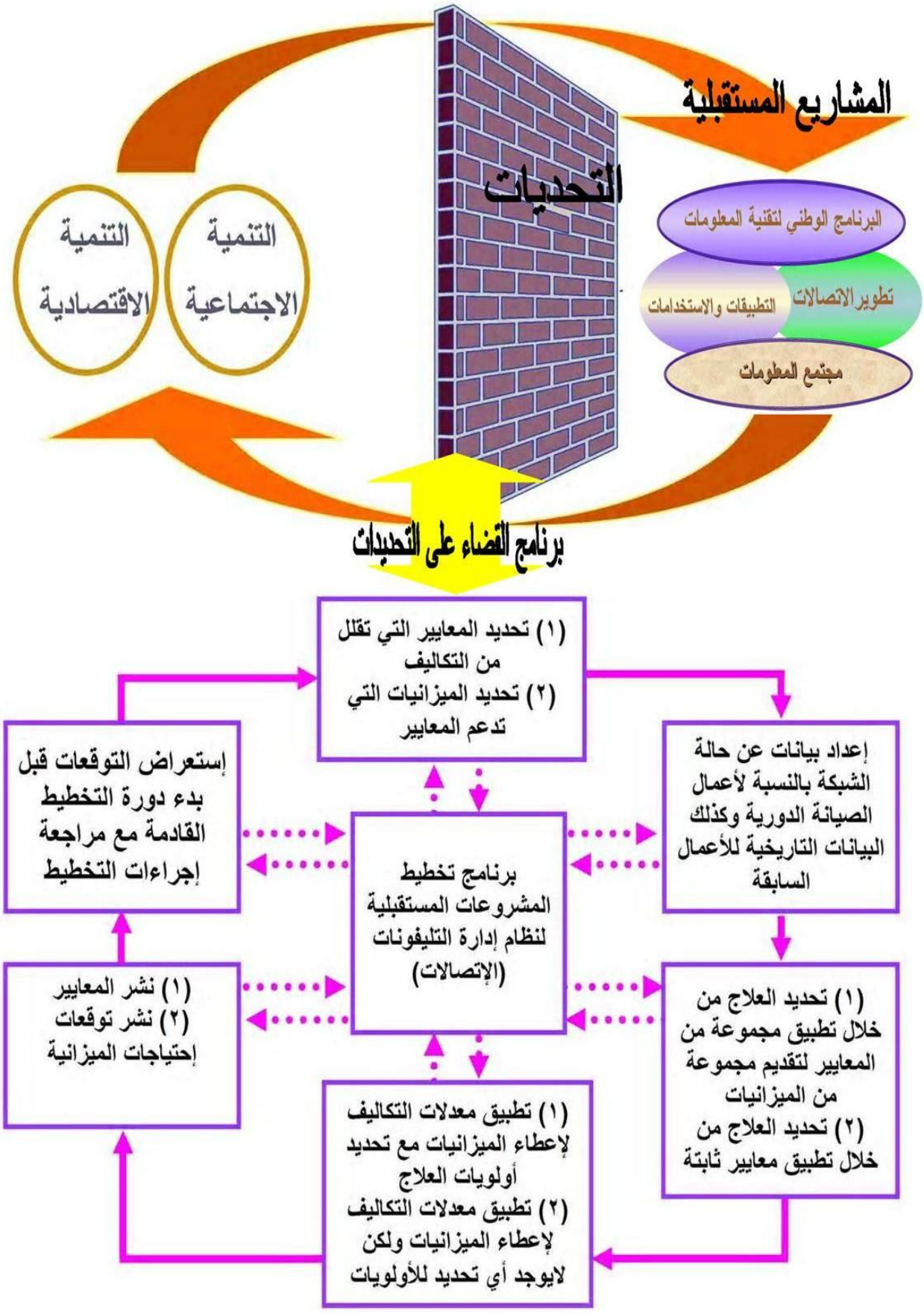
الشكل رقم (٥٣) رسم تخطيطى يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة شبكة التليفونات

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة التليفونات)



الشكل رقم (٥٤) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة شبكة التليفونات

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية)



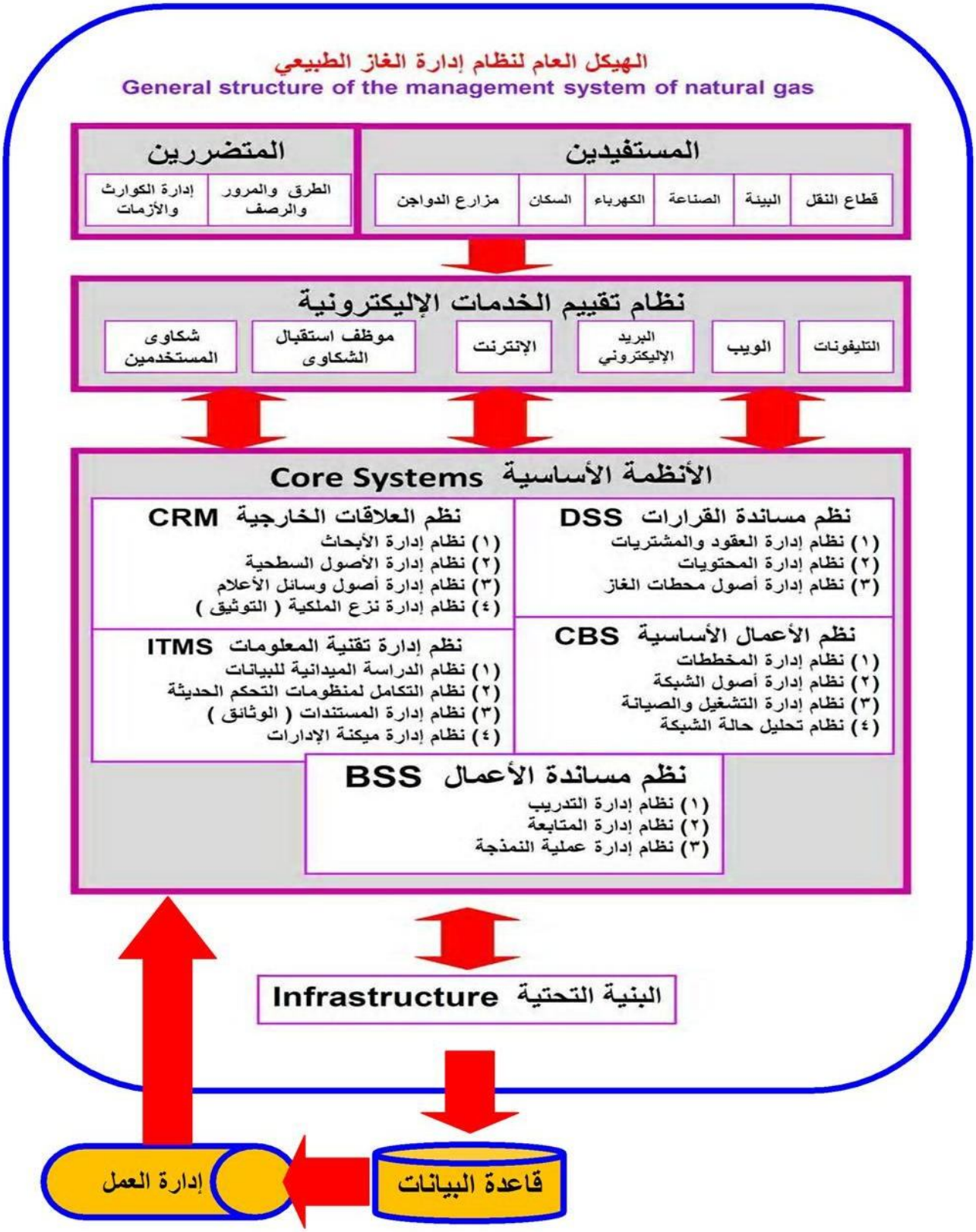
الشكل رقم (٥٥) يوضح التحديات للمشاريع المستقبلية لنظام إدارة شبكة التليفونات

(٥/٤/١) نظام إدارة الغاز الطبيعي (NGMS)

Natural Gas Management System(NGMS)

(١/٥/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة الغاز الطبيعي

General structure of the management system of natural gas



الشكل رقم (٥٦) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الغاز

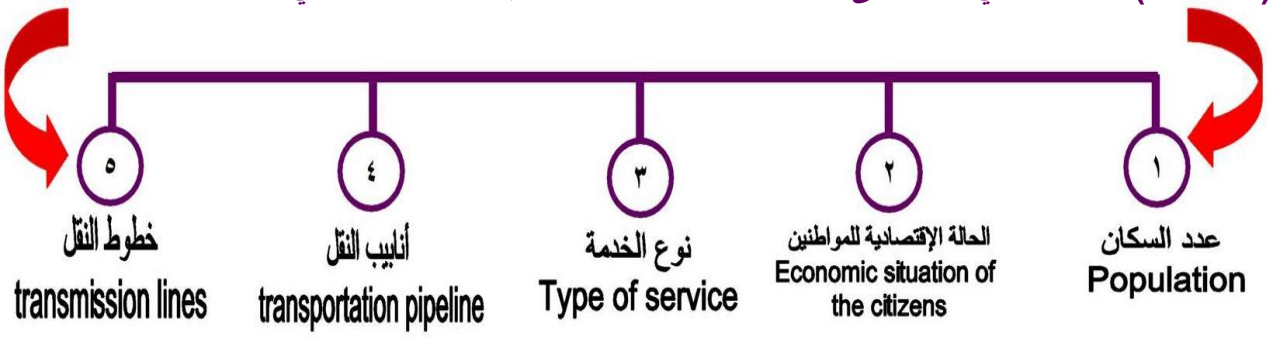
(١/٤/٥/٢) فلسفة نظام إدارة الغاز الطبيعي
Philosophy of natural gas management system

إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة والأحمال الخاصة بالغاز الطبيعي والتي تشمل (تغذية المساكن والمحلات التجارية والمنشات الحكومية والنقل والمصانع وورش الطوب ومزارع الدواجن) وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة الغاز الطبيعي إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الغاز الطبيعي والطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة الغاز الطبيعي ومحتوياتها من أنابيب التوزيع الرئيسية وأنابيب التوزيع الفرعية

(١/٤/٥/٣) مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الغاز الطبيعي
Indicators analyze the state of network management of natural gas

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة والمتابعة
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير أنابيب الغاز الطبيعي ومجالها على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات أنابيب الغاز الطبيعي للمواصفات القياسية
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث إتلاف أو سرقة أو حريق
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة الغاز الطبيعي
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر (المقياس) عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث قطع الطريق لإصلاح أنابيب الغاز الطبيعي وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الطريق
٧	مؤشر أحمال الغاز الطبيعي (NGLI) Natural gas loads Index	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من أنابيب الغاز الطبيعي للتغطية الشاملة
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة الغاز الطبيعي متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

(١/٤/٥/٤) العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الغاز الطبيعي



الشكل رقم (٥٧) يوضح العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة الغاز الطبيعي

(٥/٥/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة الغاز الطبيعي
Overall vision for the integration of systems natural gas network

إن التطور في إستخدام الغاز الطبيعي لن يؤثر على المدينة تأثيراً ذاتياً مباشراً بل سيؤثر على المدينة من خلال استخدام الأفراد له وبقدر تطور ونجاح استخدام الأفراد لتلك التقنيات الحديثة سيكون مقدار التغير في العمران و المدن من حيث الشكل والنسق والمضمون وكذلك القرارات التخطيطية هي غالباً قرارات سيادية تصدرها المستويات الإدارية العليا في المدينة أو في الإقليم أو الدولة ككل فيجب أيضا أن تستوعب هذه الإدارة تلك التقنيات و أن تستطيع التعامل معها بالسرعة المطلوبة و بالتفاعل المتبادل بينها وبين المواطنين فالأجهزة المرتبطة بالتنمية العمرانية في المدينة مثل البلديات يمكن أن توفر قاعدة بيانات كاملة عن المدينة والأحياء التابعة لها وأن تقوم بتحديثها بصفة مستمرة مع ضرورة ارتباط مستوى الوسائل التقنية المستخدمة بطبيعة المشاكل المحلية و قدرة الأجهزة الإدارية على التعامل مع هذه الوسائل بطريقة فعالة ويتم نقل الغاز الطبيعي من خلال أنابيب النقل الرئيسية التي يتراوح ضغط الغاز فيها مابين (٣٠-٧٠ بار) وتغذى أنابيب النقل الرئيسية محطات خفض الضغط التي تقع بطبيعة الحال على حدود المدن المخدومة لخفض الضغط إلى (٤-٧بار) قبل أن يدخل الغاز إلى شبكة المدينة ويتم تزويد محطات خفض الغاز التي تغذى شبكات التوزيع الموصلة بالمناطق السكنية بمواد فواحة بمادة الرائحة لأسباب تتعلق بالسلامة وكذلك لأن الغاز الطبيعي ليس له رائحة وتساعد الروائح الفواحة قاطني المناطق السكنية في إكتشاف تسرب الغاز

الشكل رقم (٥٨) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة الغاز الطبيعي

(٦/٥/٤/١) النظام المتكامل لإدارة شبكة الغاز الطبيعي

Integrated system for the management the natural gas network

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات شبكة الغاز الطبيعي ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكة الغاز الطبيعي وتقييم القدرة المؤسسية للجهة المنفذة للمشروع والتوصية بإجراءات بناء القدرات وتقييم الإرشادات البيئية وإرشادات السلامة المطبقة على أنشطة توصيل الغاز الطبيعي وإعداد إطار بيئي و إجتماعي للإدارة والمتابعة لتخفيف حدة الآثار السلبية المحتملة وإستخدام أكواد السلامة ومعايير التشغيل التي تستخدمها شركات الغاز

(٧/٥/٤/١) أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة الغاز الطبيعي

The objectives of the integrated system for the management the natural gas network

١	توفير الوسيلة المثلي والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكة الغاز الطبيعي
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكة الغاز الطبيعي بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع الغاز الطبيعي ومختلف المهام الموكلة إليها
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات
٧	تقييم آثار المشروع البيئية والإجتماعية المحتملة في مناطق تنفيذ المشروع
٨	مقارنة التأثيرات فيما يتعلق بالاشتراطات والإرشادات القومية والدولية ذات الصلة

(٨/٥/٤/١) برنامج تنفيذ تكامل (IIP) Integrated Implementation Program
نظام إدارة الغاز الطبيعي (NGMS) Natural Gas Management System
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة (IMMS) Integrated Maintenance Management System
(أ) المرحلة الأولى (مرحلة التأسيس)

(١) مرحلة التخطيط

في هذه المرحلة يتم دراسة الموقع المراد العمل به وإعداد الدراسات اللازمة عن هذا الموقع وتحديد تكاليف إنشاء وتنفيذ المشروع ومصادر التمويل والجهة المسئولة عن أعمال البنية التحتية وكذلك يتم الحصول على خرائط دقيقة عن المناطق التي يتم تغطيتها لجمع معلومات كافية بهدف الوصول إلى التصميم الأمثل للنظام وقد يتم إجراء أعمال المسح لبعض المواقع التي لا تتضمن خرائطها أحدث التطورات ويتم الحصول من الجهات المختلفة على مسارات وأعماق البنية التحتية القائمة (خطوط المياه وخطوط الصرف الصحي وخطوط الإتصالات وكابلات الكهرباء) ومع هذا فإن هناك بعض الحالات التي لا تتوافر لها خرائط دقيقة للبنية التحتية وفى هذه الحالة يتم القيام بحفر مجسات يدوية لتحديد موقع المواسير تحت الأرض وكذلك الأمر بالنسبة لمعظم البنية التحتية تحت الأرض المجهولة المعالم والموقع يستلزم عمل الجسات بالحفر اليدوي لتجنب إتلاف مواسير البنية التحتية

(٢) مرحلة التصميم

في هذه المرحلة يتم إعداد البرنامج الزمني للتنفيذ وإعداد الخرائط المعلوماتية ومراجعة تصميم المشروعات ويستغرق البرنامج الزمني لإنشاء خط الغاز ومد أنابيب بطول ٣٥٠ - ٤٠٠ متر الأعمال التالية والمدة الزمنية لتنفيذ هذه الأعمال

م	نوع الأعمال التي سيتم تنفيذها	المدة الزمنية
١	الحفر وأعمال اللحام فوق الأرض	٤ ساعات
٢	تثبيت المواسير وربطها باللحام	١١ ساعة
٣	الردم والدك بالرمال النظيفة الخالية من الشوائب والمواد العضوية	٣ ساعات
٤	الردم بالزلط والصخور لتكوين قاعدة الطريق	١ ساعة
٥	وضع طبقة الأسفلت لإعادة رد الشيء لأصلة للطريق العام	٤ ساعات

(٣) مرحلة التجهيز

تجهيز المعدات والمواد والعمال بعد تصميم الشبكة يلتزم المقاول بإعداد خطة لإنشاء الخطوط ويعمل المقاول على تجهيز آلات وتشمل (آلات الحفر مثل آلة حفر الترنشات وأنفاق الأنابيب وحفارات خلفية ومطارق هوائية ولوادر وأعمدة رفع وأدوات يدوية وآلات الإصلاح مثل آلات الدك وآلات فرش طبقات الأسفلت وخلاطات الخرسانة وسيارة ببك أب) والأدوات وتشمل (الأنابيب والمحابس والأكواع ومواد التغطية) اللازمة للإنشاء ويلتزم المقاول بتخزين المواد وتشمل (الرمال ومواد

الردم) والمعدات في القطاع الجاري العمل به وينبغي أن يحصل هذا الموقع على موافقة السلطة المحلية المختصة ثم يتم تجهيز وإعداد الموقع وحفره وقبل البدء في أعمال الحفر يتم تحديد مسارات الأنابيب ووضع العلامات عليها في الموقع وتبدأ أعمال الحفر بإزالة طبقة الأسفلت بإستخدام (١) حفار الترنشات الألى و إزالة الكسر الناتج وطبقة الزلط والصخور القاعدية أو (٢) مطرقة الحفر الهوائية و إزالة طبقات الطريق بواسطة الحفار ويتم حفر تربة قاعدة الطريق تحت الأسفلت والزلط مباشرتاً سواء بإستخدام حفار أو بواسطة الحفر اليدوي ويتميز الحفر اليدوي بالتقليل من مخاطر كسر أنابيب المياه أو الصرف الصحي أو الكهرباء أو الإتصالات التي لا تظهر على الخريطة وعادة يصل عرض حفرة أنابيب البولي إيثلين ٠.٤ – ٠.٦ متراً بينما يصل عمقها إلى ١.٥ متر ويعتمد هذا على قطر الماسورة أما أنابيب الصلب فيبلغ عرض الترنش ٠.٦ – ٠.٨ متراً بالعمق نفسه ويعتمد هذا أيضاً على قطر الأنابيب وبعد ذلك يتم تحميل الأسفلت المكسور ومواد المخلفات الأخرى الناتجة عن أعمال الحفر بالتربة أثناء الحفر على سيارة نقل إلى أماكن التخلص من المخلفات

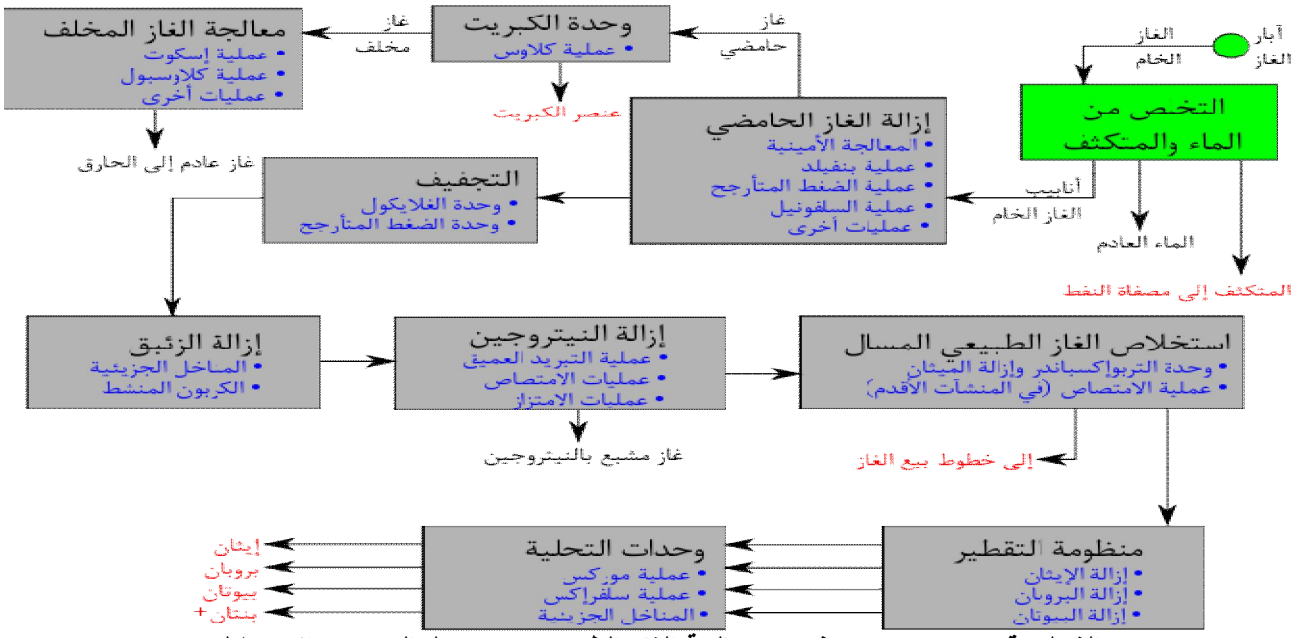
(٤) مرحلة التنفيذ

(١) يتم دفن الأنابيب وأثناء أعمال الحفر تتم أعمال لحام قطاعات الأنابيب فوق الأرض ويجب تثبيت الأنابيب التي تم لحامها داخل الترنش فور حفره ثم إجراء لحام الأنابيب المتبقية ثم توصيلها بالأنابيب التي تم وضعها في الترنش من قبل ولابد أن تتم حماية أنابيب الصلب من الظروف المحيطة المعاكسة بطلائها بطلاء عازل (برايمر) وتوصيلها بقطب موجب لحمايتها من الشحنات السالبة (توصيلها بالأرضي السالب) ثم بعد ذلك يتم الردم وإصلاح الشوارع ويجب أن تحاط أنابيب الغاز الطبيعي برمال لتمتص تأثير الأحمال على الطرق وبعد الإنتهاء من وضع الأنابيب وأعمال اللحام يتم ردم الترنش بالرمال سواء باللودر أويدوياً ويجب دك الرمال جيداً في الترنش لتجنب هبوط تربة الطريق وما قد يحدث من تشققات نتيجة لذلك ويجب أن يتم إنشاء خطوط الغاز الطبيعي بأسرع ما يمكن لتجنب الزحام المروري

(٥) مرحلة التشغيل (التوصيلات)

ويتم ذلك بعد إختبار الخط ويتطلب عند تركيب الوصلات إلى المنازل أعمال حفر وتكون عمودية على الطريق مما يتطلب هذا إغلاق الطريق في حالة الشوارع الصغيرة التي يوجد لها بدائل موازية أو الحفر على مراحل في حالة الطرق الرئيسية أو الشوارع الصغيرة التي ليس لديها بدائل موازية وبالنسبة لجميع الأنابيب التي يتم إستخدامها في التوصيلات تكون من الصلب وجزء الأنابيب المدفون تحت الأرض يكون محمى عادة أما الأجزاء الواقعة فوق الأرض فتتم حمايتها بطلائها فقط أعمال الإنشاء لمحطات خفض الضغط والمنظمات ومتابعة تنفيذ المشروعات المدنية مثل محطات تخفيض الضغط ضبط و معايرة وإصلاح عدادات الغاز المنزلية والتجارية والعدادات التوربينية ومنظمات الشبكات ومنظمات العدادات وخراطيم أجهزة الطهي الخاصة باستهلاك الغاز الطبيعي للعملاء وأجهزة القياس الخاصة بمحطات الغاز الطبيعي ومصححات الحجم للعدادات التوربينية الخاصة بكبار العملاء ومحطات تموين السيارات عمل كشف دوري على خطوط الغاز الرئيسية بمناطق الغاز الطبيعي باستخدام جهاز كاشف الميثان (optical methane detector)

مخطط يوضح كيف تتم معالجة الغاز الطبيعي حتى يصل إلى سوق الاستهلاك



الشكل رقم (٥٩) يوضح كيف تتم معالجة الغاز الطبيعي حتى يصل إلى سوق الاستهلاك

(٦) علاقة نظام إدارة الغاز الطبيعي بالطرق

Relationship management system means natural gas

الشكل رقم (٦٠) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة الغاز الطبيعي والطرق

(١) خفض التدفق المروري

من المتوقع أن يؤدى تركيب شبكة الغاز الطبيعي إلى إعاقة عمليات المرور خلال مرحلة الإنشاء حيث يستلزم الإنشاء إما تضييق الشوارع الرئيسية أو أعمال الحفر الجانبية بطول الشارع وفى كلتا الحالتين ينتج عن ذلك مستويات مختلفة من الآثار على شبكة الطرق الرئيسية ويؤدى تضييق الشوارع إلى تقليل عدد الحارات المرورية المتاحة اللازمة لانسياب حركة المرور كما سيمنع إيقاف السيارات على جانبي الشوارع مما سيؤدى إلى تقليل عرض الحارة اليمنى إما جزئياً أو كلياً وفى كلتا الحالتين سيجنب المرور موقع الإنشاء ويزحف على الحارات المجاورة

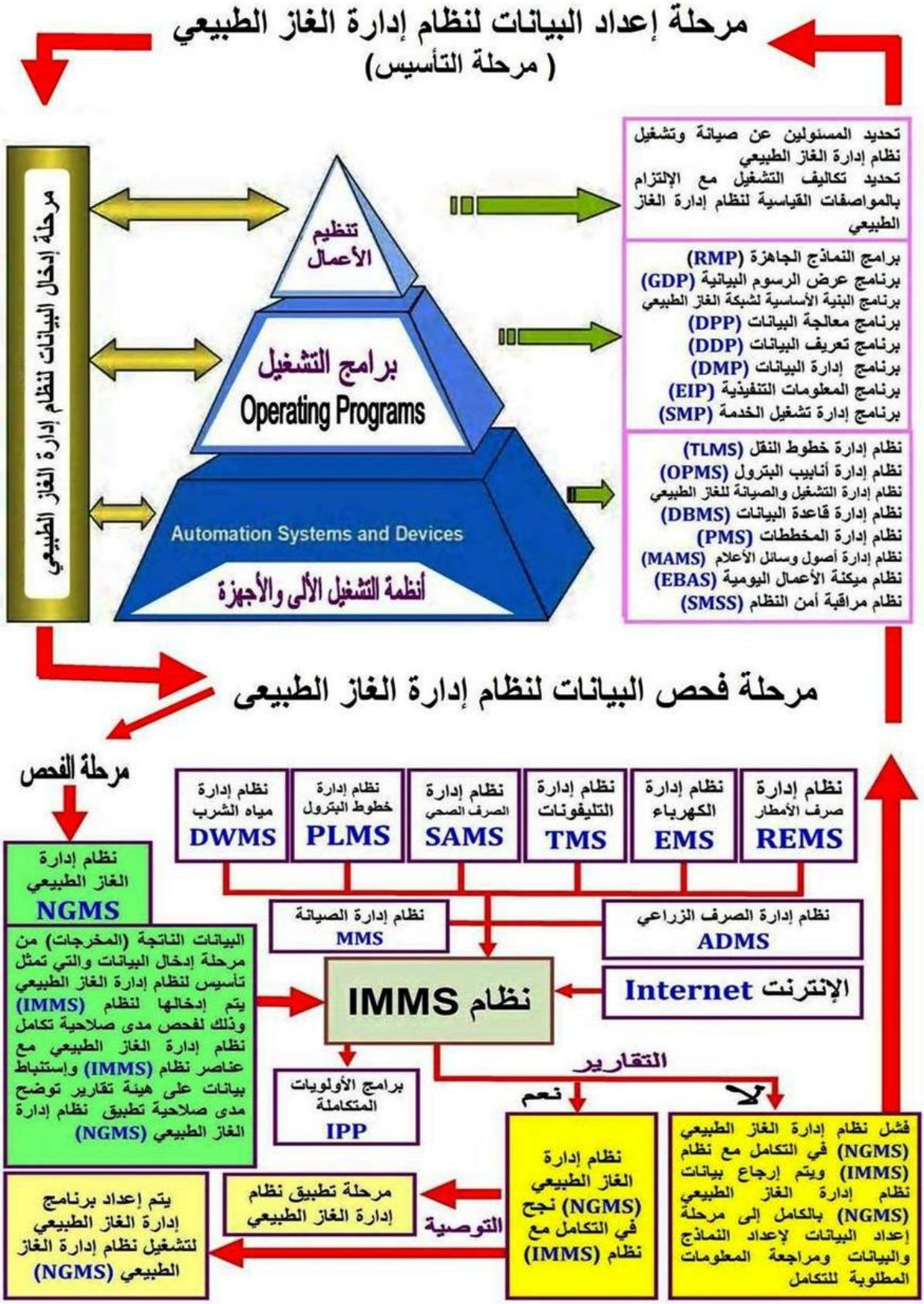
(٢) التأثير على شبكة الطرق الفرعية

واقع الأمر شبكة الطرق الفرعية تستوعب أعلى قدر من الحمل المروري في شبكة الطرق على سبيل المثال في القاهرة الكبرى بطبيعة الحال النتائج المباشرة لأعمال الإنشاءات ستكون تقليل سرعة السيارات على هذه الطرق وعلى الرغم من صعوبة حساب هذا الأثر كمياً دون دراسة تفصيلية فيمكن حسابه تقريباً بإستخدام عدد إفتراضى أقل من الحارات فعلى سبيل المثال إذا تمت أعمال الإنشاء بشارع جسر السويس فمن المتصور أن تقل سعة الشارع بحوالي ٢٥% كحد أدنى مما يقلل نسبة الحجم إلى السعة إلى ٠.٩٣ أي تقليل السعة الاستيعابية للشارع ويمكن تطبيق ذلك بالمثل على الشوارع الأخرى المتبقية والاستنتاج العام هو أن الخدمة ستقل مستوى واحداً على الأقل ومن المتوقع أن يؤدى الحفر الجانبي بطول الشارع إلى أثر مماثل ولكن في قطاع واحد من الطريق ويتطلب هذا الأسلوب في الإنشاء غلق إحدى الحارات أو أكثر عند نقطة ما من الطريق من أجل وضع الشبكة ويمكن تنفيذ ذلك خلال فترات غير الذروة ويفضل أثناء الليل حيث تكون الحركة المرورية في أدنى معدلاتها ثم إعادة قطاع الطريق إلى وضعة الأصلي خلال أوقات النهار لتوفير الظروف الملائمة للحركة المرورية العادية مما يؤدى إلى حدوث أقل تأثير نتيجة تقليل عدد الحارات بالإضافة إلى ذلك فمع إقتراب سائقي السيارات من موقع الإنشاء سيحاولون تغيير حاراتهم قبل الموقع وتعديل سرعاتهم لتتوافق مع سرعات الحارات المجاورة وتكون هذه المناورات سهلة عندما يكون الحمل المروري منخفضاً خلال ساعات الليل لذا فإن أنسب وقت يمكن إختياره هو من منتصف الليل وحتى الساعة السادسة صباحاً وكما أوضحنا فإن كلا الأسلوبين في الإنشاء سيؤديان إلى إعاقة المرور وتقليل سرعة السيارات ويعتمد التأثير على سيولة المرور على الأحمال المرورية خلال ساعات النهار والذروة وعلى التقاطعات بالطرق

(٣) التأثير على شبكة الشوارع الداخلية

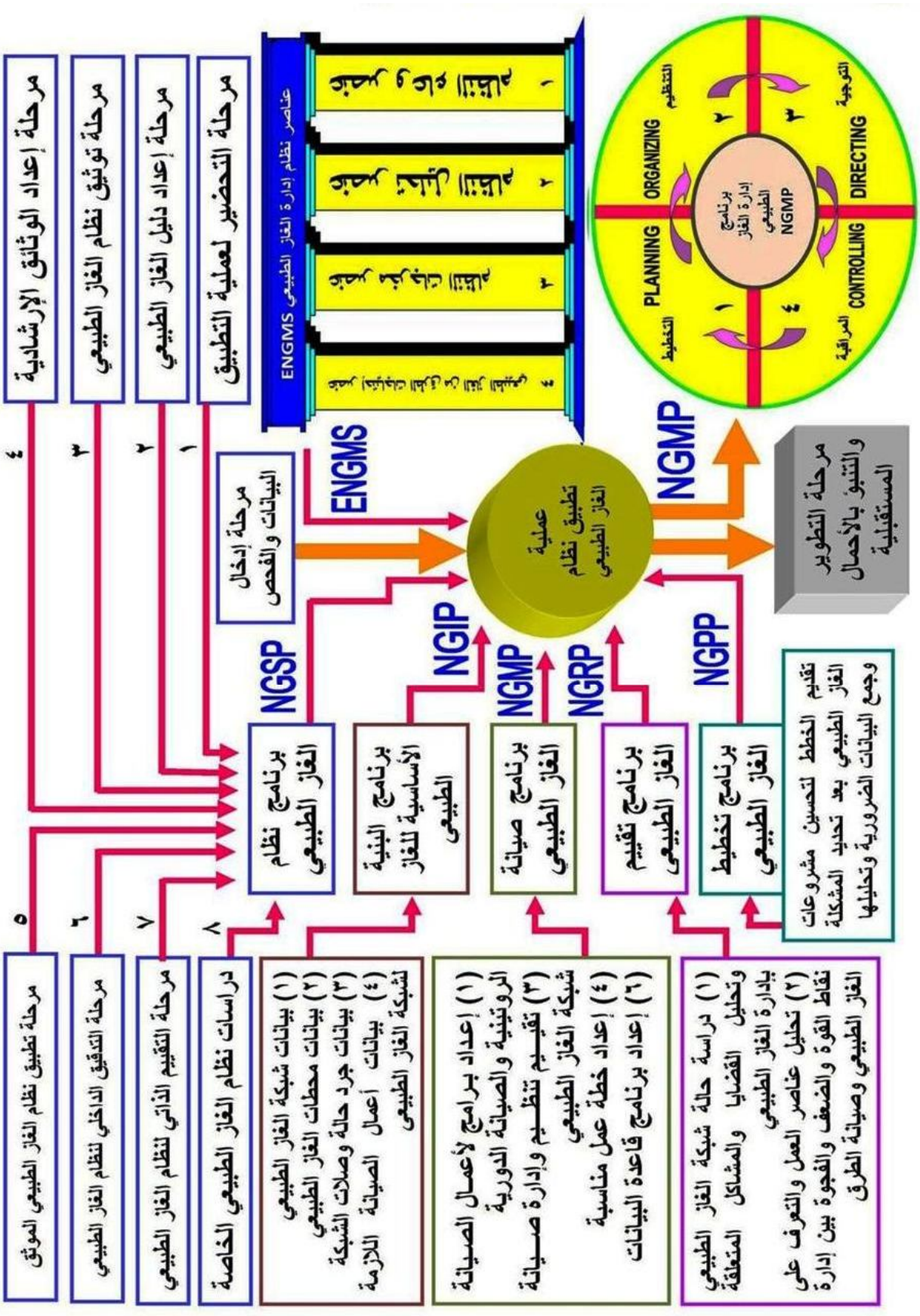
بحسب طبيعتها فإن شبكة الشوارع الداخلية بها أدنى معدلات التدفق المروري حيث ينخفض متوسط سرعة السيارات بها إلى ١٥ـ ٢٠ كم / ساعة وتكون طبيعة إعاقة المرور بها نتيجة أعمال الإنشاءات مختلفة عن الطرق الجانبية فهي شوارع ضيقة الاتساع أي أن الحفر الطولي بها سيعنى إنسداد المرور تماماً في أحد الاتجاهين أي إن المرور في الاتجاهين سيستخدم حارة واحدة فقط مما سيؤدى إلى سد الشارع تماماً في حالة محاولة سيارتين المرور في الاتجاهين المعاكسين في نفس الوقت لذا يعتمد مستوى الخدمة في هذه الحالة على رؤية كل سائق لأفضل طريقة لتجنب إنسداد الشارع وعلى أية حال لا نتوقع إلا تأثيرا بسيطاً على شبكة الشوارع الداخلية نتيجة لانخفاض الحمل المروري والسرعات بها

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



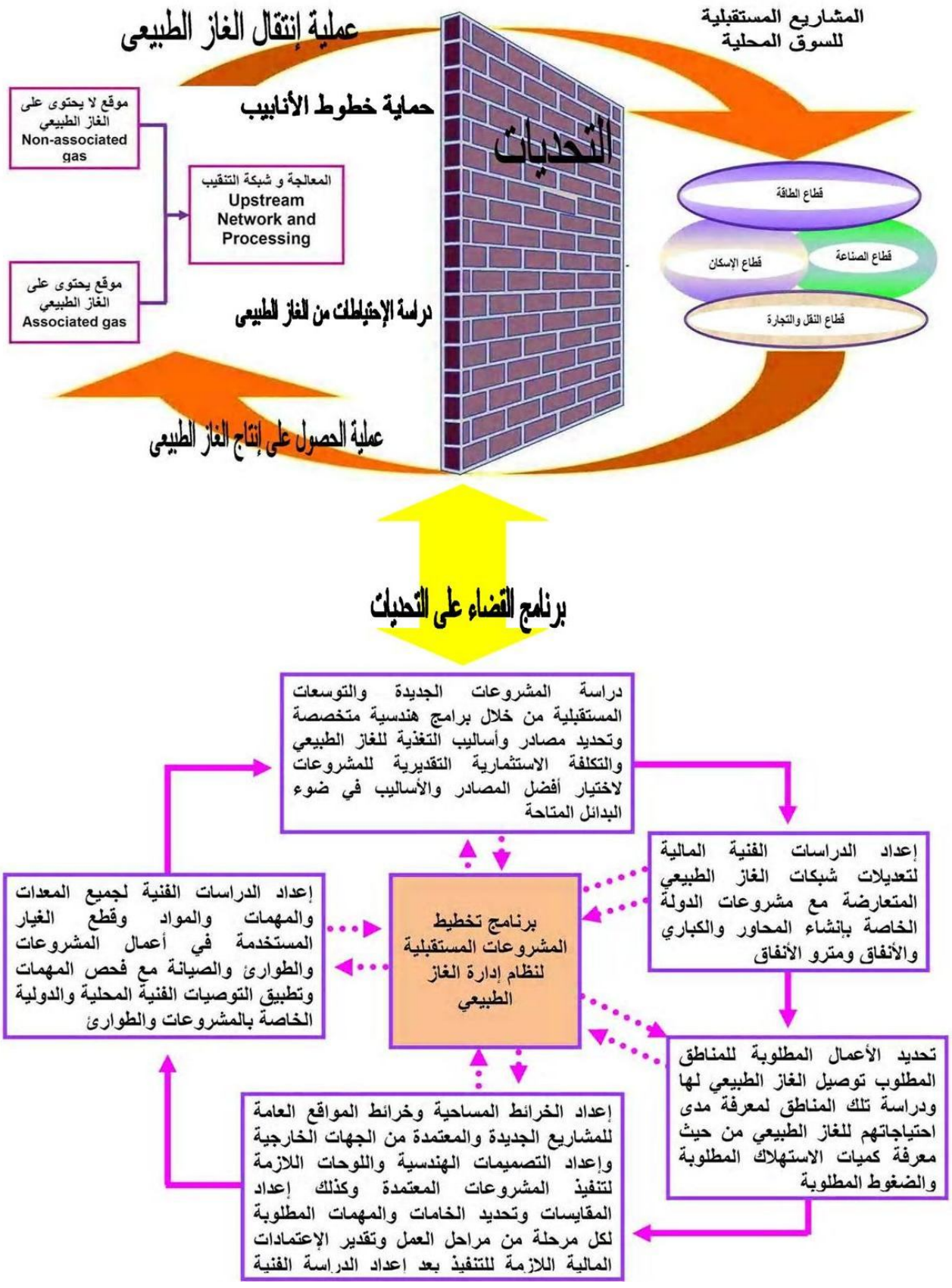
الشكل رقم (٦١) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الغاز الطبيعي

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة الغاز الطبيعي)



الشكل رقم (٦٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الغاز الطبيعي

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية)



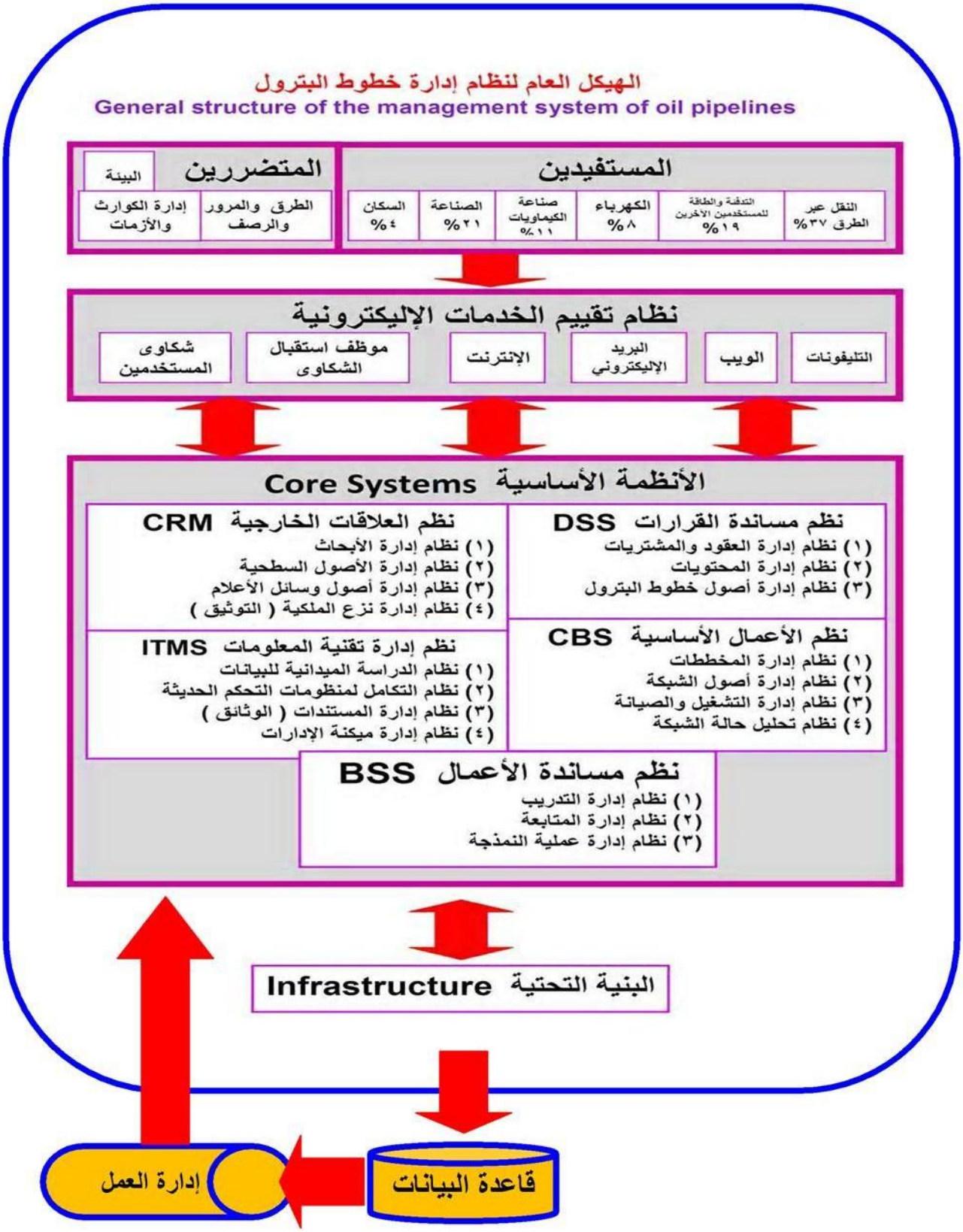
الشكل رقم (٦٣) يوضح التحديات للمشاريع المستقبلية لنظام إدارة شبكة الغاز الطبيعي

(٦/٤/١) نظام إدارة خطوط البترول (PLMS)

Petroleum Lines Management System (PLMS)

(١/٦/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة خطوط البترول

General structure of the management system of oil Pipelines



الشكل رقم (٦٤) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة خطوط البترول

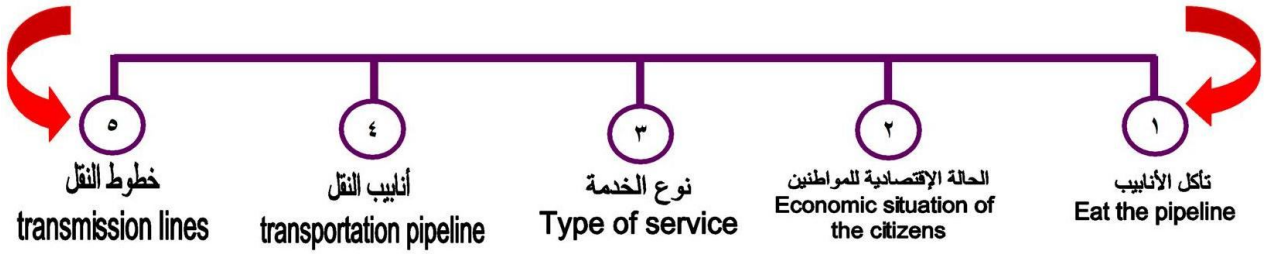
(١/٤/٦/٢) فلسفة نظام إدارة خطوط البترول
Philosophy of management system of oil pipelines

إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة والأحمال الخاصة بخطوط البترول والتي تشمل (معظم المنتجات البترولية) وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة خطوط البترول إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي خطوط البترول والطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة خطوط البترول ومحتوياتها من أنابيب التوزيع الرئيسية وأنابيب التوزيع الفرعية

(٢/٤/٦/٢) مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة خطوط البترول
Indicators analyze the state of network management of oil pipelines

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة والمتابعة
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير خطوط البترول ومجالها على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات خطوط البترول للمواصفات القياسية
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث إتلاف أو سرقة أو حريق
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة خطوط البترول
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر (المقياس) عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث قطع الطريق لإصلاح خطوط البترول وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الطريق
٧	مؤشر أحمال خطوط البترول (POLI) Pipelines Oil Loads Index	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من خطوط البترول للتغطية الشاملة
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة خطوط البترول متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

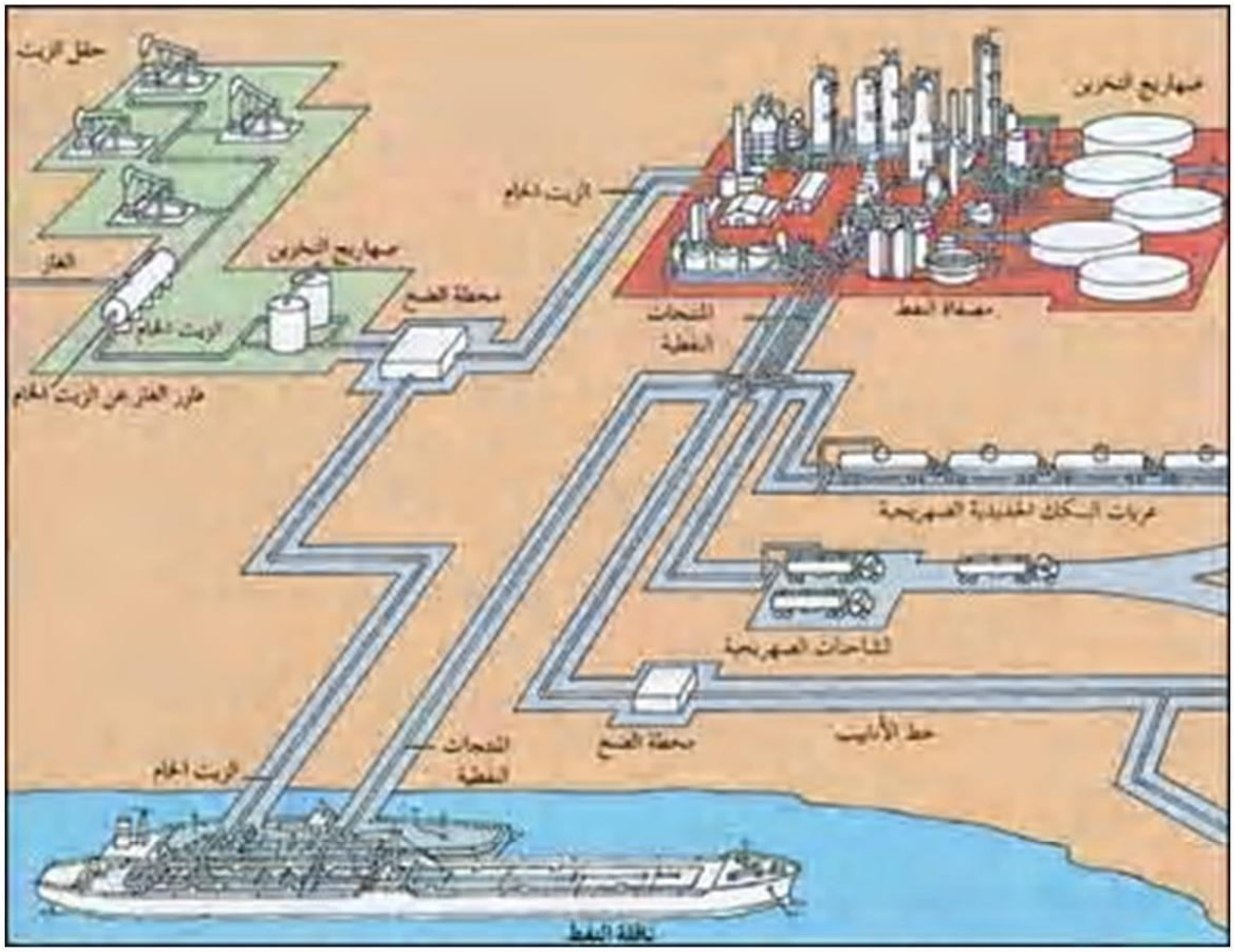
(٣/٤/٦/٢) العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة خطوط البترول



الشكل رقم (٦٥) يوضح العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة إدارة خطوط البترول

(٥/٦/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة خطوط البترول

Overall vision for the integration of systems, network oil pipelines



بعد أن يصل الزيت الخام إلى السطح يفصل الغاز الطبيعي عن الزيت ثم يرسل إلى معمل المعالجة أو مباشرة إلى المستهلكين. ويزال الماء والرواسب من الزيت الذي يخزن بعدها في صهاريج أو يرسل إلى المصفاة ومن المصفاة تسلم المنتجات النفطية إلى الأسواق تنقل الملايين من براميل النفط يوميًا من مناطق الإنتاج إلى المصافي وينقل النفط بصورة رئيسية عبر خطوط الأنابيب والناقلات والسفن المسطحة والشاحنات الصهريجية وعربات السكك الحديدية الصهريجية وينتقل معظم النفط عبر خطوط الأنابيب في جزء من رحلته على الأقل إذ تنقل خطوط الأنابيب النفط الخام من الآبار إلى صهاريج التخزين أو وسائل النقل الأخرى أو إلى المصافي مباشرة كما تنقل خطوط الأنابيب المنتجات النفطية من المصافي إلى الأسواق وفي مقدور بعض خطوط الأنابيب نقل أكثر من مليون برميل من الزيت يوميًا ومن الممكن إنشاء خطوط الأنابيب في أية تضاريس ومناخ تقريبًا فخط أنابيب عبر ألاسكا على سبيل المثال يعبر ثلاث سلاسل جبلية ويعبر أكثر من ٣٠٠ نهر وجدول وقرابة ٦٤٠ كم من الأراضي المتجمدة وتكلّف خطوط الأنابيب الكثير لإنشائها إلا أنها رخيصة نسبيًا في التشغيل والصيانة وهي على العموم أفضل وسيلة لنقل النفط تحمل الناقلات والبواخر المسطحة الزيت على الماء والناقلة سفينة محيطية ضخمة ذات مقصورات للحمولات السائلة وتستطيع الناقلات العملاقة احتواء ما يزيد على المليون برميل من النفط أما البواخر المسطحة التي تستطيع حمل ١٥٠٠٠ برميل من الزيت في المتوسط، فتُستَخدم في الأنهار والقنوات بصورة رئيسية وتنقل كثير من المنتجات النفطية من المصافي إلى الأسواق بالشاحنات الصهريجية وعربات السكك الحديدية الصهريجية وتقوم الشاحنات بتسليم البترول إلى محطات الخدمة وزيت التدفئة إلى المنازل وتبلغ حمولة مثل هذه الشاحنات ٣٠٠ برميل من الوقود أما عربات السكك الحديدية فتتراوح من حيث السعة بين حوالي ١٠٠ برميل وأكثر من ١٥٠٠ برميل من الزيت ولبعض هذه العربات معدات للحفاظ على المنتجات النفطية تحت درجة حرارة معينة أو مستوى معين من الضغط

الشكل رقم (٦٦) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة خطوط البترول

(١/٦/٤/٦) النظام المتكامل لإدارة شبكة خطوط البترول

Integrated system to manage the network oil pipelines

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات خطوط البترول ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكة خطوط البترول وتقييم القدرة المؤسسية للجهة المنفذة للمشروع والتوصية بإجراءات بناء القدرات وتقييم الإرشادات البيئية وإرشادات السلامة المطبقة على أنشطة توصيل خطوط البترول وإعداد إطار بيئي و إجتماعى للإدارة والمتابعة لتخفيف حدة الآثار السلبية المحتملة وإستخدام أكواد السلامة ومعايير التشغيل التي تستخدمها شركات خطوط البترول

(٢/٦/٤/٦) أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة خطوط البترول

The objectives of the integrated system to management the network oil pipelines

١	توفير الوسيلة المثلي والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكة خطوط البترول
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكة خطوط البترول بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع خطوط البترول ومختلف المهام الموكلة إليها
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات
٧	تقييم آثار المشروع البيئية والإجتماعية المحتملة في مناطق تنفيذ المشروع
٨	مقارنة التأثيرات فيما يتعلق بالاشتراطات والإرشادات القومية والدولية ذات الصلة

(٣/٦/٤/٦) برنامج تنفيذ تكامل (IIP) Integrated Implementation Program
نظام إدارة خطوط البترول (PLMS) Petroleum Lines Management System
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة (IMMS) Integrated Maintenance Management System

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة التأسيس)

(١) دراسة طرق نقل البترول

يتم نقل مختلف أنواع البترول ومنتجاته إما عن طريق خطوط الأنابيب أو بإستخدام سيارات الشحن (اللوارى) أو بإستخدام صهاريج السكة الحديد أو بإستخدام الناقلات البحرية (السفن) ويتميز النقل بخطوط الأنابيب بإستمرار عملية النقل بصرف النظر عن نوع السائل المنقول أي يتم نقل مختلف أنواع السوائل بالتعاقب داخل خط الأنابيب وليس نقل نوع واحد من السوائل كما يتم بإستخدام سيارات الشحن (اللوارى) أو صهاريج السكة الحديد أو الناقلات البحرية (السفن)

(٢) دراسة أنظمة خطوط الأنابيب الخاصة بنقل البترول

١	نظام التجميع Gathering System
	خط الأنابيب والمعدات الأخرى المستخدمة لنقل الزيت الخام ومنتجاته من الآبار المنفردة ومواقع الإنتاج الأخرى إلى موقع رئيسي يسمى نظام تجميع وتتكون أنظمة التجميع أساساً من فروع خط أنابيب تسرى إلى محطات خط رئيسي أو مواقع أخرى حيث يتم نقل الزيت ومنتجاته إلى نظام خط رئيسي وتكون معظم الأقطار الشائعة للخطوط بتلك التفريعات من ٤ إلى ١٢ بوصة ويحتوى نظام التجميع عادة على محطات ضخ لتجميع الزيت من بئر مفرد ويكون خط الأنابيب المستخدم بنظام التجميع قصير بالمقارنة بخطوط الأنابيب الرئيسية ويتراوح مدى الطول من أمتار قليلة إلى عدة كيلو مترات
٢	نظام الخط الرئيسي Trunk Line System
	وتكون المرحلة الثانية هي نقل الزيت الخام ومنتجاته عن طريق خطوط أنابيب رئيسية Trunk Pipe –Lines ويستخدم نظام الخط الرئيسي لنقل البترول ومنتجاته من الآبار و مواقع الإنتاج الأخرى إلى مناطق المعالجة أوالتكرير والتسويق وذلك بكميات كبيرة ولمسافات طويلة
٣	أنظمة التوزيع Distribution Systems
	يتم نقل المنتجات البترولية من مصادر الإمداد مثل معامل التكرير والموانى البحرية إلى مناطق الإستهلاك أساساً بواسطة أنظمة خط التوزيع Pipe Line Distribution Systems وتكون معظم المنتجات البترولية هي أنواع البنزين المختلفة وقود النفاثات والكيروسين والسولار والمازوت وكذلك البوتاجاز المسال وتختلف خطوط أنابيب التوزيع للمنتجات عن خطوط أنابيب الزيت الخام في أنها عادة تبدأ كأنظمة ذات سعات كبيرة وتتفرع إلى أنظمة ذات سعات أصغر كإمدادات للمواقع المختلفة

(٣) دراسة رأس المال اللازم لمشروع خط الأنابيب

يستهلك رأس المال اللازم للمشروع أساساً في تكاليف إنشاء خط الأنابيب وأيضاً في تكاليف إنشاء محطات الضخ

١	بالنسبة لتكاليف إنشاء خط الأنابيب يعتبر رأس المال المستثمر في إنشاء خط الأنابيب (دولار/طن أو دولار/ كيلومتر) يتناسب مع وزن مواسير الخط وهو يساوى ثمن المواسير = (أ) × وزن المواسير حيث أن (أ) معامل وأن وزن المواسير يعتمد على قطر وسمك وطول هذه المواسير
٢	بالنسبة لتكاليف إنشاء محطات الضخ يعتبر رأس المال المستثمر في إنشاء محطة للضخ (دولار/ حصان) يتناسب مع قدرة هذه المحطة وهو يساوى الثمن الأساسي للمضخات

(٤) دراسة التكاليف السنوية اللازمة لمشروع خط الأنابيب

م	بنود التكاليف السنوية للمشروع
١	مصاريف التشغيل والصيانة لخط الأنابيب ومحطات الضخ وتشمل إستهلاك التيار الكهربائي والمياه وقطع الغيار والوقود والزيوت وتكاليف أعمال الصيانة التي تتم عن طريق الغير
٢	المرتبات والأجور
٣	الضرائب والتأمينات وما شابه ذلك
٤	مصاريف الإهلاك السنوية لخط الأنابيب ومحطات الضخ وتعرف بأنها نسبة رأس المال المستثمر لإنشاء خط الأنابيب أو محطات الضخ إلى العمر الإفتراضى لخط الأنابيب أو محطات الضخ حيث يتم حساب مصاريف الإهلاك السنوية لخط الأنابيب بتقسيم رأس المال المستثمر لإنشاء خط الأنابيب على العمر الإفتراضى للخط (حوالي ٣٣ عاماً) وكذلك يتم حساب مصاريف الإهلاك السنوية لمحطات الضخ بتقسيم رأس المال المستثمر لإنشاء محطات الضخ على العمر الإفتراضى للمضخات (حوالي ٢٥ عاماً)
٥	أي مصروفات أخرى مثل الفائدة على رأس المال المقترض

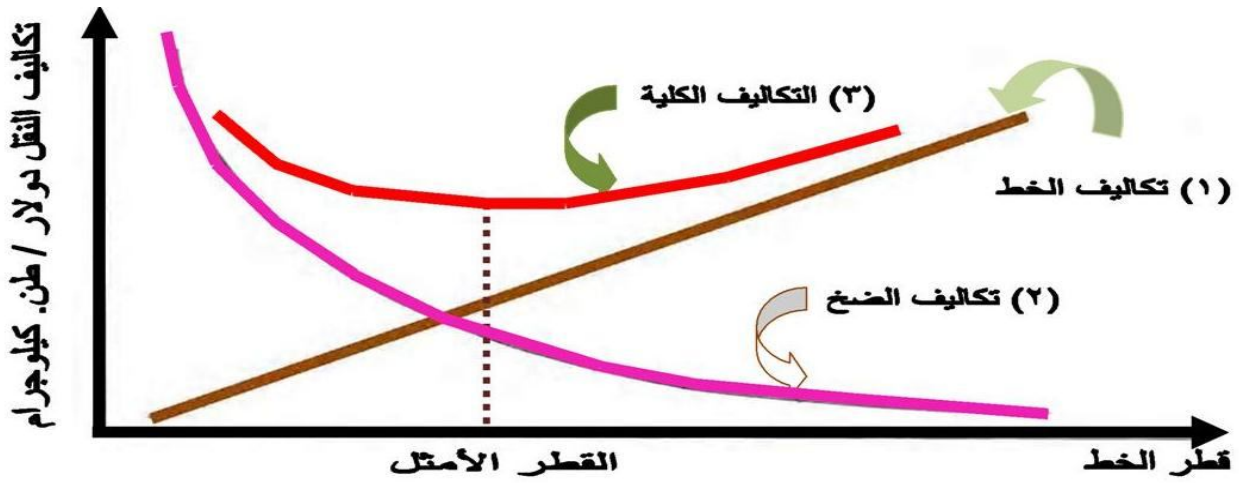
وبذلك يمكن حساب تكلفة نقل البترول وهى تساوى

$$\text{تكلفة النقل (دولار/طن)} = \frac{\text{إجمالى التكاليف السنوية للمشروع (دولار)}}{\text{كمية السائل المنقول في العام (طن)}}$$

وبناء على ما سبق يتم تحديد سعر نقل البترول بخط الأنابيب بضرب تكلفة النقل في معامل بحيث لا يتعدى سعر نقل البترول بالطرق الأخرى وتعتمد قيمة هذا المعامل على أسعار النقل للشركات الأخرى المنافسة

(٥) دراسة أسس إختيار قطر خط الأنابيب

١	حساب تكاليف خط الأنابيب ، وهى كما بالشكل رقم (٦٧) منحنى ١ تزداد بزيادة قطر الخط
٢	حساب تكاليف وحدات الضخ وهى كما نرى منحنى ٢ تقل بزيادة قطر الخط
٣	وبجمع المنحنيين ١ ، ٢ نحصل على التكاليف الكلية السنوية منحنى ٣ والقطر الأمثل إقتصادياً لخط الأنابيب هو القطر الذي له أقل تكلفة كلية وقد وجد أن السرعة المناسبة للسوائل في الأنابيب في هذه الحالة تتراوح بين ١:٣ متر/ثانية
ويتضح من الخبرة العملية أن السرعة تقترب من ١متر/ثانية للسوائل مرتفعة اللزوجة وأيضاً تقترب من ٣متر/ثانية للسوائل منخفضة اللزوجة ويعتبر هذا المدى لسرعة سريان السوائل داخل الأنابيب هو القيد لرفع كفاءة خط الأنابيب	



الشكل رقم (٦٧) يوضح تكاليف النقل

وعند إختيار قطر خط الأنابيب يجب أن يؤخذ في الإعتبار معامل الخدمة Service Factor لخطة النقل السنوية وهو يكون في حدود ٨٢% بمعنى أن يتم نقل الكمية المطلوبة سنوياً خلال ٣٠٠ يوم فقط وذلك حتى لا يؤثر إيقاف الخط لأي سبب على تحقيق الكمية المنقولة سنوياً ولذلك تكون الكمية المنقولة بالمتر المكعب في الساعة تساوى

$$Q = \frac{(million\,ton/\,year)\times 10^6}{7200\times sp.gr}$$

المعادلة رقم (٥)

حيث أن sp.gr هي الكثافة النسبية للسائل المنقول بالخط

وأيضاً تكون الكمية المنقولة بالمتر المكعب في الساعة تساوى $Q = 1.824\ V\ D_i^2$

حيث أن V هي سرعة السائل داخل الخط بالمتر/ثانية

D_i هو القطر الداخلي لخط الأنابيب بالبوصة

ومما سبق يتضح أنه لكي يتم نقل البترول بصورة إقتصادية بمعنى تحقيق أقل تكلفة كلية للمشروع يكون الحد الأدنى للكمية المنقولة في الساعة لخط الأنابيب تساوى $Q_{\min} = 1.824 D_i^2$ وأيضاً بهدف رفع كفاءة خط الأنابيب يكون الحد الأقصى للكمية المنقولة في الساعة تساوى $Q_{\max} = 5.472 D_i^2$

(٦) العوامل المؤثرة على التكاليف الكلية السنوية للنقل بخط الأنابيب

يتضح مما سبق أن التكاليف السنوية للنقل تنخفض بزيادة الكميات المنقولة سنوياً وأن مسافة النقل لها تأثير قليل جداً وقد تختلف التكاليف السنوية للنقل بإختلاف مواصفات السائل المنقول بخط الأنابيب ونذكر على سبيل المثال العوامل الآتية

١	تصبح التكاليف السنوية للنقل أقل ما يمكن عند نقل سائل واحد ذو لزوجة منخفضة بخط الأنابيب
٢	تزداد التكاليف السنوية للنقل بخط الأنابيب الذي ينقل سوائل متعددة بسبب التركيبات الإضافية والخطوط الفرعية
٣	تزداد التكاليف السنوية للنقل بخط الأنابيب المعزول حرارياً بسبب أعباء تكاليف العزل الحراري للخط وتكاليف زيادة عمق الخط تحت الأرض عن العمق الطبيعي وتكاليف تسخين السائل وأيضاً إرتفاع القدرة اللازمة لضخ السائل اللزج

(٧) دراسة تصميم خطوط أنابيب نقل البترول

(أ) البيانات المطلوبة لتصميم خط أنابيب

١	يتم تحديد مدى للكميات المطلوب نقلها أي الكمية المبدئية والقصوى Initial And Ultimate Throughput
٢	يتم تحديد الضغط الآمن الذي يتحمله معدن خط الأنابيب وفى أغلب الأحيان يكون هذا الضغط في حدود ٧٠كجم/سم٢
٣	يتم تحديد الضغط عند نهاية خط الأنابيب أي الضغط عند محطة الاستلام وهو يكون في حدود ٢كجم/سم٢
٤	يتم تحديد طول خط الأنابيب أي المسافة بين محطة التدفيع ومحطة الاستلام

(ب) خطوات التصميم

١	يتم حساب مدى لأقطار الخطوط التي تستوعب مدى الكميات المطلوب نقلها أي الحد الأدنى والأقصى لأقطار الخطوط وبما أن الكمية المنقولة بالمتر المكعب في الساعة تساوى $Q = 1.842 V D_i^2$ فيكون القطر الداخلي لخط الأنابيب بالبوصة يساوى $D_i = \sqrt{\frac{Q}{1.824\ V}}$ حيث أن V هي سرعة السائل داخل الخط بالمتر/ثانية ولإيجاد الحد الأدنى للقطر الداخلي نضع الكمية القصوى Ultimate Throughput وأيضاً V=3mt/sec في المعادلة السابقة وكذلك لإيجاد الحد الأقصى للقطر الداخلي نضع الكمية القصوى Ultimate Throughput وأيضاً V=1.5 mt /sec في المعادلة السابقة $Minimum\ D_i = \sqrt{\frac{Q_{ult}}{1.824\times 3}}$ $Maximum\ D_i = \sqrt{\frac{Q_{ult}}{1.824\times 1.5}}$
٢	يتم حساب فاقد الإحتكاك أي تقريباً فاقد الضغط المرتبط بمدى الكميات المطلوب نقلها وذلك لمدى الأقطار التي تم إختيارها في الخطوة السابقة عن طريق معادلة حساب فاقد الإحتكاك آخذاً في الإعتبار المعطيات

(ج) خطوات تسجيل نتائج الحسابات

يتم تسجيل نتائج الحسابات في الجدول رقم (١٢) ويمكن التحكم في العوامل المتغيرة مثل قطر الخط وفاقد الضغط على طول الخط بهدف إيجاد أقل قيمة ممكنة لرأس المال المستخدم لإنشاء خط الأنابيب ومحطات الضخ علماً بأن معظم رأس المال المستخدم يستهلك في إنشاء خط الأنابيب نفسه وقد يتضح أنه لتصميم خط أنابيب بأقل رأس مال فإنه يجب إختيار المواسير

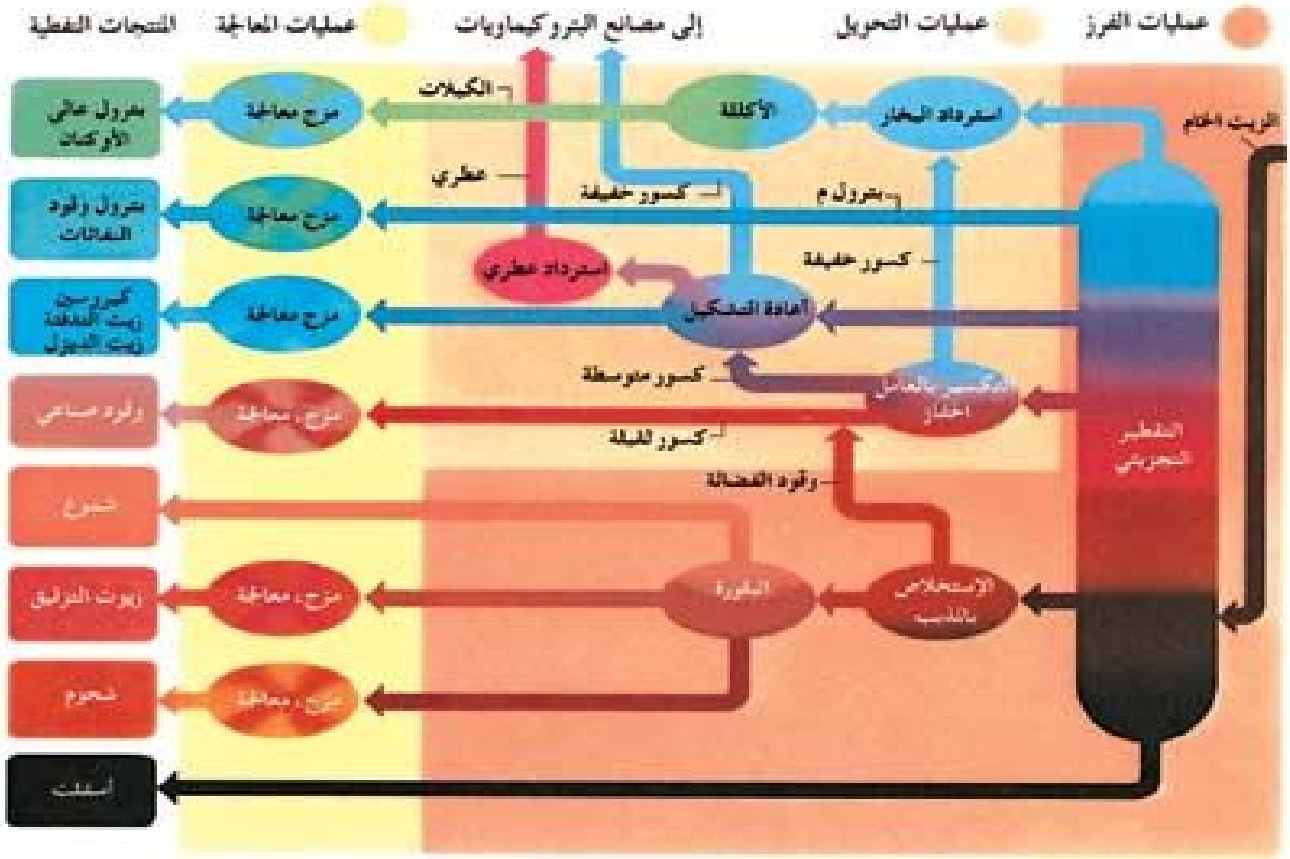
ذات الأقطار الصغيرة وفى هذه الحالة فإن محطات الضخ قد تكون متقاربة وهذا يحقق أعلى إستفادة من الإستثمارات المدفوعة في أي وقت فور ضخ هذه الإستثمارات ويجب أن نتلاقى ضخ أي إستثمارات غير ضرورية مبكراً حيث أنه يتسبب في عدم الإستفادة من هذه الإستثمارات عدة سنوات

قطر الخط	سمك الخط	القطر الداخلي للخط D_i	أقل إجهاد خضوع لمعدن المواسير min σ_y	فاقد الضغط على طول الخط (P_1-P_2)	الكمية المنقولة بالمتر المكعب في الساعة	تكاليف إنشاء خط الأنابيب αD_i	تكاليف إنشاء محطات الضخ $\alpha(P_1-P_2)$	رأس المال اللازم لإنشاء خط الأنابيب ومحطات الضخ

الجدول رقم (١٢) يوضح نتائج حسابات تصميم خطوط أنابيب نقل البترول

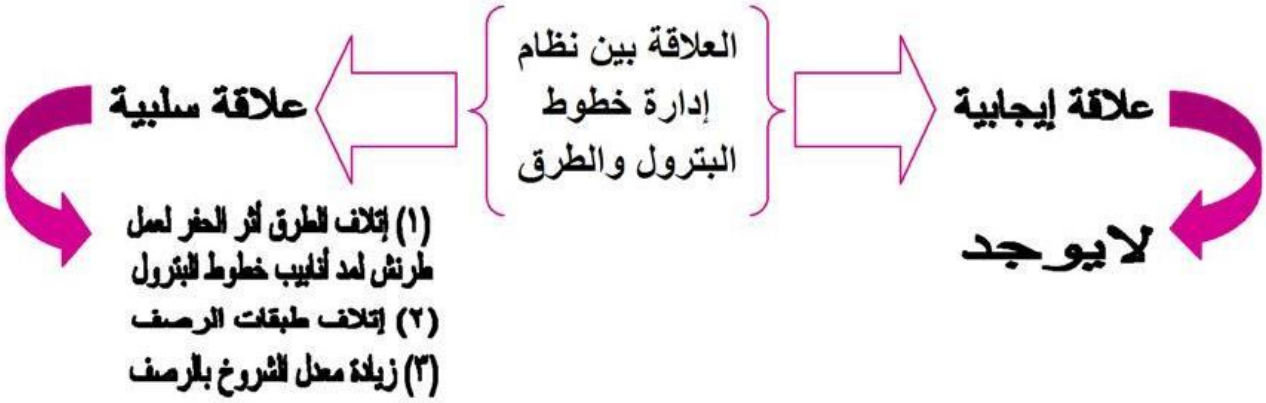
(٨) دراسة مراحل تكرير الزيت

ويُكرر الزيت بتحول المصافي الزيت الخام إلي منتجات مفيدة في ثلاث مراحل وتتألف المرحلة الأولى والتي تدعى الفرز من فرز الزيت إلى كسوره (أجزائه) المختلفة والعملية الرئيسية في هذه المرحلة هي التقطير ألتجزيئي التي تفرز الكسور الخفيفة والمتوسطة والثقيلة وفي المرحلة الثانية أو التحويل تحول الكسور الأقل فائدة إلى كسور أكثر قيمة والمرحلة الثالثة هي المعالجة التي تحسن نوعية وأداء المنتجات النفطية



الشكل رقم (٦٨) يوضح مراحل تكرير الزيت

(٩) علاقة نظام إدارة خطوط البترول بالطرق
Relationship management system of oil pipelines means

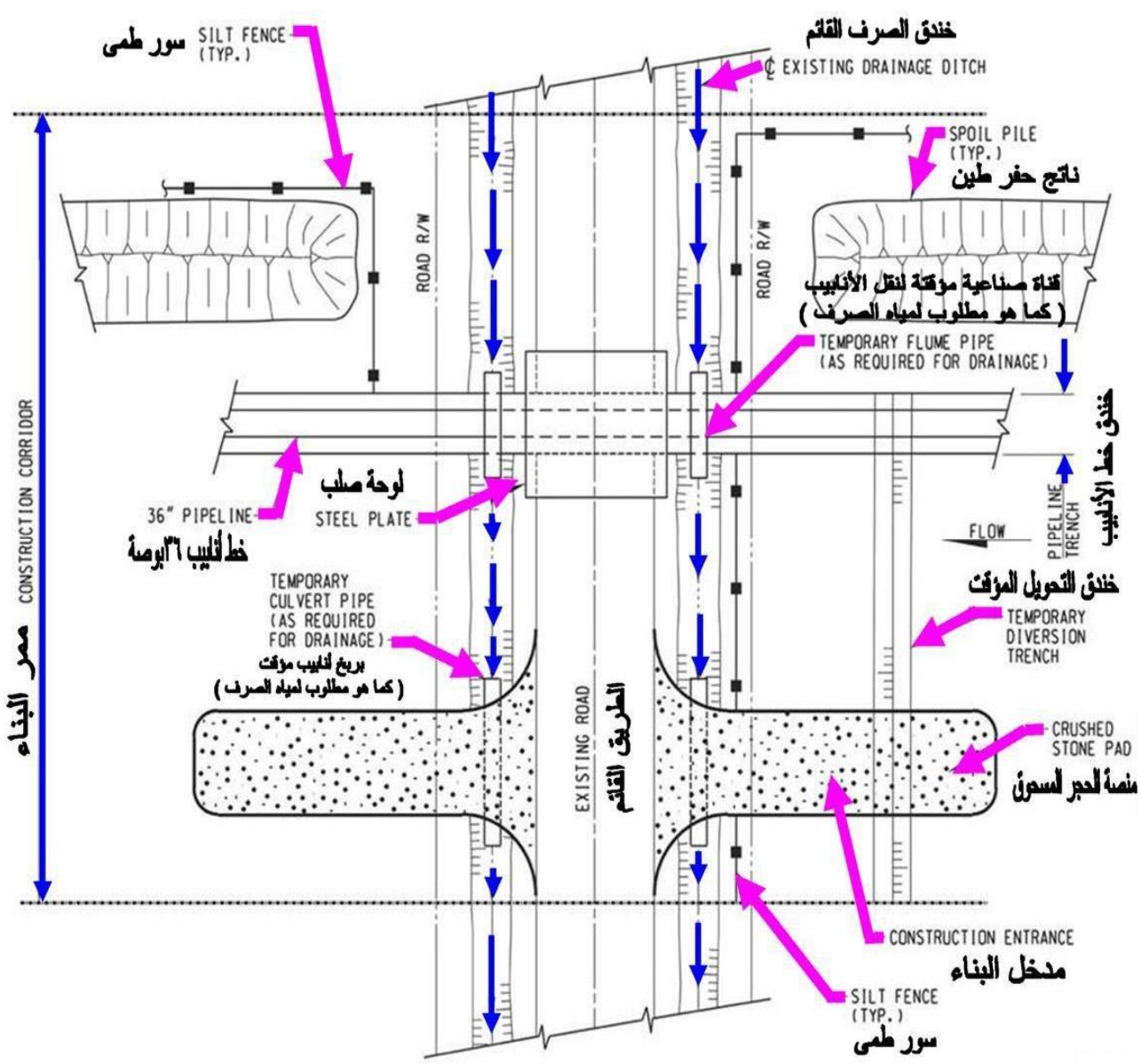


الشكل رقم (٦٩) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة خطوط البترول والطرق

(١/٩) معابر السكك الحديدية والطرق Road and Railroad Crossings

يمكن أن يتم عبور الطرق أو السكك الحديدية من خلال حفر الخنادق أو التجويف ويجب عند حفر الخنادق إقفال جسم الطريق أمام حركة المرور لبعض الوقت وتستخدم مجموعة متنوعة من التقنيات لعبور هذه العقبات اعتمادا على طول المعبر وحجم مجرى أو جسم الطريق حتى مشاريع خط الأنابيب الصغيرة كثيرا ما تتضمن عبور طرق سريعة ومجاري المياه وقد يمتد خط الأنابيب لمسافات طويلة ويجب إزالة الطريق نفسه في هذا الجزء الذي يعلو خط الأنابيب وإعادة تثبيته بعد تركيب خط الأنابيب بالكامل بسبب الاضطرابات الواضحة لتدفق حركة المرور والتي من شأنها أن تؤدي في كثير من الأحيان لهذه الطريقة إلا أنه غير مسموح بها في الشوارع المزدحمة وبدلا من ذلك يتم تقنية حفر الخنادق التي سوف تسمح للطريق البقاء في الخدمة واستخدامه وبالمثل فإن وجود نهج مماثل لعبور السكك الحديدية يتطلب إزالة جزء من خط السكة الحديد مباشرة فوق مسار خط الأنابيب وإعادة تثبيته بعد الإنتهاء من تركيب الأنابيب وفى هذه الحالة البدائل المتاحة هي حفر الخنادق من جديد حيث أنه لا يمكن تعطيل خدمة السكك الحديدية ولا يمكن السكوت عليها ولابد أن تكون الاعتبارات المتعلقة بالتصميم مطابقة تقريبا للمعابر المصنوعة للطرق والسكك الحديدية ومن الأهمية بالحفاظ على المكان هو حساب التحميل في أقصى قدر من الديناميكية على الأنابيب من حركة المرور أو القطارات ويفرض هذا على عمق الغطاء بين الطرق أو السكك الحديدية والأنابيب وما إذا كان تم إضافة ميزات التصميم الإضافية لتفريق الحمل إلى درجة كافية بحيث لا تشوه الأنابيب ويتم الحفر الأفقي بآلة حفر الحفرة تحت الطريق أو السكة الحديد من دون إزعاج سطح الطريق أو بالخداع وهذا الترتيب كما أنه فعال ليس فقط في تقليل الحمل على الأنابيب ولكن أيضا في الحد من التآكل في الماسورة التي يقوم عليها الطريق وبالرجوع إلى وثيقة المعهد الأمريكي للبترول API RP 1102 يتبين أنه يقدم توجيهات لخطوط الأنابيب التي تعمل تحت الطرق وعموما (٤ قدم) من الغطاء الكافي لخطوط الأنابيب (١٢ بوصة وأصغر) وربما خطوط الأنابيب الأكبر تتطلب حماية إضافية من خلال غطاء أكثر لمداخل الأنابيب أو وضع كتل الخرسانة فوق الأنابيب لتفريق التحميل الديناميكي من حركة المرور ومنع التشويه للأنابيب وعرض خندق خط الأنابيب يختلف باختلاف حجم خط الأنابيب وبشكل عام هذا العرض يتراوح (١٤ - ٢٨ بوصة) لقطر خط الأنابيب المتوسطة ويجب أن تكون مستلزمات المواد من الرمال النظيفة أو التربة يجب ألا تحتوي على الأحجار التي لها أقصى بعد أكبر من (٠.٥ بوصة) ويجب أن توضع المواد على عمق لا يقل عن(٦ بوصات) تحت الأنابيب و (٦ بوصات) فوق الجزء العلوي من الأنبوب ويجب أن يكون الردم المتبقي لا يحتوي على صخرة أكبر من (٦ بوصات) ولا يجوز وضع المواد العضوية والخشب للفراش والردم لأنها سوف تتدهور مع مرور الوقت مما يسمح للهبوط وما يليها من تغير ممكن يؤدى لضرر الأنابيب

(٢/٩) مسار عبور خطوط أنابيب البترول الطريق Path crossing the road Pipelines



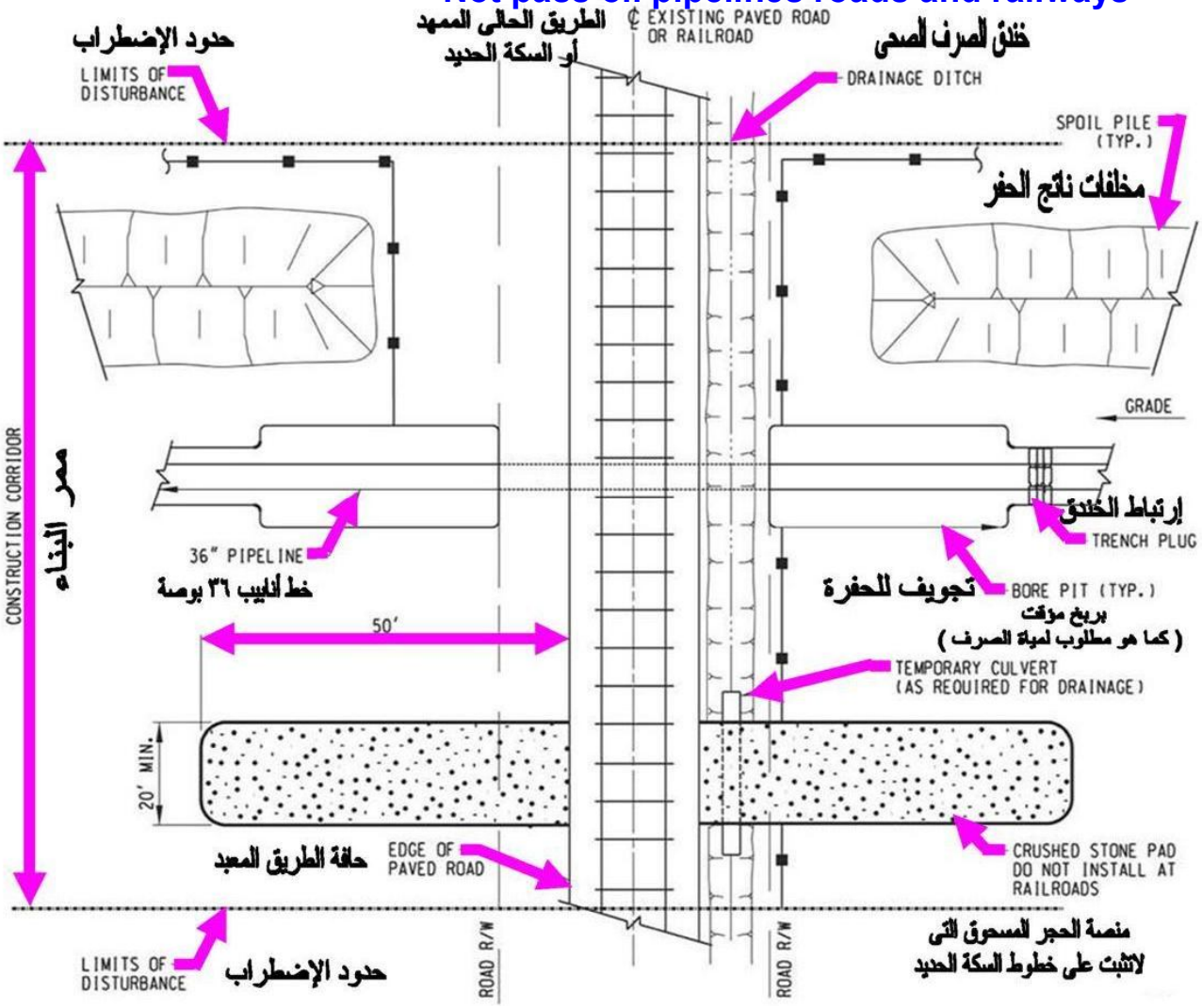
الشكل رقم (٧٠) يوضح مسار عبور خطوط أنابيب البترول الطريق

الشكل رقم (٧١) يوضح خط أنابيب التخندق

الشكل رقم (٧٢) يوضح لحام الأنابيب

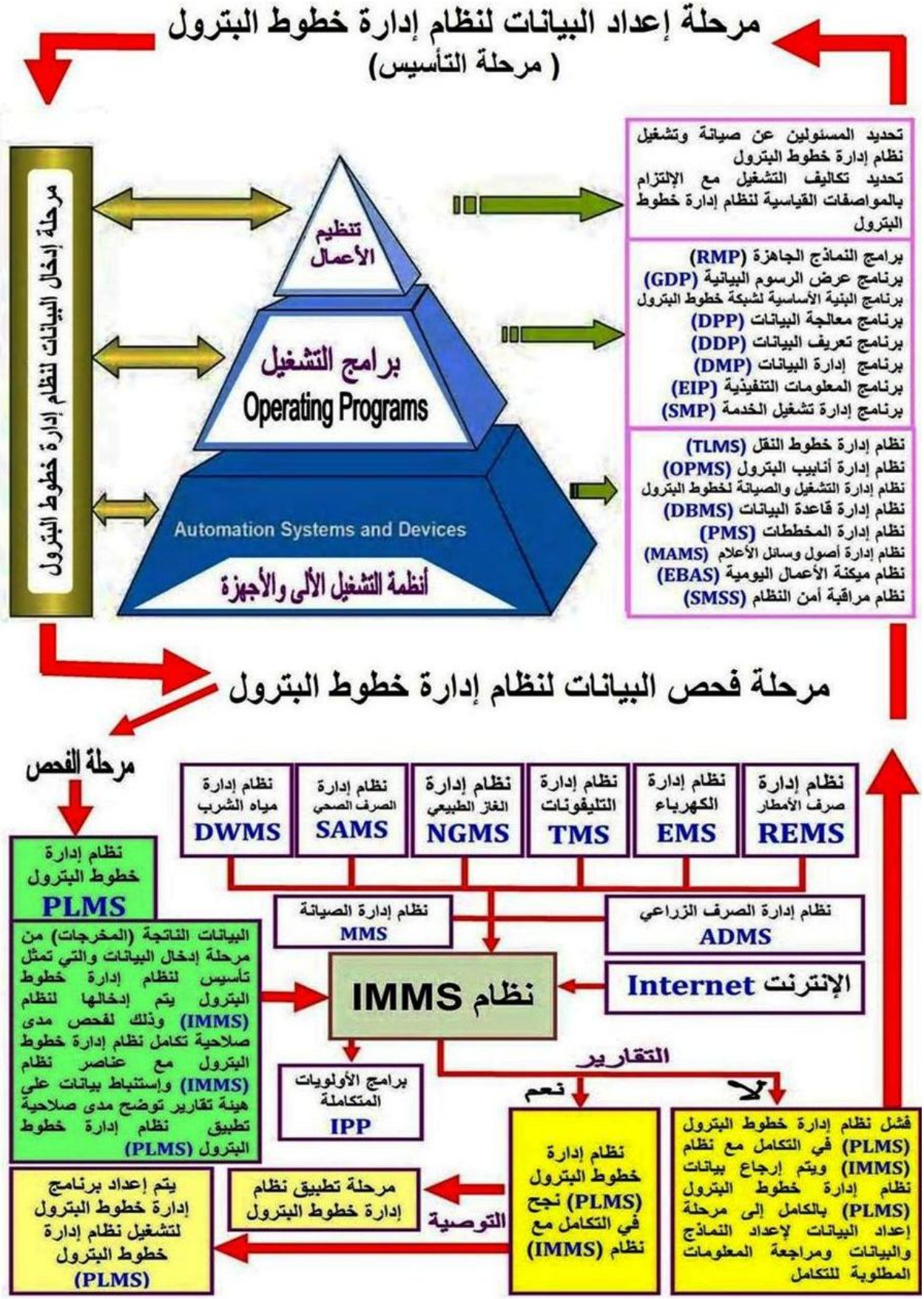
(٣/٩) عدم اجتياز خطوط أنابيب البترول الطرق والسكك الحديدية

Not pass oil pipelines roads and railways



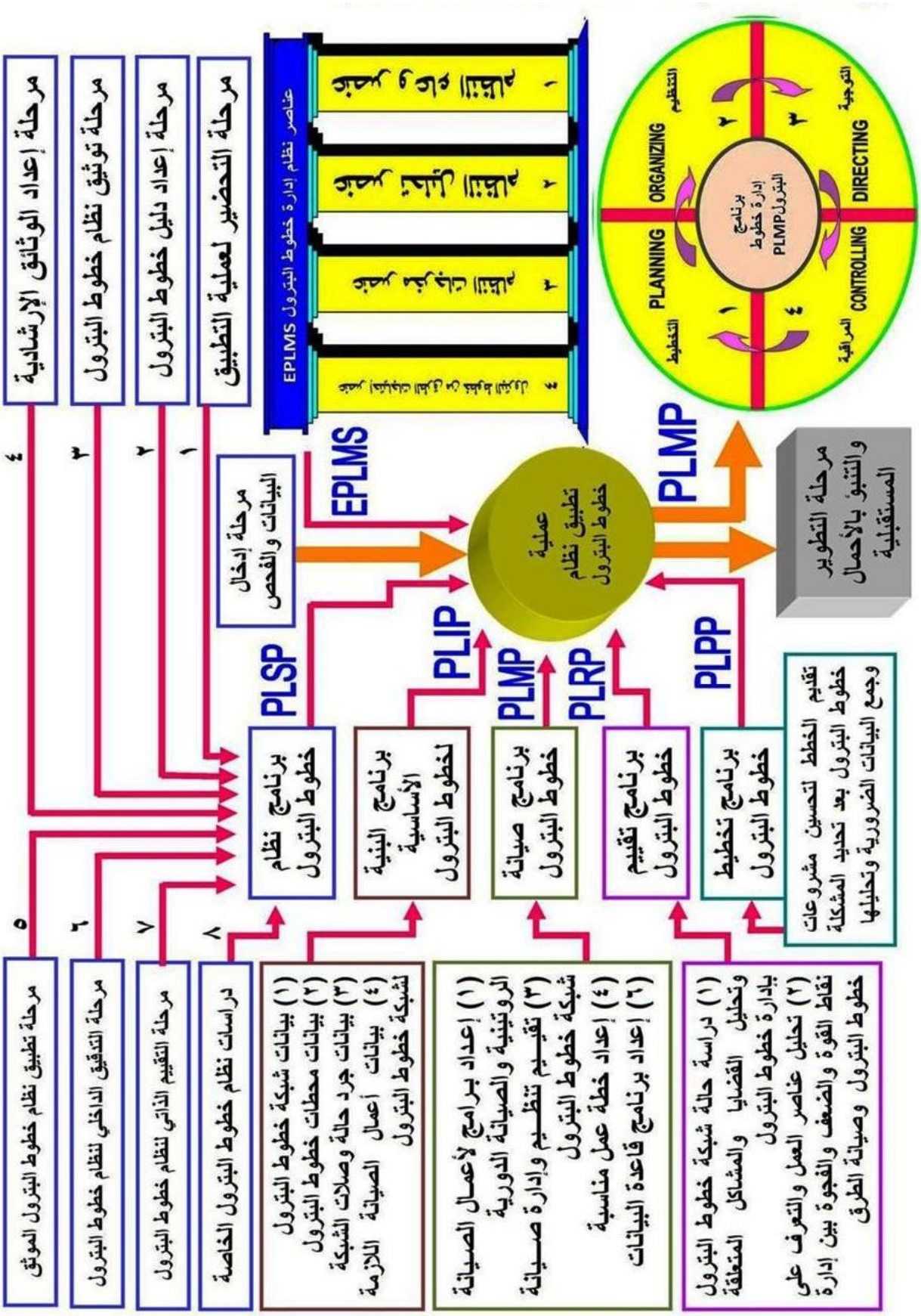
الشكل رقم (٧٣) يوضح عدم اجتياز خطوط أنابيب البترول الطرق والسكك الحديدية

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



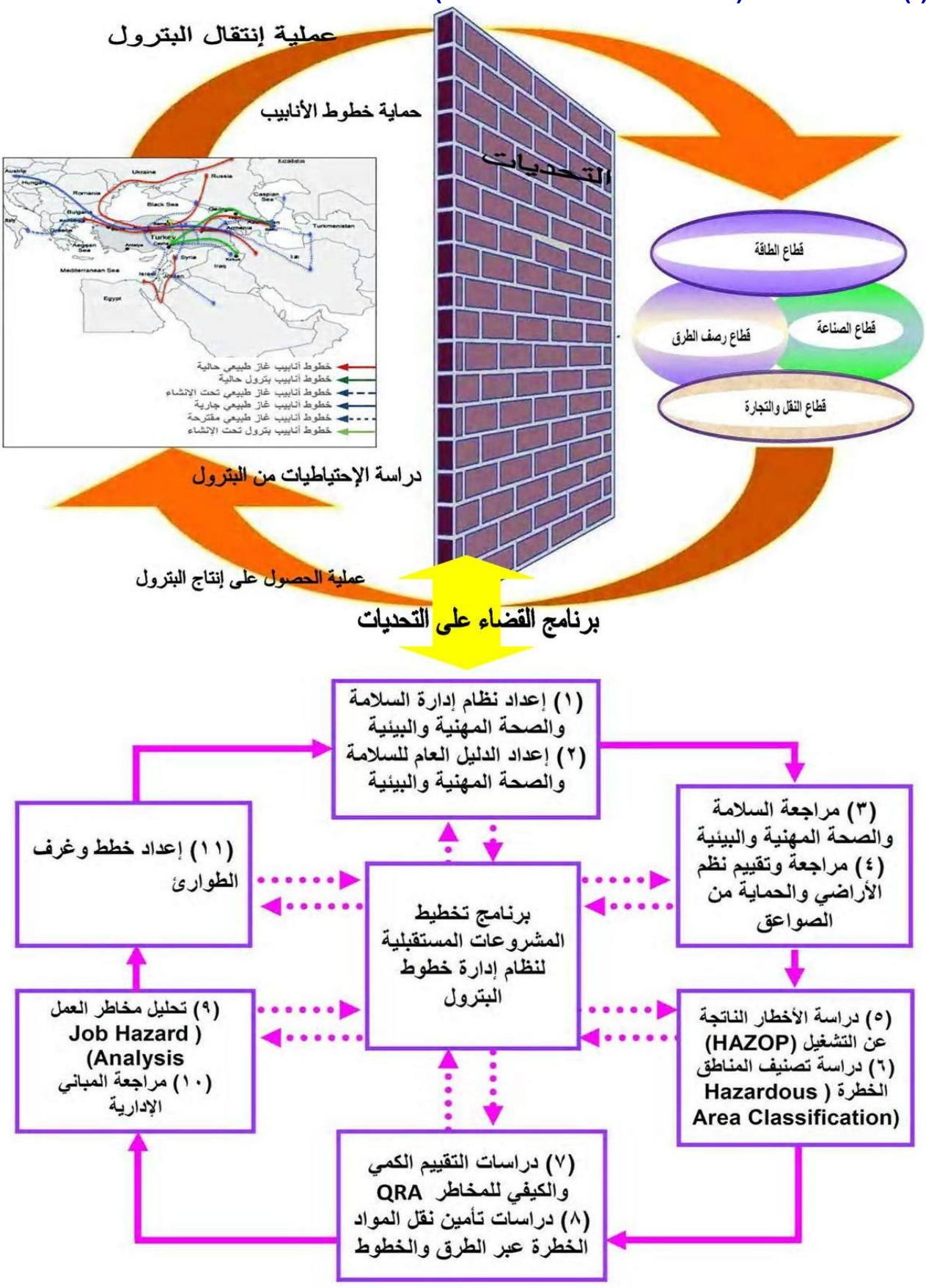
الشكل رقم (٧٤) رسم تخطيطى يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة خطوط البترول

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة خطوط البترول)



الشكل رقم (٧٥) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة خطوط البترول

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية)



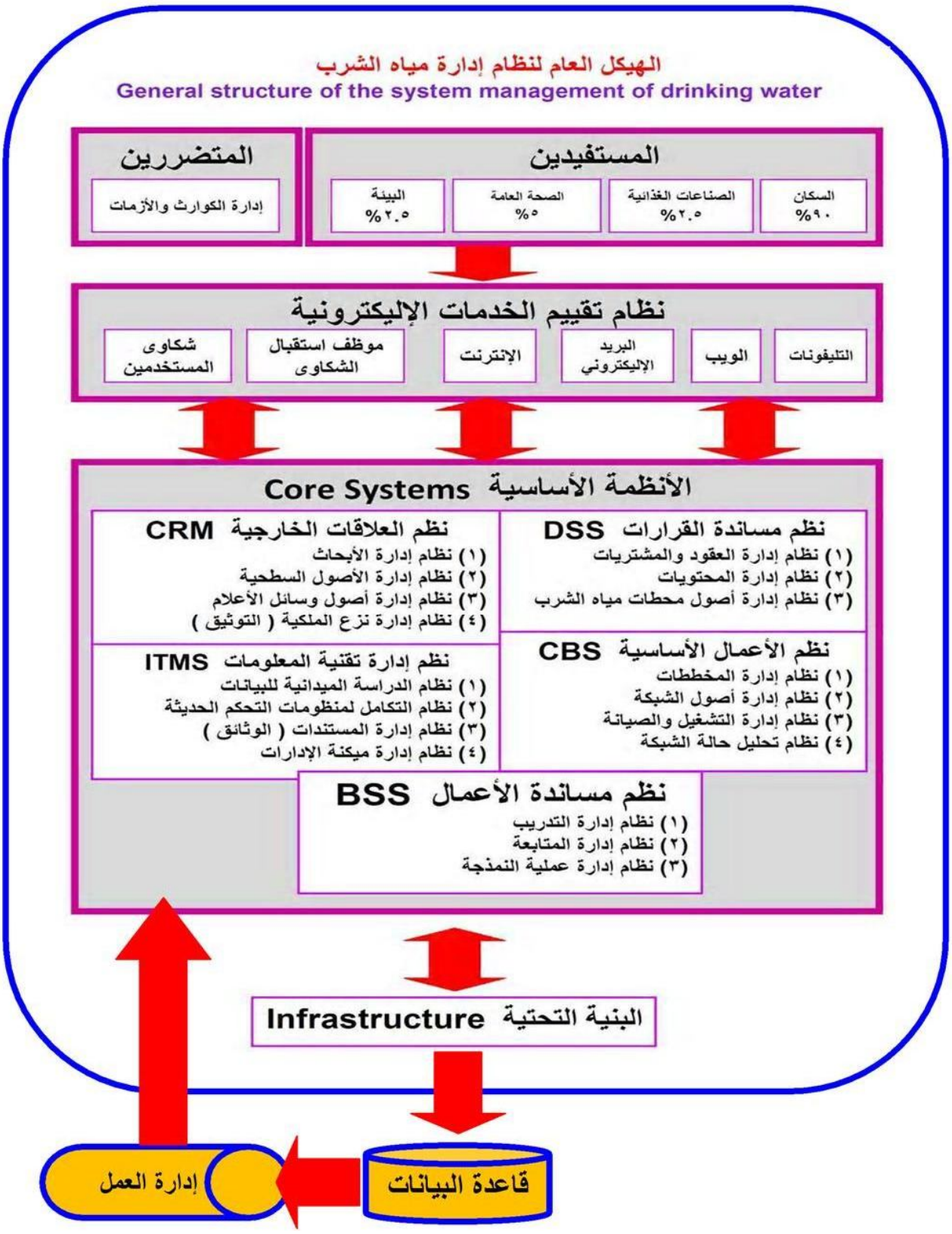
الشكل رقم (٧٦) يوضح التحديات للمشاريع المستقبلية لنظام إدارة شبكة خطوط البترول

(٧/٤/١) نظام إدارة مياه الشرب (DWMS)

Drinking Water Management System(DWMS)

(١/٧/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة مياه الشرب

General structure of the system management of drinking water



الشكل رقم (٧٧) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة مياه الشرب

(٢/٧/٤/١) فلسفة نظام إدارة مياه الشرب

Philosophy of system management of drinking water

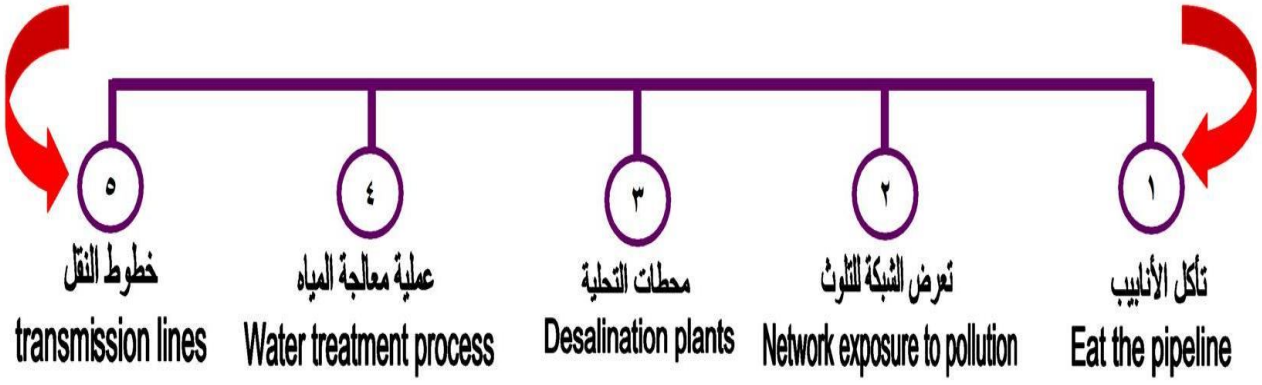
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط احتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة والأحمال الخاصة بخطوط مياه الشرب وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة خطوط مياه الشرب إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي مياه الشرب والطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة الشبكات على الوجه الأكمل في إطار ضرورة إنجاز الأعمال على مستوى الجودة الشاملة ودعم الوظائف والمهام الرئيسية وإعطاء المعلومات المناسبة للجهات المناسبة في أي مكان وفي أي زمان وذلك لرفع كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية مع تخفيض التكاليف والجهد واختصار الوقت اللازم لإنجاز المهام ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة شبكة خطوط مياه الشرب ومحتوياتها من خطوط التوزيع الرئيسية وخطوط التوزيع الفرعية

(٣/٧/٤/١) مؤشرات تحليل حالة شبكة مياه الشرب

Indicators analyze the state of drinking water network

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مقياس الحالة الإنشائية (SCI)	يتم تحديد هذا المقياس من العيوب الإنشائية التي تظهر على خطوط الشبكة وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الدوائر التليفزيونية المغلقة
٢	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير شبكة مياه الشرب على البيئة
٣	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات أنابيب الشبكة للمواصفات القياسية مثل الأقطار والميول الطولية للخطوط
٤	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل خط معين بسبب حدوث كسر به
٥	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها
٦	مؤشر حالة الرصف (RCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر عن حالة الرصف وحالة سطح الطريق من حيث قطع الطريق لإصلاح خطوط مياه الشرب وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الطريق
٧	مؤشر أحمال خطوط مياه الشرب (DWLLI)	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من خطوط مياه الشرب للتغطية الشاملة
وباستخدام المقاييس السابقة يتم تحديد مقياس عام لحالة الشبكة (OCI) والذي يعبر عن مدي حاجة الشبكة لأعمال الصيانة كما أنه يعتبر مؤشرا عن حالتها المتوقعة لسنوات قادمة ويمكن من خلال نظام إدارة شبكة خطوط مياه الشرب متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

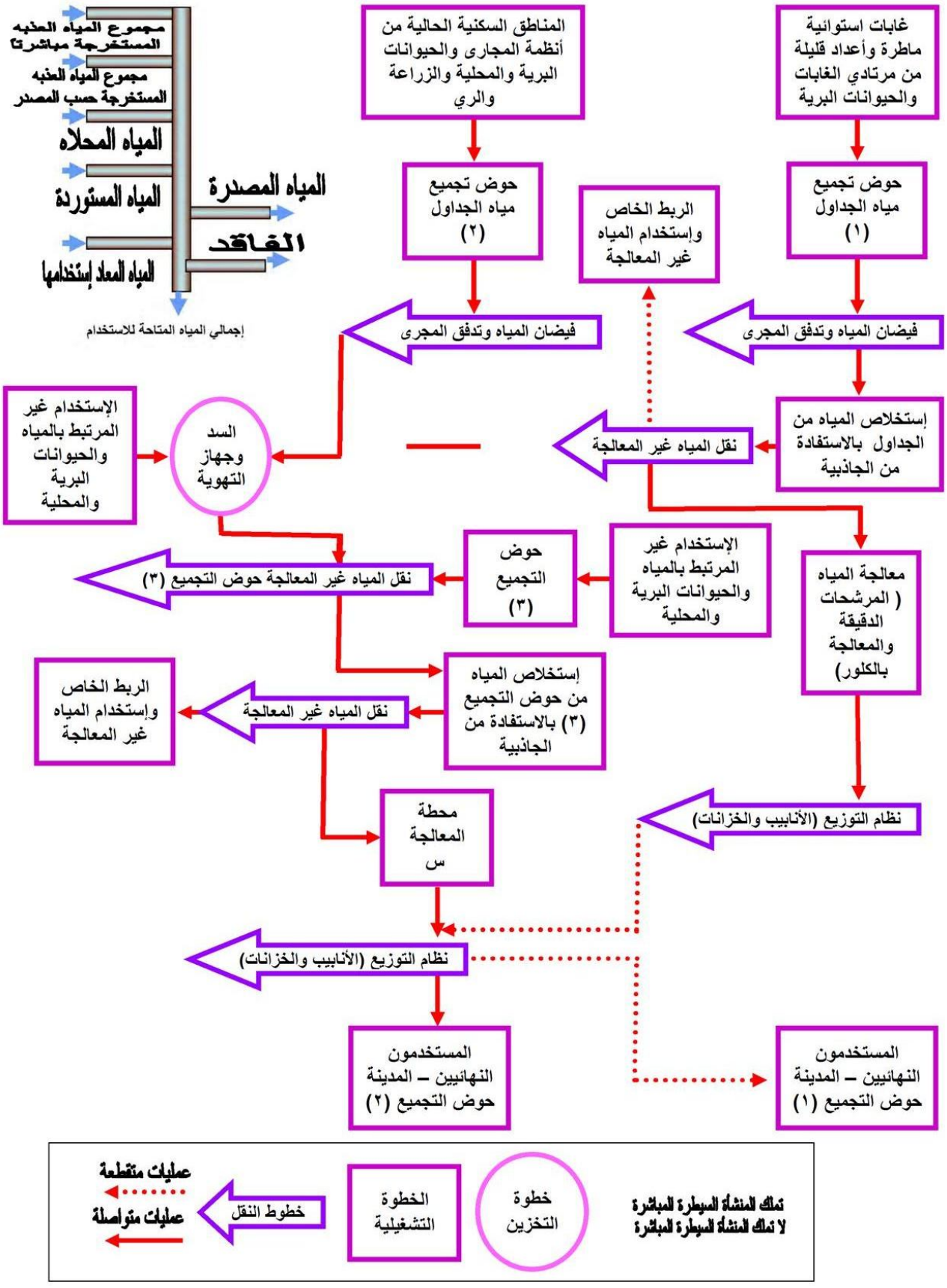
(٤/٧/٤/١) العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة مياه الشرب



الشكل رقم (٦٦) يوضح العوامل التي تؤثر على مؤشرات تحليل حالة شبكة مياه الشرب

(٥/٧/٤/١) الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة مياه الشرب

Overall vision for the integration of systems, network drinking water



الشكل رقم (٧٩) يوضح الرؤية الشاملة لتكامل أنظمة شبكة مياه الشرب

(٦/٧/٤/١) النظام المتكامل لإدارة شبكة مياه الشرب
Integrated system for the management network drinking water

(١) مكونات النظام المتكامل لإدارة شبكة مياه الشرب

يتكون من أجهزة حاسب آلي وبرمجيات وتطبيقات معلوماتية تهدف إلى توفير الآلية السهلة والسريعة لكافة المستخدمين للوصول إلى المعلومات الوصفية والمكانية الصحيحة والمحدثة من أي مكان وفي أي زمان عن منشآت ومرفقات خطوط مياه الشرب ويعرف النظام على أنه هو أحد أدوات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تساعد على إدارة وتشغيل وصيانة أصول شبكة مياه الشرب وتقييم القدرة المؤسسية للجهة المنفذة للمشروع والتوصية بإجراءات بناء القدرات وتقييم الإرشادات البيئية وإرشادات السلامة المطبقة على أنشطة توصيل خطوط مياه الشرب وإعداد إطار بيئي و إجتماعى للإدارة والمتابعة لتخفيف حدة الآثار السلبية المحتملة وإستخدام أكواد السلامة ومعايير التشغيل التي تستخدمها شركات مياه الشرب إن تطور نظام معلومات المياه يعتمد على توفر قاعدة تفصيلية للبيانات الخاصة بالمياه وأسلوب مراقبة وتقييم الأنشطة التي تؤثر في إدارة واستخدام المياه ولتحقيق أهداف التنمية فان توفر البيانات الدقيقة والحديثة يعتبر ضروري لذلك فانه من المهم تحسين نوعية البيانات عن طريق رفع كفاءة العاملين في هذا المجال من مختلف المؤسسات ووضع الخطط واتخاذ الإجراءات الضرورية لتوفير بيانات إحصائية بشكل دائم ومنتظم ومن الملاحظ أن مصدر البيانات الرئيسي هو التقارير الإدارية والمسوح الإحصائية حيث تجرى المسوح لسد النقص في البيانات ويوجد عدة طرق تستخدم لجمع البيانات الإحصائية مثل المقابلة المباشرة أو عبر الهاتف وغيرها وتتفاوت هذه الطرق من حيث تكاليفها ودقتها حيث تعتبر أدق طريقة هي القياس الفعلي ولكنها عالية التكاليف وقد لا تنطبق على بعض بنود إحصاءات المياه مثل كمية الهطول لذا فإن الإحصائي يحاول الموازنة بين الكلفة والدقة بحيث يستخدم الطرق التي تكون تكاليفها معقولة وتعطي نتيجة دقيقة وشاملة فمن الضروري اختيار الطريقة المناسبة أو التوليف بين عدة طرق في عملية جمع البيانات وتبويبها للحصول على معلومات ذات مصداقية عالية وقليلة التكاليف وقابلة للتطبيق ومرنة وتناسب وضع الدولة التي تستخدم فيها

(٢) الأساليب الرئيسية لجمع البيانات

قبل البدء بالحديث عن أسلوب إحصاء المياه ينبغي التحدث عن آلية عمل الإحصاءات البيئية بشكل عام إن الإحصاءات والمؤشرات البيئية مرتبطة بشكل مباشر بمؤشرات التنمية المستدامة وتعرف التنمية المستدامة على أنها التنمية التي تفي بإحتياجات الحاضر دون الإضرار بقدرة أجيال المستقبل على الوفاء باحتياجاتها الخاصة وهي تفترض حفظ الأصول الطبيعية لأغراض النمو والتنمية في المستقبل ولذلك ينبغي عدم إهمال هذا الجانب عند إجراء الإحصاءات البيئية كما أن المؤشرات البيئية يمكن أن تقسم إلى أربعة أنواع وهي: -

١	العوامل التي تحدث ضغط على البيئة مثل الزيادة السكانية واستهلاك الوقود وغيرها
٢	الحالة الجديدة التي تحدث على البيئة نتيجة تلك الضغوط مثل استنزاف المياه وتلوثها وتلوث الهواء وغيرها
٣	الأثر أو الضرر الذي يحدث نتيجة العمليات المختلفة التي تجري
٤	الاستجابة التي يقوم بها المجتمع والدولة للحد من المشكلات البيئية مثل بناء السدود وزراعة الأشجار

(٣) طرق جمع البيانات

يوجد عدة طرق لجمع البيانات الإحصائية بشكل عام منها الطرق النظرية والتي تعتمد أسلوب جمع البيانات بالسؤال بالإضافة إلى أنه توجد طرق موضوعية تستخدم أسلوب القياس الفعلي لجمع البيانات إن هذه الطرق مطبقة على نطاق واسع في مجال الإحصاء ولكنها غير كافية لإحصاءات المياه حيث أن إحصاءات المياه تتطلب أساليب وأدوات إحصائية أخرى مثل استخدام النماذج الرياضية

(٤) أهم طرق جمع البيانات وكيفية تطبيقها على إحصاءات المياه

١	**الطرق الموضوعية حيث تستخدم أسلوب قياس فعلي** يستخدم هذا الأسلوب على نطاق واسع في إحصاءات المياه مثل قياس كميات الأمطار الهاطلة سنويا بإستخدام محطات الرصد المختلفة وقياس كميات المياه التي تتدفق عبر الأنهار وكميات المياه التي تسحب وكميات المياه التي توزع وغيرها كما يستخدم أسلوب القياس الفعلي لمعرفة نوعية المياه وذلك بأخذ عينات لإجراء الفحوص المخبرية على المياه ويعتبر هذا الأسلوب من الأساليب المكلفة ولكن لا بد من استخدامه في مجال إحصاءات المياه ويحتاج إلى تطوير وتوحيد منهجية تصميم العينات وأسلوب سحبها وأسلوب تقدير حجم العينة وعادة تجرى هذه الأعمال من قبل الجهات المسئولة عن إدارة المياه مثل وزارة المياه ووزارة البيئة ولذلك فإنه من الضروري الاتفاق على عمل نماذج موحدة تلبي طلب الإحصائيين لكي يقوم بتطبيقها المسئولون عن إدارة المياه
٢	**الطرق النظرية** حيث يتم جمع البيانات بأسلوب سؤال المستجيب بالمقابلة وجها لوجه أو عن طريق الهاتف أو بالبريد أو بطرق أخرى وهذا الأسلوب اقل كلفة من الأسلوب السابق ولكنه اقل دقة وعادة يستخدم هذا الأسلوب من قبل الإحصائيين بغرض جمع بيانات إحصائية مثل كميات المياه المستخدمة حسب النشاط الاقتصادي وتكاليف إنتاج المياه وغيرها

٣	**أسلوب المتابعة** وهو أسلوب يجمع بين الأسلوبين الأول والثاني حيث يقوم الباحث بزيارة المستجيب في زيارات متكررة بشكل منتظم ويسأل عن كمية المياه المستهلكة مثلا بين كل زيارتين وذلك للتقليل من تحيز الذاكرة لدى المستجيب ويعتبر هذا الأسلوب أعلى دقة من الأسلوب الثاني ولكن كلفته أعلى من الأسلوب الثاني واقل من الأسلوب الأول وعادة يستخدم هذا الأسلوب في جمع بيانات كميات المياه التي تستخدم في بعض الأنشطة الاقتصادية مثل المياه المستخدمة لري الخضراوات مثلا
٤	**جمع البيانات من السجلات الإدارية** تعتبر السجلات الإدارية احد مصادر البيانات وليست أسلوب جمع البيانات ويمكن أن يتم تطوير السجلات الإدارية بما يخدم الأغراض الإحصائية كما يمكن جمع البيانات من الإدارات أو الحكومات المحلية بإستخدام سجلات موحدة للوصول إلى بيانات موحدة على مستوى الدولة
٥	**استخدام النماذج الرياضية** تستخدم النماذج الرياضية لإجراء بعض التقديرات مثل تقدير كميات المياه المستخدم للري عن طريق تقدير إحتياجات النباتات للمياه والمساحات المزروعة كما يمكن استخدام هذا الأسلوب لتقدير كمية الهطول والتبخر والنتح وغيرها
٦	**استخدام الطرق غير المباشرة** مثل بيانات الدول المجاورة والتي تشمل استخدام البيانات من التقارير الدولية والإقليمية والبيانات الإحصائية والمعاملات الفنية للدول المشابهة والدول المجاورة لسد النقص في البيانات أو بهدف التدقيق على البيانات الموجودة

(٥) تقييم النظام وتصميمه

يطبق تقييم نظام مياه الشرب على قدم المساواة على المرافق الكبرى التي تستخدم شبكات التوزيع بالأنابيب وعلى الإمدادات المجتمعية بالأنابيب أو بدونها بما فيها المضخات اليدوية والإمدادات المنزلية الفردية ويمكن أن يكون موضوع التقييم هو البُنية التحتية القائمة أوالخطط الموضوعة للإمدادات الجديدة أو لتحسين الإمدادات الموجودة ونظرًا لأن جودة مياه الشرب تختلف على طول الشبكة فينبغي أن يستهدف التقييم تحديد ما إذا كانت نوعية مياه الشرب الموصلة أخيرًا إلى المستهلك ستفي بشكل معتاد بالأهداف الصحية ويتطلب هذا فهم نوعية المنبع والتغيرات داخل النظام إسهامًا من الخبراء وينبغي مراجعة تقييم النظم بصفة دورية ومن اللازم لتقييم النظام أن يوضع في الإعتبار سلوك عناصر مختارة أو مجموعات العناصر التي يمكن أن تؤثر على جودة المياه وبعد تحديد وتوثيق المخاطر الحالية أو الممكنة بما فيها الأحداث والسيناريوهات التي قد تنطوي على المخاطر التي يمكن أن تؤثر على نوعية الماء يمكن تقدير كل من المخاطر وترتيبها على أساس احتمال حدوثها وحدة عواقبها ويمثل الإعتماد عنصرًا من تقييم النظام ويجري الاضطلاع به لضمان أن تكون المعلومات الداعمة للخطة صحيحة ومعنية بتقييم الإسهامات العلمية والتقنية في خطة إمدادات المياه ويمكن أن تستمد البيانات اللازمة لدعم خطة إمدادات المياه من مجموعة واسعة من المصادر منها الكتابات العلمية والرابطات التجارية وإدارات التنظيم والتشريع والبيانات التاريخية والهيئات المهنية ومعارف الموردين

(٦) أنظمة المواسير المستخدمة لمصادر المياه

الشكل رقم (٨٠) رسم تخطيطي يوضح أنظمة المواسير المستخدمة لمصادر المياه

(١/٧/٤/٧) أهداف النظام المتكامل لإدارة شبكة مياه الشرب

The objectives of the integrated system to manage the network drinking water

١	توفير الوسيلة المثلي والسريعة للدخول إلى وثائق ومعلومات أصول شبكة خطوط مياه الشرب
٢	يُمكن النظام من تخزين وإدارة وعرض المخططات الخاصة بشبكة خطوط مياه الشرب بصورة إلكترونية بدلاً من تخزينها ورقياً بالأرشيف ومدعمة بمعلومة جغرافية ذات إحداثيات جغرافية ومعلومات وصفية
٣	يساعد في إدارة ومتابعة أعمال التشغيل والصيانة التابعة لمشاريع خطوط مياه الشرب ومختلف المهام الموكلة إليها وتنظيم العمل بالمخازن والمشتريات للمحطة
٤	توفير المعلومات الصحيحة للموظفين المعنيين بسرعة وفي أي زمان ومن أي مكان
٥	توفير المعلومات المناسبة لدعم اتخاذ القرار وعدم تعرض المحطات للتوقف المفاجئ
٦	أمكانية مشاركة المعلومات على مستوى الدائرة ولكن حسب الصلاحيات
٧	تقييم آثار المشروع البيئية والإجتماعية المحتملة في مناطق تنفيذ المشروع
٨	مقارنة التأثيرات فيما يتعلق بالاشتراطات والإرشادات القومية والدولية ذات الصلة
٩	إنشاء قاعدة بيانات وصفية ومكانية عن شبكات ومحطات مياه الشرب
١٠	الدعم الفني لأعمال الدراسات الفنية والبحثية
١١	الدعم الفني في تصميم وتنفيذ المشروعات
١٢	تطوير نظام الخدمة بالربط مع قواعد بيانات العملاء
١٣	الربط مع قواعد البيانات للمحطات والمعامل وتكوين قاعدة بيانات متكاملة للمحطة
١٤	دراسات المخطط العام - تحليل هيدروليكي – دراسات الفاقد
١٥	رفع كفاءة المعدات والأصول بالمحطات وتعظيم العائد الاقتصادي منها من خلال تطبيق الصيانة المجدولة
١٦	خفض تكاليف الصيانة الإصلاحية من خلال تنظيم عملية الصيانة وذلك بإصدار أوامر شغل منتظمة

(٨/٧/٤/١) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة مياه الشرب Drinking Water Management System (PLMS)
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة Integrated Maintenance Management System (IMMS)
(أ) المرحلة الأولى (مرحلة التأسيس لإنشاء خطوط المياه)
(١) مرحلة التجهيز

(أ) عملية شحن الأنابيب من المهم أن يتم إنشاء خطوط المياه الرئيسة بطريقة صحيحة فسوء التعامل مع الأنابيب والقطع وكذلك التركيب غير الصحيح للأنابيب جميعها تؤدي إلى زيادة في أعمال الصيانة ومشاكل تصليح مستقبلية إضافة إلى احتمالية الإضرار بالصحة العامة ويتم عادة الحصول على الأنابيب اللازمة لأعمال الإنشاء الصغيرة من المستودعات المحلية وبالنسبة للأنابيب كبيرة الحجم والأنابيب اللازمة للأعمال الكبيرة فيتم شحنها من المصنع مباشرة وتشحن بوساطة الشاحنات أو السفن أو قطارات الشحن وتتميز عملية الشحن بالسيارات الشاحنة بأنه يتم إحضار الأنابيب إلى موقع العمل مباشرة ويشترط العديد من المشترين عند شراء الأنابيب وضع أغطية على طرفي الأنبوب لحمايته من تجمع الأوساخ والحشرات بداخله أثناء الشحن والتخزين

(ب) عملية تنزيل الأنابيب يجب تنزيل جميع الأنابيب بحذر وعناية وقد يبدو الأنبوب متيناً ولكن يجب الحيلولة دون إيقاعه على أرض صلبة أو ارتطامه بحجر أو بأنبوب آخر أو بسطح الشارع ويمكن تضرر الأنابيب المصنعة من الحديد المطاوع أو الفولاذ عند تعرضها لضربة حادة وقد يؤثر الضرر على التبطين الداخلي والطلاء الخارجي آما أن وجود تظفير(Gouge) في سطح الأنبوب المصنوع من مركب بولي فينيل الكلور (PVC) قد يؤدي إلى إحداث نقطة ضغط أو إجهاد تؤدي بدورها إلى تلف الأنبوب ولو بعد فترة زمنية قد تصل إلى عدة سنوات بعد التركيب أما بخصوص الأنابيب البلاستيكية فهي معرضة بشكل خاص إلى التلف في الطقس البارد وقبل أن يتم فك حبال التربيط التي تثبت الأنابيب فوق الشاحنة يجب التأكد من أن الأنابيب لن تتدحرج من على الشاحنة مع ضرورة عدم بقاء العمال فوق الأنابيب أو أمامها عند فك أحبال التربيط وإذا لم تتوفر العدة الآلية فإن الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة يمكن تنزيلها بإستخدام الزلاجات وأحبال التربيط علماً بأن استخدام الرافعة المرفقية يجعل عملية التنزيل أسرع وأكثر أماناً ويجب عدم تواجد العمال تحت الأحمال المرفوعة أما عند استخدام الرافعة الشوكة فيجب تبطين الشوكة لحماية الأنابيب وطلائها أما الأنابيب البلاستيكية فيجب عدم تنزيلها بجنازير غير مبطنة والأفضل أن يتم استخدام علاقة نايلون أو ملاقط

(ج) عملية تكديس الأنابيب إن الطريقة الأكثر فاعلية هي أن يتم وضع الأنابيب على طول مسار التركيب وبالتالي لا تكون هناك حاجة لإعادة تحريك الأنابيب من موقع لآخر وعند الحاجة إلى تخزين الأنابيب للإستخدام في مراحل لاحقة فيجب إتباع أسلوب تكديس يحمي هذه الأنابيب ويتم عادة تكديس الأنابيب في المناطق الريفية على طول مسار أو خط التركيب قبل البدء بالحفر أما في المناطق السكنية فإنه من الأفضل عادة أن يتم تكديس الأنابيب أولاً بأول مع تقدم عمليات الحفر وذلك لتجنب إحداث مشاكل للسكان من جراء وضعها على الطرق والساحات وتجنب خطر التخريب وإصابات الأطفال من جراء اللعب

بالأنابيب ويجب وضع الأنابيب قريباً من الحفر وعلى الجانب المقابل للجانب الذي تتواجد عليه الأتربة الناتجة من الحفر مما يجعل التعامل مع الأنابيب غاية في السهولة عند التركيب كما يجب أن تكون الأنابيب محمية من السيارات وعمليات المعدات الضخمة كما يجب وضع الأنابيب بحيث تكون النهاية الجرسية (الواسعة(بإتجاه التركيب وبذلك يتم تجنب عملية التدوير عند رفعها من أجل التركيب في المجرى المحفور ويجب استخدام الأوتاد أو القوالب الخشبية لمنع تدحرج الأنابيب وإذا تعذر وضع الأنابيب في منطقة تُجنبها دخول الأوساخ من أطرافها وجب وضع أغطية بلاستيكية أو سدادات لمنع اتساخها وعموماً يجب تطبيق الشروط التالية :ـ

١	يجب أن تكون منطقة التخزين مستوية وليست عرضة للفيضانات
٢	وضع الطبقة الدنيا من الأنابيب على أرضية من الأخشاب على قدر من السماكة لحماية الأنبوب من ملامسة الأرض
٣	وضع قوالب كبح خشبية على جانبي الأنابيب لمنعها من التدحرج
٤	يجب الفصل بين طبقات أنابيب الحديد المطروق والأنابيب الأسمنتية بألواح خشب وقوالب تمنع التدحرج
٥	يجب تكديس الأنابيب بحيث تكون النهايات الجرسية (الواسعة) للأنابيب متعاكسة وأن تكون هذه النهايات خارجة عن حد أجسام الأنابيب الأسطوانية (Barrels) بطبقة الأنابيب الواقعة تحتها كما يجب أن لا تتلامس الأنابيب
٦	يتم تخزين الأنابيب البلاستيكية في عبوات الشحن ويجب ملاحظة عدم التخزين لإرتفاع يزيد على ٣ أقدام (٠.٩متر)
٧	يجب حماية الأنابيب البلاستيكية من أشعة الشمس وذلك بتغطيتها بقماش من الكتان القوي (Canvas) أوغطاء بلاستيك غير منفذ ومعتم بحيث تسمح طريقة التغطية بدوران الهواء تحت الأنابيب
٨	في حال توقع أعمال التخريب أو العبث من قبل الأطفال يجب وضع شبك حماية حول منطقة التخزين
٩	يجب تخزين الحشيات المطاطية بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة وبعيدة عن التلامس بالمنتجات البترولية ومحفوظة من التخريب ويفضل في حالة الطقس البارد إبقاء هذه الحشيات والزيوت العائدة لها دافئة لحين الاستخدام

(٢) مرحلة التخطيط

(أ) عملية تخطيط أعمال الحفر قبل البدء في عملية الحفر يجب وضع الخطة اللازمة للمشروع مما يساعد على سهولة إنجازها ويجب على الأقل أن تظهر الخطة ما يلي: ــ

١	موقع وعمق الخط الرئيسي المطلوب تركيبه
٢	مواقع الصمامات ومحابس المطافئ وجميع قطع التوصيلات المتوقعة
٣	مواقع وأعماق التمديدات الأخرى بما فيها المياه العادمة وأسلاك الهاتف والاتصالات وأنابيب الغاز والكابلات الكهربائية وأسلاك كهرباء الشوارع التي تتواجد في منطقة العمل
٤	تفصيلات عن أي موانع قد تواجه المشروع والتي يجب الحفاظ عليها أو تجنبها يجب تسليم المخططات مسبقاً إلى الجهة المسئولة عن الطرق للموافقة عليها قبل بدء العمل وإذا كان جزءٌ من العمل يجب تنفيذه على طريق رئيسي أو خط سكة حديد فيجب أيضا الحصول على موافقة الجهة المسئولة وقد يحتاج الأمر إلى الحصول على موافقة المدينة أو المنطقة في بعض الحالات وإذا تضمن العمل تركيب الأنابيب أو عمل المعدات والآليات في أرض خاصة وجب الحصول على إذن دخول أو استخدام الأملاك الخاصة من أصحاب هذه الأملاك

(ب) عملية الفصل بين خطوط المياه وخطوط الصرف الصحي يجب الإبقاء دائماً على مسافة فاصلة بين خطوط المياه الرئيسة وخطوط الصرف الصحي فالنظرية السائدة هي إحتمال حدوث تسرب من خطوط الصرف الصحي تؤدي إلى تشبع التربة المجاورة بمخلفات الصرف الصحي فإذا تزامن هذا مع وجود تسرب في خطوط المياه القريبة بحيث تصبح خطوط المياه منخفضة الضغط أدى ذلك إلى شفط مخلفات المياه العادمة إلى داخل هذه الخطوط تنص القاعدة العامة على ضرورة أن تكون المسافة الأفقية الفاصلة بين الخطوط الرئيسة للمياه وخطوط الصرف الصحي ١٠أقدام أو (٣متر) على الأقل وأن يكون خط المياه على ارتفاع قدمٍ واحد (٠.٣متر) فوق خط الصرف الصحي ولكل دولة قوانينها التي تحدد هذه المسافة الفاصلة والتي يجب مراعاتها قبل البدء بتنفيذ المشروع

(ج) عملية إعلام المالكين والجمهور بأعمال الحفر يجب قبل البدء بأعمال الحفر إعلام أصحاب الممتلكات المجاورة وبيان تفاصيل الأعمال التي ستتم بالجوار وتوقيتاتها كما يتم النشر عن المشروع في الجرائد المحلية وتوضع الإشارات الإرشادية والتحذيرية للمشاة وللسائقين في منطقة العمل قبل بدئه بحوالي أسبوع كما يجب وضع الإشارات التحذيرية والإشارات الضوئية والعوائق اللازمة لتحذير المشاة والعمال وحمايتهم كما يجب مراجعة القوانين المحلية والقوانين الدولية المتعلقة بإجراءات وضع الإشارات في الشوارع والطرقات للتأكد من حماية موقع العمل

(د) عملية تسجيل أحوال الموقع قبل البدء بالعمل إذا كان موقع العمل في المدينة فإنه من المحبذ أخذ مجموعة من الصور الفوتوغرافية على طول خط البناء قبل بدء العمل وتسجيل تواريخ أخذها ويجب الإنتباه وبشكل خاص إلى تسجيل أحوال الممرات الجانبية والسياجات والأشجار والشجيرات فإذا كانت هناك ادعاءات بأن الموقع لم تتم إعادته إلى وضعه الأصلي بالشكل الصحيح فإن الصور تساعد في الإثبات بأن سياج المالك مثلاً كان مكسوراً قبل بدء العمل أو على العكس بأن التلف الناجم كان أكثر مما هو متوقع ويجب بالتالي إعادة الوضع إلى ما كان عليه قبل بدء العمل

(هـ) عملية تحديد الأمور المتضاربة يُفضل قبل البدء بتنفيذ العمل أن يتم تقرير كيفية تجنب التضارب الصعب بين الخط الرئيسي المزمع تنفيذه وخطوط الخدمة الأخرى وإحدى المشاكل الشائعة هنا هي التقاطع مع خط الصرف الصحي الواقع على نفس مستوى الارتفاع حيث إنه من غير الممكن تغيير ميل خط الصرف الصحي وبالتالي فإن تغيير خط المياه الرئيسي هو ما يجب القيام به ويتطلب هذا الوضع قطع تركيب خاصة أو تغيير تدريجي في الميل على جهتي نقطة التقاطع وإذا لم يكن بالإمكان تحديد ميل خط الصرف الصحي بدقة باستخدام المسبار أو القياس من خلال فتحات الدخول فإن أفضل طريقة في العادة هي الحفر التمهيدي للقيام بالقياس الدقيق

(٣) مرحلة التنفيذ

(أ) عملية التحضير لأعمال الحفر تعدّ أعمال الحفريات الأكثر آلفة في أعمال التركيب لأنابيب المياه ويجب تنفيذها بأقل كلفة ممكنة وتجري معظم هذه الحفريات بوساطة الحفار الهيدروليكي وهي معدات سهلة الحركة والتشغيل وتمنح القدرة على التحكم بطريقة ممتازة ويجب إختيار حجمها بما يتناسب وحجم الأنابيب المراد تركيبها فالحفارة الكبيرة جداً سوف تتسبب بتلف أكبر مما هو ضروري بينما تُنجز الحفارة الصغيرة العمل ببطء شديد ويجب نقر الشوارع الأسفلتية والإسمنتية مسبقاً بإستخدام المطرقة الهوائية أو المنشار ذي الحد الماسي وهذا يقلل من إلحاق الضرر بالشوارع ويقلل بالتالي من الكمية الواجب استبدالها من الشارع ويفضل قيام شركات متخصصة بهذه الأعمال لما في ذلك من توفير مادي ويجب عدم استخدام قطع الأسفلت والإسمنت الكبيرة في طمر الحفريات ومن الأفضل أن يكون هناك سيارة شحن بالجوار لنقل مخلفات الحفريات من الأسفلت والإسمنت إلى منطقة بعيدة وذلك تجنباً للتعامل مع هذه المخلفات مرتين وفى حالة إستخدام حفار دوّار فقد ينتج ذلك مخلفات وأنقاض صغيرة يمكن إستخدامها كطبقة ردم عليا

(ب) عملية تنفيذ عرض الخندق يعتمد العرض الأمثل لمجرفة الحفر على حجم المواسير المقترح تركيبها وعمق الخندق وكذلك الخبرة المحلية المتعلقة بطبيعة التربة في موقع العمل فمن ناحية يجب أن يكون عرض الخندق صغيراً ليساعد في سرعة العمل والإنجاز والتقليل من الضرر الناجم وإعادة الإصلاح ومن ناحية أخرى يجب أن يكون عرض الخندق كافياً بحيث يحافظ على بقاء جوانب الخندق ويسمح للعمال بإنجاز العمل بالشكل الصحيح ويكون عرض الخندق في الغالب أكبر من قطر الأنبوب(١- ٢قدم) أو(٠.٣-٠.٦ متر) وكل ما يلزم هو الحيز الكافي للعمال لتجميع وصلات الأنابيب ورص ناتج الحفر تحت الأنبوب وحوله ومن المهم أن يبقى عرض الخندق صغيراً قدر الإمكان في الأماكن المعبدة لما لهذا من أهمية في الحد من أوزان السيارات التي تقع على الأنابيب من خلال الردم

الشكل رقم (٨١) يوضح كيفية تنفيذ حفر الخندق

(ج) عملية تنفيذ عمق الخندق في المناطق ذات الطقس الدافئ يكون إعتماد عمق الخندق اللازم لتمديد الأنابيب الرئيسة على العمق اللازم لتوزيع الأوزان السطحية وجعل التأثير على الأنابيب محدوداً بحيث تتم حمايته من التلف ويبلغ الحد الأدنى لعمق غطاء الخط الرئيس ٢.٥قدم أو (٠.٨م) بينما يبلغ ١٨ بوصة أو (٠.٥م) في أنابيب خدمة المياه أما في المناطق ذات الطقس البارد فيتم وضع الخط الرئيسي على عمق يفترض أن يكون العمق المحلي الأقصى للتجمد وعلى الرغم من أن أنابيب الخط الرئيسي يمكن أن تتحمل حالة التجمد من حولها وتحتها طالما أن المياه داخل الأنابيب مستمرة الجريان إلا أن الخطر في جعلها قريبة من السطح يكمن في حدوث التجمد للماء عند نقاط التوصيل للخدمات ويجب أيضاً الانتباه إلى حقيقة إن اختراق التجمد يصل إلى أعمق حدوده في العادة تحت سطح الشوارع التي يتم إبقاؤها خالية من الثلوج فإذا أصبح الطقس بارداً جداً

ولكن بدون غطاء ثلجي فإن التجمد يكون قادراً على الاختراق إلى أعماق كبيرة في غضون بضعة أيام أما إذا لم يكن بالإمكان توفير عمق مناسب لدفن الخط الرئيسي فيمكن عزله بإستخدام الستيروفورم ذي الخلية المغلقة بسماكة تبلغ ٢بوصة أو(٥٠ملم) وعرض يبلغ٢-٤ قدم أو(٠.٦ - ١.٢م)حيث توضع على مسافة قريبة فوق الأنبوب وقد تبين أن استخدام هذه المادة نجح في منع تجمد الأنابيب

(د) عملية تنفيذ الحفر عند إجراء عمليات الحفر لخنادق الأنابيب فإن المواد الناتجة عن هذه الحفريات يجب أن تكدس بجانب الخندق على طرفه الأسفلتي مما يوفر الحماية للعمال والخندق من حركة السيارات ويبقي معدات الردم على الشارع مما يقلل من الضرر الناجم عن استخدامها ويجب الإبقاء على مسافة ما بين ناتج الحفر والخندق بحيث تسمح هذه المسافة لسير العمال على جانب الخندق وتمنع سقوط ناتج الحفر فيه ويجب الاهتمام بحقيقة أثر وزن ناتج الحفر القريب من الخندق على إحتمالية انهيار جوانبه والقاعدة العامة تقضي بأن يوضع ناتج الحفر على مسافة قدمين (٠.٦م) عن حافة الخندق البالغ عمقه ٥أقدام أو(١.٥م) وحوالي ٤ أقدام أو(١.٢م) للخنادق الأعمق وهناك فوائد أخرى للإبقاء على مسافة بين ناتج الحفر والخندق مثل الحيلولة دون سقوط المشاة في الخندق أو تسبب المشاة في سقوط الأوساخ على العمال المتواجدين في الخندق بشكل غير متعمد ويجب أن يتم حفر الخندق بدقة قدر الإمكان ليطابق المنسوب الذي تم تحديده ويعطى أرضية مستوية ومستمرة وتوفر الأرضية المستوية الصلبة الدعم للأنابيب فإذا وجدت نقاط مرتفعة بعد مد الأنابيب وتركيبها وجب إزالة المواد الزائدة يدوياً أما إذا وجدت جيوب منخفضة فيجب ملؤها بالمواد الحبيبية أو مواد أخرى خاصة توفر الدعم الكافي للأنابيب يُستخدم العمود الطبقي (Story Pole) لقياس عمق الخندق ويتم ربط خيط بأوتاد على امتداد الخندق في مقدمة أعمال الحفر بقليل وعلى ارتفاع عدد من الأقدام فوق أرضية الخندق وحسب المخططات ويتم التأكد من عمق الخندق بشكل دوري بإستخدام عمود مدرج يوضع في قعر الخندق ومقارنة علامة التدريج على أعلى العمود وانطباقها مع امتداد الخيط وينصح عادة بعدم الحفر لمسافات طويلة أمام أعمال مد الأنابيب وأهم سبب لذلك هو وجود احتمالية عالية لانهيار الخندق إذا طالت فترة بقائه مفتوحاً وأسباب أخرى تتضمن احتمالية حدوث فيضانات في الشتاء عند تساقط الأمطار واحتمالية سقوط الأطفال والمشاة في الخندق ويكون الخندق أكثر خطراً في الليل وكذلك عندما لا يكون هناك عمال في منطقة الحفريات ويحرص معظم المقاولين أن يبقى جزءٌ صغيرٌ من الخندق مفتوحاً مع نهاية كل يوم عمل وفي هذه الحالة يتم وضع الحواجز والمصابيح والشرائط التحذيرية وهذا ينطبق مع القوانين المحلية التي تتطلب إتمام أعمال ناتج الحفر أو توفير الحماية الخاصة اللازمة خلال الليل

(هـ) عملية تنفيذ الحفر في الصخور قد تواجه حفريات خطوط المياه الرئيسة صخوراً كبيرة مدورة غير مثبتة أو سلسلة صخور طينية أو صخوراً صلبة وهذا يتطلب تحديد احتمالية عدم القدرة على دفن الخط الرئيسي إلى العمق المطلوب بدون الحفر في الصخور لأن لذلك أثراً كبيراً في كيفية تقدم العمل وأسهل طريقة هنا هي حفر ثقوب على مسافات متساوية للفحص أو إجراء حفريات سريعة باستخدام حفار على امتداد موقع الحفريات وعند الحاجة إلى أعمال الحفريات من خلال التفجيرات فيجب إسناد هذه الأعمال للمتعهدين المختصين وذلك لخبرتهم في هذه الأعمال وحصولهم على التأمين اللازم آخذين بعين الاعتبار حتمية الإبقاء على سجلات بالتفجيرات جميعها وأوقات حصولها لمواجهة أي ادعاءات بحصول دمار نتيجة هذه التفجيرات

(و) عملية دراسة أحوال التربة السيئة هناك أنواع من التربة التي لا ينصح بأن تحيط بأنابيب خط المياه الرئيسة مثل تربة أنقاض مناجم الفحم والرماد والطين الكبريتي ومخلفات المناجم ومخلفات المصانع وتربة النفايات في حال مواجهة مثل هذه الأنواع من التربة فيجب إجراء الحفريات لمستويات لا يبقى معها أي أثر لهذه التربة والتخلص منها بالطرق السليمة وبعد تمديد الأنابيب يجب ملء الحفريات بالمواد المناسبة والتي يتم توريدها إلى موقع العمل

(ز) عملية دراسة المياه الجوفية إذا كان مستوى المياه الجوفية في منطقة العمل أعلى من مستوى أرضية الخندق فإن المياه الجوفية سوف تملأ الخندق تعد محاولة تمديد أنابيب المياه تحت الماء من الأعمال الصعبة وقد تؤدي إلى مشاكل تسرب المياه من نقاط التجميع والوصل للأنابيب وذلك لدخول الأجسام الغريبة مثل ناتج الحفر والأوراق ومواد أخرى واستقرارها تحت حشيات الوصلات بشكل غير متعمد بالإضافة إلى أن العمل في الأراضي المشبعة بالمياه تعدّ من الأعمال الصعبة لوجود احتمالية كبيرة لانهيار الخندق ويتذبذب في بعض المناطق منسوب المياه الجوفية خلال السنة ويجب اختيار الأوقات الجافة لتحاشي الصعوبات الناجمة عن المياه الجوفية وإذا دعت الضرورة إلى عمل تمديدات الأنابيب تحت مستوى المياه الجوفية فإن الممارسة المعتادة هي أن يتم ضخ المياه الجوفية قبل بدء الحفريات بحفر آبار ذات مستوى أقل من مستوى قعر الخندق ووصل الآبار بنظام مَشْعَب ومضخات ومن ثم ضخ المياه إلى أن تصبح عملية الحفريات آمنة ويجب استشارة السلطات المحلية المسئولة حول التخلص من المياه المضخوخة علماً بأن عملية نزح المياه مكلفة ومن شأنها أن تزيد الكلفة الكلية لتركيب الخطوط الرئيسة ولذا يجب أخذها بعين الاعتبار قبل البدء بأي عمل

(ح) عملية دراسة أسباب انهيار جدران الخندق عموماً تُصنف التربة إلى التربة الطينية والطين القاسي والرمل والطمي ويمكن إجراء الحفريات بسهولة وأمان في التربة الطينية والطين القاسي المنخفض الرطوبة أما التربة الرملية الجافة فهي بحاجة إلى عناية واهتمام خاص كونها سهلة الانهيار أما الطين القاسي المبتل فلا يمكن التنبؤ بتصرفه عند الحفر بالإضافة الي أن احتمالية الانهيار فيه مرتفعة على الرغم من أن مظهر التربة قد يدل على أنها متماسكة إلا أن هذا لا يعني أن جدران الخندق لن تنهار ومن أهم أسباب انهيار الحفر ما يلي :-

١	ضغط الماء المتواجد في التربة

٢	ثقل المعدات وآليات الحفريات التي تعمل بالقرب من الحفريات
٣	ثقل التربة الناتجة عن الحفر المتواجدة بجوار الخندق
٤	جدران الخندق الزائدة العمق وبشكل لا يتلاءم مع نوعية التربة

التشققات في التربة والتي يكون سببَها في العادة تركيب مسبق لخطوط خدمات أخرى كخطوط الصرف الصحي أو خطوط أنابيب الغاز يحدث انهيار جدران الخندق في معظم الأحيان في فصل الشتاء وبداية فصل الربيع حيث تكون التربة مشبعة بالماء وتحدث الانهيارات عادة بشكل مفاجئ ودون سابق إنذار ولكن هناك بعض العلامات والدلائل التي تساعد العمال على التنبؤ بقرب حدوث انهيار وهي:

١	تشققات في سطح الأرض وبشكلٍ موازى للخندق على بعد ٢/١ أو٤/٣ عمق الخندق من حافته
٢	تساقط التربة من جدران الخندق
٣	هبوط سطح الأرض بالقرب من الخندق
٤	التغير المفاجئ في لون التربة خلال الحفر مما يدل على وجود حفر سابق في الموقع

(ط) عملية دراسة منع انهيار الخندق إن عدم وجود الدعامات أو انهيارها هو السبب الرئيس في حالات الوفاة أو الإصابة في الأعمال الإنشائية التي تجري تحت سطح الأرض ويعدّ توفير الدعامات لأعمال الحفريات من متطلبات إدارة الصحة والسلامة المهنية والقوانين المعمول بها في الدول وعدم التقيد بهذه التعليمات يؤدي إلى غرامات شديدة وعالية وتتطلب التعليمات بشكل عام حماية الحفريات التي يزيد عمق الخندق فيها على (٤-٥أقدام) أو (١.٢-١.٥م) وهناك خمس وسائل تساعد في عدم انهيار الحفريات وهي: الحفر بجدران مائلة والتدريج والدعم والتصفيح واستخدام الدعائم المعدنية القابلة للطي الجدران المائلة يتم حفرها بميل اعتماداً على قوة تماسك التربة وتتغير زاوية الميل اعتماداً على نوعية التربة ونسبة الرطوبة فيها والظروف المحيطة مثل الاهتزازات الناجمة عن المعدات الصناعية

(٤) مرحلة التشغيل

(أ) عملية فحص الخط الرئيس بعد أن يتم تركيب أنبوب الخط الرئيس والوصلات في الخندق يجب أن يتم طمر الحفر بمواد مناسبة وأن يفحص الخط للتأكد من عدم وجود تسرب وأن يغسل ويطهر وأن تفحص نوعية الجراثيم فيه

(ب) عملية ردم الخندق إن مواد الردم التي تغطي وتحيط بالأنبوب المركب حديثاً تخدم أغراضاً كثيرة علاوة على تعبئة وإغلاق الحفر وأهمها توزيع الأحمال السطحية فعلى سبيل المثال إن مرور سيارة شحن ثقيلة فوق أنبوب موضوع في خندق قليل العمق غير مرصوص الردم قد يحطم الأنبوب لأن الثقل ينتقل عمودياً إلى الأسفل أما إذا كان الردم مرصوصاً بطريقة صحيحة فإن الثقل ينتقل إلى الخارج بإتجاه جدران الخندق مما يمنع تحطم الأنبوب ووظيفة هامة أخرى للردم الصحيح هي حصر الأنبوب جانبياً لمنعه من الحركة في حالة حدوث طرق الماء(Water Hammer) في النظام

(ج) عملية تحديد نوعية الردم المستخدم يجب أن يستخدم الرمل النظيف أو تربة مختارة كطبقة أولى عند الردم ويجب أن تخلو من الخشب النباتي المتفحم جزئياً والحجارة والجذور وأنقاض الإنشاءات والمواد المتجمدة آما يجب أن تحتوي على رطوبة كافية تسمح بالرص (Compaction) الكامل وإذا لم تكن التربة المستخرجة من الحفر مناسبة للطبقة الأولى من الردم والمحيطة بالأنبوب وجب إحضار مواد أخرى مناسبة للردم

(د) عملية تنفيذ طبقات الردم الأولية يجب وضيع الطبقة الأولى من الردم بشكل متساوي على جانبي الأنبوب حتى منتصفه تقريباً ثم يتم رص هذه الطبقة وهذه العملية تسمى عادة بالترديف (Hunching) والتي يستخدم فيها مدك يدوي إلا أن إنجاز العمل يكون أسرع إذا استخدم مدك يعمل بالهواء المضغوط إذا توفر إن عملية رص التربة تحت الأنبوب وعلى جانبيه وحتى بدء التخَصّر(Spring Line) يوفر دعماً كبيراً بحيث يتحمل الأنبوب الوزن الذي سيوضع فوقه فيما بعد تتفاوت طرق الردم فوق خط بدء التخَصّر (Spring Line) اعتماداً على نوع الأنبوب المستخدم وظروف التربة المحلية والمتطلبات القانونية وبشكل عام يجب أن يتم وضع طبقة أخرى من مادة جيدة فوق الأنبوب وأن يتم رصها لحماية وتأمين الأنبوب ويجب أن يكون إرتفاع الطبقة (٦) بوصة أو (١٥٠ملم) على الأقل فوق قمة الأنبوب للأنابيب ذوات القطر (٨) بوصة أو (٢٠٠ملم) آما يجب أن تكون الطبقة أكثر سماكة للأنابيب الأكبر قطراً وحسب توصية المصنّع يجب وضيع الطبقة الأولى من الردم بشكل متساوي على جانبي الأنبوب حتى منتصفه تقريباً ثم يتم رص هذه الطبقة وهذه العملية تسمى عادة بالترديف (Hunching) والتي يستخدم فيها مدك يدوي إلا أن إنجاز العمل يكون أسرع إذا استخدم مدك يعمل بالهواء المضغوط إذا توفر إن عملية رص التربة تحت الأنبوب وعلى جانبيه وحتى بدء التخَصّر(Spring Line) يوفر دعماً كبيراً بحيث يتحمل الأنبوب الوزن الذي سيوضع فوقه فيما بعد تتفاوت طرق الردم فوق خط بدء التخَصّر (Spring Line) اعتماداً على نوع الأنبوب المستخدم وظروف التربة المحلية والمتطلبات القانونية وبشكل عام يجب أن يتم وضع طبقة أخرى من مادة جيدة فوق الأنبوب وأن يتم رصها

لحماية وتأمين الأنبوب ويجب أن يكون إرتفاع الطبقة (٦) بوصة أو (١٥٠ملم) على الأقل فوق قمة الأنبوب للأنابيب ذوات القطر (٨) بوصة أو (٢٠٠ملم) آما يجب أن تكون الطبقة أكثر سماكة للأنابيب الأكبر قطراً وحسب توصية المصنّع

(هـ) عملية ردم المتبقي من الخندق إن عمليات اختيار ووضع ورص المادة المستخدمة لردم الحجم المتبقي من الخندق لا يشترط أن تتم بنفس الحيطة المتبعة في أول طبقتين ويمكن إستخدام التربة المستخرجة من الحفر لذلك إلا إذا حُظر استخدامها بناء على مواصفات العمل أو مَنعت من ذلك إدارة الشئون القانونية وإذا لم تكن تربة الردم مرصوصة بطريقة ما فإن مستوى الخندق سيستمر في الهبوط لسنوات وهناك أربع طرق للتعامل مع الهبوط إذا كان العمل في منطقة ريفية لا يشترط فيها إعادة وضع سطح الأرض إلى طبيعته فوراً فإن أسهل طريقة للردم هي وضع التربة في الخندق بحذر لتجنب تكون الفجوات وإنهاء العمل بوضع كومة مرتبة من الردم الزائد فوق الخندق الذي يأخذ بالهبوط تدريجياً بفعل المطر والثقل على مدار الوقت وإذا هبط الخندق إلى ما دون مستوى سطح الأرض فقد يؤدي هذا إلى تعريض الجمهور للخطر نتيجة السقوط في الجزء الهابط ولذا فإن المسئولية يجب أن تقع على عاتق جهة ما لمراقبة الحفرة بإنتظام لسنوات لوضع كميات أخرى من الردم عند الضرورة الطريقة التي تأتي في المرتبة الثانية من حيث السهولة في التعامل مع الهبوط هي باستخدام الماء، فإذا كانت مادة الردم حبيبية وتسمح بمرور الماء بشكل جيد فإن ملء الحفرة بالماء قد يكون كافياً أما إذا كانت المادة طينية فيمكن أن يتم الهبوط بتسليط تيار ماء متدفق (Jetting) والذي يتم عادة باستخدام أنبوب مجلفن بقطر ١.٥ بوصة أو (١٠٠ملم) موصول بخرطوم إطفاء الحرائق بدفع الأنبوب بشكل متكرر لغاية مستوى الأنبوب داخل الخندق وإذا أجريت هذه العملية بشكل كامل وصحيح فإنها ستعطي ردماً مرصوصاً بدرجة تقارب الكثافة القصوى(بفارق يقل ٥% عن القيمة القصوى) إلا أن السيئ في هذه الطريقة هي أنها تحتاج إلى كمية كبيرة جداً من الماء وخاصة إذا كان الخندق عريضاً ولذا ففي حالات شح المياه أو الحالات التي تكون فيها المياه مشتراه بسعر عال فإن هذه الطريقة غير عملية ويتم عادةً وضع الردم في الخندق على شكل طبقات ويتم دكه بمعدات كهربائية إن المدكات التي تعمل بالهواء المضغوط أو محرك البنزين يمكن استخدامها من قبل طاقم يعمل على طول خط الخندق إلا أن هذه المعدات يمكن إستخدامها فقط عند التأكد من أن جوانب الخندق لن تنهار بفعل الإهتزازات كما أن هناك نوعاً من المحركات محمول على ذراع يمكن تشغيله من رافعة بحيث يتجنب العامل التواجد في الخندق عند العمل وتعطي هذه الطريقة درجة معقولة من الرص اعتماداً على نوع التربة إلا أنه سيحدث في العادة بعض الهبوط في التربة على السطح مع مرور الزمن أما في المناطق التي يجب إعادة تعبيدها بأسرع وقت مثل تقاطعات الشوارع فإن أسرع الطرق وأوفرها اقتصادياً هو ردم الخندق بالكامل بالردم الحبيبي كالرمل أو الحصى الدقيقة ويحدد معظم المهندسين والسلطات المحلية هذه الطريقة كونها تمنع أي هبوط مستقبلي للسطح المعبد

(و) عملية فحص الضغط للخط الرئيسي بعد أن يتم ردم الخندق جزئياً يجب فحص الخط الرئيس الجديد للتأكد من عدم وجود أي تسرب ويمكن أن يتم ذلك بفحص أجزاء الخط بين الصمامات واحداً تلو الآخر

(٥) مرحلة التقييم والفحص

تنطبق الإجراءات التالية على فحص جميع أنواع الأنابيب:

(١) إذا كانت الأنابيب المستخدمة هي عبارة عن قوالب مصنوعة بسكب أو صب الإسمنت يجب الانتظار خمسة أيام على الأقل قبل الفحص أما إذا كانت الأنابيب من الأسمنت العالي والمبكر القوة(high early strength) فإن هذه الفترة يمكن تقليلها

(٢) يجب التأكد من أن الصمامات على جميع الوصلات على الخط الرئيسي الحالي موصولة بإحكام تام

(٣) أملأ الخط الرئيسي بالماء وتأكد من أن الهواء قد تم إخراجه من جميع النقاط المرتفعة وإذا وضعت حبوب الكلور في الأنبوب أثناء العمل فإن عملية الملء يجب أن تكون بطيئة جداً لكي لا تتم إزاحة الحبوب من مواقعها

(٤) أغلق جميع الصمامات المساعدة بمحابس المطافئ اربط مضخة الضغط بصمام المؤسسة(corporation stop) في الخط الرئيسي ويجب أن يكون للمضخة ساعة لقياس الضغط وتكون موصولة بخزان ماء صغير إضافي لتعويض الماء

(٥) اضغط الخط بشكل جزئي ثم تأكد ثانية من أن جميع الهواء قد تم طرده من النظام وحافظ على أن يبقى الخط مضغوطاً لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة لكي يصل إلى حالة الثبات قم بزيادة الضغط حسب المواصفات القياسية لمؤسسة أعمال المياه الأمريكية (AWWA) حيث يجب أن تكون القيمة الدنيا للضغط أكبر من ضغط التشغيل بمرة ونصف أو (١٥٠) باوندابوصة مربعة أي (١٠٣٠) كيلو باسكال لمدة ٣٠ دقيقة

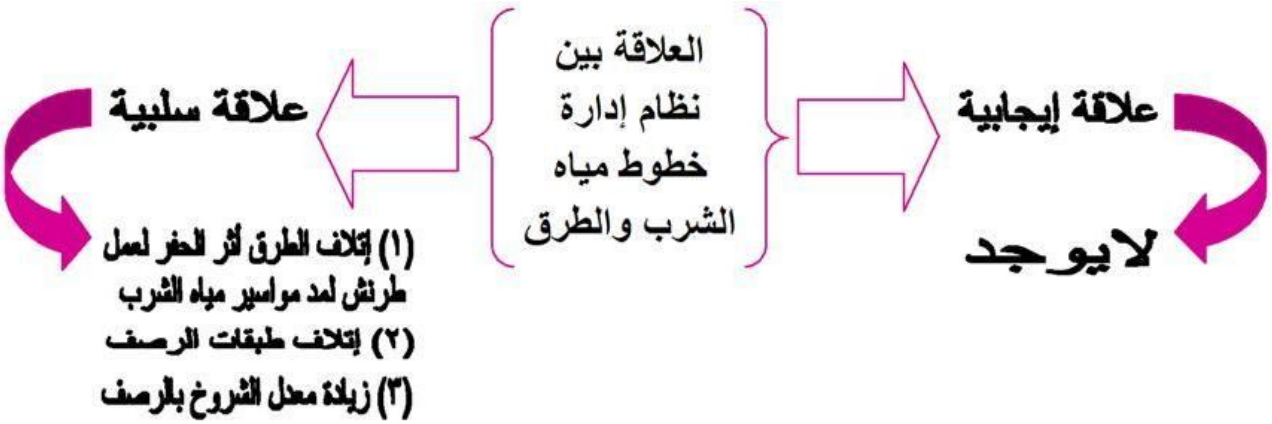
(٦) افحص الأنابيب والوصلات التركيبية للتأكد من عدم وجود تسرب مرئي أو هواء لم يكن قد تم طرده سابقاً

(٧) قم بزيادة ضغط الماء وانتظر لمدة ساعتين على الأقل

(٨) أثناء فترة الإنتظار قم بزيادة الضغط آما هو مطلوب للحفاظ على قيمة ضغط الفحص الدنيا وذلك باستخدام خزان مُعايَر وقم بتسجيل كمية الماء الإضافي المستخدم

(٩) قارن بين كمية التسرب (وهي كمية الماء اللازمة لرفع الضغط ثانية) مع كمية التسرب القصوى المقترحة في المواصفات القياسية لمؤسسة أعمال المياه الأمريكيةAWWA التي تنطبق على نوع الأنبوب

(٦) علاقة نظام إدارة خطوط مياه الشرب بالطرق
Relationship management system drinking water lines the ways



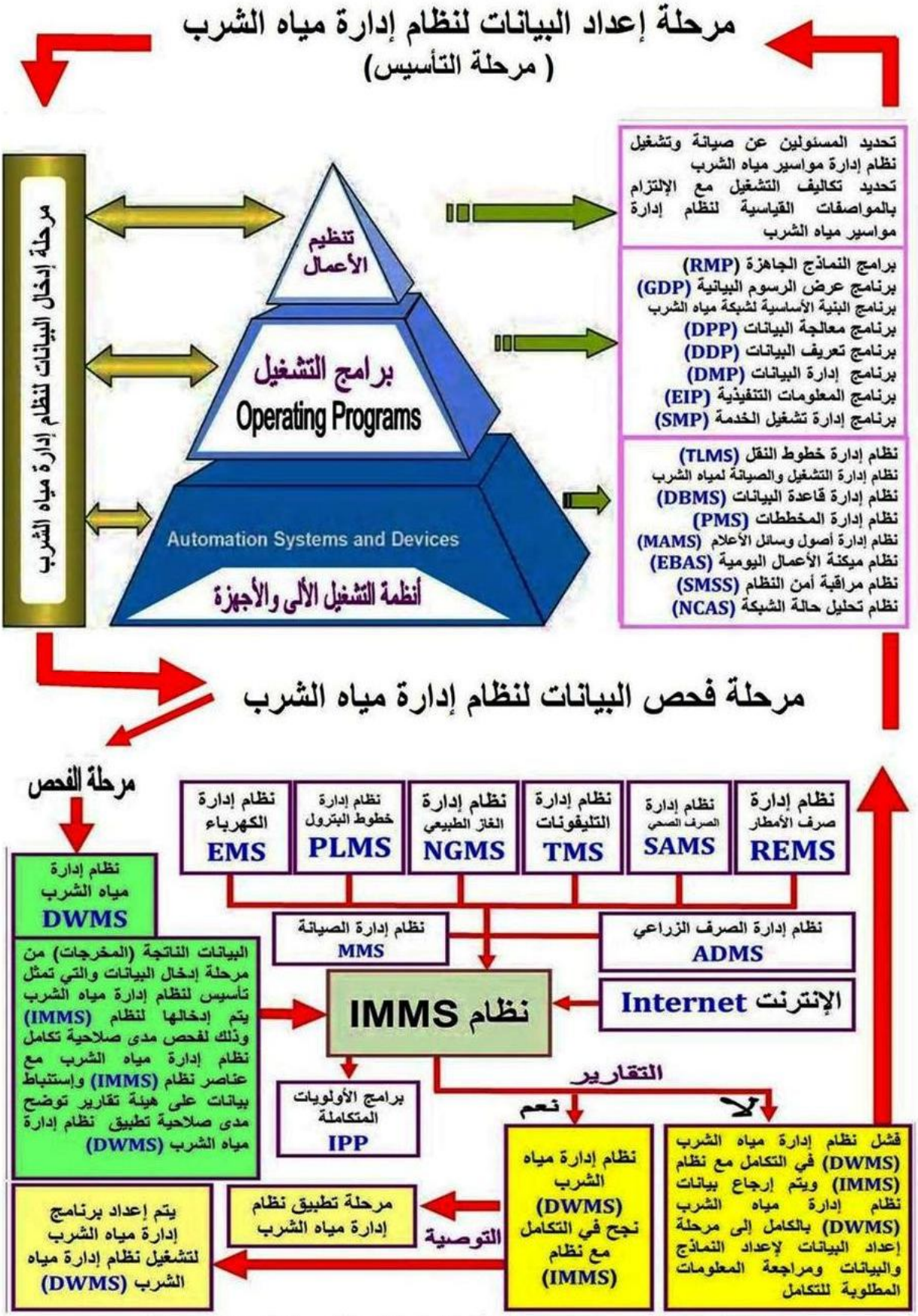
الشكل رقم (٨٢) رسم تخطيطي يوضح العلاقة بين نظام إدارة مياه الشرب والطرق

(٧) الأضرار الناجمة عن تركيب مواسير المياه بالطرق
Damage caused by the installation of water pipes roads

إن أعمال الحفر المستمرة تؤدى إلى تهالك الشوارع لإنشاء مشروعات البنية التحتية وعمليات الإحلال والتجديد الشاملة لمشروعات مياه الشرب وكذلك تحويل معظم شوارع المدن والقرى إلي شوارع متهالكة تملؤها الحفر والمطبات الطبيعية الصناعية وتعوق حركة المرور ورغم أن القوانين تفرض علي الجهات التي تقوم بمثل هذه المشروعات تحمل مسئولية إعادة الشيء لأصله ورصف هذه الشوارع مرة أخري عقب الإنتهاء من أعمال تركيب المواسير تحت الأرض فإن هذا لم يحدث فور إنتهاء تنفيذ أعمال تركيب المواسير مما يؤدى إلى سوء حالة جميع شوارع المدينة وتعريض المواطنين للخطر وللخسائر يومية بسبب تعرض سيارتهم لأعطال مستمرة لكثرة الحفر والمطبات في الشوارع

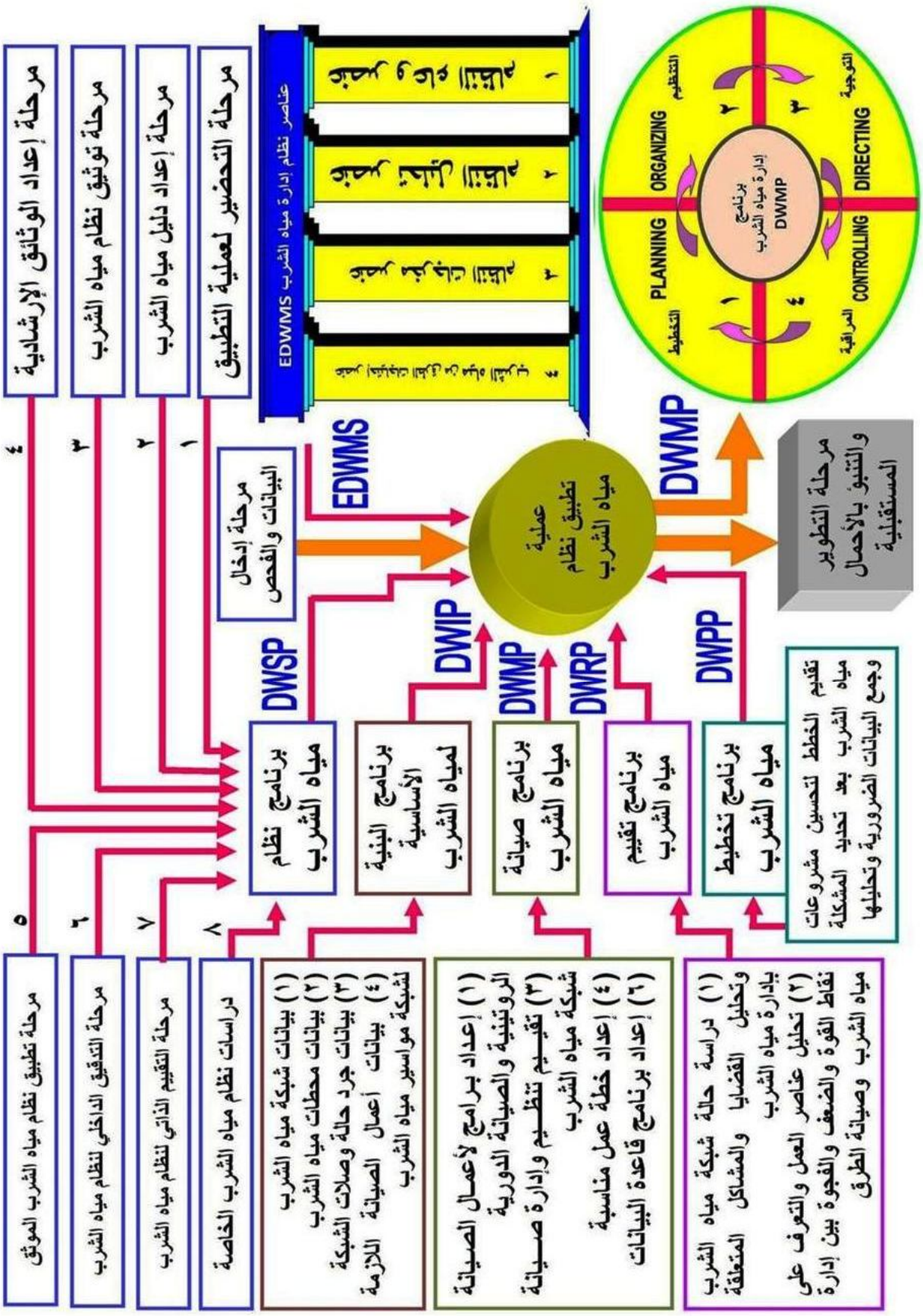
الشكل رقم (٨٣) يوضح تهالك الطرق بسبب مشروعات مياه الشرب

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



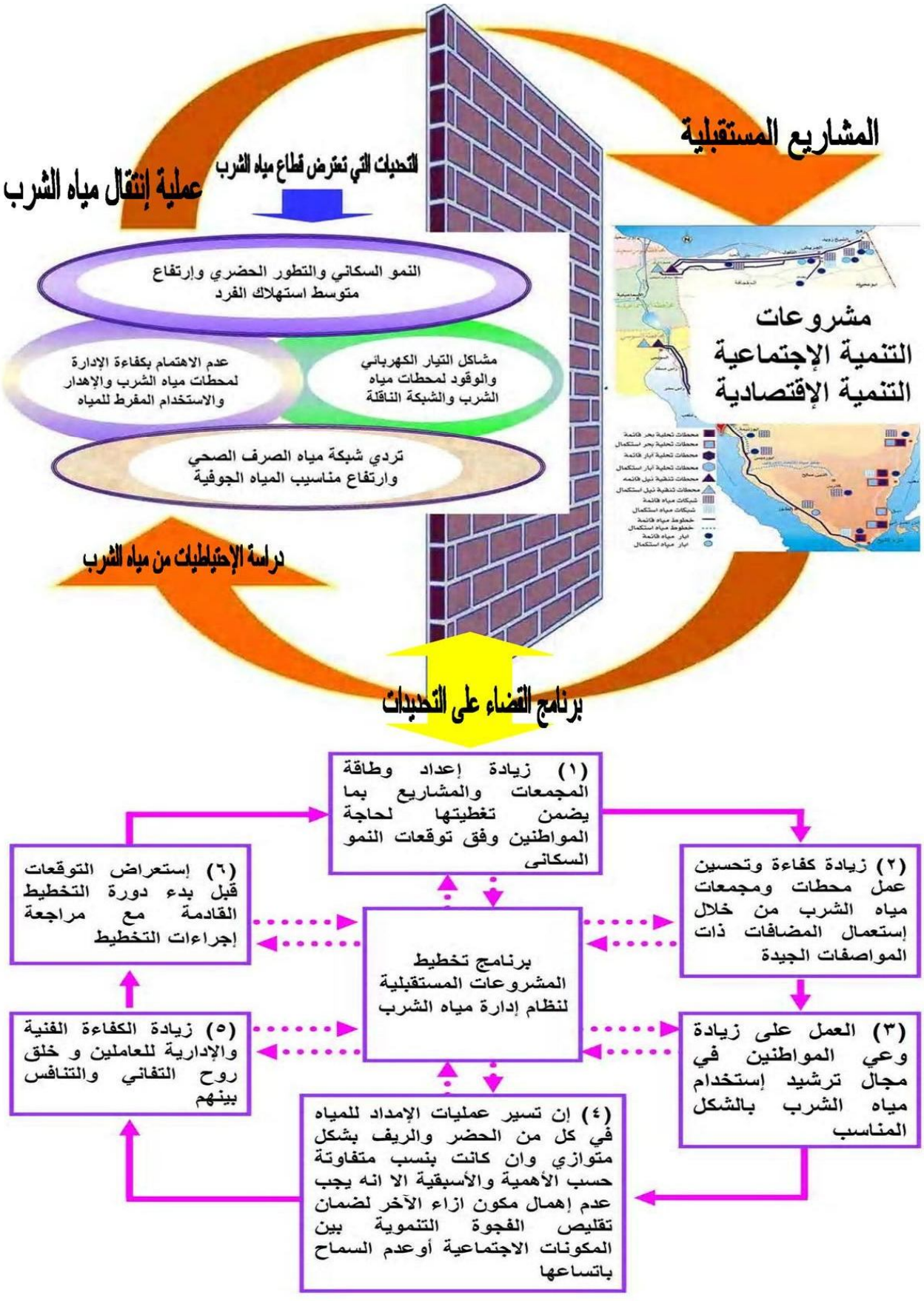
الشكل رقم (٨٤) رسم تخطيطى مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة مياه الشرب

(ج) مرحلة تطبيق نظام إدارة مياه الشرب)



الشكل رقم (٨٥) رسم تخطيطى مرحلة تطبيق نظام إدارة مياه الشرب

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية)

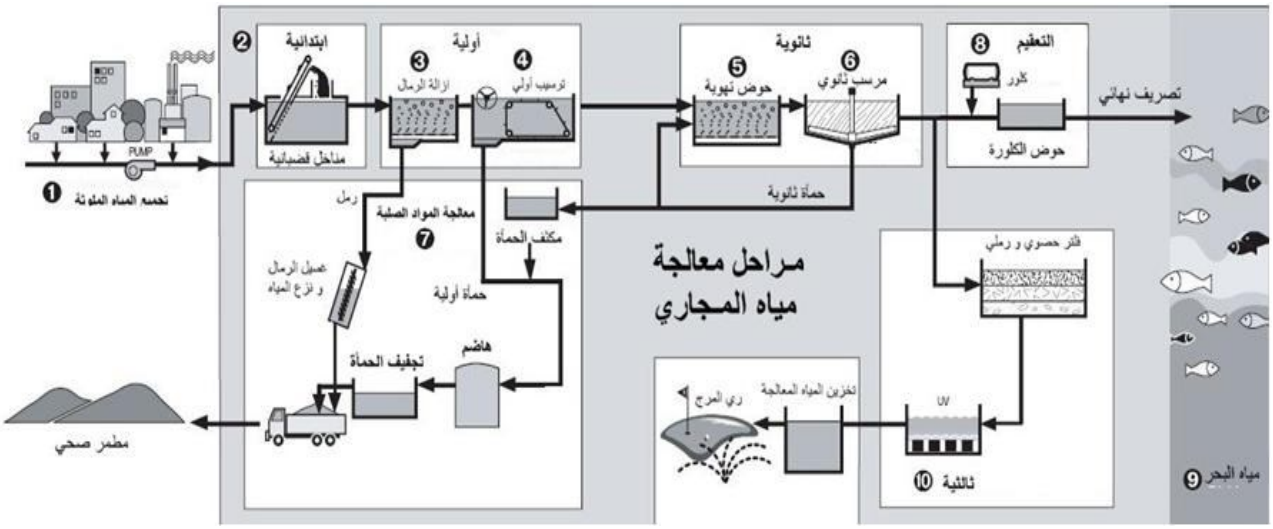


الشكل رقم (٨٦) يوضح التحديات للمشاريع المستقبلية لنظام إدارة مياه الشرب

(٨/٤/١) نظام إدارة الصرف الزراعي (ADMS)

Agricultural Drainage Management System (ADMS)

هذا النظام يشبه نظام إدارة شبكة الصرف الصحي حيث يمكن إدارة بيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة وتحديد احتياجات الصيانة وبرامجها ويبدأ عمل هذا النظام من خلال نظام إدارة الصرف الصحي حيث يعتبر المرحلة المكملة لنظام إدارة الصرف الصحي لان هذا النظام هو نظام لإعادة إستخدام المياه الناتجة عن نظام إدارة الصرف الصحي وقد يظن البعض أن معالجة المياه تتم فقط للحصول على الماء الصالح للشرب ولكن الذي لا يعلمه الكثيرون هو أن المياه العادمة أو مياه الصرف الصحي والصناعي تعالج للإستفادة منها في مجال الزراعة من خلال نظام إدارة الصرف الزراعي ويقصد بمياه الصرف الصحي تلك المياه الناتجة من استخدام المنازل والمصانع إضافة إلى مياه المجارى والصرف الزراعي ونظرا للنقص المتوقع في مصادر المياه العذبة الطبيعية تزداد الحاجة إلى استخدام مياه الصرف الصحي بعد معاملتها بطرق خاصة لتنقيتها وجعلها صالحة للري وفى مناطق كثيرة نجد مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية يتم ريها حاليا بهذه المياه حيث تروى بها بساتين الفاكهة متساقطة الأوراق والأشجار الخاصة بتشجير الطرق ونظرا لاختلاف طبيعة مياه الصرف الصحي عن المياه العذبة من حيث الجودة فان ذلك يتطلب اتخاذ إجراءات خاصة مثل اختيار طرق الري المناسبة والمعدات والأنظمة الملائمة مع متابعة إجراءات وكيماويات التسميد وضبط جودة المياه وملاحظة أوضاع التربة والنبات بصفة مستمرة لمنع وقوع أضرار أو خسائر وبالرغم من جميع إجراءات معاملة مياه الصرف (التنقية والتكرير والتطهير) فان المياه الناتجة تتميز - مقارنة بالمياه العذبة - بارتفاع نسبة جميع الأملاح المذابة من الكلوريد والبورون والصوديوم والأملاح المعدنية الثقيلة وتتوقف صلاحية مياه الصرف الصحي للري على نسبة مياه المصادر المختلفة المكونة لمياه الصرف الصحي - خاصة مياه الصرف الزراعي ومياه الصرف الصحي للمصانع - التي تصل إلى خزانات ومجمعات تكرير وتطهير هذه المياه وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي تبعا لمصدرها . ففي حين تتشابه مياه المجارى الناتجة من المنازل في مكوناتها فتختلف نوعية مياه المصانع تبعا لنوع الصناعة فمثلا تحتوى المياه الناتجة من مصانع البويات المعدنية على تركيز عال من المعادن الثقيلة في حين تحتوى المياه الناتجة من المجازر ومصانع المواد الغذائية على تركيزات عالية من أملاح الصوديوم و الكلوريد بينما تحتوى مياه الصرف الصحي لمصانع الورق على تركيز عال من البورون كما وجد أن مياه المجارى تتميز بأن الأملاح المذابة فيها مثل الصوديوم لا تنفصل عن المياه أثناء مراحل التكرير والتطهير مما يعنى أن الأملاح الموجودة نتيجة الاستخدام المنزلي أو الصناعي تبقى في المياه وتصل من خلال الري إلى التربة وقد وجد أيضا أن مياه الصرف الصحي تحتوى على كمية لا بأس بها من العناصر الغذائية كالنتروجين والفسفور التي يمكنها أن تسد احتياجات معظم المحاصيل الزراعية بجانب وجود كمية من البوتاسيوم إلا انه يلزم إضافة كميات خارجية أخرى إليها لسد احتياجات المحصول المنزرع



الشكل رقم (٨٧) يوضح محطة معالجة الصرف الصحي

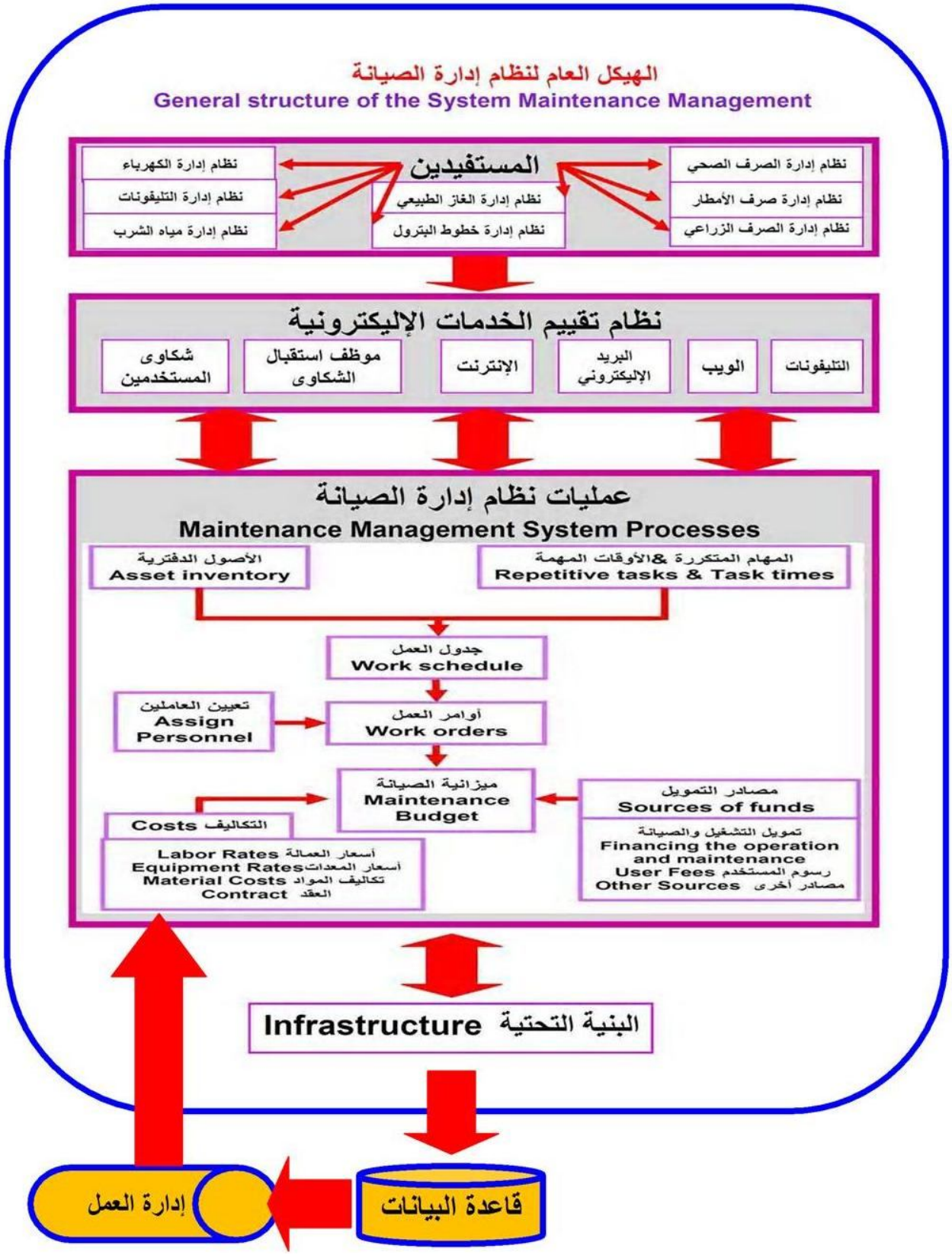
م	مكونات مراحل معالجة مياه الصرف بشكل عام	م	مكونات مراحل معالجة مياه الصرف بشكل عام
١	التصفية الخشنة من أجل إزالة القطع الصلبة الكبيرة	٢	تجميع مياه الصرف في أحواض تجميع
٣	ضخ ورفع مياه الصرف إلى محطة المعالجة	٤	التصفية الناعمة قبل الدخول الماء إلى محطة المعالجة
٥	المعالجة البيولوجية عن طريق ضخ الأكسجين في أحواض التهوية	٦	الترقيد في خزانات لاحقة لترسيب المواد الصلبة الصغيرة
٧	تعقيم الماء بواسطة مضخات حقن الكلور أو بواسطة الأوزون	٨	تنقية الماء بالفلاتر الرملية
٩	تجميع و ضخ الماء واستخدامه لأغراض الزراعة	١٠	منظومة تجميع وتجفيف الطين والحمأة الزائدة وترحيلها
١١	لوحة التحكم والقيادة لمحطة المعالجة		

(٩/٤/١) نظام إدارة الصيانة (MMS)

Maintenance Management System (MMS)

(١/٩/٤/١) الهيكل العام لنظام إدارة الصيانة

General structure of the System Maintenance Management



الشكل رقم (٨٨) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الصيانة

(١/٤/٩/٢) تعريف الصيانة Definition of maintenance

هي مجموعة كل الأعمال الفنية وما يترتب عليها من أعمال إدارية والموجهة لحفظ العنصر على حالته أو إعادته إلى حالة تمكنه من تأدية المهام المطلوبة منه وظهرت الحاجة إلى إدارة أعمال الصيانة باعتبارها النشاط الحيوي المؤثر على فاعلية العمل وإنتاجيته وتقوم إدارة الصيانة بمجموعة من الممارسات الإدارية والهندسية والمالية

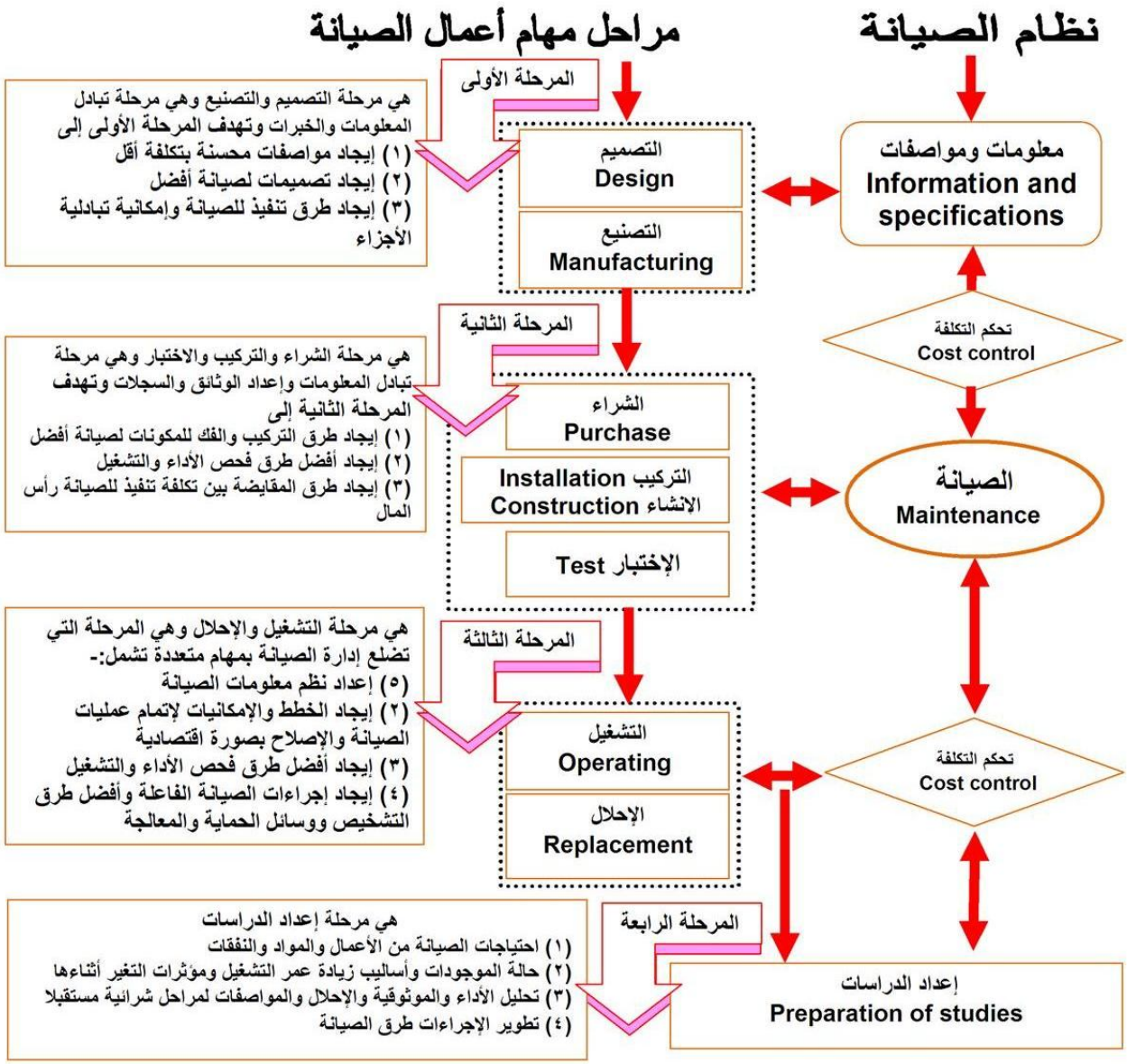
(١/٤/٩/٣) أسباب الحاجة إلى نظام إدارة الصيانة

١	ضخامة الاستثمارات في الأنظمة الهندسة
٢	التقدم الكبير في مجال التقنية وزيادة حجم وتعقيد النظم الهندسية ومعداتها
٣	الزيادة الهائلة في حاجة السوق من الخدمات مما يؤدى إلى زيادة في التشغيل والرغبة في تجنب الأعطال وتوقف التشغيل
٤	ممارسات تؤدي إلى القدر الأكبر من الصيانة والمقاييس القياسية المحققة لتصميم وتشغيل أفضل

(١/٤/٩/٤) أهداف وظيفة نظام إدارة الصيانة

١	رفع إتاحة التشغيل للنظام الهندسي من خلال تجنب التوقف وخاصة في الأوقات الحرجة
٢	خفض معدلات الأعطال ومعدلات الإهلاك بما يطيل عمر التشغيل للنظام الهندسي
٣	تطوير مواصفات محسنة للنظام الهندسي ومكوناته لرفع موثوقية أداءه والقدرة علي صيانته
٤	العمل على التحكم في تكلفة الصيانة خلال فترة وضع مواصفات والتشغيل والإحلال

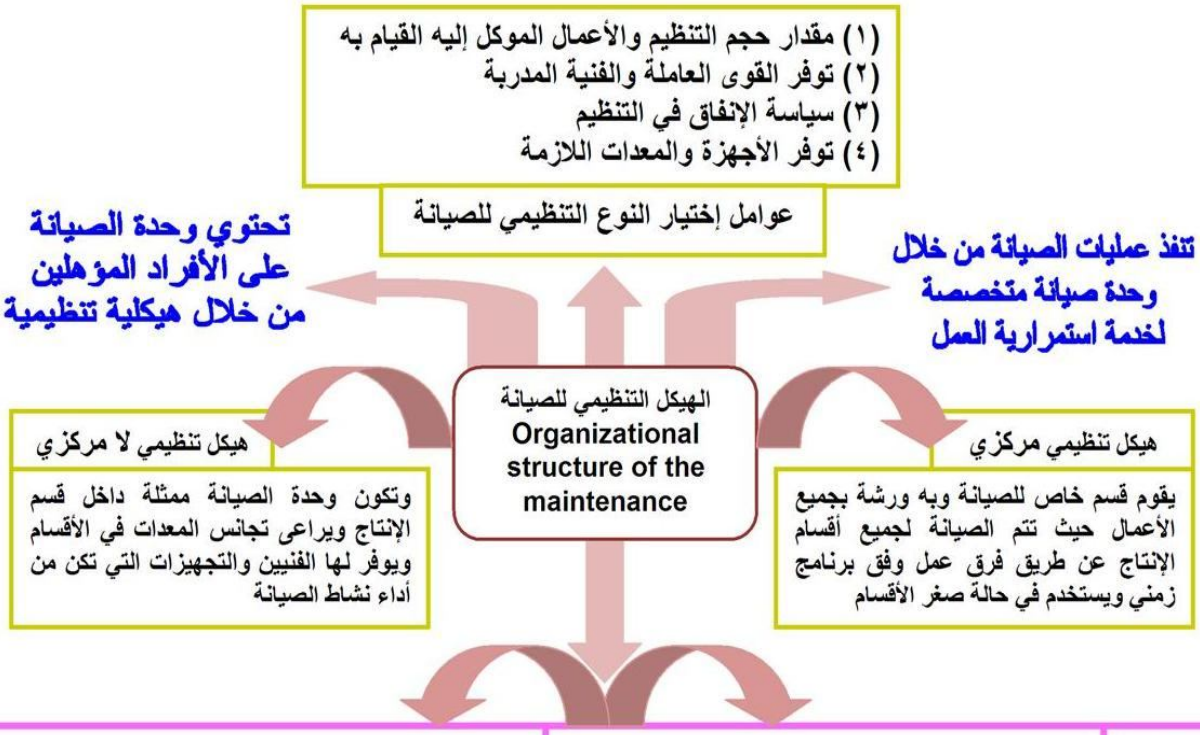
(١/٤/٩/٥) مهام أعمال إدارة الصيانة



الشكل رقم (٨٩) رسم تخطيطي يوضح مهام أعمال إدارة الصيانة

(٦/٩/٤/١) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة مياه الشرب Maintenance Management System (MMS)
& النظام المتكامل لإدارة الصيانة Integrated Maintenance Management System (IMMS)
(أ) المرحلة الأولى (مرحلة التأسيس لإعداد البيانات لنظام إدارة الصيانة)

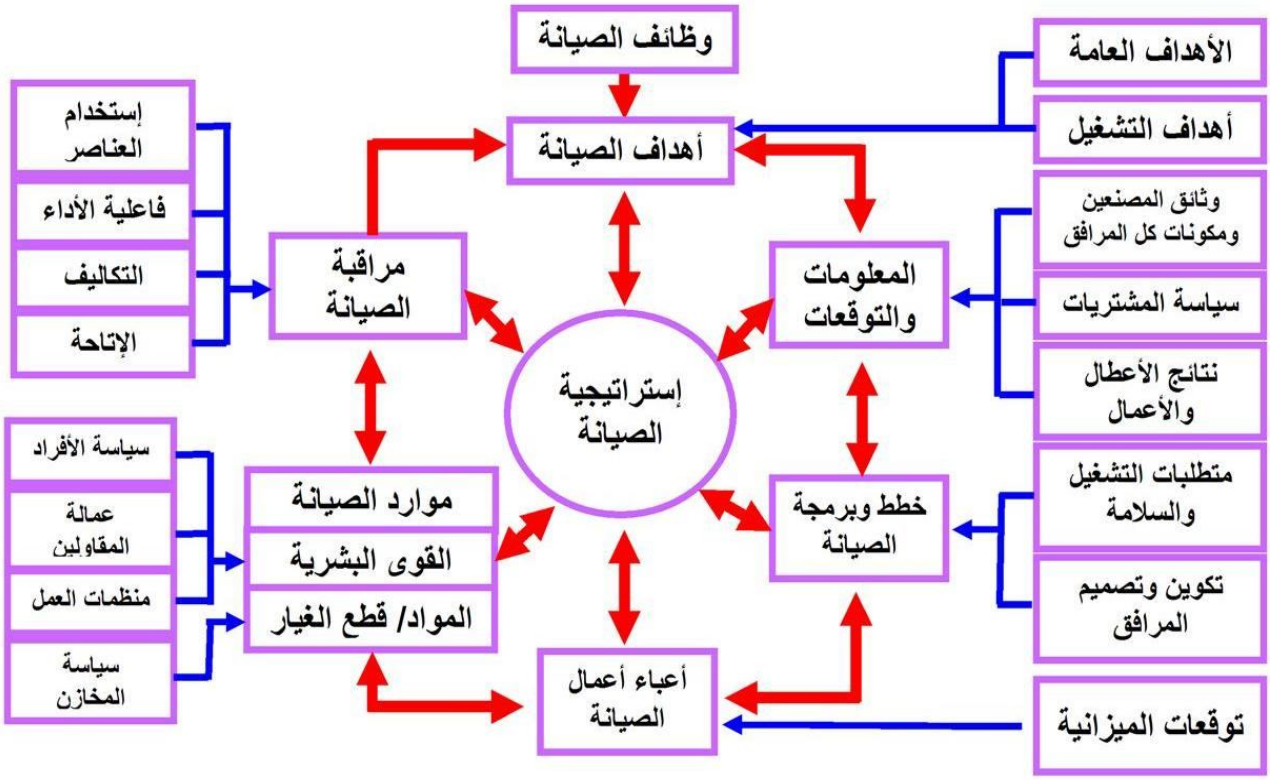
(١) الهيكل التنظيمي للصيانة
Organizational structure of the maintenance



التنظيم		المزايا	العيوب
مركزي	١	الاستخدام بشكل جيد لكافة عناصر الصيانة وفقا لمتطلبات أنشطة الصيانة	صعوبة التواصل بين الصيانة والأقسام والأفراد القائمين على الصيانة
	٢	تنظيم وتوثيق معلومات الصيانة وزيادة الخبرات للأفراد	
	٣	المساعدة في استمرارية سير العمل وحسن الأداء	قد يؤدي إلى تأخير أخذ القرار مما يهدر الوقت
	٤	المساعدة على خفض التكلفة لاستخدامه الموارد بصورة أفضل	قد يؤدي إلى تناقض الآراء بين المعنيين وصعوبة الصيانة
لا مركزي	١	أداء أسرع لقرب الصيانة	الحاجة إلى موارد بشرية وتجهيزات كبيرة وموزعة بين الأقسام
	٢	التخصص لأفراد الصيانة مما يزيد مهارتهم في معالجة مشاكل الصيانة	عدم استخدام أفراد الصيانة بصورة مثلى مما يقلل من إنتاجية الصيانة
	٣	وجود علاقة ربط قوية بين أفرد الصيانة والقسم التابعين له	

الشكل رقم (٩٠) رسم تخطيطي يوضح الهيكل التنظيمي للصيانة

(٢) العناصر الأساسية لإدارة الصيانة
The basic elements of maintenance management



الشكل رقم (٩١) رسم تخطيطي يوضح العناصر الأساسية لإدارة الصيانة

ويتضح من الشكل أن العناصر الأساسية التي تتعامل معها إدارة الصيانة هي :-

١	وظيفة وأهداف الصيانة	يتم تعريفها وفقا لمتطلبات المؤسسة وعلاقتها الحيوية مع نظام الإنتاج للاهتمام و الإبقاء على كفاءة المرافق و التحكم فيها
٢	المعلومات التنظيمية والفنية	ويتم بنائها من معلومات المصنعين والخبرة في دراسة وتحليل التوقعات والأعطال وحالة التجهيزات ومكوناتها
٣	الخطط وبرمجتها	وهي خطط للتطوير وخطط للتنفيذ لعمليات الصيانة وبرمجتها الزمنية لتحقيق الأهداف الموضوعة والتوازن في تكلفة الصيانة
٤	أعباء عمل الصيانة	وهي مجموعة الأعمال المجدولة المطلوبة لتنفيذ عمليات الصيانة والمحدّدة للمتطلبات من الموارد ومدعمة بتدفق ورقي من المستندات (أوامر العمل ، تقارير ، وغيره) ومرتبطة بالسلطة والمسئولية التي تقرر ماذا ومتى وكيف تنفذ أعمال الصيانة
٥	القوى البشرية	وهي تتعلق بإدارة الأفراد والتوظيف ومواصفات وخبرات العاملين والأجور والحوافز
٦	المواد وقطع الغيار	وهي تتعلق بإدارة المواد بتوفر المواد والأدوات وقطع العيار وتنظيم ورقابة المستودعات
٧	مراقبة الصيانة	وهو عنصر التحكم وتقدير العمل من خلال مراقبة كل من:- أداء الفاعلية لعمليات الصيانة – تكاليف الصيانة والأعطال والتوقف والمخزون - كفاءة استخدام الموارد المتاحة وعدم توفرها – إتاحة المعدات للتشغيل وعمر حياتها وموثوقية أداء الصيانة والمعدة بعد الصيانة
٨	إستراتيجية الصيانة	وهي الإستراتيجية التي تربط جميع ما سبق في برنامج متكامل لتوجيه العمل بما يحقق الوظيفة والأهداف الموضوعة

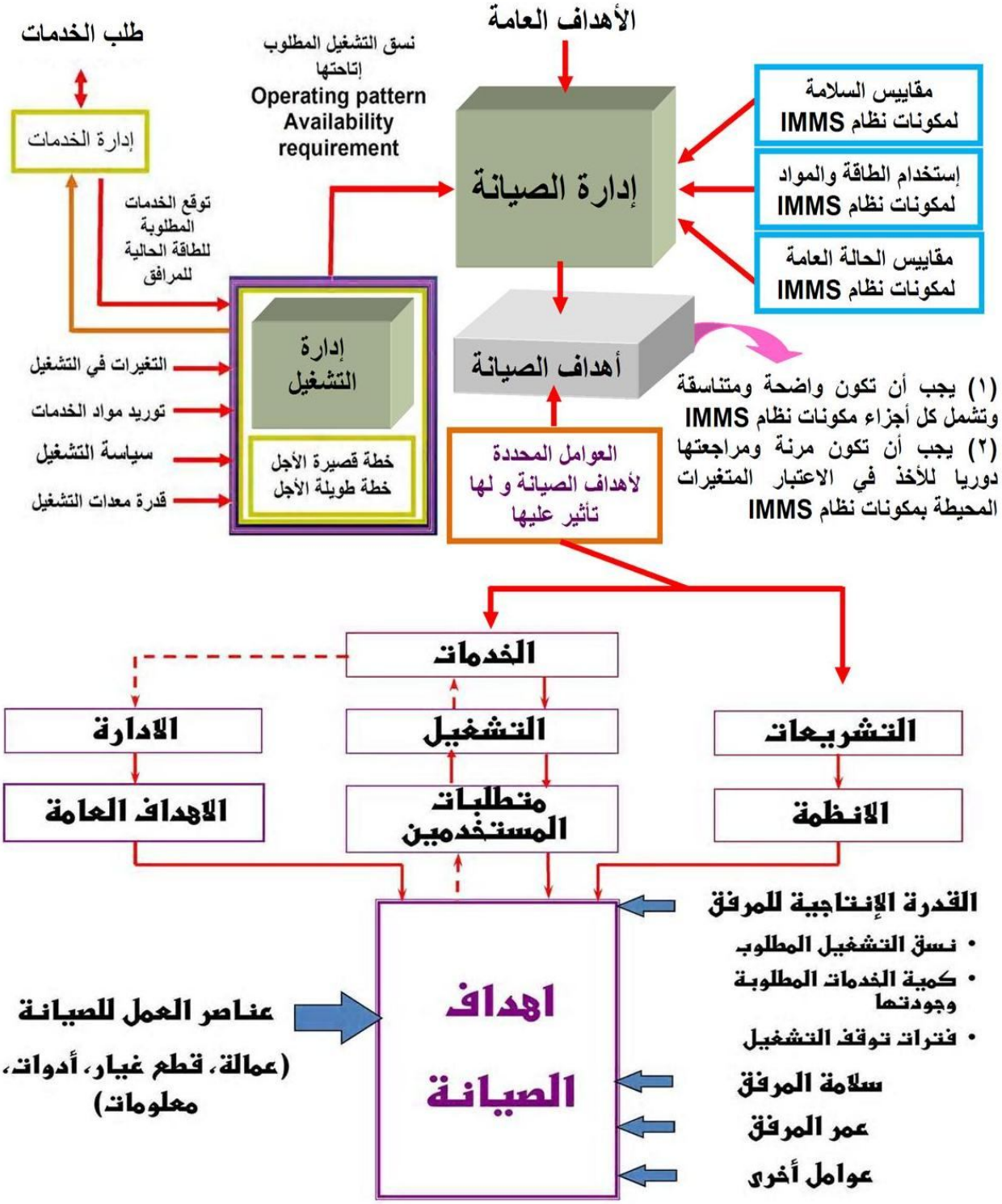
(٣) أهداف الصيانة Maintenance Objectives

عند وضع الأهداف يراعى التالي :-

(١) يعتبر التحديد الواضح لأهداف الصيانة هو نقطة البداية لتكوين خطة الصيانة من خلال :-

- ✓ فهم كيف سيكون شكل الأهداف؟
- ✓ كيف يمكن أنشأها؟
- ✓ كيف يجب أن نستخدمها؟

(٢) يعتبر تحديد أهداف الصيانة مهمة معقدة لأنه عادةً ما تشترك إدارة التشغيل وإدارة الخدمات وإدارة السلامة لتحديد متطلباتهم من مكونات نظام IMMS ومناقشة هذه المتطلبات مع إدارة الصيانة



الشكل رقم (٩٢) رسم تخطيطي يوضح أهداف الصيانة

(٤) الإجراء المنهجي لإنشاء خطة صيانة

Methodological procedure to create a maintenance plan

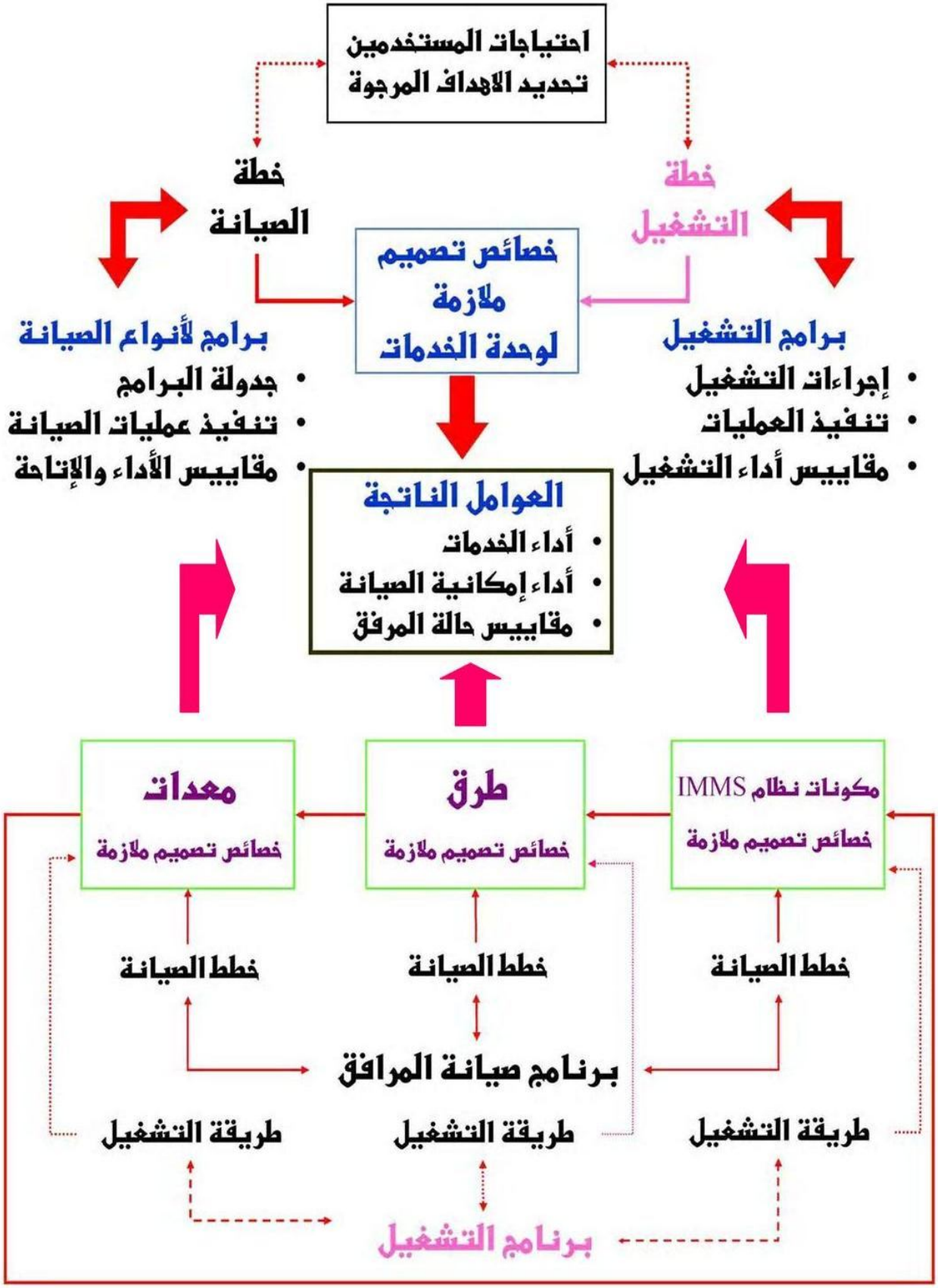
(١/٤) الشروط الواجب توافرها عند وضع خطة الصيانة لمكونات نظام IMMS

١	احتواء صياغة خطة الصيانة على (١) تعريف الأجزاء والمعدات والأجهزة التي تحتاج للصيانة (٢) تحديد أسلوب إجراء الصيانة المناسب (٣) تحديد الإجراءات في برنامج عملي واقتصادي يغطى عمر تشغيل مكونات نظام IMMS
٢	فهم المؤثرات الخارجية على الخطة مثل (التصميم والمواصفات – أساليب التشغيل – أساليب الصيانة – الأعطال – موثوقية أجزاء المعدة) لعدم تداخل القرارات الكثيرة عند وضع الخطة وصعوبة الفصل بينها
٣	فهم أهداف الصيانة للتمكن من تحديد الطريقة المثلى لأعمال الصيانة
٤	تبسيط التعقيد والتداخلات في أي مرفق من مكونات نظام IMMS وذلك باستخدام الرسومات التخطيطية التي تبين سير وتسلسل الخدمات في هذا المرفق
٥	إمكانية استخدام الطرق الإستراتيجية لتحديد المهام و الأداء الوظيفي المطلوب من كل وحدة في مكونات نظام IMMS
٦	الوصول إلى مستوى أمثل لطريقة و أداء أعمال الصيانة بقرارات خطة مناسبة

(٢/٤) العوامل التي تؤثر في طريقة تحديد خطة الصيانة

(١)	متغيرات العمل مما يتطلب	
	(أ)	أن تكون خطة الصيانة مرنة وأعتبرها خطوط عريضة تساعد إدارة الصيانة لاتخاذ القرارات الصحيحة وفقا للظروف
	(ب)	مراجعة خطة الصيانة بين فترة وأخرى لتعديلها
(٢)	حالة المرفق مما يتطلب	
	(أ)	تقييم الأعمال التي يتوجب القيام بها لضمان تحسن إستراتيجية الصيانة
	(ب)	إعادة المرفق إلى الوضع الطبيعي المقبول قبل تطبيق أي إستراتيجية صيانة جديد

(٥) خطة الصيانة لمكونات نظام IMMS
Maintenance plan for the system components (IMMS)



الشكل رقم (٩٣) رسم تخطيطي يوضح خطة الصيانة لمكونات نظام IMMS

(٦) إستراتيجيات الصيانة Maintenance Strategies

إن الإستراتيجية الأساسية للصيانة هي كيفية العمل على توجيه موارد الصيانة لتحقيق أهداف الصيانة من خلال تحقيق :-

(١) مستوى صيانة متوازن وفعال بين مخرجات الإنتاج للموقع وموارد الصيانة

(٢) برنامج لجميع أعمال الصيانة للمرفق المكون من مجموعة وحدات مرتبطة والتي تؤدى وظائف وخدمات محددة خلال عمر افتراضي محدد مما يوفر أفضل الوسائل والإجراءات المتناسبة مع هذه المحتويات

إن إستراتيجية الصيانة هي مجموع خطط الصيانة لمكونات نظام IMMS حيث يتم جمع كافة الإجراءات المنفصلة في خطة موحدة وفعالة لجميع مرافق مكونات نظام IMMS والمتأثرة بعدة عوامل مما يتطلب تنظيم هرمي لها لتحقيق الأهداف التالية

(١) فهم العلاقة بين كل مرفق والخدمات التي يؤديها

(٢) فهم كيفية تأثير هذه العلاقة في خطة التشغيل وبالتالي على إستراتيجية الصيانة

(٣) فهم طبيعة المعوقات على موارد الصيانة وكيفية تأثيرها على إستراتيجية الصيانة

(٤) تحديد الوحدات والمعدات المهمة من ناحية استمرارية تأدية الخدمات والسلامة

(٥) فهم خصائص جدول الصيانة للمرفق لكي يمكن تجميع إجراءات خطط الصيانة للمعدات والوحدات بأفضل طريقة

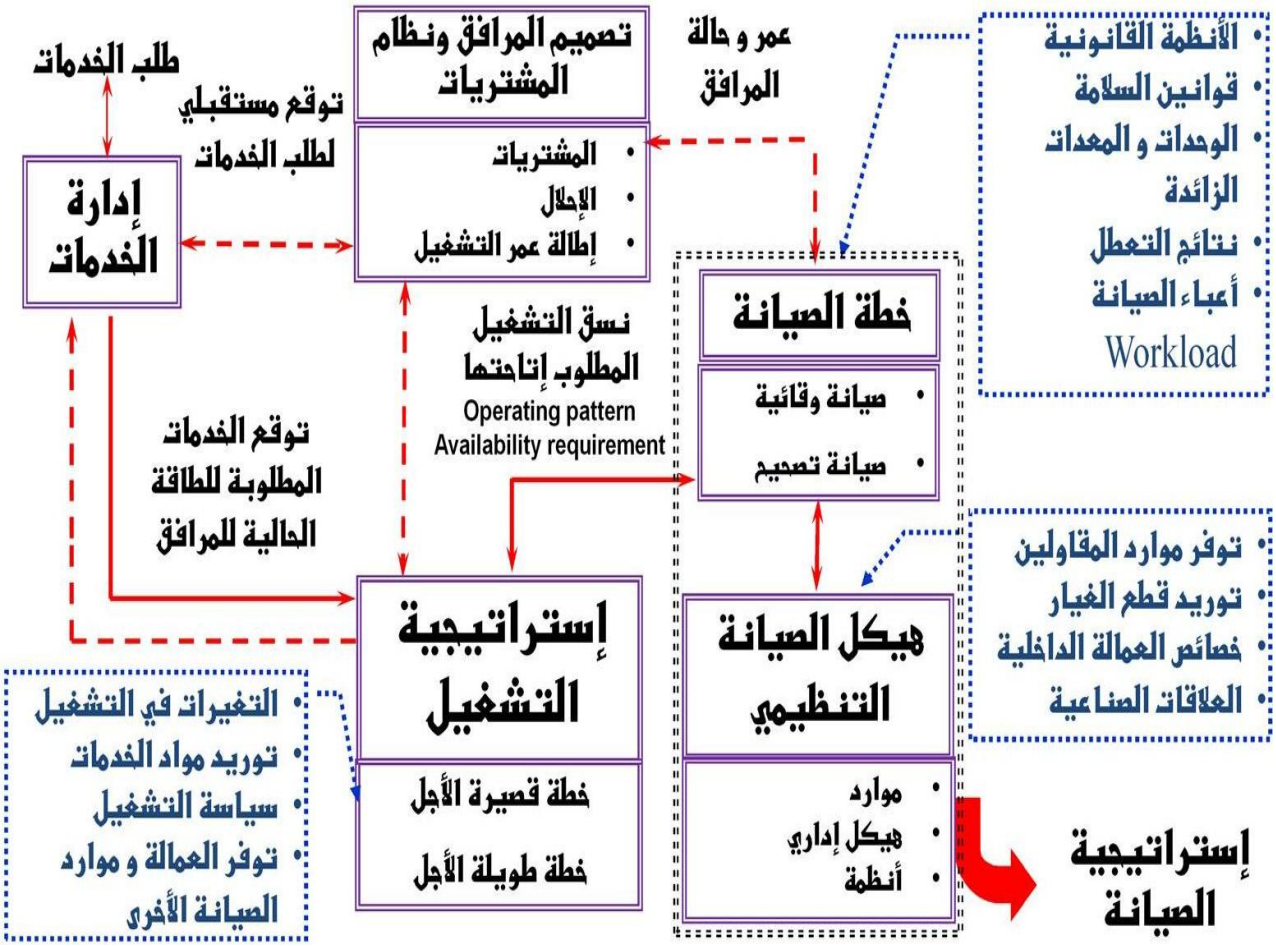
(١/٦) العوامل المؤثرة على إستراتيجيات الصيانة

Factors affecting the maintenance strategies

بالنسبة لإستراتيجيات الصيانة طويلة الأجل وقصيرة الأجل		
١	عوامل خارجية	(١) مصممي ومصنعي الأنظمة (٢) القوانين المؤثرة على التوريد (٣) المقاولين (٤) متطلبات المجتمع
٢	عوامل داخلية	(١) حالة المرفق وعمره (٢) مستوى الموارد من عمالة وقطع الغيار والأدوات و المعلومات (٣) متطلبات التشغيل (٤) تعليمات السلامة

(٢/٦) العوامل المحددة لإستراتيجية الصيانة

The Factors Determining Maintenance Strategy



الشكل رقم (٩٤) رسم تخطيطي يوضح العوامل المحددة لإستراتيجية الصيانة

(٧) العوامل الرئيسية المؤثرة في قرارات الصيانة

The main factors influencing the decisions of maintenance

١		كثافة الطلب وشكل الخدمة
	١	الطلب أكبر من الإمكانيات وعليه قد لا يكون هناك فرصة لعمل الصيانة المطلوبة بدون توقف هذه الخدمات
	٢	الطلب أقل من الإمكانيات وبذلك تكون هناك فرصة لعمل الصيانة المطلوبة بدون توقف هذه الخدمات
	٣	الطلب أكبر من الإمكانيات في أوقات معينة مما يتطلب اختيار الوقت المناسب بحيث لا يؤثر ذلك على الخدمات المطلوبة
٢		طبيعة وتصميم المنشآت كدالة في طاقتها ومستواها
	١	السعة زيادة عن الطلب مما يجعل قرارات الصيانة أسهل بدون تعطيل للخدمات و العكس صحيح
	٢	السعة أقل عن الطلب مما يؤثر كثيراً على عمرها وجودة الصيانة المقدمة لها
٣		الآثار المترتبة على تعطل الخدمة من النواحي الاقتصادية والسلامة
	١	يجب الحرص على عدم تعطل تلك الخدمات إذا كان تعطل الخدمات التي تقدمها المنشأة يؤدى إلى خسائر اقتصادية أو مخاطر على السلامة
	٢	ضرورة التعرف على المعدات و الأجهزة المترتب على تعطلها مخاطر السلامة أو خسائر اقتصادية أو تدني مستوى الخدمات
٤		عمر المواسير الحالي والمتبقي
	١	يعطى عمر المواسير (الأنابيب) الحالي فكرة أولية عن حالة المواسير حيث يؤثر العمر المتبقي أو الافتراضي في قرارات الصيانة الطويلة الأجل
٥		العوامل البشرية المتاحة وجودتها
	٢	تحد إمكانيات الأفراد وأعدادهم من اتخاذ سياسة معينة للصيانة مما يتطلب التحقق من الإمكانيات وتناسبها مع قرارات واستراتيجيات تنفيذ الصيانة
٦		عدم التنسيق بين الإدارات يسبب في صعوبة رئيسية في إعداد وإنجاز إستراتيجية صيانة فعالة
٧		إنعدام التفاهم و التجانس و الاتصال الجيد بين إدارتي التشغيل والصيانة على تفهم احتياجات وأهداف بعضهم البعض
٨		عدم القدرة على التأكد من متطلبات التشغيل من حجم ونوع الخدمات المطلوبة منه في المستقبل
٩		عدم القدرة على التأكد من متطلبات الصيانة من مستوى الصيانة المطلوب لجعل المعدات والمرافق تعمل بكفاءة

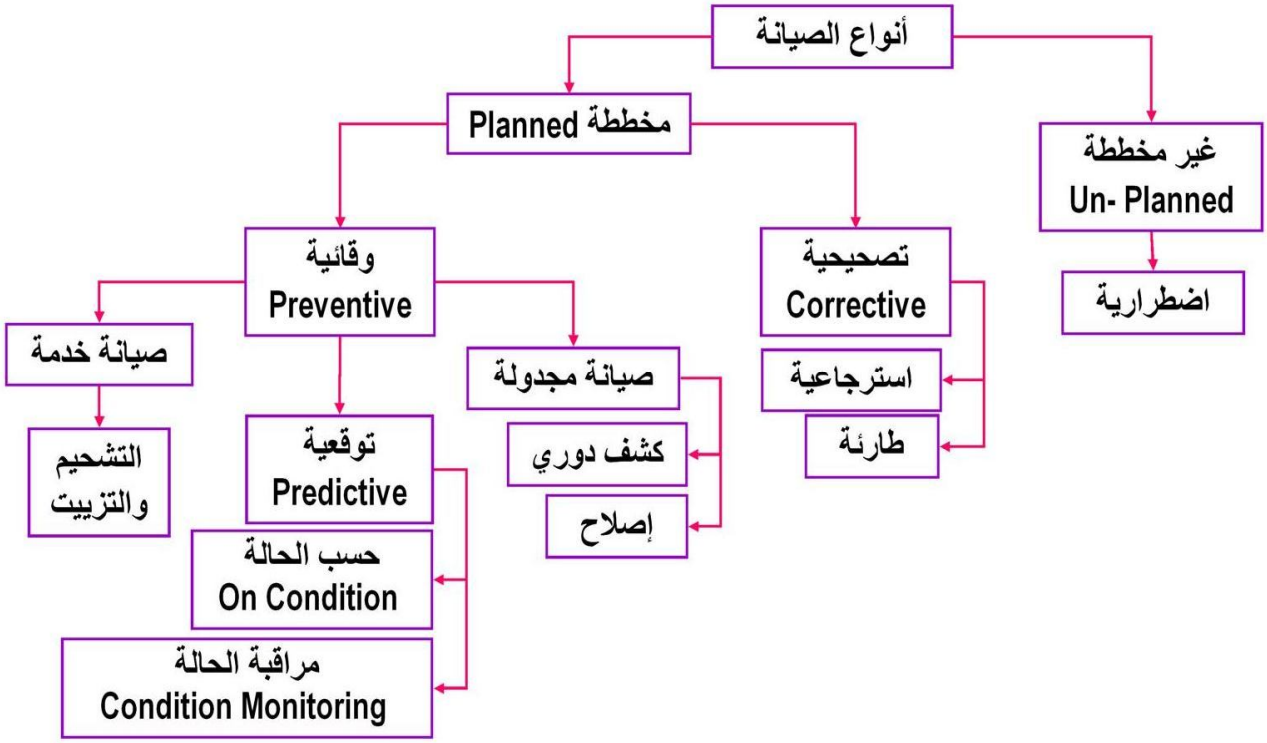
(٨) مناهج العمل لوضع استراتيجيات الصيانة

Platforms to develop strategies to maintenance

هناك ثلاث طرق مختلفة يتم الأخذ بها لتحديد إستراتيجية الصيانة هي :ـ

١	الإنتاجية الشاملة للصيانة Total Productive Maintenance (TPM)
	هي أداه تضع مسئولية تلف المعدات على عاتق إدارتي التشغيل والصيانة وتسمح لأفرادهما من الإحساس بالانتماء والشعور بالمسئولية تجاه تحسين نوعية العمل والإنتاج وتهدف إلى القيام بصيانة فعالة من خلال (١) زيادة كفاءة المعدات (٢) تطوير نظام الإنتاجية للصيانة تغطى عمر تشغيل المعدة وإشتراك كل الإدارات المعنية بالتخطيط والتصميم والإنتاج والصيانة لتطبيق وتنفيذ برنامج الإنتاجية الشاملة للصيانة (TPM)
٢	منهج هرمي من أعلى لأسفل ومن أسفل لأعلى Top-Down-Bottom-Up Approach (TDBU)
	تهتم هذه الطريقة بأهداف العمل وإنشاء خطط صيانة أو تحسين الخطط الموجودة على مستوى نظام إدارة الصيانة و تتكون من الخطوات التالية (الخطوة الأولى) فهم الشكل العام لمرافق مكونات نظام IMMS وفهم خصائص التشغيل (الخطوة الثانية) إنشاء خطة صيانة لكل نظام من مكونات نظام IMMS (الخطوة الثالثة) إنشاء برنامج صيانة للمرافق (الخطوة الرابعة) تنظيم موارد الصيانة وتحتوى هذه الطريقة على فكرة الهرمية نزولاً في الخطوة الأولى وعلى فكرة الهرمية صعوداً في الخطورة الثانية والثالثة والرابعة
٣	الموثوقية المركزة للصيانة Reliability Centered Maintenance (RCM)
	تهتم هذه الطريقة بمستوى نتائج التعطل وتتكون من الخطوات التالية (الخطوة الأولى) تحليل المرفق إلى مكوناته (الخطوة الثانية) تحديد الأجزاء والعناصر المهمة (الخطوة الثالثة) تصنيف الأعطال من أعطال تتعلق بالسلامة وأعطال التشغيل وأعطال غير التشغيل وأعطال غير متوقعة (الخطوة الرابعة) تحديد مهام الصيانة من إجراء الإختبارات على العنصر وإصلاح العنصر وتبديل العنصر

(٩) أنواع الصيانة Maintenance Types



الشكل رقم (٩٥) رسم تخطيطي يوضح أنواع الصيانة

(١) الصيانة غير المخططة Unplanned maintenance

وهى عمليات الصيانة التي لم يتم التخطيط لها أو توقعها مما قد يلزم إعداد موارد غير معروفة قبل وقت حدوثها بتكاليف غير محددة أو معروف مقدارها

(٢) الصيانة المخططة Planned maintenance

وهى عمليات الصيانة المتوقع حدوثها ومعد لها الموارد والخطط التنفيذية اللازمة والميزانيات المتوقعة لها ويتم التخطيط وإعداد برنامج الصيانة المخططة من خلال ما يلي: ــ

١	تحديد ماذا تريد أن تصون
٢	إقرار كيفية القيام بالصيانة (جدولة أعمال الصيانة)
٣	تجهيز مواصفات أعمال الصيانة
٤	تحديد برنامج الصيانة
٥	تحديد برنامج مخطط أسبوعي للصيانة
٦	مراقبة البرنامج عن طريق بلاغات الأعطال وتقارير الاختبارات
٧	الاحتفاظ بجميع نتائج أعمال الصيانة في السجلات الخاصة بها

وعليه تشمل الصيانة المخططة نوعان أساسيان هما ←

(أ) الصيانة التصحيحية Corrective Maintenance

وهى تمثل عمليات صيانة العطل أو التوقف ويتم فيها عملية الإصلاح لإعادة المرفق إلى العمل مرة أخرى

(ب) الصيانة الوقائية Preventive Maintenance

وهى تمثل عمليات الصيانة المبنية وفق برنامج محدد وبشكل منتظم ثابت أو متغير الوقت ويعمل على تلافي التوقف أو التعطل لتعمل المعدة بصورة منتظمة وفقا للبرنامج وتعرف الصيانة الوقائية طبقاً للمواصفات البريطانية عام ١٩٨٤م على أنها (هي الصيانة التي تعمل في أوقات مرحلية مسبقة التحديد أو نتيجة معايير محددة هدفها تقليل إحتمالية التعطل أو تقليل هبوط الأداء للمعدات) وتشمل الصيانة الوقائية الطرق التالية ←

(١) الصيانة المجدولة Scheduled maintenance

وتتم هذه الصيانة في أوقات وفترات ثابتة ومحددة مسبقاً للقيام بالإصلاح والضبط والتبديل

(٢) الصيانة الكشفية Detective maintenance

وهي عبارة عن إجراء الكشف الدوري على المعدات والأجهزة للتأكد من أنها جاهزة لتأدية وظيفتها

(٣) صيانة الخدمة Maintenance service

وتمثل هذه عملية خدمة معدات المرفق بصورة مستمرة في أوقات وفترات ثابتة ومحددة مسبقاً ودون توقف عملها

(٤) الصيانة التوقعية Predictive Maintenance

أوهي صيانة حسب الحالة Condition Based Maintenance (CBM) وتسمى استشعار حالة المعدة حيث يتم ترك المعدات تعمل وتقاس خلالها خواص تدل على ظواهر عن حالة المعدة التي يتم بناءا عليها التوقع بقرب التعطل وعليه تجرى إجراءات جدولة وتنفيذ أعمال الصيانة المناسبة وتعتبر صيانة حسب الحالة حلا وسطا بين الصيانة التصحيحية والصيانة الوقائية المجدولة بمعنى آخر فإن الصيانة حسب الحالة هي ألا تترك المعدة تعمل حتى التعطل ولا تقوم بأعمال وقائية غير ضرورية وتعرف الصيانة حسب الحالة وفقاً للمواصفات البريطانية عام ١٩٨٤م على أنها (هي الصيانة الوقائية المنفذة و ذلك نتيجة للعلم بحالة المعدة من المراقبة المستمرة أو المتكررة) وتشمل طريقتان هما ←

(١) على الحالة On-condition

بمعنى أن تتم الصيانة عند حاجة المعدة لها و يمكن تحديد ذلك عن طريق إجراء اختبارات بسيطة أو بالخبرة المكتسبة

(٢) مراقبة الحالة Condition monitored

يتم تحديد أوقات الصيانة حسب نتائج المراقبة المستمرة للمعدة و ذلك باستخدام أجهزة قياس متطورة

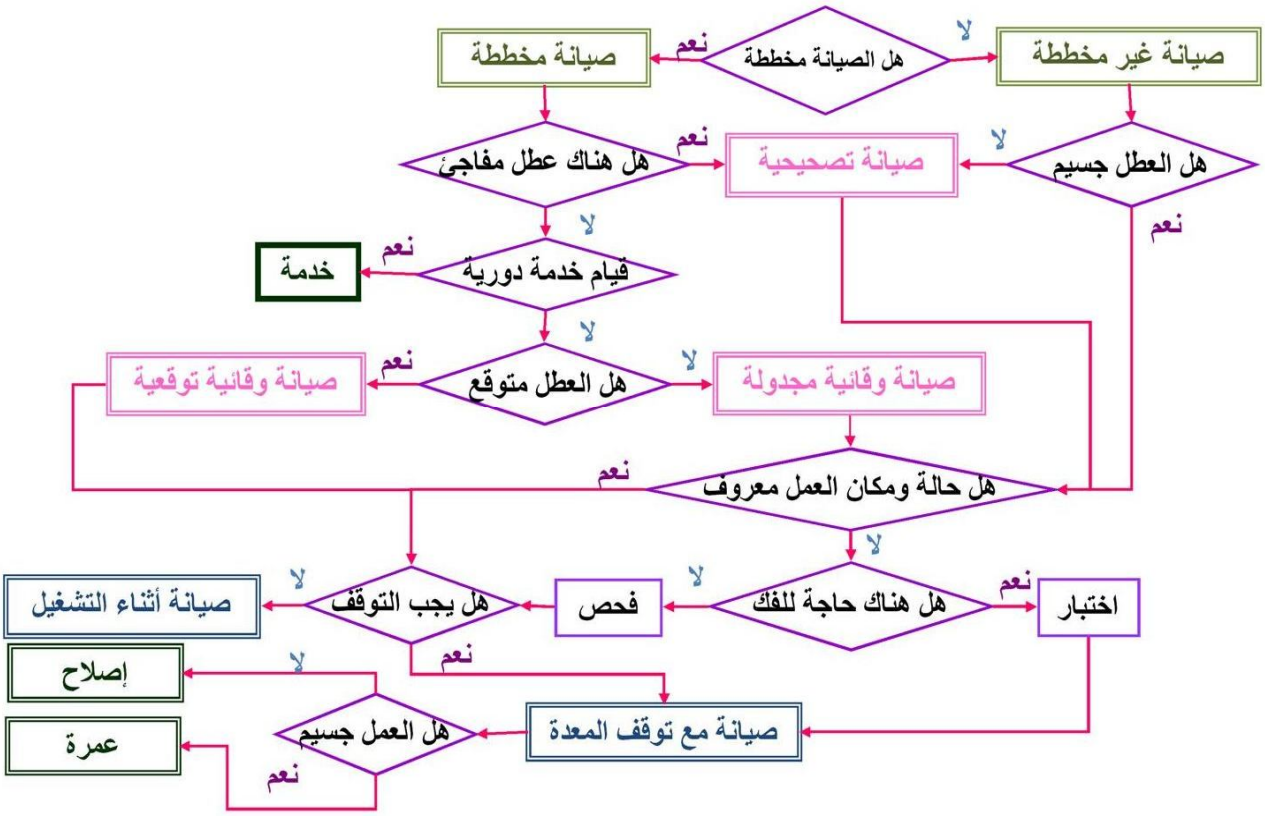
ويبين الجدول التالي ملخص لأنواع الصيانة وإجراءاتها :

م	نوع الصيانة	التوقيت Timing	الفعل Action	الخطة Plan
١	صيانة وقائية مجدولة	فترات زمنية ثابتة	القيام بالفحص والتعديل والإصلاح	مبنية على تحليل الأعطال وبرمجة صيانتها لتقليل العطل قدر الإمكان
٢	صيانة توقعية	تفتيش فترات زمنية	الفحص خلال فترات متغيرة والقيام بالإصلاح عند الحاجة	إيجاد اتجاه تغير الحالة إلى التعطل وبرمجة التفتيش والفحص والإصلاحات عليها قبل حدوث العطل
		تفتيش مستمر	الفحص المستمر لمعدلات تغير الحالة ومن ثم القيام بالإصلاح عند الحاجة	
٣	صيانة تصحيحية	العمل إلى التعطل	الإصلاح بعد التعطل	الاعتماد على احتمالية حدوث العطل ويتم استخدام منهج إرشادي
٤	صيانة الفرصة	زمن بالفرصة	فحص أجزاء عند صيانة أجزاء أخرى خلال فترة برنامج الصيانة	يعتمد على القيام بصيانة إحدى المكونات أو تعطلها
٥	صيانة التصميم	نفاذية التصميم	فحص الأجزاء التي لها أداء سيئ نظرا لتصميم رديء أو تشغيل زائد	يمثل ذلك جهدا لتحسين الخواص التي تقلل من إجراءات الصيانة المختلفة
وعادة يتم تصنيف الخيارات المختلفة لإجراءات الصيانة المخططة بتقرير درجة تطبيق الصيانة الوقائية كالتالي				
١٠٠%صيانة تعطل وهو نظام الاتصال لطلب الصيانة بعد حدوث التعطل حيث لا تتم أي أعمال صيانة إلا بعد حدوث العطل				
صيانة تعطل مع عمل بعض أعمال التزييت				
صيانة وقائية بسيطة				
صيانة وقائية رئيسية للمعدات المهمة				
صيانة وقائية تهدف لمنع التعطل نهائياً				

الجدول رقم (١٣) يوضح أنواع الصيانة وإجراءاتها

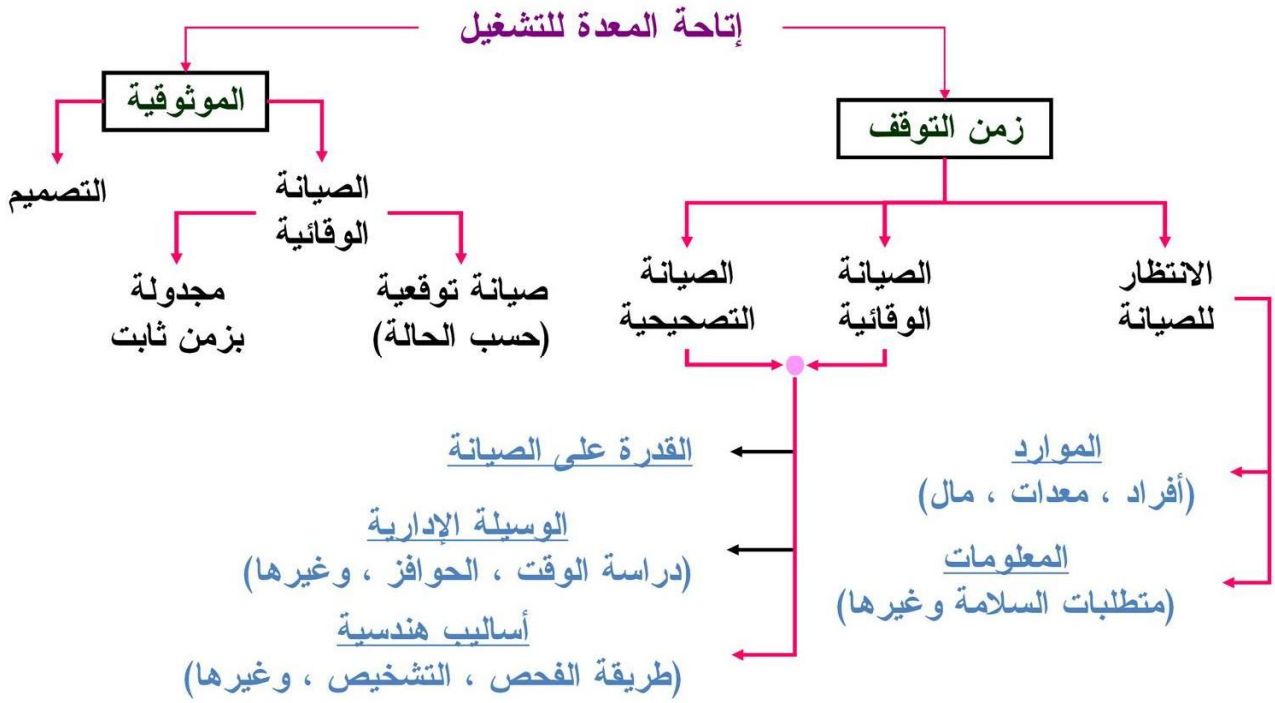
(١٠) اختيار طريقة الصيانة Choose the method of maintenance

يعتمد استخدام نوع الصيانة على القرارات والأهداف المتعلقة بها واستخدام نوع من الصيانة لا يعني عدم استخدام نوع آخر أو أكثر ويبن الشكل المرفق شجرة لأخذ القرار للاسترشاد بها



الشكل رقم (٩٦) رسم تخطيطي يوضح اختيار طريقة الصيانة

تتأثر إتاحة المعدة للتشغيل بعدة عوامل بناءا على طريقة الصيانة كما مبين في الشكل التالي :-



الشكل رقم (٩٧) رسم تخطيطي يوضح إتاحة المعدة للتشغيل

وتتوقف إجراءات اختيار طريقة الصيانة ووضع الخطة على عدة عوامل أهمها:-

١	نوع المعدة التي يجري عليها الصيانة
٢	مستوى الأداء في العمل وطريقة تنفيذ عملية الصيانة وتوقيت القيام بها
٣	نوع العمل أو الوظيفة التي تؤديها المعدة
٤	نوعية وعدد أفراد الصيانة المطلوبين لتنفيذها
٥	التكلفة المتوقعة لنوعية الصيانة

كما يتم تحديد طريقة التنفيذ وتوقيتها والخواص المؤثرة على الصيانة كالتالي:

(أ) إيجاد عملية تنفيذ الصيانة وهي عملية إتمام الإصلاح من خلال القيام بمجموعة من الأعمال الفنية والتي تشمل :-

١	عملية التصحيح والضبط والمعايرة وفقا للمواصفات والمقاييس الفنية للمعدة
٢	عملية إبدال الأجزاء وفقا لأعمارها الافتراضية وأزمنة إخفاقها

(ب) تحديد توقيت عملية التنفيذ وهي تحديد موعد التنفيذ وتبنى على الأسس التالية :-

١	أسس مبنية على الزمن
٢	حجم وكمية تشغيل المعدة
٣	الفرصة المتاحة للقيام بعمل الصيانة
٤	تشخيص حالة المعدة
٥	تعطل المعدة

(ج) تحديد الخواص المؤثرة على عمل الصيانة هناك ثلاث خواص أساسية يعتمد عليه الاختيار←

(١) خواص الأعطال: يتم تحليل أنواع الأعطال ومعدلاتها ودراسة أسبابها للتوصل إلى أزمنة الصيانة المثلى وإمكانيات القيام بالصيانة وتوفير مواردها (العمالة وقطع الغيار) حيث تشمل :-

(١) متوسط الوقت المنقضي حتى حدوث العطل
(٢) متوسط عمر التشغيل للقطعة
(٣) مقدار اكتشاف حالات الأعطال
(٤) دراسة التفتيش وأزمنة الاستبدال وإمكانية الإصلاح

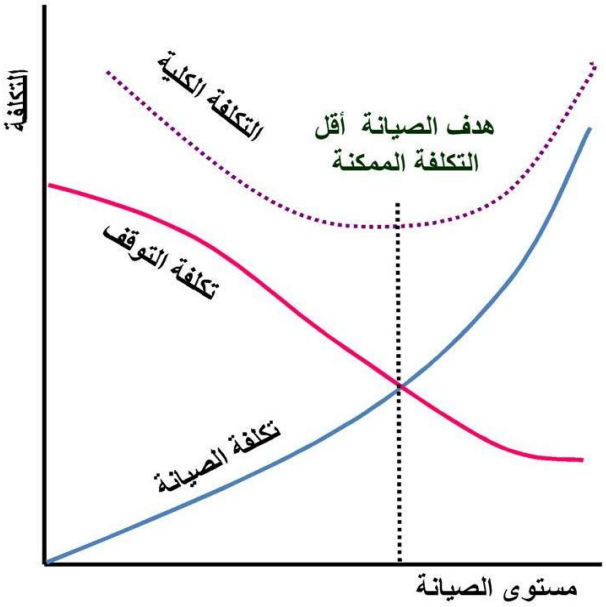
(٢) خواص السلامة: تحدد خواص السلامة المرتبطة بعمليات الصيانة للتوصل إلى أفضل سلامة وذلك بناءا على التالي :-

(١) مدى تأثير العطل على السلامة
(٢) الحد المسموح به في نظام السلامة مرتبطة بعمر المعدة أو أجزائها

(٣) خواص التكلفة: تحدد خواص التكلفة للتوصل إلى أقل تكلفة ممكنة دون فقد مستوى الصيانة وهي تعتمد على تكرار العطل وأزمنة التوقف والإصلاح والعمالة اللازمة ويمكن تعريف التكلفة بعنصرين الأساسيين هما :-

(أ) تكلفة عدم الإتاحة (تكلفة التوقف) وهي تشمل تكلفة فقد الإنتاج أثناء الإصلاح أو الصيانة الوقائية أو انتظار الإصلاح

(ب) تكلفة الصيانة وهي تكلفة القيام بعمل الصيانة ويشمل التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة من عمالة وقطع غيار وطاقة



الشكل رقم (٩٨) رسم تخطيطي يوضح خواص التكلفة

وبناءا على هذه القواعد المحددة لخواص الأعطال وتكلفة أقل لدورة حياة المعدة مأخوذا في الاعتبار شروط مقبولة لحدود السلامة يتم تحديد نوع الصيانة المرغوب فيها كما يلي :-

(١) التعرف على الوحدة المطلوب صيانتها :

البدء في التعرف على الوحدة المطلوب صيانتها وتصنيفها كوحدة خاصة أو وحدة عادية وفقا لعوامل كالتالي :

(١) الاحتياج لكثافة الصيانة
(٢) معدلات الفشل للخطر والفشل الآمن للوحدة
(٣) أسلوب أداء وعوامل التشغيل ومتغيراتها
(٤) فترات استبدال الأجزاء وزمن الإحلال المطلوب للمعدة
(٥) درجة توفر الوحدة وترتيبها

(٦) الزمن المطلوب لعمل اختبارات برهنة على الخصائص
(٧) المتغيرات من العوائد على السلامة والبيئة والاقتصاد

وفي حالة تصنيف الوحدة كوحدة خاصة يتم عمل اختبارات برهنة الخصائص لها وفقا لهذه العوامل للوصول إلى أفضل الحالات لعمل الصيانة عليها ومن ثم إتباع نفس الإجراءات المتبعة لاختيار نوع لصيانة للوحدة العادية.

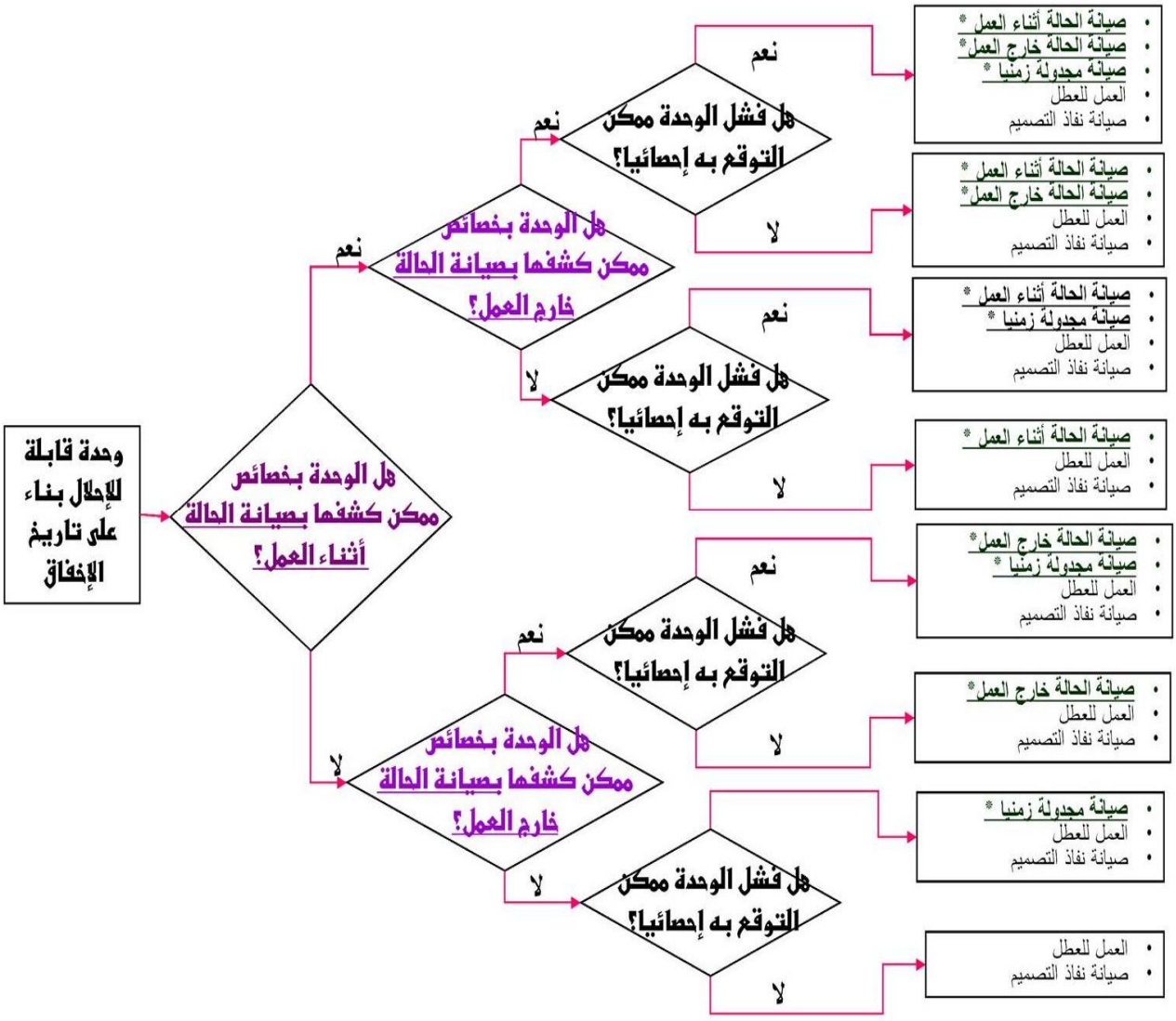
(٢) التعرف على الأفعال المختلفة والفاعلة للوحدة وفقا للخصائص التالية :

- ✓ العمر المفيد
- ✓ متوسط العمر
- ✓ متوسط زمن الإحلال
- ✓ عدم التأكد من عمر الوحدة
- ✓ قابلية اكتشاف الفشل (إمكانية التفتيش)
- ✓ القابلية للإصلاح وإعادة الوحدة لحالة التشغيل المناسبة

(٣) العمل على اختيار نوع الصيانة وفقا للترتيب التالي :

(١) صيانة الحالة (توقعية)–أثناء العمل
(٢) صيانة الحالة (توقعية)–خارج العمل
(٣) صيانة مجدولة بزمن ثابت
(٤) صيانة التصحيح –العمل للعطل
(٥) صيانة نفاذ التصميم– لتعديل التصميم

يتم اختيار نوع أو أنواع الصيانة وفقا للخبرة والممارسة والتحكيم مع النمذجة الرياضية والتكاليف كما في الشكل التالي:



الشكل رقم (٩٩) رسم تخطيطي يوضح كيفية إختيار نوع الصيانة

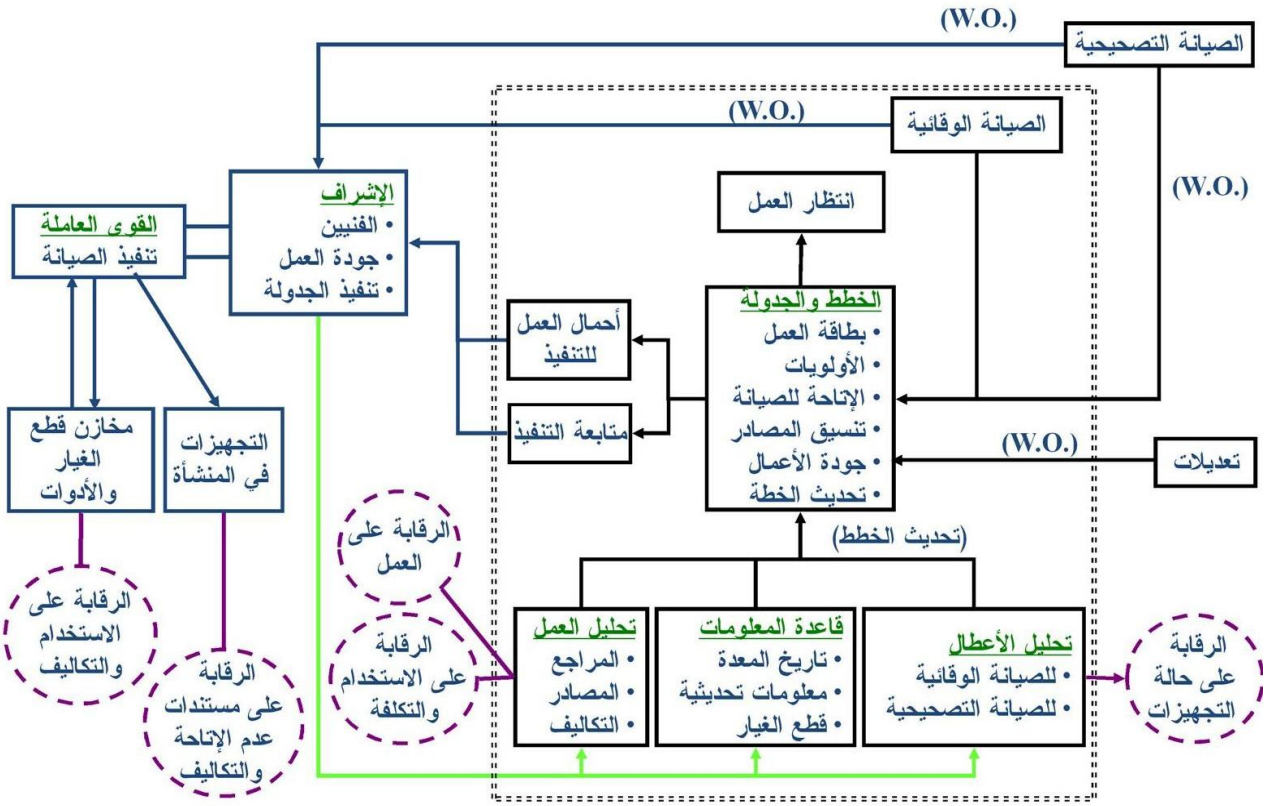
(١١) المفاهيم التنفيذية لإدارة الصيانة

Operational concepts of maintenance management

تؤدي إدارة الصيانة ثلاثة وظائف تنفيذية متداخلة هي:

الوظائف التنفيذية	(١) تخطيط ومراقبة العمل Work Planning and Control	(٢) مراقبة حالة المعدة Equipment Condition Monitoring	(٣) تحليل ومراقبة التكاليف Cost Analysis and Control
الهدف	(١) وضع جدولة خطة الصيانة بأنواعها المختلفة وتوزيع أعبائها على الموارد الموفرة وحسب إمكانياتها (٢) متابعة سير العمل ومستنداته بمراقبة القوى العاملة الاحتفاظ بالسجلات اللازمة والتأكد من أن الصيانة تتم وفق الخطط والجداول الموضوعة والطرق الصحيحة	(١) تحديد مشاكل الصيانة (٢) تشخيص مسببات الأعطال وخواصها ووصف الحلول	(١) تحديد الأجزاء المكلفة (٢) متابعة اتجاهات فاعلية الصيانة (٣) إيجاد معلومات أخذ القرار للإحلال والميزانية وشراء قطع الغيار
القرار	يتم دراسة أزمنة العمل ووضع الأوليات وتحديد الإمكانيات والخبرات وتقييم الأداء وتوفير المعلومات المساندة للتخطيط والمراقبة	يتم بوضع الأسس اللازمة لتجنب تفاقمها واقتراح التحسينات لعدم حدوثها وتطوير التصميمات ونظامي خطة الصيانة والتشغيل المتبعين	يتم وضع الخطط اللازمة بصورة اقتصادية لإطالة عمر التشغيل وتجنب التلف المبكر

ومن هذه الوظائف يمكن تلخيصها كما مبين في الشكل التالي :ـ



الشكل رقم (١٠٠) رسم تخطيطي يوضح الوظائف التنفيذية لإدارة الصيانة

يتضح من الشكل أنه يجب تبني الطرق المحققة لأهداف الصيانة في القيام بالتالي:-

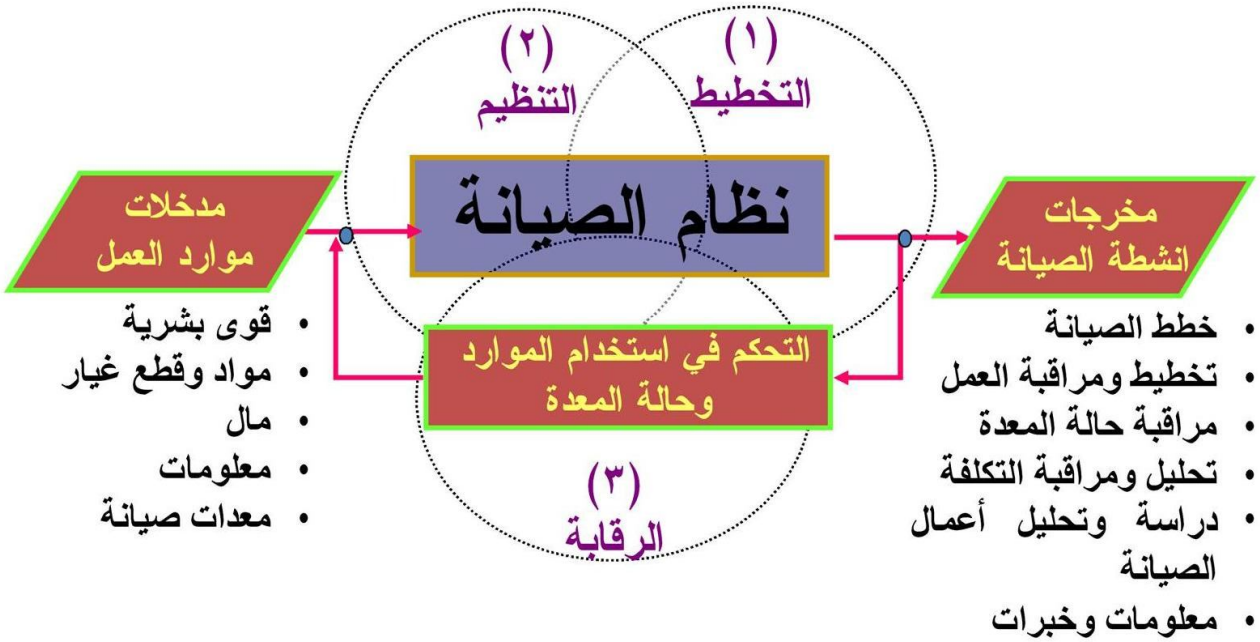
- تخطيط وجدولة الصيانة (Maintenance planning scheduling)
- أوامر العمل للصيانة ومسار تدفقها وتنفيذها (Work requests)
- الرقابة غلى العمالة (Work force controls)
- الرقابة على الصيانة (Maintenance controls)

- توثيق وتسجيل معلومات الصيانة (Maintenance information)

ويمكن تصنيف هذه الأعمال إلى التالي:ـ

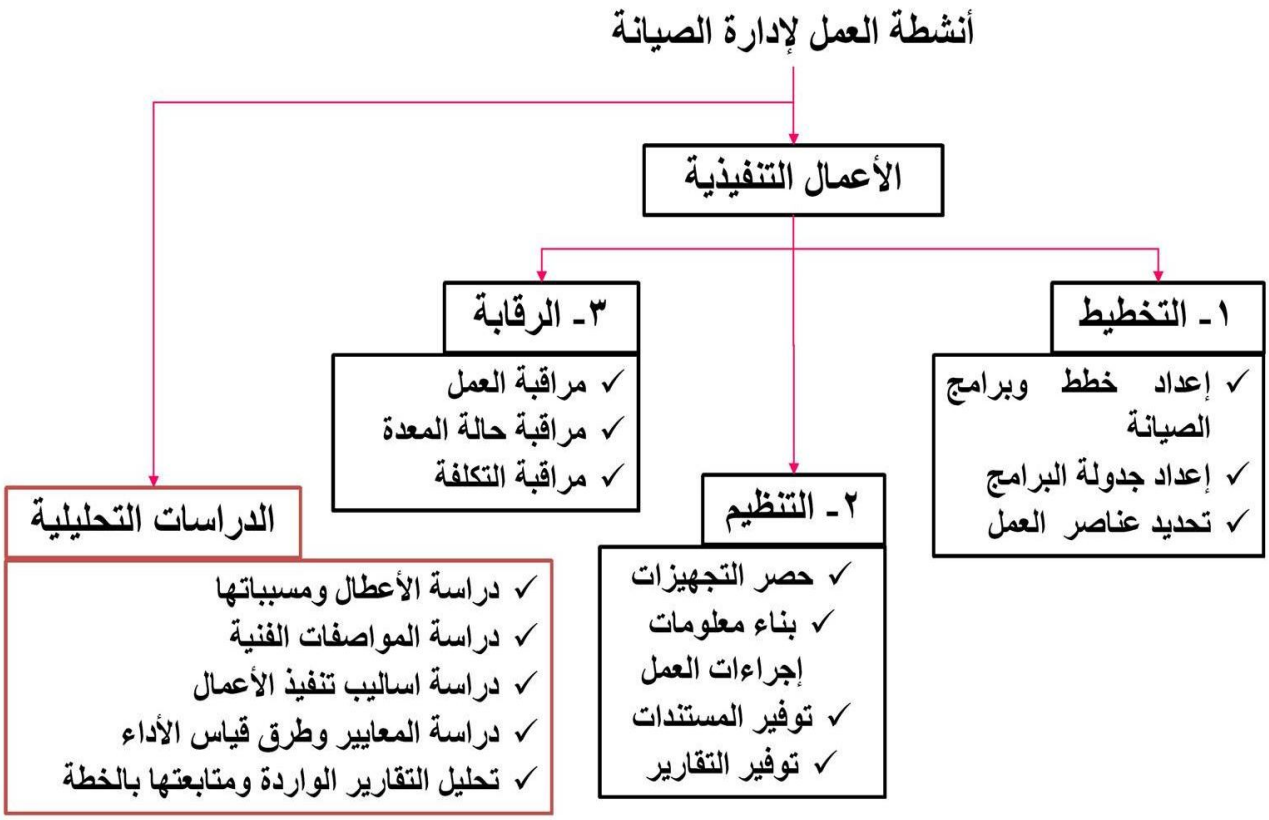
- القيام بثلاث مجالات عمل رئيسية كما مبين بالشكل رقم (١٠١)
- القيام بالدراسات التحليلية لأعمال الصيانة وتطويرها

ويمثل هذا التصنيف كما في الشكل التالي



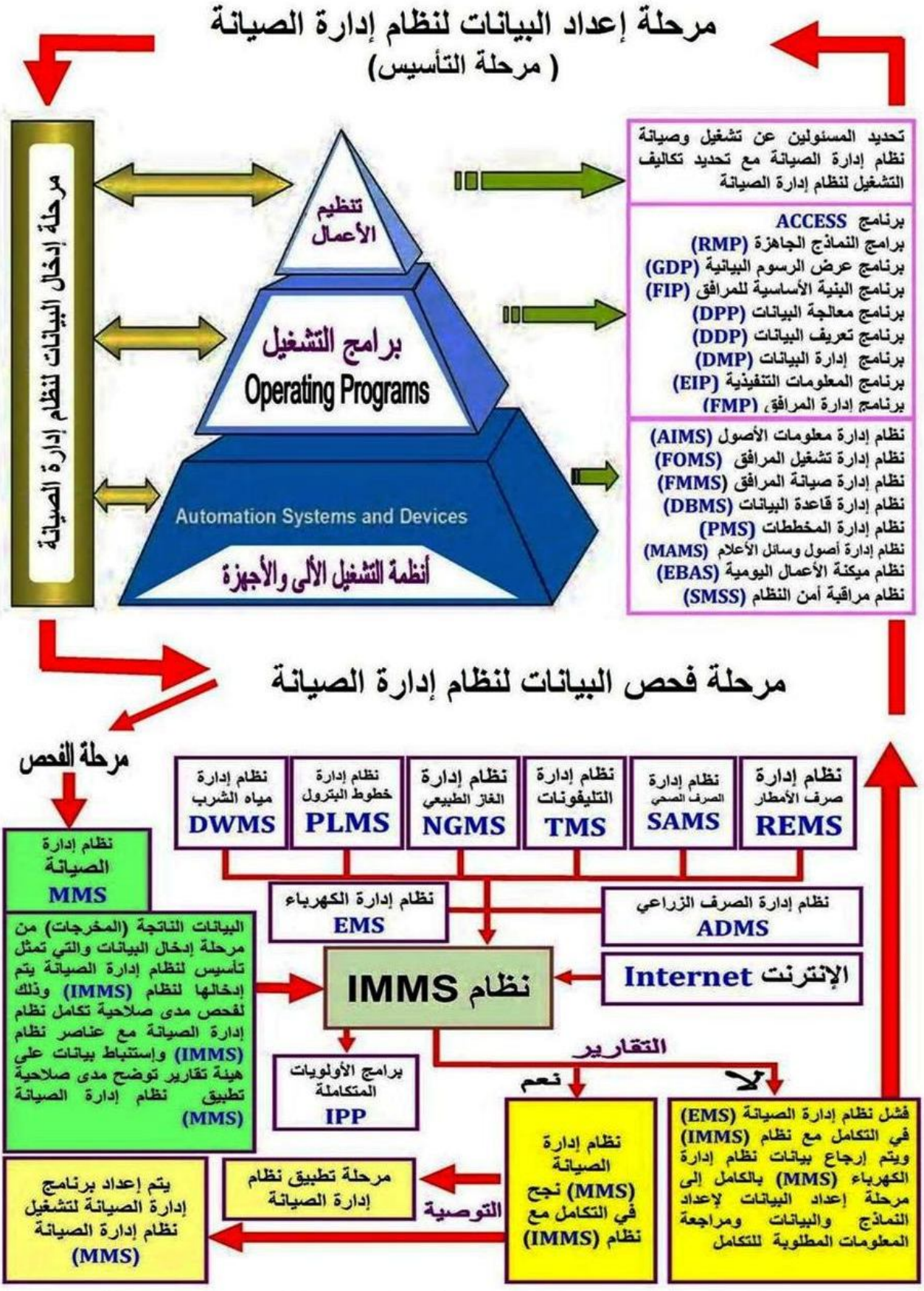
الشكل رقم (١٠١) رسم تخطيطي يوضح نظام الصيانة

كما يمكن تمثيل أنشطة العمل التنفيذي فيما يلي :-



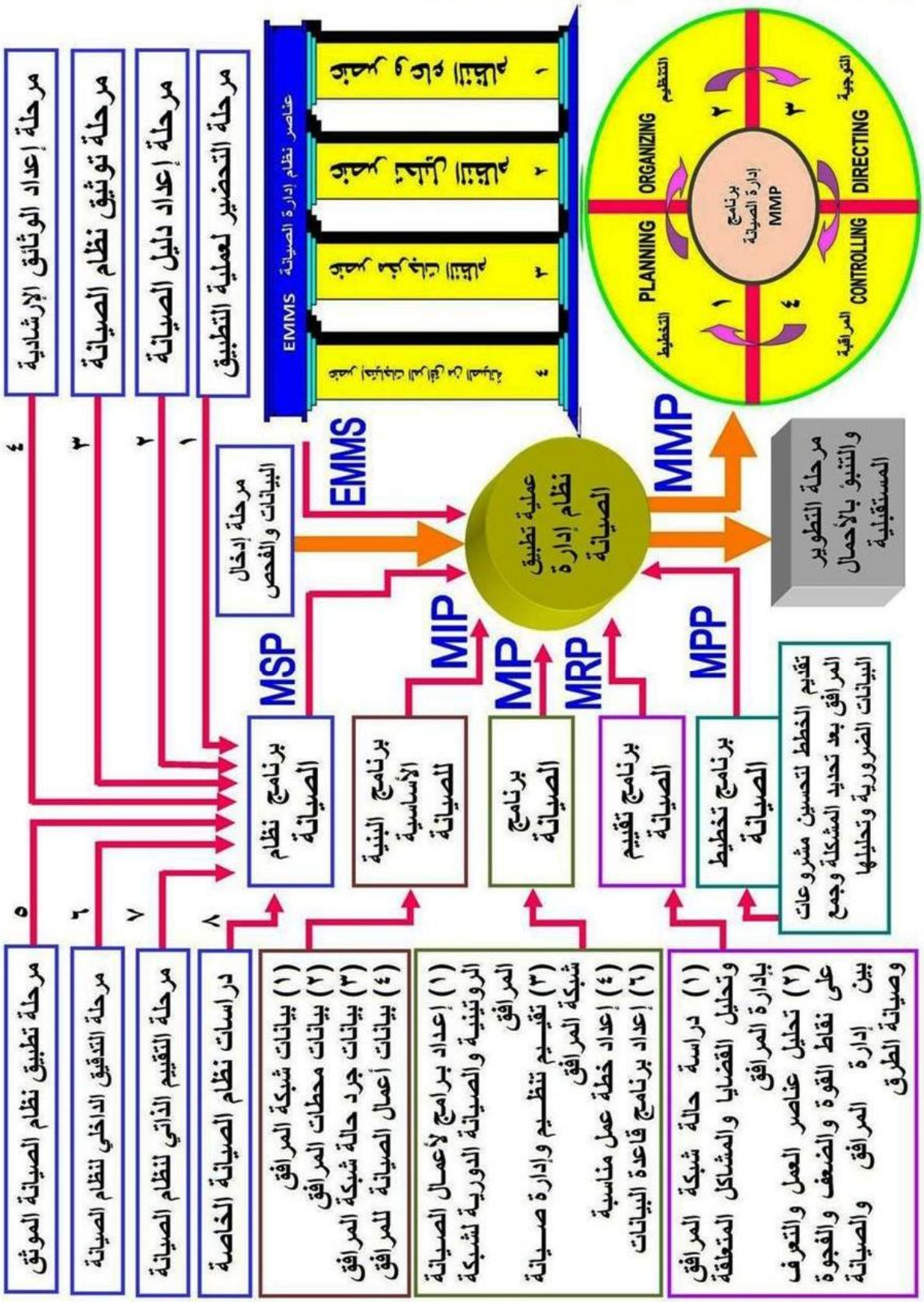
الشكل رقم (١٠٢) رسم تخطيطي يوضح أنشطة العمل لإدارة الصيانة

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



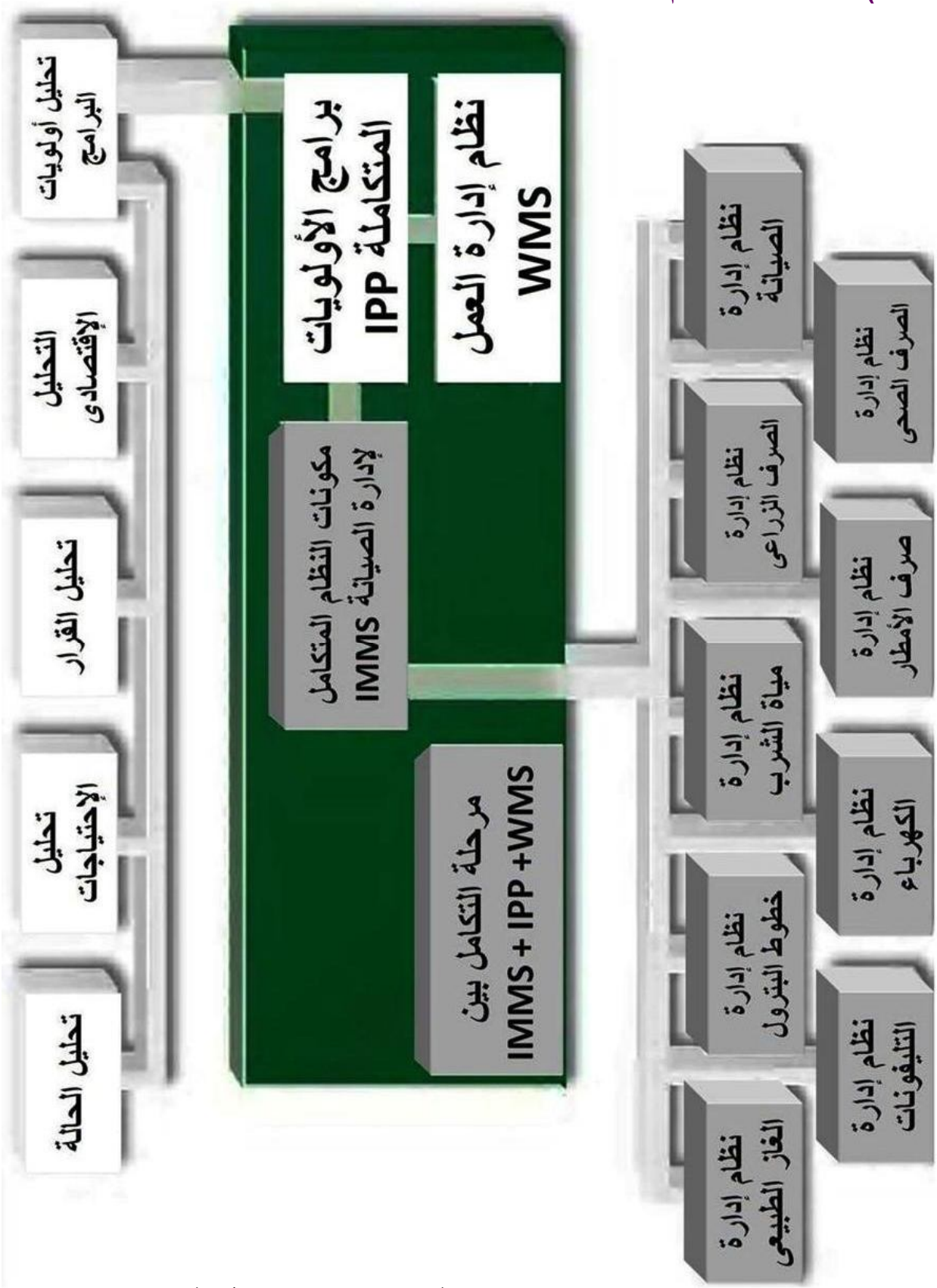
الشكل رقم (١٠٣) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الصيانة

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة الصيانة)



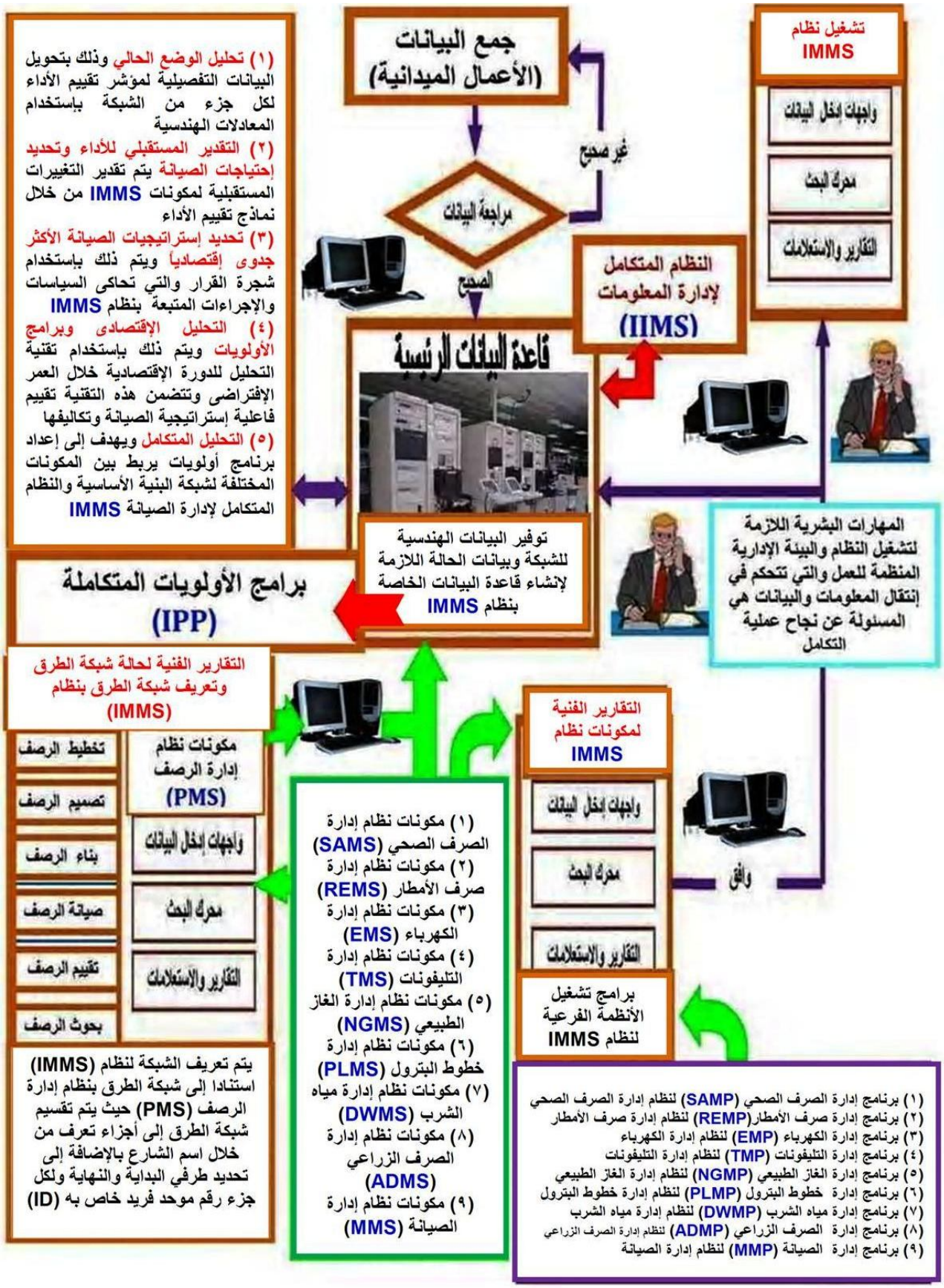
الشكل رقم (١٠٤) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الصيانة

(١/٥/١) مرحلة التكامل للنظام بين IMMS + IPP + WMS



الشكل رقم (١٠٥) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تكامل نظام IMMS مع أنظمة التشغيل

(٢/٥/١) مرحلة تشغيل النظام المتكامل لإدارة الصيانة (IMMS)



الشكل رقم (١٠٦) رسم تخطيطي يوضح طريقة عمل نظام IMMS

(٣/٥/١) مهام إدارة التشغيل والصيانة
Functions of the operation and maintenance

١	مراقبة الجودة النوعية
٢	إعداد الخطط السنوية للصيانة الوقائية وتطبيقها
٣	إقتراح وسائل وإجراءات تحسين ومعالجة بعض الأخطاء التنفيذية التي قد تظهر بعد الإستعمال
٤	مراعاة جانب السلامة وإعطاءها الأهمية التي تستحقها عند دراسة الطلبات
٥	التنسيق بين إدارة الصيانة ومرافق البنية التحتية والعمل جنباً إلى جنب مع فرق الصيانة والتشغيل لتلك المرافق
٦	مراجعة وإعداد كتيبات التشغيل والصيانة شاملة الشروط العامة والخاصة وجداول الكميات
٧	الإشراف على تنفيذ العقود المبرمة مع القائمين بأعمال التشغيل والصيانة بكافة التخصصات وتقييم أدائهم
٨	إستقبال طلبات الصيانة لجميع الأعطال وحالات الطوارئ والتنسيق مع إدارات الصيانة وإعداد التقارير اللازمة
٩	متابعة أعمال الصيانة لجميع المرافق
١٠	تعبئة نماذج وبيانات وجداول خطط الصيانة ومتابعتها
١١	متابعة أعمال خطط الصيانة الدورية والتأكد من انجازها على أكمل وجه
١٢	تقييم أداء الموظفين ومتابعة تدريبهم من الناحية الفنية والإدارية

(٤/٥/١) التطبيق الجزئي Partial application

بعد تحميل برامج نظام (IMMS) وأثناء جمع وتحميل النظام بالبيانات يتم تجربة النظام على جزء من الشبكة ويتم القيام بتقييم دقيق وشامل لمخرجات التجربة وذلك من خلال (١) تحديد المشكلة (٢) اقتراح كل الأسباب الممكنة (٣) دراسة الأسباب المحتملة وتحديد مجموعة من الأسباب الحقيقية (٤) اقتراح أساليب الحل والمقارنة بينها (٥) تحديد أسلوب الحل المناسب (٦) وضع خطة للتنفيذ (٧) التنفيذ (٨) متابعة النتائج (٩) تصحيح الحل إذا لزم الأمر أو تطبيق الحل كليا إذا كان قد تم تنفيذه جزئيا (١٠) تعديل طرق العمل القياسية لتطابق الحل وإبداء الملاحظات حول مدي استيفاء هذه المخرجات لإحتياجات قطاع هندسة الصيانة وبناء على تلك الملاحظات يتم إجراء التعديلات على معطيات النظام وبرامجه لتحسين أداءه

(٥/٥/١) التطبيق الكلى Application kidney

يتم تطبيق النظام على عقود الصيانة لتطوير النظام ولتحديث البيانات الخاصة بتقييم حالة مكونات الشبكة وما تم إدخاله من عناصر جديدة إلى شبكة البنية الأساسية بالإضافة إلى تطوير المعادلات الهندسية المستخدمة في النظام

(٦/٥/١) الإستنتاج Conclusion

لقد تغير فكر مبدأ صيانة المشاريع العامة خلال العقود القادمة حيث لابد لأعمال الصيانة أن تنفذ وفق الأسس العلمية وباستخدام الأساليب التكنولوجية المتقدمة عن طريق قطاع هندسة الصيانة ويتألف نظام (IMMS) من قاعدة بيانات آلية وأنظمة إدارة متكاملة لمكونات الشبكة المذكورة آنفاً، هذا بالإضافة إلى نظام إدارة البرامج والخرائط الإلكترونية وقد أثبت هذا النظام جدواه وفائدته الكبيرة في تطوير أعمال قطاع هندسة الصيانة في معظم البلدان التي قامت بتطبيقه حيث أصبح من الممكن للمرة الأولى أن يتم استخلاص البيانات الخاصة بمكونات شبكة البنية الأساسية بسهولة ودقة و نضيف إلى ذلك سهولة متابعة إعداد برامج الصيانة بصورة علمية مدروسة وضمان الالتزام في التنفيذ بالميزانيات المالية المتاحة لاشك أن التدريب العملي للمهندس والتعليم المستمر يلعب دوراً مهماً في إبقاء المهندس مطلعاً على أحدث التطورات في مجاله من حيث استخدام الأدوات العلمية والاقتصادية التقليدية أو اطلاعه على ما تم تطويره من آلات وأنظمة هندسية حديثة وبذلك يكون المهندس أكثر قدرة على الاستغلال الأمثل للموارد البشرية والمادية لتحقيق أهداف مؤسسته فينشط اقتصاد تلك المؤسسة وبحسب حجم تلك المؤسسة وكونها عامة أو خاصة يكون تأثير نجاحها في تنمية اقتصاد البلد وكمثال على ذلك فإن المهندس الذي يتم تدريبه على استخدام أدوات التحليل الاقتصادي لصيانة الطرق سواء كانت معلومات سابقة لديه وتم تنشيطها من خلال التدريب أو معلومات جديدة يكون أكثر قدرة على اتخاذ القرار المناسب في الوقت المناسب ليزيد من عائد الربح للمؤسسة أو من جهة أخرى يقلل التكاليف ففي مجال صيانة الطرق بينت الدراسات الاقتصادية أهمية توقيت عملية الصيانة بالنسبة لحالة الطريق كما في الشكل التالي الذي يبين منحنى نموذجياً لتدهور حالة طريق أسفلتي مع الزمن ففي الشكل يتبين أن توقيت الصيانة يؤثر بشكل كبير على حجم المصروفات وعلى عملية الصيانة فإذا كان المهندس مسئولاً عن صيانة الطرق فلاشك أن توفير هذه المعلومات وغيرها من أدوات التحليل الاقتصادي - من خلال برامج التدريب - تساعده على اتخاذ القرار الأصوب لتحديد برامج الصيانة وتوقيتها الأمثل لصرف الموارد بالشكل الأكفأ وذلك من شأنه تقنين صرف الموارد واستغلالها بالصورة الأمثل مما ينعكس إيجابياً على التنمية الاقتصادية ويعتبر المهندس عنصراً مرغوباً في المؤسسات الاقتصادية لما يتمتع به من قدرة على تحديد المشاكل وتحليلها وإيجاد الحلول العملية المناسبة لها وتطور المهنة الهندسية يتطلب إبقاء المهندس متابعاً ومواكباً لهذا التطور