الباب الثانى

النظام المتكامل لإدارة الطرق

(IRMS)

Integrated Roads Management System

تمهيـــــــــــــــــــــــد

تُعتبر 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 مهمة شاقة للغاية فهناك العديد من العوامل التى تؤثر فى حدوث التدهور لهذه العناصر كما أنه هناك العديد من تقنيات الإصلاح الممكنه بتكاليف متفاوته وعائدات مختلفة متوقعة من إستثمارات لهذه النفقات لذلك تظهر الحاجة دائماً الى تطبيق نظام علمى فعال لإدارة صيانة شبكة الطرق يستطيع التعامل مع كل هذه المتغيرات وتحديد الأولويات الخاصه بالصيانة بما يكفل تحقيق الأهداف المرجوة من الصيانة على أكمل وجه وتتكون منهجية صيانة الطرق من (١) إدارة صيانة طبقات الرصف (٢) إدارة صيانة الكبارى (٣) إدارة صيانة العناصر الغير مرصوفة (٤) إدارة قاعدة المعلومات (٥) إدارة متابعة تنفيذ أعمال الصيانة ومن أجل المحافظة على الوظائف والأهداف المرجوة من الطريق ظهرت أهمية أن تكون صيانة الطرق بالشكل المنهجى والعلمى المناسب فمن المعلوم أن عملية تدهور مستوى الخدمة للطريق تبدأ بعد إنشاء الطريق مباشرة حتى يصل لأدنى مستوى خدمة يتم عندها إعادة رصف الطريق فالطريق عند إنشائه يكون مستوى الخدمة له أعلى ما يمكن ومع زيادة عمر الطريق يقل مستوى الخدمة تدريجياً ويكون معدل الإنخفاض بمستوى الخدمة مرتبطاً بمقدار الصيانة الدورية الروتينية أوالرئيسية للطريق فكلما أستخدمت نسبة مقدرة من الصيانة زاد عمر الطريق وبالتالى زادت المدة الزمنية التى عندها يتم إعادة رصف الطريق وعندما يقل مستوى الخدمة تزيد التكلفة المترتبة على إستخدام الطريق والمتمثلة فى تكلفة المستخدم والتكلفة التشغيلية وإرتفاع معدل الحوادث لقد أظهرت عدد من الدراسات أن الرصف فى الغالب يؤدى الخدمة لمدة عشر سنوات بدون صيانة دورية أو إعادة تأهيل أما فى حالة الصيانة فمن الممكن أن يخدم الطريق لمدة تصل الى ٢٥ سنة فمن المكاسب الأقتصادية المهمة فى تطبيق أنظمة الصيانة الفعالة هو المحافظة على إستثمار رأس المال بدوام عمر الرصف الى العمر التصميمى للطريق وتخفيض تكلفة إستخدام المركبات للطريق والإبقاء على الحركة المرورية مفتوحة من هنا تبرز الحاجة لإنشاء وتطوير نظام معنى بإدارة الصيانة للطرق بطريقة علمية ممنهجه تهدف الى الإستغلال والاستفادة القصوى من الموارد المتاحة وتقليل تكاليف أعمال الصيانة بإعتماد طرق نظامية بجمع وحفظ البيانات والمعلومات وتعيين حالة الطريق وتحديد برامج الصيانة المطلوبة وتحديد تكلفتها ووضع اولويات أعمال الصيانة ووضع الخطط والبرامج المستقبلية من خلال نظام شامل يستخدم برامج حاسب الى متخصصة بإدارة قواعد البيانات وإدارة نظم المعلومات الجغرافية من خلال النظام المتكامل لإدارة الطرق (**IRMS**) للحفاظ علي المستوي التقني للطريق ويهدف النظام المتكامل لإدارة الطرق الى إظهار فائدة إستخدام التكنولوجيا فى تطوير نظام إدارة الطرق والذى يؤدى الى إتخاذ القرارات فى أعمال الصيانة وتحديد الأدوات اللازمه للوصول للإستراتيجيات والحلول المثلى بتحسين مستوى الخدمة وتخفيض التكاليف من خلال التكامل مع النظام المتكامل لإدارة المعلومات (**IIMS**) حيث يفيد إستخدام النظام المتكامل لإدارة المعلومات للطرق في (١) سهولة التعرف على الطريق بالكامل بوسائل عرض أو مخرجات مختلفه على شكل بيانات أو خرائط وكذلك القدرة على الحصول على المعلومات والبيانات الإحصائية اللازمه عن أى جزء فى الطريق (٢) الإلمام بموارد وتجهيزات الإدارة البشرية والمادية والألية (٣) القدرة على تعديل المعلومات الموجودة أو تحديثها بإضافة بيانات جديدة (٤) التعرف على جميع عيوب شبكة الرصف الموجودة والتعرف على جميع أعمال الصيانة اللازمة ومعالجتها وتحديد التكاليف اللازمه للعلاج (٥) توجية وتوزيع موارد الصيانة للحصول على أعلى مستوى للخدمة بأقل التكاليف (٦) القدرة على التنبؤ بحالة الرصف على شبكة الطرق للسنوات القادمة وتحديد برامج الصيانة والميزانيات المطلوبة لذلك ومن هنا جاءت الحاجة الملحة لوجود نظام متكامل لإدارة الطرق

وعموماً يُعرف الطريق بأنه " فضاء أو وعاء لإستيعاب الحركة " والهدف من وجوده أو وظيفته هو (١) الربط الوظيفي بين نظامين جغرافيين أو أكثر (٢) مد شبكات المرافق بمحاذاة الطريق سطحية كانت أم تحتية مثل شبكات الكهرباء والغاز وخطوط التليفونات ومواسير الصرف الصحي ومواسير مياه الشرب (٣) توفير فضاء يسمح للمناطق المعمورة على جانبيه بالتهوية والإنارة (٤) توفير مكان يتفاعل فيه ومنه الناس مع البيئة المحيطة (٥) زيادة كفاءة النقل بتوجيه الحركة المرورية (٦) احتواء الحركة بأغراضها المختلفة (٧) الاستفادة القصوى من المساحة التي يشغلها الطريق (٨) تقسيم المكان إلى مناطق فرعية (٩) تعظيم المردود الاقتصادي المترتب على استعمال الطريق (١٠) زيادة الترابط الاجتماعي وإذكاء التفاعل المكاني في منطقة الطريق وواضح من الوظائف التي ذكرت أنها إذ تمت كما هو مخطط لها فإن إسهام الطرق بعامة والسريعة بخاصة في وقوع الحوادث المرورية سوف يكون ضئيلاً مقارنة بإسهام السائق والمركبة ويعزي وقوع الحوادث في الغالب إلى قصور في (١) التصميم الهندسي للطريق (٢) البيئة العامة للطريق (٣) إضاءة الطريق (٤) العلامات والتخطيط الأرضي وبالنسبة لجغرافياً فإن اختيار موضع وموقع الطريق ومواصفاته إنما يخضع لعدد من العوامل لعل أهمها (١) التكلفة الإقتصادية (٢) الأهمية النسبية للطريق في الشبكة أو النظام الهرمي للطرق في المنطقة أو الدولة (٣) طبوغرافية المنطقة أو المناطق التي يعبرها الطريق (٤) المناخ والأحوال البيئية في منطقة الطريق (٥) خلفيات المجتمع ومدى الوعي والتجاوب مع المواصفات ومهما يكن من أمر فإن شكل الطريق (طولي مباشر **Linea** أو منحنى **Loop** أو شكل ذو نهاية مغلقة) يتحدد من خلال عدة عوامل متداخلة منها الطبوغرافية و خصائص التربة والحالة الجيولوجية للأرض ونظام الصرف ومقدار مياه الأمطار والمناخ السائد وطول الطريق وخصائصه ونوع ومواقع استخدامات الأرض في المحيط وعرض الطريق ووظيفته وشكل الأرض وهيئتها وهنا يناسب أن نشير إلى أن معظم المؤثرات التي جرى ذكرها هي مؤثرات جغرافية بحته مما يتطلب أن يكون للجغرافيين مساحة أكبر في التخطيط للطرق السريعة وغير السريعة مستقبلاً وعطفاً على ما سبق من

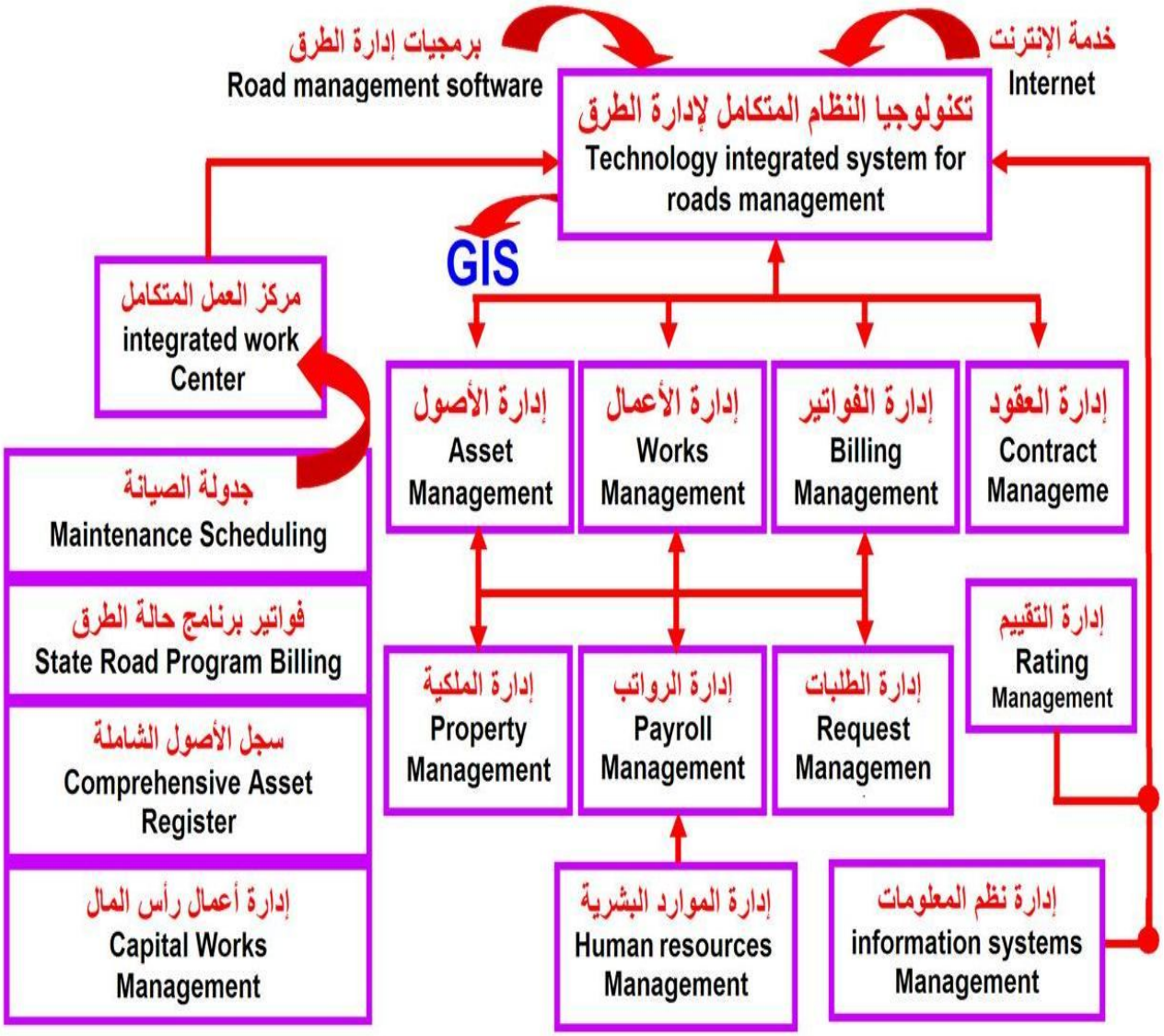
حديث عن وظائف الطرق نود أن نؤكد أن هنالك أكثر من معيار (Criterion) وعادة ما تقوم الدول وخاصة المتقدمة منها بتصنيف الطرق البرية السريعة والرئيسة حتى لا يحدث خلط بين وظائف الطرق وممارسة الصلاحيات بين الجهات ذات العلاقة في إدارة وتشغيل تلك الطرق ويجد المختصون في مجال النقل (من مخططين وإقتصاديين وجغرافيين ومهندسين وإداريين وغيرهم) والمستخدمين في أسلوب التصنيفات عملية سهله في الإتصال فيما بينهم ويوجد عدد كبير من تصنيفات الطرق إلا أن أهم تصنيفين هما التصميم من حيث نطاقات الملكية (Jurisdictional Classification) والتقسيم الوظيفي (Functional Classification) ويعد تصنيف الطرق وظيفياً أمراً بالغ الأهمية لأغراض الصيانة وإدارة المشاريع ووضع الميزانيات وإعداد الخرائط الخاصة والعامة والتصنيف الوظيفي للطرق أكثر أنواع التصنيفات شهرة وأوسعها تطبيقاً واستخداماً لأغراض التخطيط إلا أنه على الرغم من ذلك فإن لمصطلح " التصنيف الوظيفي " أكثر من تفسير حيث يمكن على العموم أن يعني مصطلح " التصنيف الوظيفي " ببساطة أي تصنيف إجرائي عملي أو يمكن تحديداً أن يعني مصطلح " التصنيف الوظيفي " تصنيف الطرق من خلال وظيفتها التي تؤديها أو من المفترض أن تقوم بها في المقابل للتصنيف بالشكل أو النوع أو التصنيف بالموقع وبناءاً على هذا التعريف فإن التصنيف الوظيفي للطرق البرية عبارة عن تجميع للطرق والشوارع والطرق العامة إلى أنظمة موحدة في كل منها تكون عملية الترتيب بناء على أهمية الطريق للصالح العام والحركة المرورية ونظم استخدامات الأرض وعليه يمكن القول بأن التصنيف الوظيفي يقصد به تقسيم الطرق البرية إلى مجموعات وفقاً لطبيعة الخدمة التي من المفترض أن تؤديها وقد بني مفهوم التصنيف الوظيفي على خصائص رئيسة محددة تستخدم للتفريق بين أنواع مختلفة من منشآت الطرق إذ تظهر المناطق الحضرية خصائص مختلفة عن مثيلاتها الريفية من حيث الكثافة السكانية وأنواع استخدامات الأرض ودرجة تركيز شبكات الشوارع والطرق وطبيعة أنماط التنقل (الرحلات) لهذا يفرق برنامج التصنيف الوظيفي المستخدم في كافة أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً بين منشآت الطرق التي تقع في المناطق الحضرية عن مثيلاتها التي تقع في المناطق الريفية من هنا فإن الوظيفة التي تقوم بها تلك الطرق هي المحك أو الأساس الذي يتم الاعتماد عليه في تصنيف تلك الطرق ومعلوم أن الهدف الرئيس للطرق هو تسيير الحركة المرورية (أي الرحلات) بأمان ويسر وسهولة من المنشأ (Origin) إلى المقصد (Destination) ولا يتحقق هذا الهدف إلا من خلال التكامل بين وظيفتين رئيستين لابد من أخذهما في الحسبان عند تصنيف الطرق وظيفياً هاتان الوظيفتان هما إمكانية الوصول (Accessibility) والتنقلية (Mobility) تقدم هذه الثنائية الوظيفية (إمكانية الوصول والتنقلية) للطريق (١) خدمة الوصول إلى المرافق العامة والممتلكات الخاصة (٢) نقل الحركة من نقطة إلى أخرى ولا يمكن للطريق (أي طريق) الجمع بين هاتين الوظيفتين يكون دائماً على حساب الأخرى ففي حين نجد أن الوصولية تعني حرية تامة في الحركة من حيث الدخول إلى الطريق والخروج منه ونجد أن التنقلية تعني التحكم في الحركة من حيث تقنين عمليات الدخول إلى والخروج من الطريق وذلك لضمان استمرارية التدفق بكفاءة عالية وبسبب هذا التناقض أو التعارض بين التنقلية و إمكانية الوصول فإنه من الضروري أن يتم تصنيف وتقسيم الطرق والشوارع إلى عدة أنواع مختلفة بناء على وظائفها الرئيسة وأن درجة التحكم في عملية الدخول والخروج من كلي أو جزئي إلى العدم هي الأساس في عملية تصنيف الطرق فالطرق السريعة والحرة تمتاز بخاصية التحكم الجزئي أو الكلي في حين أن الطرق المحلية أو الداخلية تفتقر إلى ذلك وعادة ما تظهر تصنيفات الطرق وفق نظم هرمية معينة تعتمد على هرمية الحركة وتسلسلها ولا تحدد هرمية الطرق فقط أنواعا مختلفة من الطرق (أو الشوارع) بل تضعها في نمط علاقات مترابطة وفقاً لأهميتها في الشبكة ولا توجد طريقة صحيحة أو مفضلة لوصف وتصنيف الشوارع بل يتم اختبار الطريقة المناسبة بناءاً على الهدف والسياق التي سوف تطبق فيه وعموماً تتكون الرحلات التي يقوم بها الأفراد باستخدام وسائل النقل من سلسلة من الحلقات (مراحل) واضحة المعالم هي الحركة الرئيسة والتحويل والتوزيع والتجميع والدخول والنهاية ولا تتأثر الحركة الرئيسة للمركبات عبر الطريق السريع من جراء خروج جزء من الحركة المرورية من مجرى الطريق فالسير على المجرى الرئيس للطريق مازال متدفقاً ومستمراً دون انقطاع وذلك بسبب إتساع الطريق (أي تعدد مساراته) وهذا يعني أن الصفة الغالبة للطرق السريعة هي تدفق سريع للحركة وعندما تقترب الرحلة من نهايتها تبدأ المركبات بتخفيف سرعتها من أجل الإنتقال من الطريق السريع إلى المخارج (أي من حلقة إلى أخرى أو من طريق سريع إلى طريق أقل سرعة) تلي هذه النقطة عملية توزيع الحركة إلى شوارع أو طرقات أدنى مرتبة في التسلسل الهرمي ويتبين من ذلك أن السلامة المرورية على الطرق السريعة لا تتحقق إلا إذا تعاملنا مع الطرق السريعة ضمن الإطار الكلي للنظام الطرقي بمستوياته المختلفة لا سيما وأن حوادث كثيرة وقعت في الطرق السريعة في مناطق متفرقة من العالم كانت بسبب عدم اختيار المواقع الأنسب للمداخل والمخارج

الفصل الأول
خصائص النظام المتكامل لإدارة الطرق
Integrated Roads Management System Characteristics

(١/١/٢) المقدمة Introduction

يركز النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) على مهام صيانة وإدارة حركة المرور لمجموعات مختلفة من الأهداف ولا سيما في قطاعات الطرق (الرصف) والمنشات الهندسية و معدات الطرق والتجهيزات المساعدة مع النظر الجزئي من المهام التكميلية (إدارة المعلومات وإدارة الجودة) بالإضافة إلى ذلك تمكين المدير المسئول عن إدارة الطرق في إتخاذ القرارات بسرعة أكبر فضلا عن إمكانية تأسيس الاستمرارية كجزء من السياسة المنهجية للطرق ويعتبر النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) مناسبة أيضا للحفاظ على أي نوع من الأشياء الأخرى أو المرافق) فعلى سبيل المثال : قنوات ومنشآت خط الأنابيب والمنشآت العسكرية والمجمعات الصناعية ومرافق المطارات والمباني كما يشمل النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) مهام صيانة وإدارة المرور والمجموعات المختلفة من الموضوعات والفئات المختلفة على الطرق (الطرق الحرة والطرق الرئيسية والطرق الثانوية) ويفيد النظام في دمج جميع المهام لمراقبة الجودة وإدارة المعلومات

(٢/١/٢) تكنولوجيا النظام المتكامل لإدارة الطرق
Integrated Roads Management System Technology



الشكل رقم (١٠٧) رسم تخطيطي يوضح تكنولوجيا النظام المتكامل لإدارة الطرق

(٣/١/٢) الخصائص Characteristics

النمو المستمر في الحركة العامة للمرور على الطرق وقصور القدرة الحالية في نظم النقل البري وكذلك السكك الحديدية ونظم النقل الجوي والكمية الهائلة من التلوث الناجم عن حركة المرور على الطرق ليست سوى بعض الأسباب لمحاولة إستخدام النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) فهذا النظام يعبر عن المهام المختلفة مثل إدارة النقل وإدارة الصيانة وإدارة الجودة وإدارة المعلومات وغيرها وكذلك يعبر أيضا على الأنواع المختلفة من الشبكات (للسيارات والدراجات والنقل العام) وحتى الأنواع المختلفة من الموضوعات مثل الرصف والجسور والأنفاق والمعدات وما إلى ذلك والجدول رقم (١٤) يوضح ذلك

خصائص العناصر المستخدمة في موضوعات النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)						
م	عناصر النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)	موضوعات النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)				
١	المهام	إدارة النقل (الشاحنات الثقيلة)	إدارة الصيانة	إدارة المرور	إدارة المعلومات	إدارة الجودة
	Tasks	Transport Management (heavy truck)	Maintenance Management	Traffic Management	Information Management	Quality Management
٢	الشبكات	طرق السيارات	ممرات حركة المرور العام	مسارات الدراجات	رصيف المشاة	
	Network	motor ways	public traffic lanes	bicycle paths	pedestrian's pavement	
٣	الموقع	المناطق الريفية		المناطق الحضرية		
	Location	Rural areas		Urban areas		
٤	التصنيف Category	الطرق الحرة Freeways	الطرق السريعة Highways	الطرق الرئيسية Main Roads	الطرق الثانوية Secondary Roads	
٥	مجموعة من الموضوعات Group of Objects	الطرق والمسارات Roads and Paths	المنشآت الهندسية Engineering Structures	المعدات Equipment	التركيبات الإضافية Auxiliary Installations	
٦	الموضوعات Objects	الرصف Pavement	الجسور Bridges	الإشارات signals	أماكن انتظار السيارات parking places	
		المنشات الفرعية sub-structure	الأنفاق Tunnels	إشارات المرور traffic lights	صيانة المخازن maintenance depots	
		خط النظام (القنوات) line system(channels)	الحوائط الحماية protection walls	نظم التهوية ventilation systems	المحطات stations	
		الخ etc	الجدران الاستنادية retaining walls	دليل الأنظمة guide systems	الخ etc	
			المعارض Galleries	الخ etc		
			الخ etc			
٧	إمكانية البحث والتحسين لحل المشاكل على مستوى الأهداف					
٨	إمكانية المقارنة بين المهام أو موضوعات متشابهة مع أسلوب خاص للتصنيف					

الجدول رقم (١٤) يوضح خصائص العناصر المستخدمة في موضوعات النظام المتكامل لإدارة الطرق

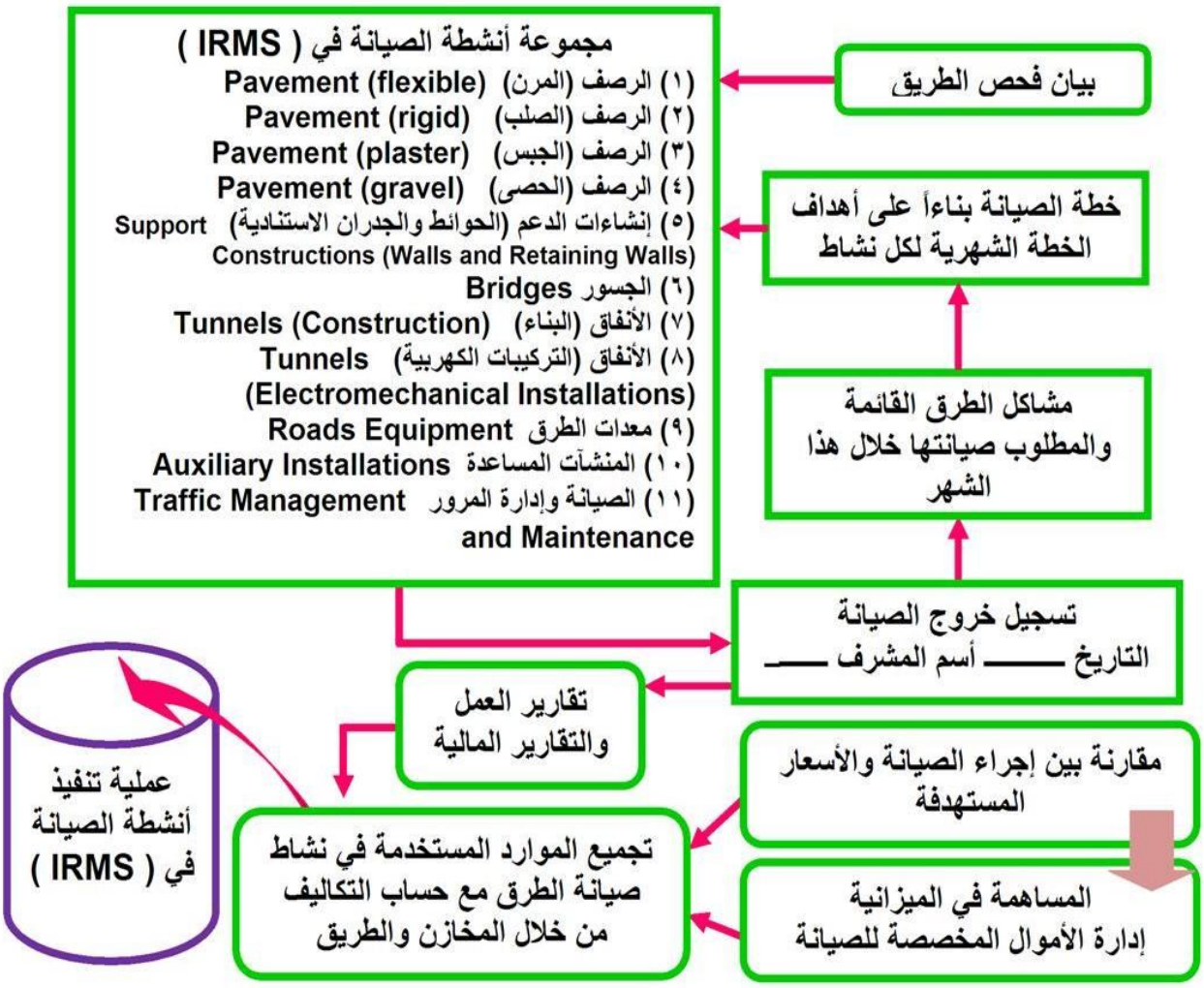
(٤/١/٢) العناصر المحددة للنظام المتكامل لإدارة الطرق

Specific elements of the system for integrated management of roads

١	نظام الأهداف objectives System
٢	نظام التحليل الوظيفي لموضوعات الصيانة System Functional Analysis of maintenance subjects
٣	نظام تصنيف قطاعات الطرق (التقييم الوظيفي) Classification system road sections (job evaluation)
٤	نظام تسجيل البيانات لمراقبة الجودة وإدارة المعلومات Data recording system for quality control and information management
٥	نظام التخطيط على المدى الطويل The planning system in the long term
٦	نظام تصنيف الإجراءات المتوقع إتخاذها Classification system actions expected

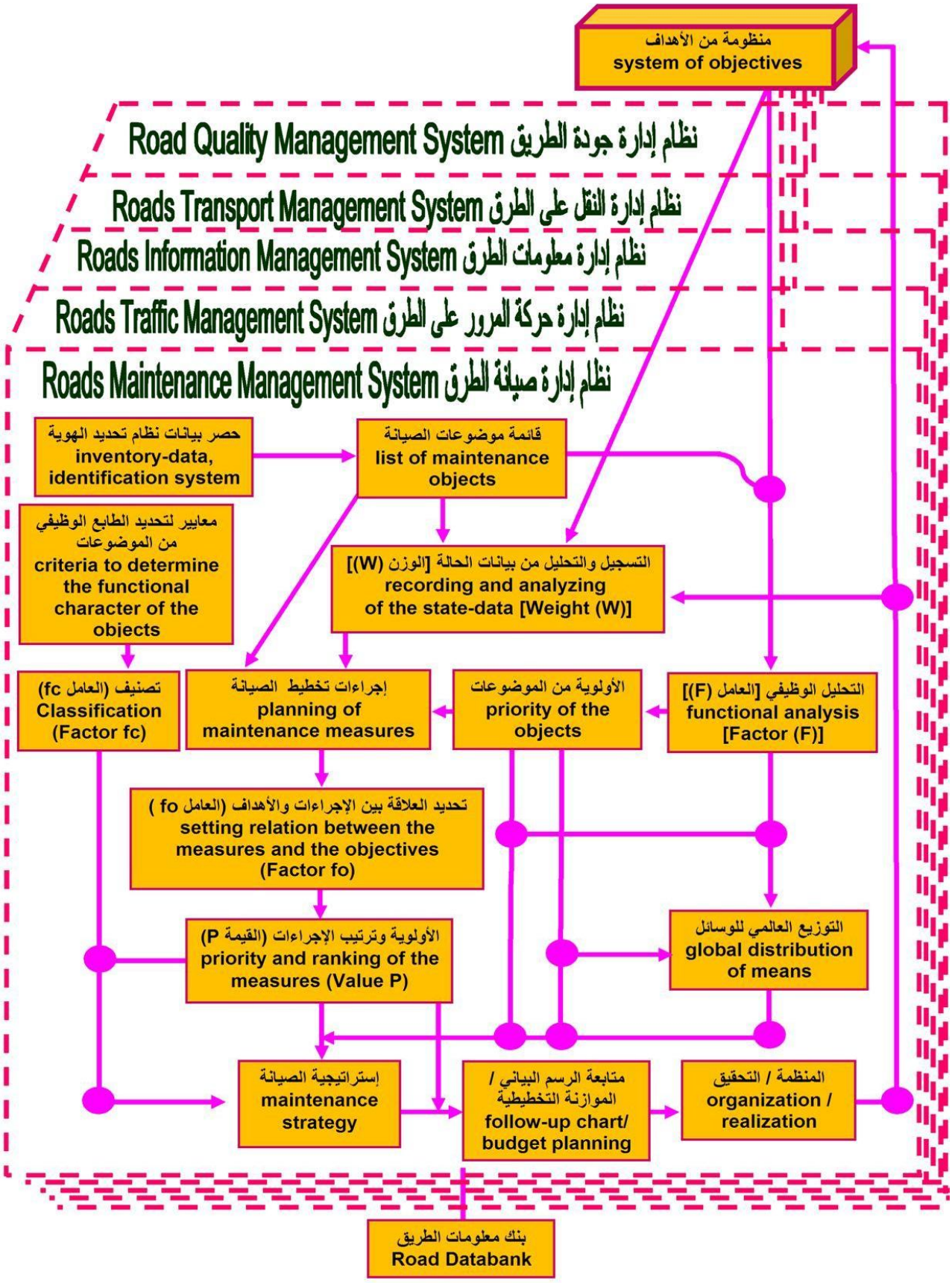
(٥/١/٢) مجموعات أنشطة الصيانة في (IRMS)

من المفترض أن تكون كل نظم الأنشطة مدعومة بواسطة قاعدة بيانات الطريق والتي تحتوي على نماذج مختلفة للمساعدة في عملية صنع القرار (نماذج التكلفة ونماذج سلوك مؤشرات الطريق ونماذج التخطيط والنماذج الإستراتيجية الخ) وبالتالي لديها "وظيفة العمود الفقري "للنظام



الشكل رقم (١٠٨) رسم تخطيطي يوضح مجموعات أنشطة الصيانة

(٦/١/٢) عمليات نظام الإدارة المتكاملة لصيانة شبكة الطرق
والطريقة المناسبة لتنفيذها في (IRMS)



الشكل رقم (١٠٩) يوضح عمليات نظام الإدارة المتكاملة لصيانة شبكة الطرق

الفصل الثاني
أهداف النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)
Objectives Integrated Roads Management System
منظومة من الأهداف system of objectives

أهداف نظام IRMS أنه يحتوى على كافة متطلبات المهام المختلفة ومجموعة الموضوعات فضلاً عن الشبكات المختلفة

(١) الأهداف (التشغيلية) على المدى القصير والتي تعتبر ضرورية من أجل التخطيط للإجراءات التنفيذية وهي التي تنشأ بواسطة كل إدارة للطرق على حده وتم صياغة نموذج شامل يوضح أن كل هدف على المدى المتوسط يحتوى على كمية من الأهداف المحتملة على المدى القصير في مستويين ويمكن للمستخدمين إمكانية تحديد تلك الأهداف المطلوبة لإداراتهم لاستكمال نظام عملها الخاص من الأهداف وكل هدف على المدى القصير يحتوى على مؤشراً لتمكين المستخدم من تحديد درجة التحصيل في أي وقت أو بعد سنة واحدة كحد أقصى وتنقسم هذه الأهداف إلى فئتين ("واجبا" و "مرغوب فيه") والجدول رقم (١٧) يوضح ذلك

(٢) الأهداف (الإستراتيجية) على المدى الطويل لنظام إدارة صيانة الطرق (RMMS)

م	بيان الأهداف الإستراتيجية طويلة الأجل
١	الحفاظ على الدرجة المطلوبة للخدمة (الحد الأقصى للطرق السريعة والطرق المثلى لأخرى)
٢	ضمان أقصى قدر من السلامة المرورية
٣	الحد الأقصى لصيانة مضمون على المدى الطويل (فقدان الحد الأدنى في قيمة موضوعات الصيانة)
٤	يضمن دائماً قدرة العزم من الطريق وكافة منشآتها وفقا لتصنيف وظيفي في شبكة الطرق
٥	لضمان راحة معينة للمستخدم بالإضافة إلى السلامة المرورية والقدرة والقابلية
٦	التوافق البيئي كما تم التعبير عنه بالتقليل من التأثيرات السلبية على البيئة
٧	على المدى الطويل تقليل التكاليف الكاملة من الطرق (بما في ذلك تكاليف المستخدم وبقدر الإمكان التكاليف التي يسببها إنبعاثات حركة مختلفة مثل الضوضاء وغازات النفايات والاهتزازات، الخ)
٨	الحفاظ على سياسة شفافة للمعلومات
٩	النظر في استخدام نتائج البحوث ذات الصلة للحفاظ على مستوى من المعرفة على أعلى مستوى للمهندسين
١٠	الأمثل لإدارة الوسائل في العملية كلها لتحقيق أهداف النظام (الاستخدام الأمثل للموارد)

الفصل الثالث
نظام التحليل الوظيفي
system of Functional Analysis

(١/٣/٢) نظام التحليل الوظيفي يحدد العامل (F) الذي يمثل أهمية وظيفية لجزء من موضوع لتحقيق أهداف (IRMS) ويعرض الجدول رقم (١٥) بعض الأمثلة على (F) للموضوعات المختلفة لأجزاء من المكونات وأهمية أدوارهم الوظيفية وفقاً للتحليل الوظيفي لان التحليل الوظيفي يتيح للمستخدمين إنشاء قاعدة مرئية لضبط العلاقات بين الموضوعات من أجل تحسين توزيع وسائل الصيانة

المعادلة رقم (٦) * (F= f1 x f2 x f3 x 1000)

نظام التحليل الوظيفي لموضوعات الصيانة		
موضوعات الصيانة Maintenance Object	الأجزاء (المكونات) parts (components)	العامل (F) Factor (F) (F= S f1 x f2 x f3 x 1000)*
الرصف (عناصر التعريف العرضية) Pavement (the elements of the (transversal profile	حارة المرور traffic lane	
	الموقف وحارة الموقف stop and park lane	
	حارة الأتوبيس (الترام) bus lane (tramway)	
	موقف الأتوبيس Bus stop	
	دورة المسار cycle track	
	مسار للمشاة pedestrian path	
	الكتف (الطبانات) shoulder	
	تقسيم الجزيرة dividing island	
	خط الصعود وعلامات التهدئة boarding line, gabarit, marks	
الرصف (عناصر التعريف العادية) Pavement (the elements of the normal profile)	كشط الطبقة abrasion layer	
	مساواة الطبقة equalize layer	
	دعم الطبقة support layer	
	طبقة الأساس، قاعدة الفرعية foundation layer, sub base	
	الصرف Drainage	
	الحد من الحجارة Curb stone	
	خط الأنابيب للنظام (القنوات) pipeline-system (channels)	
المنشآت الكهروميكانيكية Electromechanical Installations	أنظمة الإضاءة lighting systems	
	إشارات المرور traffic lights	
	نظم تهوية النفق tunnel ventilation systems	
	التوجيه ونظم المعلومات guidance and information systems	

الجدول رقم (١٥) يوضح نظام التحليل الوظيفي لموضوعات الصيانة

*حيث يتم إيجاد العوامل F1 ، F2 ، F3 من المعادلة رقم (٦) وذلك لأن
F1 = الوزن من أهداف IRMS (يتم تحديدها بواسطة الإدارة المشرفة على الطرق)
F2 = الوزن من وظيفة معينة لهدف بين جميع وظائفه (لتحقيق أهداف IRMS)
F3 = الوزن من أهمية وجود جزء معين من هدف لهدف كامل (لتحقيق أهداف IRMS)
إدارة صيانة الطرق وشبكات الأنابيب بالطرق هي عامل من العوامل السلبية بالطرق لأنها تسبب تدابير زائدة عن التكاليف العامة للطرق ويبين الجدول رقم (١٦) مثالا على كيفية حساب العامل (F)
العامل F3 والذى يمثل الوزن من أهمية وجود جزء معين من هدف لهدف كامل لتحقيق أهداف IRMS يعتمد على تكاليف الصيانة والتكرار في إستخدام الشيء وأسباب إجراءات الصيانة هذا العامل هو الذي تحدده مهندسين إدارات الطرق وذلك إستنادا إلى تجاربهم الخاصة والجدول رقم (١٥) يوضح مثال على كيفية إحتساب أهمية الأهداف وفقاً للتحليل الوظيفي فعلى سبيل المثال بالنسبة للمكون (حارة المرور) مع F3 = 50 %

المعادلة رقم (٧) $F= S f1 x f2 x f3 x 1000 = f3 x 1000 x S f1 x f2 = 84.41$

أهداف IRMS Objectives IRMS F1 (%)						
توافق البيئة Environment Compatibility	تكاليف الطرق بالكامل Entire Costs of Roads	مضمون الصيانة Substance Maintenance	راحة المستخدم User Comfort	السلامة المرورية Traffic Safety	السعة Capacity	إمكانية الخدمة Service-ability
%٨.٧	%١٠.٢	%١٨	%٦.٥	%٢٤	%١٢.٩	%١٩.٧
وظائف الأهداف Object's Functions F2 (%)						
التقليل من الانبعاثات في المناطق الحضرية minimizing of emissions in urban area	الحد من تكاليف المستخدم reduce of the user costs	التقليل من الخسائر في القيمة minimizing the loss of value	القادر على راحة القيادة comfort-able drive	توجيه حركة المرور الآمن safe traffic guidance	تدفق حركة المرور الدائمة permanent traffic flow	لحظة تدفق حركة المرور momentary traffic flow
%٥	%٨	%٧	%١٠	%٣٠	%٢٠	%٢٠

الجدول رقم (١٦) يوضح مثال على كيفية إحتساب أهمية الأهداف وفقاً للتحليل الوظيفي

الفصل الرابع
نظام المراقبة وتسجيل البيانات
system of Observation and Data Recording

(١/٤/٢) مميزات نظام المراقبة وتسجيل البيانات

١	يمكن تنفيذ أنشطة العنصر البصري من خلال البصر أو من خلال القياس مع السيارات المجهزة خصيصاً لهذا الغرض
٢	أكثر الحالات البصرية توفر للنشاط نتائج كافيه لجمع المعلومات عن حالة الطرق وعادة لا يكلف الكثير مثل القياس
٣	تعريف المهندسين عن كيفية التمييز بين المؤشرات المختلفة وبالتالي الوصول إلى معرفة إستيعاب شبكة الطرق لحركة المرور فمهما كانت قوته سوف تستغرق وقتا أقل في حالة حركة المرور الكثيفة وهو أيضا أكثر أمانا وعادة ما تكون هناك عدة طرق لقياس أي مؤشر أو مجموعة من المؤشرات والتي يمكن مقارنتها أولا

ومع ذلك ينبغي اتخاذ قرار في كيفية تسجيل البيانات الخاصة بكل الطرق وفقا لحركة المرور والوضع المالي وطول الوقت الإجمالي وغيرها من المعايير ونظام التسجيل يحدد أيضا الوزن (W) الذي يقيم على أهمية كل مؤشر لتقييم حالة الطرق ويتضمن الجدول رقم (١٦) بعض الأمثلة على وزن (W) من مؤشرات الحالة (من بعض أهداف الصيانة) والتي تمثل أهميتها الكبيرة لصيانة شبكة الطرق (انظر أيضا الجدول الزمني للتسجيل المرئي لحالة الطرق)

(٢/٤/٢) فائدة معايير تسوية الوزن (W) للمؤشر

١	يمكن أن تحتفظ بها للحفاظ على مؤشر معين (درجة الاعتماد على مؤشرات أخرى)
٢	في تكاليف الصيانة خاصة بالنسبة للإصلاح والتحسين (التكلفة النسبية)
٣	تحقيق أهداف وظيفية لنظام IRMS (مثل جوهر الصيانة ، راحة المستخدم، إمكانية الخدمة ، السلامة المرورية، الخ)
٤	تكرار ظهور أوجه القصور فيها خلال فترة معينة من الوقت في الشبكة

نظام تسجيل يحدد الوزن Weight(W) الذي يقيم على أهمية كل مؤشر لتقييم حالة الطرق					
الوزن (W)	المؤشرIndicator	الهدف Object	الوزن (W)	المؤشرIndicator	الهدف Object
٤	Cracking الشروخ	عمود دعامة للجسر Bridge abutment, pillar	٤	الحوائط الساندة Retaining Walls	تدعيم الإنشاءات Support Constructions
٣.٥	Peeling التقشير		٣	Walls الحوائط	
٤	Reinforcement التعزيز				
٢	أوجة القصور في البيتون Deficiencies of Baton		٣	نظام دعم التشغيل (SOS) Support operating system	المعدات Equipment
٤	Abutment التدعيم		٣	Traffic Lights إشارات المرور	
٤	Joints, Walls الحوائط والفواصل		١	دليل المنشآت Guide Installations	
			٣	Tunnel Ventilation نفق التهوية	
٢	Shafts متهاوي	الصرف الصحي Drainage			
٢.٥	Outlet المخرج		١	Plants النباتات	المساحة الخضراء Green Space
٣	الصرف الصحي الطولي Drainage Longitudinal		١	Slope الانحدار	
٢	البرى أو الركام أو السطح الأملس Polished Aggregate, Glaze	الرصف المرن Pavement flexible	٢	البرى أو صقل الحصى Polished Aggregate	الرصف الصلب Pavement rigid
٢	فقدان سطح الركام Loss of Surface Aggregate		٢	فقد مانع التسرب والتعرية المشتركة Loss of Seal, Joint Stripping	
٢	بروز في الركام Protrusion of Aggregate		٢	أخدود إختبار الحفرة Pothole, Chuck hole	
٣	Shoving الزحف		٣.٥	Blow-Up,	
٢	التطاير والتآكل Raveling, Weathering		٣.٥	تدمير الصفائح Destroyed Plates	
٢	Stripping التعرية		٢	Cracking الشروخ	
٢	Peeling التقشير		٣	Deformation التشويه	
٢	Indentation الإزاحة		٢	أوجة القصور في حافة الرصف Pavement Edge Deficiencies	
٣	Rutting الأخاديد				
٣	Distortion التشويه			أنظر الرصف	الجسور (الرصف) Bridge (pavement)
٣	Rupturing التمزيق				
٤	Block Cracking الشروخ الشبكية		٤	Cracking الشروخ	الجسور (البناء) Bridge (construction)
٤	الشروخ الطولية Longitudinal Cracking		٣.٥	Deformation التشويه	
٤	تكسير حافة الرصف Pavement Edge Cracking		٤	Reinforcement التعزيز	
٣	الشروخ الانكماشية Contraction Cracking		٢	نقص الأسمنت Deficiencies of Concrete	
٢	الشروخ الانعكاسية Reflection Cracking		٤	تغلغل المياه Penetration of Water	
٢	شروخ البرى Wild Cracking		٢.٥	عزل الصرف الصحي Isolation Drainage	
٤	Alligator Cracking الشروخ التمساحية		٣.٥	Joints الفواصل	
٢	الأخدود وإختبار الحفرة Pothole, Chuck-hole				
			٣	Crash Barriers تحطم الحواجز	سلامة المنشآت Safety Installations
			٢	Fences الأسوار	

الجدول رقم (١٧) يوضح الوزن (W) من بعض مؤشرات أهداف معينة من الصيانة

الفصل الخامس
تصنيف الوظائف الفنية لمقاطع الطرق
Classification of the Roads-Sections

كيفية إجراء تصنيف الوظائف الفنية لمقاطع الطرق						
م	المعايير Criteria	الوزن (٪)	المجالات (الخصائص) Domains (Attributes)			
١	الطابع الإقليمي Regional character	٢٥	أكثر من الإقليمية Over regional	الطرق الإقليمية الرئيسية The main regional roads	الطرق الإقليمية Regional roads	الطرق المحلية Local roads
	score النتيجة		١٠	٨	٦	٤
٢	الوظيفة في شبكة الطرق Function in the road network	١٩	الطرق الحرة والطرق السريعة Freeways and highways	الطرق الرئيسية The main roads	ربط الطرق Connecting roads	جمع الطرق Collecting roads / طرق الوصول Access roads
	score النتيجة		١٠	٩	٨	٧ / ٦
٣	المرور اليومي المتوسط Average daily traffic (الإجمالي في كلا الاتجاهين)	١٢	=< ١٥٠٠٠	>١٥٠٠٠ =<٦٠٠٠	>٦٠٠٠ =<٣٠٠٠	>٣٠٠٠
	score النتيجة		١٠	٩	٨	٨-١
٤	مرور مزدحم Heavy traffic (المقطورات أكثر من (٥) والأتوبيسات)	٨	=< ١٥٠٠	>١٥٠٠ =<١٠٠٠	>١٠٠٠ =<٥٠٠	>٥٠٠ =<٢٥٠ / >٢٥٠
	score النتيجة		١٠	٩	٨	٧ / ٧-١
٥	تخطيط السرعة Planning velocity	٤	=< ١٢٠	>١٢٠ =<٩٠	>٩٠ =<٦٠	>٦٠ =<٣٠ / >٣٠
	score النتيجة		١٠	٨	٦	٤ / ٢
٦	أعلى سرعة مقبولة Highest Admissible velocity	٨	=< ١٠٠	>١٠٠ =<٨٠	>٨٠ =<٦٠	>٦٠ =<٤٠ / >٤٠
	score النتيجة		١٠	٨	٦	٤ / ٢
٧	إتصالات الطرق البديلة Alternative ways of communication	٤	لا	الطول <٤٠%	الطول <٤٠% و >٢٠%	الطول <٢٠%
	score النتيجة		١٠	٨	٦	٤
٨	تستخدم بواسطة النقل العام Using by public traffic	٤	نعم			لا
	score النتيجة		١٠			٥
٩	الهياكل الهندسية الموجودة Existing of engineering structures	١٠	نفق + جسر	نفق	جسر	لاشيء
	score النتيجة		١٠	٨	٧	٤
١٠	الأهمية بالنسبة للسياحة Importance for tourism	٦	كبيرة خلال العام	كبيرة موسمية	متوسطة	ليست كثيرة
	score النتيجة		١٠	٨	٥	٢
	المجموع Total	١٠٠%				
	SUM =S(الوزن Weight × العلامة score)		> S >=٨٣٧ ١٠٠٠	> S >=٦٧٣ ٨٣٧	S >=٥١٠ ٦٧٣ >	٥١٠>S >=٣٦٤
	فئة من المقطع لكل الطرق Category of the road-section		I الأول	II الثاني	III الثالث	VI الرابع

الجدول رقم (١٨) يوضح طريقة تصنيف الوظائف الفنية لمقاطع الطرق

ويعرض الجدول رقم (١٨) طريقة لتصنيف مقاطع الطرق الذي هو العنصر الأساسي من عناصر النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) ويحدد العامل FC (عامل الفئة) كيفية إتخاذ إجراءات الترتيب المخططة وهذه العملية هي الأساس لتحديد رتبة الهدف من الإجراءات المخطط إتخاذها للإنشاء والصيانة الإستراتيجية المثلى لكل فئة من فئات الطرق وذلك من قيمة الحد الأقصى من النتيجة وهو (١٠) وهو ما يعني "أهم" والحد الأدنى هو (صفر) والذي يدل على "عدم الأهمية" وينبغي على الإدارة تحديد أوزان المعايير لكل الطرق والتي يفضل أن لا يتم تغييرها لفترة من الوقت على الأقل ٤ سنوات و الفئات الأربع من مقاطع الطرق (من الأول إلى الرابع) تسمح بوضع إستراتيجيات مختلفة لصيانة كل واحد منهم وهو أمر ضروري عند الحساب العالمي التمهيدي لتكاليف الصيانة على المدى الطويل لكل شبكة الطرق (رافي ١٩٩٢)

المعادلة رقم (٨) $fc = S / S\ min = S / 346$

(١/٥/٢) الترتيب Ranking

ويستند هذا الأسلوب على تصنيف مقاطع الطرق وعلى العلاقة بين مجموعة الإجراءات للصيانة وأهداف النظام وفقا للمعادلة رقم (٩) واثنين من العوامل التي تحدد ترتيب الإجراءات الأول هو(fo) عامل الهدف (factor of objective) والثاني هو (fc) عامل تصنيف الطرق (factor of category of road's classification)

(المعادلة رقم ٩) معادلة الترتيب هي The equation of ranking is $\rho = fo \times fc2$

حيث أن (ρ) = قيمة أولوية الإجراءات المزمع اتخاذها ويعني ذلك ارتفاع الأولوية لأعلى ولحساب fo (عامل الهدف) فمن الضروري ضبط العلاقة بين الإجراءات والأهداف الرئيسية ووظيفية النظام وهذه هي خطوة طموحة للغاية في هذا الأسلوب ولهذه الحالة هناك طريقتين في IRMS الأسلوب (A) هو أسلوب بسيط نسبيا وغير مناسب لحساب (Fo) مباشرتاً

(١) الأسلوب (A) Method ينبغي دراسة هذه المسائلة التي هي المسئولة عن الأسباب الأولية لقياس الصيانة المخططة لتحديد الأولى والثانية والثالثة وأهداف الرابع والذى يمكن تحقيقه من خلال أعمال الإجراءات (رافي، ١٩٩٥) والصيغة المقابلة لحساب عامل (المعادلة رقم ١٠) على النحو الآتي : -

$$Fo = \text{مجموع} \left\{ \frac{\text{وزن الأهداف الرئيسية} + (٠.٧٥ \times \text{وزن الأهداف الثابتة}) + (٠.٥ \times \text{وزن الأهداف الثالثة}) + (٠.٢٥ \times \text{وزن الأهداف الرابعة})}{\text{وزن الحد الأدنى من الأهداف}} \right\}$$

الوزن الأدنى من الأهداف هو أن يتم اختياره ما بين (٥)و(١٠) على الرغم من أنها ليست دائما مشتركة أو ضرورية لتحقيق عدة أهداف مع القياس للصيانة فمن الأفضل للنظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)التمييز بين الأسباب الأولية للقياس وتقييم إمكانياتها لتحقيق الأهداف المختلفة

(٢) الأسلوب (B) Method ويستند هذا الأسلوب على تحديد الحالة الراهنة لتحقيق الأهداف من خلال هذا الباب ويخدم الطريق لمعرفة إمكانيات لرفع حالته مع الإجراءات المزمع اتخاذها لذلك فمن الضروري تحديد الهدف لكل خصائصها الفنية ومؤشراتها المقابلة (أنظر الجدول رقم ١٨) حيث أن الجدول (١٨) يوضح مثال لطريقة تحليلية لحساب (Fo) بمعنى حساب كمية الأهداف الفنية للنظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)

المعادلة رقم (١١) fo = مجموع (F x P) ÷ أقل نسبة بالنسبة للعامل الثالث (f3)

$fo = (\Sigma\ F \times P) / f3\ min = 26.16 / 6.5 = 4.025$

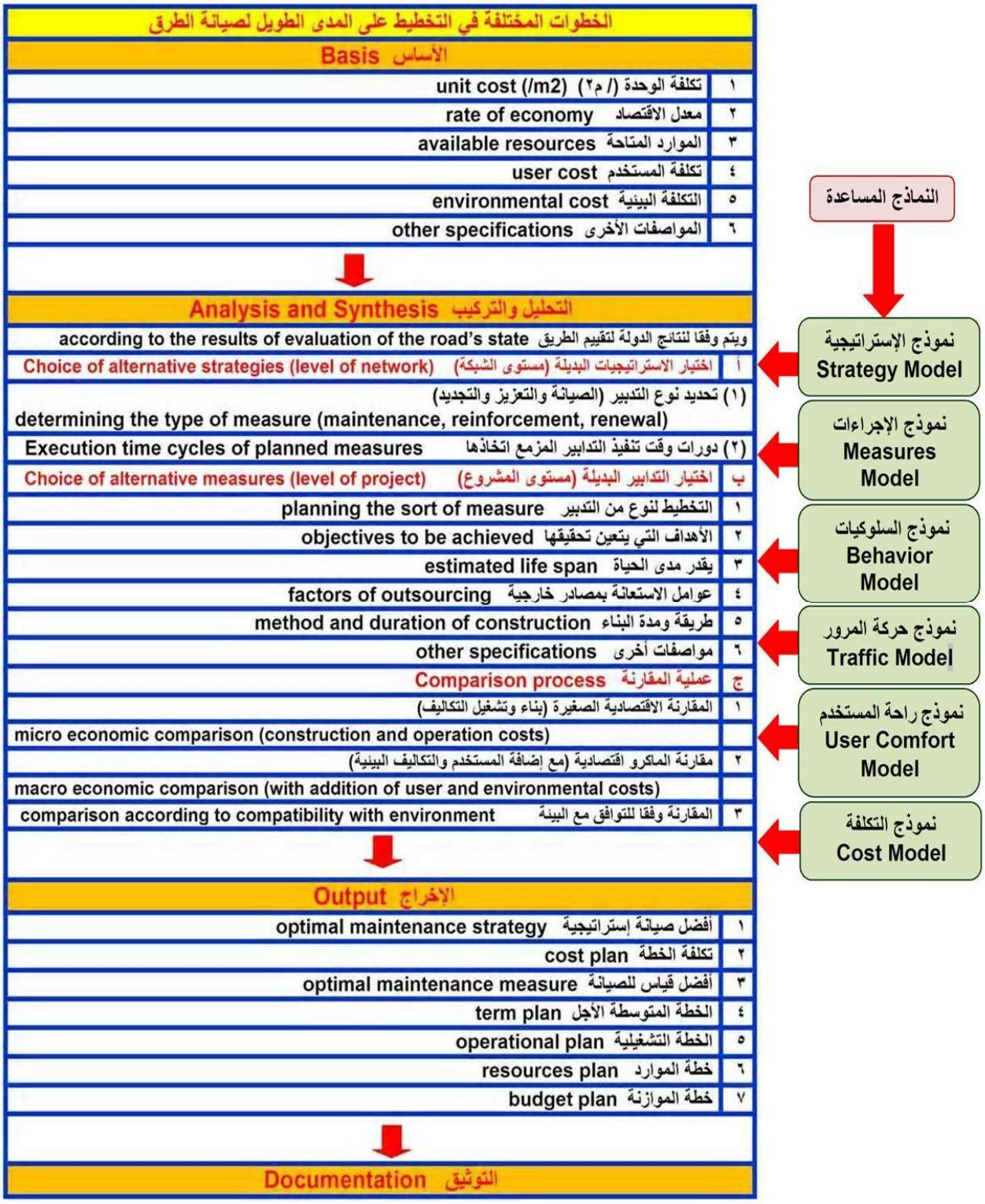
كيفية حساب كمية الأهداف الفنية للنظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)								
الأهداف الوظيفية	f3 (%)	الخصائص	g (%)	F= f3 x g	المؤشر	A* (%)	P** = 100-A	F x P
أداء الخدمة	١٩.٧	تدفق حركة المرور	٦٠	١١.٨٢	وقت القيادة	٦٠	٤٠	٤.٧٣
		الوظيفة	٣٠	٥.٩١	أن يتم تقييمها ذاتياً	٨٠	٢٠	١.١٨
		حالة الصيانة الروتينية	١٠	١.٩٧	وقت القيادة	١٠٠	--	--
السلامة المرورية	٢٤	القبضة	٥٠	١٢.٠٠	إنزلاق مقياس المطر	٧٠	٣٠	٣.٦
		الصرف الصحي	٢٠	٤.٨٠	أن يتم تقييم هذه بموضوعية	٨٠	٢٠	٠.٩٦
		الحفر	١٥	٣.٦٠	جزء من السطح (%)	٩٠	١٠	٠.٣٦
		موقع ومكان الحادث	١٥	٣.٦٠	الكمية كل سنة	٧٠	٣٠	١.٠٨
راحة المستخدم	٦.٥	الإنتظار الطويل	٥٠	٣.٢٥	W(قيمة الزاوية) أو SW	٦٠	٤٠	١.٣
		الأخاديد	٢٠	١.٣٠	عمق المياه (T)	٨٠	٢٠	٠.٢٦
		تفكيك وإصلاح أنواع حركة المرور	٣٠	١.٩٥	أن يتم تقييم هذه بموضوعية	٩٠	١٠	٠.٢٠
مادة الصيانة	١٨	حالة الرصف	٢٠	٣.٦٠	جزء من السطح (%)	٨٠	٢٠	٠.٧٢
		شروخ الفواصل التمساحية والبرى	٢٠	٣.٦٠	جزء من السطح (%) والطول(%)	٨٠	١٠	٠.٣٦
		الإنحراف	٦٠	١٠.٨٠	معامل البدائل (CV)	٧٠	٣٠	٣.٢٤
توافق البيئة	٨.٧	الضجيج	٨٠	٦.٩٦	مستوى المعادلة (dBA)	٥٠	٥٠	٣.٤٨
		تلوث الهواء	١٥	١.٣٠٥	قطع في الهواء	٥٠	٥٠	٠.٦٥
		إهتزاز	٥	٠.٤٣٥	أن يتم تقييم هذه بموضوعية	٩٠	١٠	٠.٠٤
السعة	١٢.٩	هندسياً	٧٠	٩.٠٣٠	طول التكرار وزحمة السير	٨٠	٢٠	١.٨١
		مجموعة التدعيم البصرية	١٠	١.٢٩	توقف النطاق	٩٠	١٠	٠.١٣
		إحتياجات المنشات	٢٠	٢.٠٤	أن يتم تقييم هذه بموضوعية	٩٥	٥	٠.١٣
تكاليف الطرق الكاملة (على مدى فترة معينة من الزمن)	١٠.٢	مجموع تكلفة الطريق	٧٠	٧.١٤	تكرار إصلاحها متزامن	٨٠	٢٠	١.٤٣
		تكلفة المستخدم	٢٠	٢.٠٤	تكرار إصلاحها متزامن	٨٠	٢٠	٠.٤١
		التكاليف البيئية	١٠	١.٠٢	تكرار إصلاحها متزامن	٩٠	١٠	٠.١٠
المجموع =	١٠٠			١٠٠				٢٦.١٦
حيث أن A* = الدرجة الفعلية لتحقيق الأهداف P** = المحتملة لهذا الإجراء المقترح								

الجدول رقم (١٩) يوضح الطريقة التحليلية لحساب (Fo)

الفصل السادس
التخطيط على المدى الطويل
Long-term planning

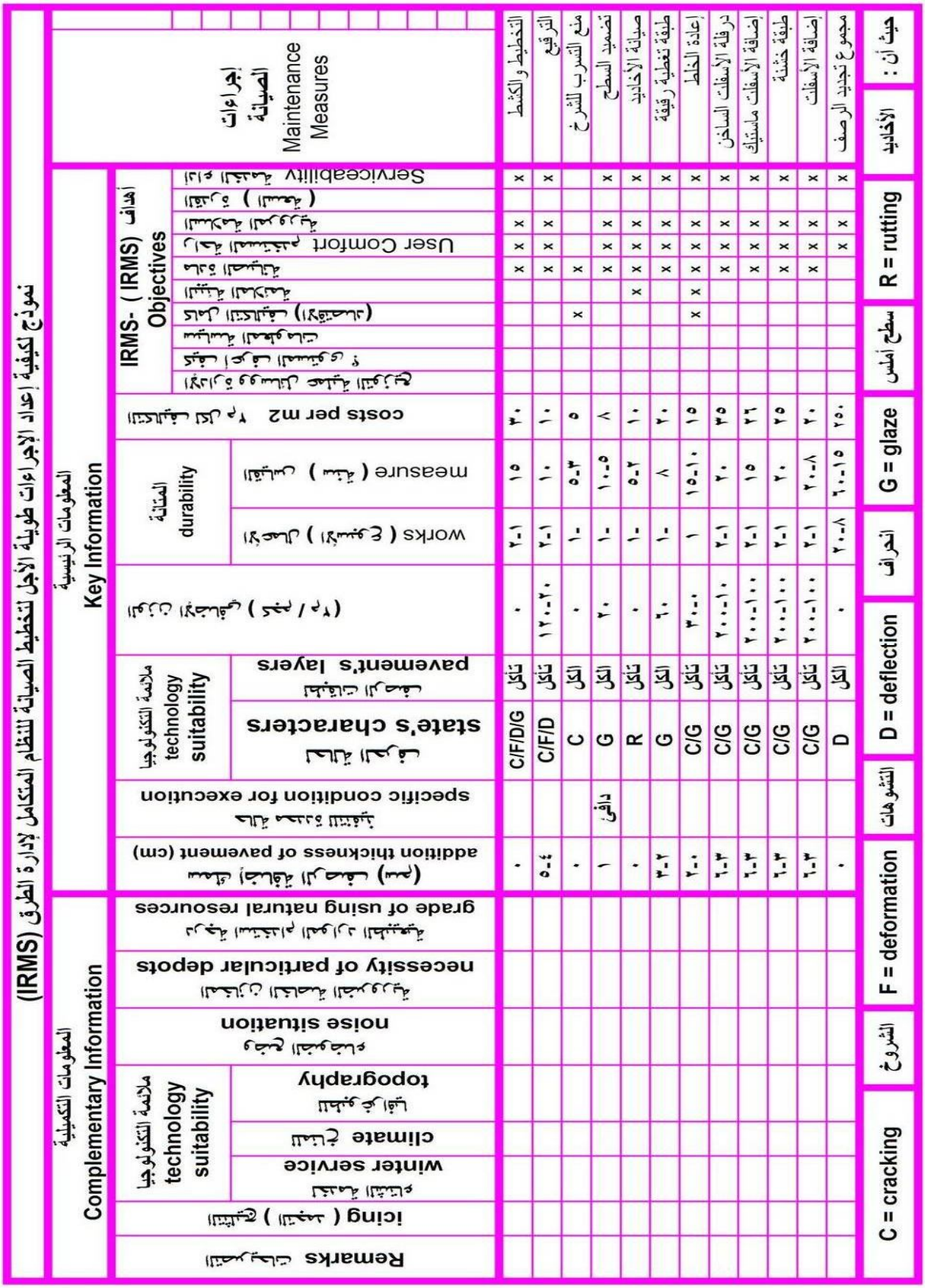
(١/٦/٢) عملية الخطوات المختلفة في التخطيط على المدى الطويل

نشاط التخطيط على المدى الطويل التالي يتم بعد تقييم حالة الطرق وتحديد المقاطع التالية الحاسمة . كما أنه يوفر الإخراج للإجراءات الأمثل لجميع الأقسام الحرجة مع العواقب طويلة الأجل لشبكة الطريق ويتم تدعيم هذه العملية بواسطة بعض "نماذج مساعدة" والتي تعتبر مسئولة عن نوعية القرارات وتسريع هذه العملية



الشكل رقم (١١٠) يوضح العملية العامة للتخطيط طويل الأجل

(٢/٦/٢) كيفية إعداد الإجراءات طويلة الأجل لتخطيط الصيانة



الجدول رقم (١١١) نموذج لكيفية إعداد الإجراءات طويلة الأجل للصيانة

(٣/٦/٢) الجدول الزمني للتسجيل المرئي لحالة الطرق

MMSR --الجدول الزمني للتسجيل المرئي لحالة الطرق												
MMSR-Schedule for visual recording of the state of the roads												
الرصف المرن Flexible Pavement	رقم الصفحة		تاريخ التسجيل Date		يوم	الموافق / /						
الموقع	مسار العمل		بداية العمل من			نهاية العمل إلى						
النقطة المرجعية هي Reference point			رئيس فريق التسجيل Head of recording team									
طول القطاع Length of section	م	رقم القطاع No. of section		حالة المناخ	حار		بارد		ضباب			
الموقف Position	تشخيص مستوى novena		جسر bridge		نفق tunnel		سد dam		قطع cut			

رقم	مجموعة من المؤشرات Group of indicators		المؤشرات Indicators	A	S	S×A	W	S×A×W	التصريحات Remarks	المعلومات التكميلية Complementary Information
١	العيوب السطحية Surface Deficiencies	الرصف المرن Flexible Pavement	سطح أملس glaze				٢	٠		الحوادث / شهر Accidents/month
٢			نزيف المادة الرابطة bleeding of binder				٢	٠		
٣			لمعية الركام polished aggregates				٢	٠		
٤			التعرية stripping				٢	٠		
٥			فقدان سطح الركام loss of surface aggregates				٢	٠		
٦			التقشير peeling				٢	٠		
٧			الأخدود pothole				٢	٠		تدفق حركة المرور Flow of traffic
١٧			فتح الفواصل open joints				٢	٠		
١٨			الشرخ العرضي transverse crack				٢	٠		
١٩			شرخ البرى wild crack				٢	٠		
٨			الأخاديد rutting				٣	٠		
٩	تشوهات الرصف Pavement Deformations		التمزيق rupturing				٣	٠		حالة الطريق التشغيلية Operational state of the road
١٠			التموج والغسيل والتمويج rippling washboard, corrugation				٣	٠		
١١			الزحف shoving				٣	٠		
١٢	أوجه القصور الهيكلية (الإنشائية) Structural Deficiencies		التسوية settlement				٤	٠		
١٣			تقلص الحدود squeezed borders				٤	٠		
١٤			خط تسوية الشروخ hair-line cracks of settlement				٤	٠		الضوضاء Noise
١٥			رفع الجليد frost-raising				٤	٠		
١٦			الشرخ الطولي longitudinal crack				٤	٠		
٢٠			الشروخ التمساحية و الشبكية alligator and block cracking				٤	٠		
٢١			شرخ حافة الرصف pavement edge crack				٤	٠		
٢٢	الرقع Patches		الترقيع patch				٤	٠		غاز التلوث Gas pollutions
	المجموع sum W× S× A (١)						٦٤	٠		
١	الانحدارات / القطوعات Slopes/ الجانبية Side Cuttings		الانحدارات slopes				١	٠		
٢			القطوعات الجانبية side cuttings				١	٠		
٣			قطع الصخر rock cut				١	٠		
	المجموع sum W× S× A (٢)						٣	٠		الإهتزاز Vibration
١	الصرف / المخارج Drainage/ Outlets		الجسور الصغيرة small bridges				٤	٠		
٢			المنافذ outlets				٣	٠		
٣			جانب الصرف alongside drainage				٢	٠		
٤			متهاوي shafts				٢	٠		علم الهندسة Geometry
	المجموع sum W× S× A (٣)						١١	٠		
١	المساحات الخضراء		النباتات plants				١	٠		
	المجموع sum W× S× A (٤)						١	٠		
١	أمن المنشآت Security Installations		إنهيار الحواجز crash barriers				٣	٠		
٢			العوائق fences				٢	٠		
	المجموع sum W× S× A (٥)						٥	٠		
١	الإبقاء على حماية الإنشاءات Retaining and Protection Constructions		الحوائط العامة walls generally				٣	٠		متوسط عرض الطريق Average width of the road
٢			الحوائط السادة retaining walls				٤	٠		
٣			الكردونات cordons				٣	٠		
٤			حماية المنشآت protection constructions				٣	٠		
	المجموع sum W× S× A (٦)						١٣	٠		

الجدول رقم (٢٠) يوضح الجدول الزمني للتسجيل المرئي لحالة الطرق

K= Σ مجموع [المجموع sum W× S× A] [١-٦]		k = Σ [sum W x A x S] (1-6)			
تكميلية التفتيش والقياس Complementary Inspections and Measuring	١	تتحمل حفرة bore-hole	٩٧ =< K > =١٠٥ (الفئة IV ممتازة excellent)		المجموعة البصرية Visual range
	٢	شق خاص special slit	١٠٥ =< K > =١٣٠ (الفئة III مقبولة acceptable)		
	٣	انحراف deflection			
	٤	قبضة grip	١٣٠ =< K > =٢٠٠ (الفئة II تالفة damaged)		
	٥	الأخاديد rutting	٢٠٠ =< K > =٢٨٨ (الفئة I الثقيلة التالفة heavy damaged)		
	٦	آخر else			
المفتاح Legend	W = الوزن weight				
A = تكرار النواقص frequency of deficiencies	قيمة A : ١= < ١٠ % ، ٢ = ١٠ _ ٥٠ % ، ٣ = > ٥٠ %				
S = كثافة النواقص density of deficiencies	قيمة S : ١= ضوء light ، ٢= وسط middle ، ٣ = كثيف heavy				
ملاحظات Notices					

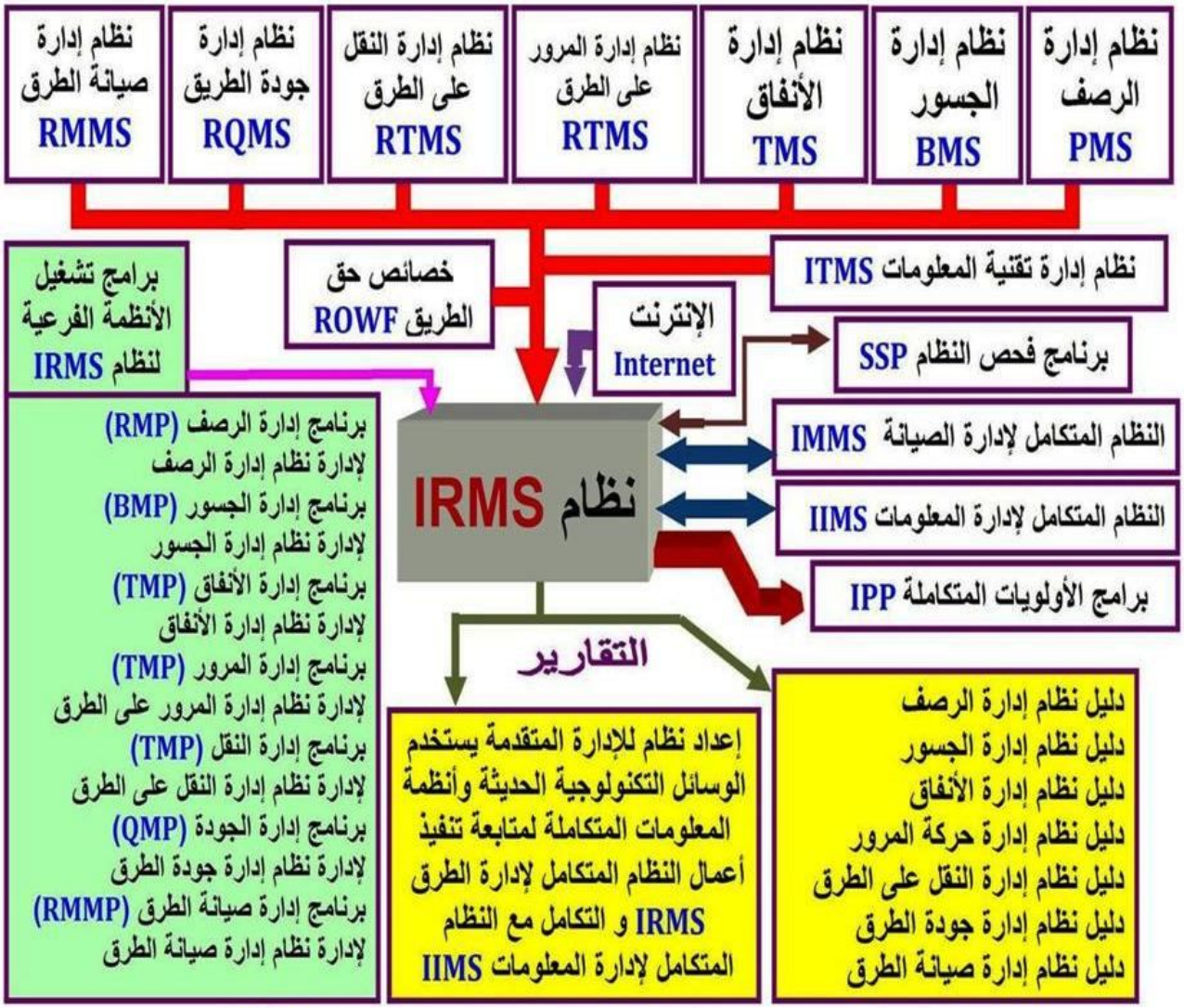
تابع الجدول رقم (٢٠) الجدول الزمني للتسجيل المرئي لحالة الطرق

الفصل السابع
مكونات نظام (IRMS)
Components of the system (IRMS)

إن المفهوم العام لأي نظام يتألف من مجموعة من الأجزاء والعناصر المترابطة فيما بينها تستعمل لتحقيق هدف مشترك حيث يتكون نظام (IRMS) 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	نظام إدارة الرصف	PMS	Pavement Management System
٢	نظام إدارة الجسور	BMS	Bridge Management System
٣	نظام إدارة الأنفاق	TMS	Tunnels Management System
٤	نظام إدارة حركة المرور على الطرق	RTMS	Roads Traffic Management System
٥	نظام إدارة النقل على الطرق	RTMS	Roads Transport Management System
٦	نظام إدارة جودة الطرق	RQMS	Roads Quality Management System
٧	نظام إدارة صيانة الطرق	RMMS	Roads Maintenance Management System
٨	نظام إدارة تقنية المعلومات	ITMS	Information Technique Management System
٩	خصائص حق الطريق	ROWF	Right of Way Features

وفيما يلي عرض موجز عن مكونات نظام (IRMS)

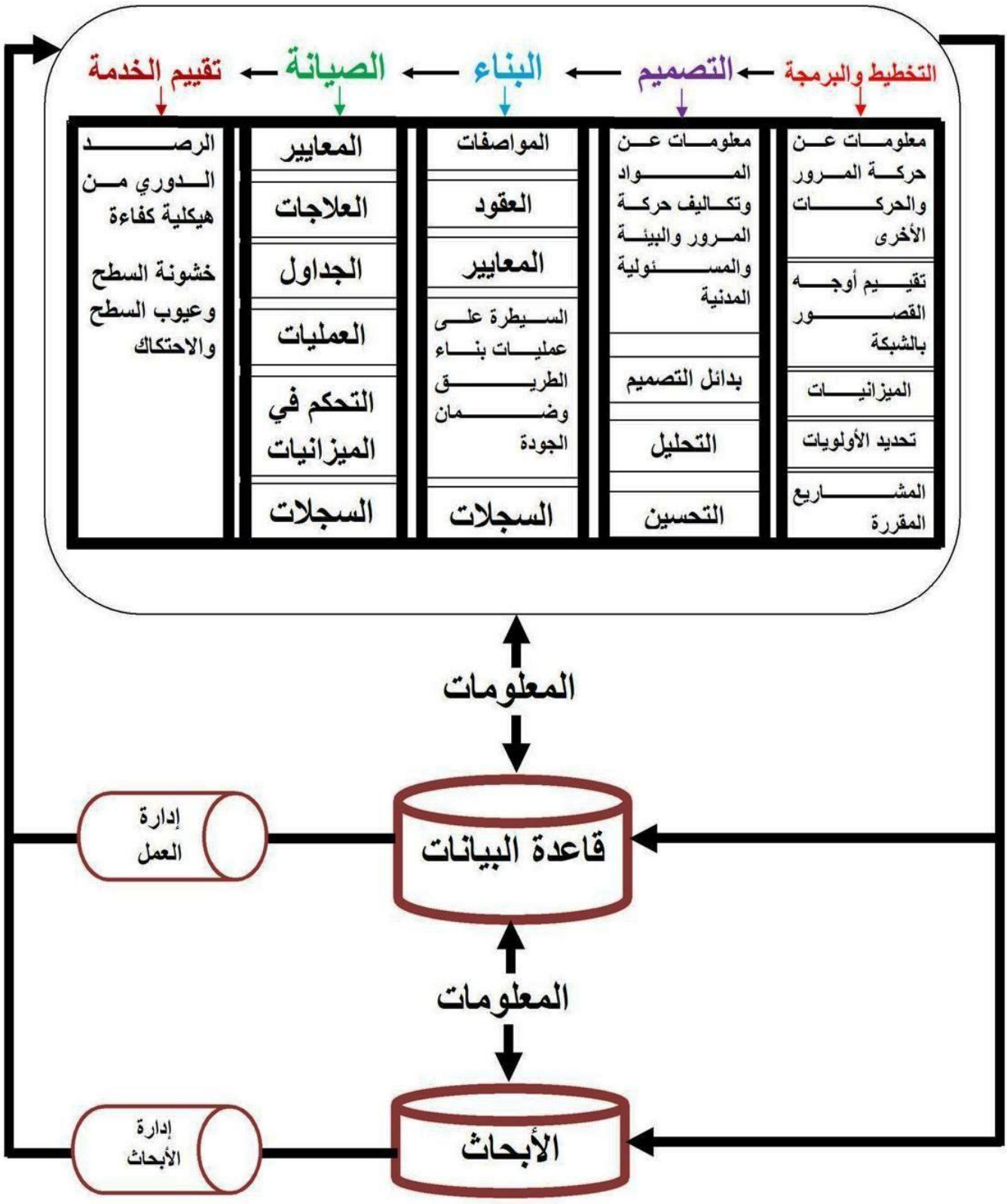


الشكل رقم (١١٢) رسم تخطيطي يوضح المخطط العام لمكونات نظام (IRMS)

(١/٧/٢) نظام إدارة الرصف (PMS)

Pavement Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملا لشبكة الطرق والشوارع وينظم العمل ويوفر الوقت والجهد وذلك لاعتماده على الأسس والمفاهيم الهندسية البحتة كما يوفر النظام بيانات تعكس حالة الشبكة الحالية مع القدرة على تخزين البيانات التاريخية والتي تساعد على توقع برامج الصيانة المستقبلية والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الرصف (PMS)



الشكل رقم (١١٣) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الرصف (PMS)

(١/١/٧/٢) فلسفة نظام إدارة الرصف (PMSP)

Pavement Management System Philosophy

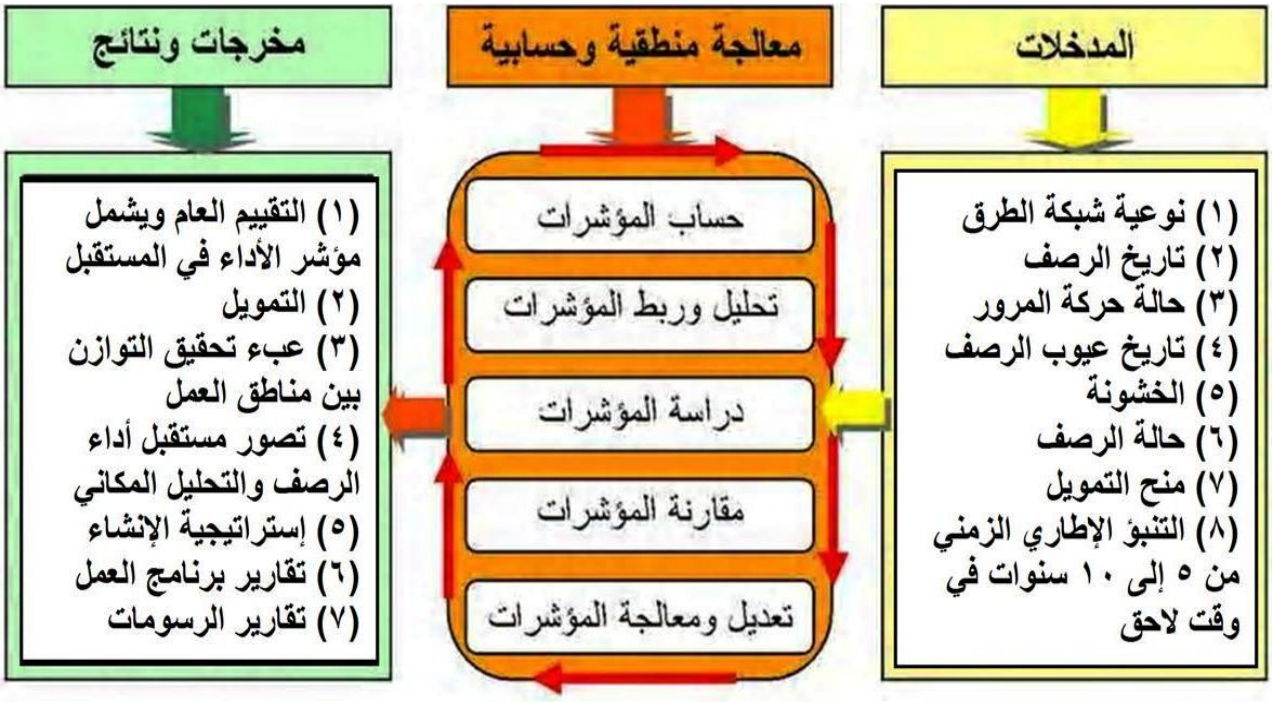
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الرصف و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط إحتياجات الرصف لتغطية الأحمال المطلوبة لشبكة الطرق وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة الرصف إلى أرقي المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الطرق والحماية القصوى للبيئة والطرق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويعتبر نظام إدارة الرصف هو وسيلة لتصنيف عيوب الرصف (الشقوق والأخاديد والحفر وما إلى ذلك) والتوصية بأساليب لإعادة تأهيل الرصف وتحديد أولويات أعمال إعادة التأهيل وفقا لخطورة هذه العيوب ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة شبكة الطرق 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 الرصف

(٢/١/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة الرصف (PCPAI)

Pavement Condition Performance Analysis Indicators

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر القدرة الإنشائية Structural Adequacy Index (SAI)	هو مؤشر لقدرة الرصف على تحمل الأوزان المرورية المحتملة فإذا لم يكن الطريق بالكفاءة المطلوبة لتحمل هذه الأوزان ستحدث تغيرات في الرصف وقد يتطلب نتيجة لذلك وضع حد أدنى لهذا المقياس وهو يساوي رقم (٢.٥) والحد الأعلى يساوي رقم (١٠) على أن يكون الرقم (٥) هو الرقم الحرج { فما هو أكبر منه أو يساويه مقبول وما هو أقل منه غير مقبول } ويستخدم جهاز Dynaflect لقياس قيم الإزاحة الرأسية في سطح الرصف تحت تأثير الأحمال لتحديد حالتها ومدى قوة مواد الأساس وقد يقسم كل قطاع إلى محطات تتراوح بين (٥٠-٢٠٠ م) لكل محطة
٢	مؤشر سلاسة القيادة Riding Comfort Index (RCI)	هو مقياس لخشونة سطح الرصف وهو من أهم عناصر تقييم الرصف ويُعرف بصفه عامه على أساس أنه تعبير عن وجود مخالفات في سطح الطريق والتي تؤثر بالسلب على نوعية ركوب السيارات وبالتالي المستخدم وخشونة الطريق هو عامل مهم ولا يظهر إلا على مستوى راحة الركوب على سطح الرصف وأيضاً على اهتزاز المركبات وسرعة التشغيل ويتم تقدير مستوى الطريق باستخدام مؤشر الخشونة وكذلك على تكاليف تأخير المركبات (المسافة التي تقطعها المركبات) وبالتالي تؤدى إلى زيادة تكاليف تشغيل السيارة واستهلاك الوقود وزيادة تكاليف الصيانة وزيادة معدل استهلاك كاوتش السيارة ويتدرج هذا المقياس من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث يمثل رقم (٠) قيادة خشنة ورقم (١٠) قيادة سلسة ويستنبط هذا المقياس من مقياس الخشونة العالمي (International Roughness Index, IRI) ويتم استخدام جهاز Road Tester لأخذ القراءات لكل قطاع بعد تقسيمه لمحطات (٣٠ متر أو أكثر)
٣	مؤشر التشوهات السطحية Surface Distress Index (SDI)	هو مؤشر لتشققات الرصف وتشوهات السطح وهو من أهم العوامل التي توضح حالة الرصف فهو يكشف عما إذا كان هناك عيوب في التربة أو في التركيبة الإنشائية للرصف ويتدرج المقياس من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) هي أفضل قيمة ويتم تقدير ذلك بواسطة مهندسين متخصصين ذوي خبرة في هذا المجال من خلال الفحص البصري (Visual Inspection) ويوجد في نظام { PMA } التشوهات السطحية توضع بطريقة متدرجة في ثلاثة مستويات من حيث الشدة وخمسة مستويات من حيث الانتشار
٤	مؤشر الانزلاق Skid Number (SN)	هو مؤشر للاحتكاك بين سطح الرصف وإطارات السيارات ويقاس بطريقة ASTM Method E247 وقد حدد الرقم (٣٠) كأدنى قيمة مقبولة في النظام ويجب التنويه على أنه ليس لمقياس الانزلاق تأثير على مقياس جودة الرصف (PQI) ولكن قد يحفز الحاجة لصيانة قطاع معين إذا قل عن القيمة الدنيا المقبولة
٥	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية

(٣/١/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة الرصف (PMSDP)
Pavement Management System Data Processing



الشكل رقم (١١٤) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة الرصف

(٤/١/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة الرصف (PMSIS)
System Pavement Management Integrated System

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 حالة الرصف وكذلك تقييما علميا لحالة الرصف وما يرتبط بها من احتياجات للصيانة ووضع برامج الأولويات ضمن الاعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف أطوال شبكة الطرق بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام لإدارة رصف الطرق بهدف المحافظة على شبكة الطرق بحالة جيدة من خلال مراقبتها وتقييمها بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وصيانتها بفاعلية لأطول مدة ممكنة وبأقل التكاليف

(٥/١/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة الرصف (PMSISO)
Pavement Management System Integrated System Objectives

١	تحقيق الاستخدام الأكثر فاعلية من التمويل المتاح
٢	فهم العواقب المترتبة على الإستراتيجيات البديلة
٣	تحديد مقدار قيمة أصول الرصف الخاص
٤	تحديد الرصف الخاص ذات الصلة بالاحتياجات
٥	التواصل مع صناع القرار
٦	المحافظة على الإستثمارات الضخمة التي تزداد بدرجة ملحوظة
٧	تحقيق التكامل بين جميع مكونات النظام
٨	وضع منهجية موحدة لإجراء الصيانة وأنشطة إعادة التأهيل للطرق

(٦/١/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة الرصف Pavement Management System (PMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System (IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة الرصف)

(١) مرحلة قاعدة البيانات

وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة الطرق (Roads Inventory) وأهمها تصنيف وتسمية وترقيم الطرق وتاريخ إنشائها وسمك الطبقات المكونة للرصف والمواد الداخلة في إنشائها وإصلاحها وحجم المركبات التي تستخدمها ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

أ	وصفا تفصيليا لكل جزء من أجزاء الشبكة	
	١	الموقع ورقما خاصا لهذا الجزء يميزه عن بقية أجزاء الشبكة
	٢	الطول والعرض وعدد الحارات
	٣	سماكات طبقات الرصف ونوع كل منها
	٤	خصائص طبقة القاعدة Sub grade
	٥	الأحجام المرورية والأوزان المحورية للشاحنات
	٦	خصائص الرصف وأكتاف الطريق
ب	حالة الرصف (النماذج التحليلية المستخدمة)	
	١	خشونة السطح وتقاس باستخدام معدة RT بناء على مقياس IRI (مستويات قياسية في الأداء)
	٢	العيوب السطحية وتقاس بواسطة الكشف البصري
	٣	الحالة الإنشائية وتقاس باستخدام جهاز Dynaflect
	٤	مقاومة الانزلاق وتقاس بجهاز Skid Tester حسب مواصفات ASTM
ج	أعمال الصيانة السابقة (تقارير الصيانة)	
	١	نوع الصيانة
	٢	تكلفة أعمال الصيانة
	٣	تاريخ عمل الصيانة

(٢) مرحلة تعريف شبكة الطرق

يستخدم مصطلح "شبكة" في PMS للتعبير عن مجموعة من الطرق ترتبط فيما بينها بتقاطعات وتنقسم شبكة الطرق إلى أجزاء صغيرة تشكل الشبكة الكلية ويسمى كل جزء منها " قطاع" (Section) وتتم عملية جمع بيانات الشبكة عن طريق تقسيم القطاع إلى محطات (Stations) عند جمع بيانات الأداء للحصول على بيانات تفصيلية

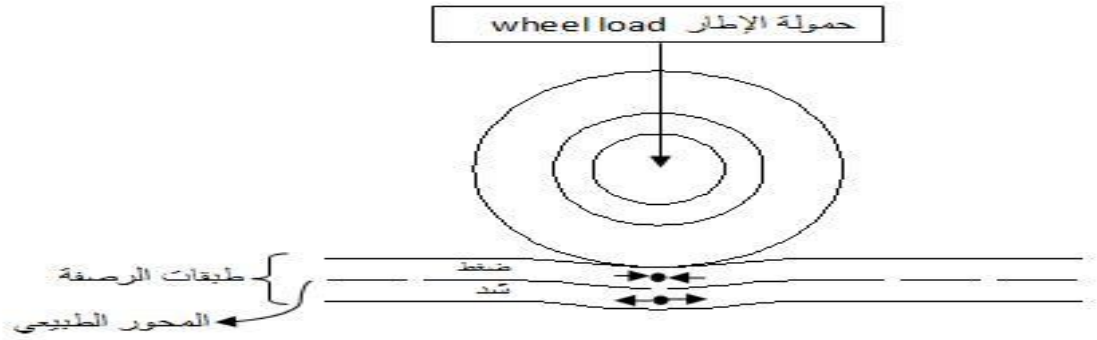
(٣) مرحلة التصنيف الوظيفي لشبكة الطرق

تشمل شبكة الطرق أربعة أنواع رئيسية هي شبكة الطرق السريعة وشبكة الطرق الرئيسية وشبكة الطرق الثانوية وشبكة الطرق الداخلية	
١	شبكة الطرق السريعة (SRN and INTG SRN)
تتميز الطرق السريعة بالسرعات العالية (١٢٠ كم/ الساعة) وبالكثافة المرورية العالية كما أن لها مداخل ومخارج محددة وتقاطعات علوية حرة (Interchanges) كما تتميز بأن لها على الأقل ثلاث حارات لكل اتجاه	
٢	شبكة الطرق الرئيسية (PRN and INTG PRN)
PRN1 تتميز هذه الطرق بأنها تمر بين المناطق السكنية وتفصل بينها أو قد تشكل الطرق الخارجية الحدودية وهذه الطرق ذات كثافة مرورية عالية	
PRN2 تتميز هذه الطرق بأنها تمر بالمناطق السكنية وتفصل بين القطع ولهذه الطرق كثافة مرورية عالية بالإضافة إلى احتوائها على طرق جامعة وموزعة	
٣	شبكة الطرق الثانوية (SR)
SR1 بصفة عامة هي طرق ذات كثافة مرورية عالية بها طرق جامعة وموزعة	
SR2 هي الطرق المفصولة بجزيرة داخل المناطق السكنية والفاصلة لقطعها	
SR3هي الطرق غير المفصولة بجزيرة داخل المناطق السكنية والفاصلة لقطعها	
SR4 هي الطرق المفصولة بجزيرة داخل المناطق التجارية/الصناعية والفاصلة لقطعها	
SR5 هي الطرق غير المفصولة بجزيرة داخل المناطق التجارية/الصناعية والفاصلة لقطعها	
٤	شبكة الطرق الداخلية (LR)
LR1 الطرق الداخلية في المناطق السكنية	
LR2 الطرق الداخلية في المناطق التجارية والصناعية	

(٤) مرحلة دراسة أسباب تدهور الرصف ووسائل العلاج

(أ) التعرف عن كيفية تصميم الرصف المرن

الرصف هو ذلك المنشأ الذي يوفر الراحة والأمان لمستخدم الطريق وعملية إنشاء الرصف تمر في عدد من المراحل المرحلة الأولى تبدأ بجمع المعلومات عن الحمولات على الطريق و حركة المرور المتوقعة كما انه يجب الاهتمام بمناخ المنطقة ويتم دراسة الأرض الطبيعية المختارة لتكون أرضية للطريق من حيث قدرتها على حمل الطريق ثم في نهاية هذه المرحلة يتم اختيار المواد التي ستستخدم في طبقات الرصف والمرحلة الثانية وفيها يتم اختيار تصميم الطريق وطرق التنفيذ بناءا على دراسات اقتصادية والمرحلة الأخيرة فهي غير منتهية حتى نهاية العمر التصميمي للطريق حيث يتم فيها تقييم مستوى الخدمة الذي يقدمه الطريق وتحديد فيما إذا كان هنالك دافع للقيام بعمليات صيانة للطريق عند تصميم الرصف المرن ويتم تعريف الرصف على أنه نظام من عدة طبقات مرنة وأن المادة المكونة لكل طبقة لها خصائص فيزيائية منها معامل المرونة ونسبة بويسون ويفترض أن طبقة الأرض الطبيعية ممتدة بشكل غير نهائي في كلا الاتجاهين الأفقي والعمودي بينما باقي طبقات الرصف تكون محددة في الاتجاه العمودي وغير منتهية في الاتجاه الأفقي ومن أهم الاجهادات التي تنشأ على طبقات الرصف نتيجة للأحمال المطبقة عليها من إطارات المركبات هي (١) إجهادات عمودية و (٢) إجهادات أفقية أما الإجهادات العمودية فإنها تتناقص مع زيادة العمق (زيادة البعد عن الطبقة السطحية) ويكون اكبر قيمة له مباشرة بعد إطار المركبة أما الإجهادات الأفقية التي تحدث في طبقات الرصف فهي نوعان : إجهادات شد و إجهادات ضغط وتكون إجهادات الشد تحت المحور الطبيعي بينما تكون إجهادات الضغط فوق المحور الطبيعي و الاجهادات على طبقة الأرض الطبيعية تتناقص الإجهادات على طبقة الأرض الطبيعية بتناقص قيمة (h_2 / a) حيث (a) هي نصف قطر الشكل الناتج عن تلامس الإطار مع سطح الطريق بينما (h_2) هي سماكة طبقة الأساس ومن هنا يظهر الحاجة لزيادة سماكة طبقة الأساس للعمل على تقليل الاجهادات على طبقة الأرض الطبيعية كما انه يمكن زيادة التقليل في مقدار الإجهادات بزيادة (h_2/h_1) حيث (h_1) هي سماكة الطبقة السطحية لذلك في حالة ثبات سماكة طبقة الأساس يكون التقليل في الإجهادات بزيادة سماكة الطبقة السطحية وهنالك طريقة أخرى لتقليل الاجهادات على طبقة الأرض الطبيعية من خلال زيادة صلابة طبقات الرصف العليا ولذلك من اجل تقليل الإجهادات على طبقة الأرض الطبيعية إلى الحد الذي تستطيع ارض الطريق تحمله ويجب زيادة سماكة طبقة الأساس وسماكة الطبقة السطحية أو تبديل المواد المستخدمة في الرصف بمواد أخرى أكثر صلابة والتشوهات التي تحدث في الطبقة السطحية تكون بنسبة (٧٠% – ٩٥%) بسبب التشوهات المرنة في طبقة الأرض الطبيعية ولذلك يمكن افتراض إن التشوهات في الطبقة السطحية تعود إلى طبقة الأرض الطبيعية وبشكل حسابي يُعتبر التشوه هو تكامل الاجهادات العمودية مع العمق ومن هنا ندرك أنه لتقليل التشوهات يجب تقليل الاجهادات



الشكل رقم (١١٥) يوضح حمولة الإطارات على الطريق

ويستنتج من ذلك ان نفس العوامل التي تودي لتقليل الإجهادات على الأرض الطبيعية تؤدي إلي تقليل التشوهات على الطبقة السطحية للرصف وتأثير حمولة الإطار وضغط الهواء فيه حيث يتضح إن قيمة الإجهاد العمودي في أي نقطة نتيجة الحمولة على سطح الرصف يعتمد على ضغط الإطار كما يعتمد على حمولة الإطار وبالمقارنة بين إطارين كلاهما له نفس الحمل لكنهما مختلفان في قيمة الضغط أتضح انه في كلتا الحالتين يتلاشى الإجهاد العمودي عند نفس العمق ولكن قيمة الإجهاد في الطبقات العليا تكون اكبر في حالة الإطار ذو الضغط المرتفع بينما يتساوى الإجهادات في الطبقات السفلي وبالنسبة لحالة تساوي قيمة الضغط في كلاً من الإطارين واختلاف الحمولة فأن الإجهاد العمودي سيكون اكبر في كل الطبقات في حالة الإطار ذو الحمولة الأكبر وعلي ضوء ذلك أصبح واضحا أن طبقات الرصف إذا خصصت لإطارات ذات ضغط مرتفع فلا يوجد أي دافع لزيادة سماكة الرصف ولكن يجب اختيار مواد ذات جودة عالية لتكون في الطبقات العليا

إجهادات الشد والقص ذكرنا سابقا انه يمكن تقليل الاجهادات على طبقة الأرض الطبيعية من خلال زيادة سماكة طبقة الأساس أو اختيار مواد ذات جودة أفضل في الطبقات العليا وذلك للوصول إلي قيمة إجهاد يمكن للأرض الطبيعية مقاومتها دون حدوث أي تشوهات للمحافظة على جودة الطريق ومع زيادة صلابة مواد الرصف يزداد مقاومة هذه المواد للانحناء وبالتالي هذا يودي إلى ارتفاع قيمة إجهادات الشد في أسفل طبقات الرصف كما انه يزداد لذلك قيمة إجهادات القص الأفقية ويجب على مصمم الطريق دراسة هذه العوامل وغيرها في تصميم الرصف المرن واختيار أفضل قيم لسماكات الرصف ونوعية موادها وطرق تنفيذ الرصف التي تؤدي إلي أفضل مستوى من الأمان والراحة للمستخدم

(ب) عمليات تدهور الرصف

وتبدأ عمليات تدهور الرصف الأسفلتية ببطء شديد لدرجة يصعب ملاحظته في البداية وبمرور الزمن يزداد التدهور بمعدلات سريعة لذا فإن تنفيذ أعمال الصيانة والإصلاح المناسبة في الوقت المناسب وفق أسس علمية صحيحة يحافظ على الرصف في حالة تشغيلية سليمة ومقبولة ويساعد في توفير كبير في مخصصات الصيانة وبما أن إجراءات الإصلاح والصيانة لا يمكنها التغلب على مشاكل التصميم السيئ غير أنها تساعد على منع التدهور الناتج عن هذه المشاكل ويُعتبر التأخير في تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية البسيطة مؤدياً إلى إصلاحات علاجية كبيرة الصيانة مهمة مستمرة وتقع مسئوليتها على المسئولين عن الصيانة ويحتاج ذلك الوضع إلى إعداد برنامج فحص دوري أو مسح مستمر يتم إجرائه من قبل مهندسين وفنيين ذوي خبرة الذين يشكلون جزءاً من برنامج الصيانة النظامي والفعّال ويجب تنظيم الفحص الدوري لضمان شموله على كافة العناصر بدقة ومعرفة المشاكل بشكل جيد وواضح وبالتالي تحديد المعالجات الوقائية الصحيحة والفاعلة ويجب أن يُبرمج الفحص الدوري لضمان فحص كل المساحات المرصوفة مرتين على الأقل في السنة وحسب الحاجة حيث تحتاج المناطق المعرضة إلى عواصف شديدة وأحوال أخرى تؤثر على طبقات الرصف إلى فحص إضافي ويتضمن فحص طبقة الرصف تحديد وقياس عيوب الرصف ومسح مقاومة الانزلاق ومسح جودة القيادة وإجراء الاختبارات الإتلافية واللا إتلافية وفحص خدمات تصريف المياه السطحية والأكتاف وهذا التقييم يجب أن يتم من قبل المهندسين أو المراقبين أو الفنيين المدربين إن صيانة طبقات الرصف عمل روتيني يُنجز لحفظ الرصف قدر الإمكان إلى حالة قريبة من حالتها وقت إنشائها والقاعدة العامة المتبعة عند اختيار مواد الصيانة هو استعمال المواد المتاحة حيث يقوم مهندس الصيانة بتحديد نوعية المواد المناسبة للبيئات الخاصة فمن أهم العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار مواد الصيانة هي الأحوال المناخية المحلية والأحوال البيئية والأحمال وتعتمد الصيانة الناجحة إضافة لذلك إلى حد كبير على المعدات المستعملة وحالتها وطريقة استعمالها وعموماً يجب أن تكون المعدات في حالة جيدة وخالية من العيوب التي تؤثر على جودة عملها وتتطلب الصيانة اليومية العادية معدات يدوية فقط في حين تُستعمل معدات خاصة عند إنشاء طبقة التقوية السطحية ويعتمد اختيار معدات الصيانة الجديدة والمناسبة على مدى مقدرتها في إكمال المهمة بشكل ناجح والجدول التالي يوضح كيفية مسح حالة الطريق الاسفلتى بالنسبة لعيوب الرصف الاسفلتى

م	أنواع العيوب		إجراءات مسح حالة الطريق الاسفلتى بالنسبة لعيوب الرصف الاسفلتى							
			درجة الشدة			طريقة قياس مستويات الشدة			الكثافة %	ملاحظات
			قليل	متوسط	عالي	بالمتر المربع	بالمتر الطولي	بالعدد		
(أ)	عيوب ناتجة من تشرخ الرصف									
١	الشروخ التمساحية									
٢	الشروخ الشبكية									
٣	الشقوق الجانبية									
٤	الشروخ الطولية والعرضية									
٥	الشقوق الإنزلاقية									
٦	الشقوق الانعكاسية									
(ب)	عيوب ناتجة عن تشوه استواء سطح الرصف									
٧	التموجات									
٨	الهبوط									
٩	الزحف أوالازاحة									
١٠	التخدد									
١١	الانتفاخ									
١٢	التقعرات والتحدبات									
١٣	هبوط الأكتاف									
١٤	تقاطع السكة الحديد									
(ج)	عيوب ناتجة عن سطح رصف زلق									
١٥	النزف الاسفلتى									
١٦	برى أو صقل الحصى									
(د)	عيوب ناتجة عن تفكك سطح الرصف									
١٧	التطاير والتآكل									
١٨	الحفر									
١٩	الترقيع									
٢٠	رقع حفريات الخدمات									

الجدول رقم (٢١) يوضح مسح حالة الطريق الاسفلتى بالنسبة لعيوب الرصف الاسفلتى

(ج) أنواع العيوب التي تحدث في سطح الطريق الأسفلتي

م	أنواع العيوب	الأسباب المؤدية إلى حدوث العيوب					
		الظروف المناخية	المصنعية	البنية الأساسية	الحملات المحورية وكثافة المرور	مكونات الخلطة الاسفلتية	تصريف المياه السطحية والجوفية	تقادم عمر الخلطة
١	الشروخ التمساحية							
٢	الشروخ الشبكية							
٣	الشروخ الطولية والعرضية							
٤	الترقيع							
٥	الحفر							
٦	الهبوط							
٧	الزحف أوالازاحة							
٨	التخدد							
٩	النزف الاسفلتى							
١٠	التطاير والتآكل							
١١	برى أو صقل الحصى							
١٢	التقعرات والتحدبات							
١٣	التموجات							
١٤	الشقوق الجانبية							
١٥	الشقوق الانعكاسية							
١٦	هبوط الأكتاف							
١٧	الشقوق الإنزلاقية							
١٨	الانتفاخ							
١٩	تقاطع السكة الحديد							
٢٠	رقع حفريات الخدمات							

الجدول رقم (٢٢) يوضح الاسباب المؤدية الى حدوث العيب

(د) إجراءات الصيانة المتبعة في أسلوب العلاج

م	أنواع العيوب	إجراءات الصيانة المتبعة في أسلوب علاج العيب									
		الملاط الاسفلتى	الترقيع العميق	إعادة الإنشاء	تعبئة الشقوق	طبقة أسفلتية رقيقة	الترقيع السطحي	إصلاح الأساس وإعادة الرصف	كشط وإعادة الرصف	التجفيف بالرمل الساخن	إصلاح الأكتاف (تسوية)
١	الشروخ التمساحية										
٢	الشروخ الشبكية										
٣	الشروخ الطولية والعرضية										
٤	الترقيع										
٥	الحفر										
٦	الهبوط										
٧	الزحف أوالازاحة										
٨	التخدد										
٩	النزف الاسفلتى										
١٠	التطاير والتآكل										
١١	برى أو صقل الحصى										
١٢	التقعرات والتحدبات										
١٣	التموجات										
١٤	الشقوق الجانبية										
١٥	الشقوق الانعكاسية										
١٦	هبوط الأكتاف										
١٧	الشقوق الإنزلاقية										
١٨	الانتفاخ										
١٩	تقاطع السكة الحديد										
٢٠	رقع حفريات الخدمات										

الجدول رقم (٢٣) يوضح إجراءات الصيانة المتبعة فى أسلوب العلاج

(٥) مرحلة بيانات الأداء

إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل في نظام "PMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات، لذا فمن المهم جدا أن تعكس البيانات الموجودة في النظام الحالة الفعلية للرصف ولهذا يجب تحديث البيانات وخاصة بيانات الأداء (حالة الرصف) بصورة دورية أو بعد كل صيانة ويتم تقييم حالة الشبكة باستخدام الأساليب التالية

١	حساب دليل حالة الرصف (Pavement Condition Index-PCI) وهو مقياس رقمي يتراوح من (صفر) إلى (١٠٠) حيث يعبر الرقم (١٠٠) عن وضع ممتاز للرصف ويستخدم هذا النظام للكشف عن العيوب الموجودة في رصف الطرق (Pavement Distresses) وبأخذ هذا النظام بعين الاعتبار ليس فقط نوع العيب وإنما أيضاً شدته وكثافته تمهيداً لحساب حالة الشبكة بشكل دوري لتقدير حاجات الطرق من عمليات الصيانة والإصلاح المختلفة
٢	إستخدام جهاز قياس خشونة الطريق (Roughness or Riding Quality) وهو عبارة عن جهاز متطور يستخدم في تقييم شبكة الطرق وظيفياً لتحديد مستوى خدمة هذه الطرق وتقدير العمر المتبقي لها وكذلك يستخدم كوسيلة لمراقبة جودة تنفيذ الطرق أثناء عملية الإنشاء أو إعادة الإنشاء
٣	إستخدام جهاز الحمل الساقط (Falling Weight Deflectometetr – FWD) ويستخدم هذا الجهاز لتقييم القدرة الإنشائية لرصف الطرق على مستوى المشروع تمهيدا لتحديد حاجاتها من عمليات الإصلاح والصيانة الرئيسية وأهم وظائفه تحديد مواقع الخلل الإنشائي وإعادة حساب معامل المرونة لطبقات الرصف المختلفة إضافة إلى سمك طبقة التغطية اللازمة لتعزيز القدرة الإنشائية للرصف

وتمثل هذه البيانات مؤشرات خاصة تعكس القيمة الناتجة منها الحالة والأداء لجزء محدد في شبكة الطرق أو الشبكة ككل ولذلك تسمى مؤشرات الأداء (Performance Indicators)

(٦) مرحلة التشوهات السطحية (SDI)

يتم قياس شدة ومدى انتشار التشوهات السطحية في كل قطاع على شبكة الطرق وذلك لحساب مؤشر التشوهات السطحية ويحتوي نظام تحليل وإدارة البرنامج (Program Management and Analysis) (PMA) على ثلاثة عشر تشوهاً سطحياً وأنواع التشوهات السطحية هي كالتالي :-

ترقيع (Patching) إزالة واستبدال لجزء من مادة الرصف أو إضافة مواد أخرى لسطح الرصف بعد الإنشاء
زحف (Rippling) انحناءات عرضية منتظمة على سطح الرصف مكونة قبب وقيعان
تطاير (Raveling) فقدان مستمر للرصف من السطح مسبباً مظهراً خارجياً خشناً للسطح وبروزاً لحبيبات الأسفلت
نزف (Flushing) ظهور طبقة لامعة وملساء من البيتومين على سطح الرصف خصوصاً في درجات الحرارة العالية
تشوه (Distortion) أي اختلاف أو تغيير يظهر على سطح الرصف عن الحالة الأصلية
تاج مرتفع (Excessive Crown) انخفاض في مستوى جانبي الرصف عن محور الطريق
شقوق جانبية (Edge Cracking) شقوق طولية قريبة من حافة الرصف
شقوق تمساحيه (Alligator Cracking) شبكة من الشقوق مختلفة ومتعددة الأضلاع ومشابهة لجلد التمساح
حفر (Pothole) انخفاضات وحفر في سطح الرصف
شقوق شبكية (Map Cracking) شقوق طولية وعرضية منتشرة على سطح الرصف
شقوق طولية (Longitudinal Cracking) شقوق طولية موازية لاتجاه الطريق
شقوق عرضية (Transverse Cracking) شقوق عرضية عمودية على اتجاه الطريق
التخدد (Rutting) انخفاضات طولية في مسار المركبات نتيجة لتأثير ضغط العجلات المتكرر على سطح الرصف

ولتقييم حالة الرصف بواسطة نظام " PMS " يجب تقييم كل من هذه التشوهات السطحية وذلك بالتعرف على نوعها وتقدير شدة وانتشار كل منها ويتم تقييم التشوهات السطحية للرصف عن طريق الفحص البصري (Visual Inspection) وذلك باستخدام نظام تقييم الأسفلت (Asphalt Rating System) والذي يعتمد بدوره على ثلاثة عشر تشوهاً سطحياً يتم تحديد مدى الشدة (Severity) والانتشار (Extent) لكل منها بالفحص البصري كما هو موضح في الجدول رقم (٢٤)

الرمز الرقمي Numeric Code	الشدة Severity Code Meaning	الانتشار Extent Code Meaning
٠	لا شيء / خفيف None / Slight	لا شيء None
١	معتدل Moderate	قليل Few
٢	حاد Severe	متقطع Intermittent
٣	----------	متكرر Frequent
٤	----------	واسع Extensive
٥	----------	في جميع الإنحاء Throughout

الجدول رقم (٢٤) يوضح تقييم شدة وانتشار التشوهات السطحية

أما مقاييس التقييم البصري فيوضحها الجدول رقم (٢٥) والجدول رقم (٢٦)

نوع العيب Distress	المقياس Criterion	مدى الشدة Severity		
		خفيف Slight	معتدل Moderate	حاد Severe
ترقيع	شرط	جيد	تدهور	فشل
زحف	الخشونة	ملحوظة	متميز	مفرط
تطاير	المظهر	ملحوظة	متميز	مفرط
نزف	المظهر	ملحوظة	متميز	مفرط
تشوه	الانحراف الشخصي	< ٢	٤-٢	٤>
تاج مرتفع	ارتفاع	< ٢	٤-٢	٤>
شقوق جانبية	العرض	< ١	٢-١	٢>
شقوق تمساحيه	عرض الشرخ	< ٠.٥	١-٠.٥	١>
حفر	العرض	< ٣	١٢-٣	١٢>
شقوق شبكية	عرض الشرخ	< ٠.٥	١-٠.٥	١>
شقوق طولية	عرض الشرخ	< ٠.٥	١-٠.٥	١>
شقوق عرضية	عرض الشرخ	< ٠.٥	١-٠.٥	١>
التخدد	العمق	< ٠.٥	١-٠.٥	١>

الجدول رقم (٢٥) يوضح تقييم شدة تشوهات السطح

نوع العيب Distress	المقياس Criterion	مدى إنتشار الشدة Extent				
		١	٢	٣	٤	٥
ترقيع	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
زحف	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
تطاير	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
نزف	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
تشوه	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
تاج مرتفع	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
شقوق جانبية	المنطقة %	٤-٠	١٠-٤	٣٠-١٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
شقوق تمساحيه	المنطقة %	٤-٠	١٠-٤	٣٠-١٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠
حفر	عدد	١	٢	٣	٤	
شقوق شبكية	المنطقة %	٤-٠	١٠-٤	٣٠-١٠	٦٠-٣٠	١٠٠- ٦٠
شقوق طولية	مدة الشرخ	١٠٠<	٢٠٠-١٠٠	٣٠٠-٢٠٠	٤٠٠-٣٠٠	٤٠٠>
شقوق عرضية	تباعد الشرخ	٧٥>	٧٥-٤٥	٤٥-٣٠	٣٠-١٥	١٥<
التخدد	المنطقة %	١٠-٠	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٦٠-٤٠	١٠٠- ٦٠

الجدول رقم (٢٦) يوضح تقييم انتشار تشوهات السطح

وكمثال على ذلك فإذا وجد أن الحفر Pothole من التقييم النظري للرصف كانت شدته Slight ومتكرر من Frequent حيث الانتشار فستكون القراءة المسجلة من الجدول رقم (٢٤) "٣" وبعد حساب تقييم شدة وانتشار التشوهات السطحية من الجدول رقم (٢٤) لكل موقع في القطاع يتم حساب مؤشر SDI لتلك المحطة من خلال معادلات في نظام "PMS " وبعد ذلك يتم حساب مؤشر SDI لذلك القطاع من مؤشرات القطاعات من خلال معادلات أخرى

(٧) مرحلة التحليل الإحصائي للتشوهات السطحية

يتم مسح شبكة الطرق مسحاً تفصيلياً لكل قطاع من قطاعات الشبكة وذلك لحساب مؤشرات الأداء لكل قطاع ويتم إدخال بيانات المسح في نظام "PMS" وبناء قاعدة بيانات شاملة لأداء الطرق ومن أكبر أجزاء قاعدة البيانات هذه تلك التي تحوي معلومات عن معدلات الانتشار والشدة لكل نوع من أنواع التشوهات السطحية الثلاثة عشر وذلك لكل محطة في كل قطاع من قطاعات الشبكة وكذلك يتم مسح شبكة الطرق مرة أخرى لتحديث قاعدة بيانات النظام ويتم ذلك بعد الإطلاع على نتائج المسح السابق وتحليلها للاستفادة من تلك الخبرة في التخطيط للمسح القادم ولاتخاذ قرار على أساس موضوعي يتم تحليل قاعدة البيانات الضخمة لنتائج المسح السابقة وتلخيصها في جداول كما يلى :-

عدد القطاعات في الشبكة لكل نوع من أنواع التشوهات حسب مؤشر التشوه السطحي													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوه السطحي	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تمساحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10													
9≤ <10													
8≤ <9													
7≤ <8													
6≤ <7													
5≤ <6													
4≤ <5													
3≤ <4													
2≤ <3													
1≤ <2													
0< <1													
= 0													

الجدول رقم (٢٧) يوضح عدد القطاعات في الشبكة لكل نوع من أنواع التشوهات حسب مؤشر التشوه السطحي (SDI) لها

نسبة (%) القطاعات في الشبكة لكل نوع من أنواع التشوهات حسب مؤشر التشوهات السطحية أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تمساحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10													
≥9													
≥8													
≥7													
≥6													
≥5													
≥4													
≥3													
≥2													
≥1													
>0													
= 0													

الجدول رقم (٢٨) يوضح نسبة القطاعات في الشبكة ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوي القيمة المبينة

نسبة (%) القطاعات في الطرق السريعة ذات مؤشر أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
نسبة القطاعات فى الطرق السريعة = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٢٩) يوضح نسبة القطاعات في الطرق السريعة ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوي القيمة المبينة

نسبة (%) القطاعات في التقاطعات العلوية على الطرق السريعة (INTG SRN) ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
عدد القطاعات فى التقاطعات العلوية على الطرق السريعة (INTG SRN) = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٣٠) يوضح نسبة القطاعات في التقاطعات العلوية على الطرق السريعة ذات مؤشر SDI

نسبة (%) القطاعات المنتشرة في الطرق الرئيسية (PRN) ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
عدد القطاعات المنتشرة في الطرق الرئيسية (PRN) = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٣١) يوضح نسبة القطاعات في الطرق الرئيسية ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوي القيمة المبينة

نسبة (%) القطاعات المنتشرة في التقاطعات العلوية على الطرق الرئيسية (PRN) ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
عدد القطاعات المنتشرة فى التقاطعات العلوية على الطرق الرئيسية (PRN) = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٣٢) يوضح نسبة القطاعات في التقاطعات العلوية على الطرق الرئيسية ذات مؤشر SDI

نسبة (%) القطاعات المنتشرة في الطرق الثانوية (SR) ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
عدد القطاعات المنتشرة في الطرق الثانوية (SR) = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٣٣) يوضح نسبة القطاعات في الطرق الثانوية ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوي القيمة المبينة

نسبة (%) القطاعات المنتشرة في الطرق الداخلية (LR) ذات مؤشر SDI أعلى من أو يساوى القيمة المبينة													
عدد القطاعات المنتشرة في الطرق الداخلية (LR) = قطاع (القيمة المبينة)													
SDI	Pat	Rip	Rav	Flu	Dis	Exc	Edg	Alg	Pot	Map	Lon	Trn	Rut.
مؤشر التشوهات السطحية	ترقيع	زحف	تطاير	نزف	تشوه	تاج مرتفع	شقوق جانبية	شقوق تماسحيه	حفر	شقوق شبكية	شقوق طولية	شقوق عرضية	التخدد
= 10	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥9	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥8	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥7	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥6	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥5	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥4	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥3	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥2	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
≥1	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
>0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
= 0	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

الجدول رقم (٣٤) يوضح مؤشر SDI أعلى من أو يساوي القيمة المبينة

(٨) مرحلة تحديد الخصائص المطلوبة عند تصميم المخلوط الأسفلتي علي الساخن

المخلوط الأسفلتي الساخن له خصائص و متطلبات يجب مراعاتها أثناء التصميم ولكي تتحقق هذه الخصائص يجب أن تتحقق عناصر الجودة لمكونات المخلوط الأسفلت ويتم ذلك من خلال التحكم في نوعية الأسفلت و نسبته و أيضاً يجب أن يكون الركام المستخدم ذو نوعية جيدة ومتدرجة ويمكن إجمالها في النقاط الآتية

(١) المقاومة للمشكلات الدائمة Resistance to Pavement deformation يجب ألا يحدث تشوه أو إزاحة للرصف الأسفلتي عند تعرضه للأحمال المرورية وتظهر أهمية المقاومة للتشكلات الدائمة (rutting) بشكل واضح أثناء أشهر الصيف الحارة حيث تنخفض لزوجة الأسفلت الصلب و يتم مقاومة أحمال المرور في هذه الحالة من خلال تداخل حبيبات الركام كما هو مقاس في طريقة فيم أو مارشال وليس ثبات المخلوط معبراً بصورة أكيدة عن مقاومة المخلوط الأسفلتي للتشكلات الدائمة ومقاومة المخلوط للتشكلات الدائمة يتم التحكم فيها عن طريق الاختيار الجيد لنوعية و تدرج الركام المستخدم ونسبة الأسفلت الصلب المستخدمة بحيث نحصل على نسبة فراغات هوائية مناسبة بالمخلوط والدور الذي يلعبه كلاً من الركام و الأسفلت في مقاومة التشكلات للرصف يتم من خلال

(أ) قوى الاحتكاك الداخلي Internal Friction	(ب) قوى التلاصق Cohesion
تنتج هذه القوى نتيجة للاحتكاك المتولد بين الحبيبات المتداخلة مع بعضها وتعتمد هذه القوى على	وهي القوى الرابطة بين الأسفلت وبين حبيبات الركام وتتناسب هذه القوى طردياً مع
(١) تدرج الركام Gradation	(١) معدل التحميل Rate of loading
(٢) شكل الحبيبة Particle Shape	(٢) سطح التحميل Loaded Area
(٣) الملمس السطحي للحبيبات Surface Texture	(٣) لزوجة الأسفلت Viscosity of Asphalt
(٤) نسبة الأسفلت بالمخلوط Percent of Asphalt	بينما تتناسب هذه القوى عكسياً مع درجة الحرارة
(٥) كثافة المخلوط Density of Mix	
وتزداد قوى الإحتكاك الداخلي بزيادة مساحة التلامس بين الحبيبات وخشونة سطح حبيبات الركام المستخدم ويمكن القول بأنه مع أي نوع من الركام المستخدم فإن ثبات المخلوط يزداد مع زيادة كثافة المخلوط والذي يتحقق من خلال التدرج المناسب للركام والرمل الصحيح للطبقة مع ملاحظة أن زيادة نسبة الأسفلت تعمل على تقليل الاحتكاك بين حبيبات الركام مما يؤدي إلى نقص في ثبات المخلوط الأسفلتي	وتختلف قوى التلاصق بين الأسفلت و الركام باختلاف معدل التحميل و المساحة الواقع عليها الحمل أو اللزوجة للأسفلت وتزداد القوى المتلاصقة بزيادة نسبة الأسفلت حتى القيمة القصوى (المثلى) بعدها تبدأ القوى في النقصان مع زيادة نسبة الأسفلت كما تتأثر أيضاً هذه القوى باختلاف درجات الحرارة ويمكن إجراء بعض الاختبارات الأخرى مثل اختبار الرصف الإستاتيكي أو الديناميكي وتكون أكثر مناسبة لتوقيع المشكلات الدائمة

(٢) مقاومة الكلالة Fatigue Resistance هى خاصية تُعبر عن مقاومة الرصف الأسفلتي للشروخ عند تعرضه لأحمال متكررة غير منتظمة لفترة زمنية وطريقة مارشال وفيم لا يوجد بهما قياس مباشر لمقاومة الكلل ويتم تعيين مقاومة الكلل من خلال تطبيق أحمال متكررة مركبة (إما إجهاد مستمر أو انفعال مستمر) على عينة الاختبار ومنها يتم تقدير عدد دورات تطبيق الحمل المسببة للانهيار (الشروخ) وتزداد مقاومة المخلوط الأسفلتي للكلل من خلال استخدام (١) نسبة عالية من الأسفلت (٢) تدرج كثيف للركام (٣) تدرج جيد للركام فقد أظهرت الاختبارات أن نسبة الأسفلت من أهم العوامل المؤثرة على مقاومة المخلوط الأسفلتي للكلل حيث وجد أنه كلما زادت نسبة الأسفلت كلما زادت مقاومة المخلوط كما يجب أن يستخدم ركام جيد التدرج يتيح استخدام نسبة أسفلت عالية بدون حدوث نضح

(٣) المقاومة للشروخ في الأجواء الباردة Low Temperature Cracking وهذه خاصية هامة للمخلوط الأسفلتي في المناطق الباردة والشروخ التي تحدث للرصف الأسفلتي نتيجة الأجواء الباردة يتسبب فيها وبصورة أساسية خصائص الأسفلت الصلب المستخدم ولذلك فإن الاختيار المناسب لدرجة الأسفلت الصلب المستخدم يقلل من حدوث هذا النوع من الشروخ

(٤) المقاومة للعوامل الجوية Durability وتتمثل هذه الخاصية في قدرة المخلوط الأسفلتي على مقاومة التفكك الناتج من تأثير العوامل الجوية والأحمال المرورية ويمكن زيادة مقاومة المخلوط الأسفلتي للعوامل الجوية من خلال (أ) زيادة نسبة الأسفلت (ب) استخدام ركام ذو تدرج كثيف (ج) عمل دمك جيد للطبقات الأسفلتية فتصبح غير منفذة للماء و بالتالي تزداد مقاومتها للتفكك

(٥) المقاومة لفعل الرطوبة و المياه Resistance to Moisture Induced damage بعض المخلوطات الأسفلتية عند تعرضها للرطوبة أو المياه يحدث لها فقد في قوة الربط أو الالتصاق بين سطح الركام و الأسفلت الصلب الرابط و تعتبر خواص الركام المستخدمة هي المسئولة عن هذا الفقد على الرغم من أن بعض أنواع الأسفلت الصلب تكون أكثر ميلاً لإحداث تلفيات الرطوبة وهى ظاهرة التقلع عن البعض الآخر و لعلاج هذه المظاهر تضاف مواد مقاومة للتقلع إلى المخلوط

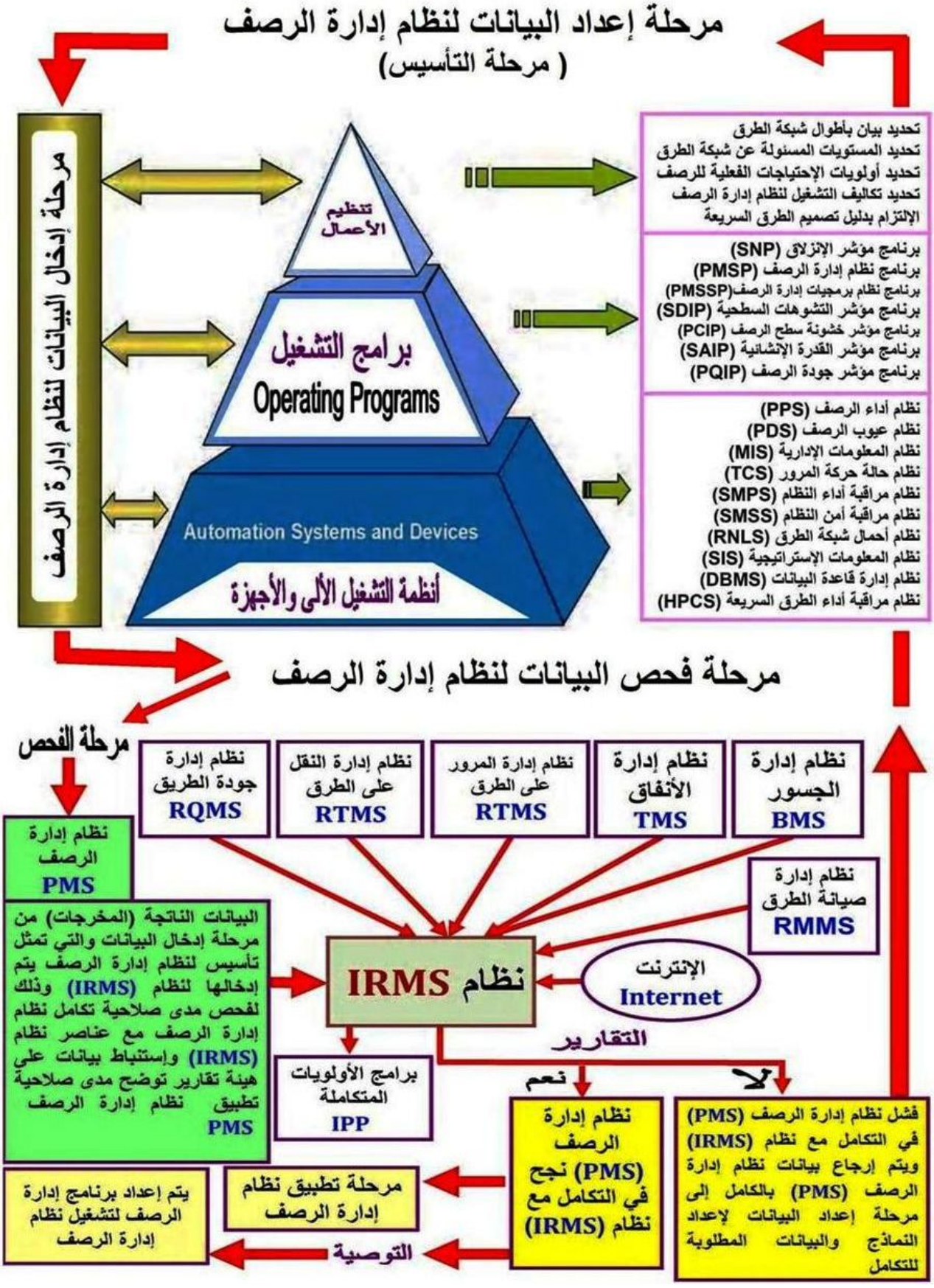
(٦) قابلية المخلوط الأسفلتي للانحناء (المرونة) Flexibility تتمثل مرونة المخلوط الأسفلتي في مقدرته على الانحناء المرن بدون حدوث شروخ ومدى قابليته للتشكل الحادث له نتيجة الهبوط التدريجي لطبقات الأساس والتأسيس ويمكن الحصول على خلطة أسفلتية مرنة من خلال زيادة نسبة الأسفلت و استخدام تدرج مفتوح للركام وهناك عوامل أخرى تؤثر على مرونة المخلوط الأسفلتي مثل سمك الطبقة الأسفلتية ودرجة الحرارة

(٧) المقاومة للانزلاق Skid Resistance وهي مقدرة سطح الرصف وخاصة وهو مبلل على توفير الإحتكاك الكافي بينه وبين الإطارات المقاومة لإنزلاق المركبات وهذه الخاصية مطلوبة بالنسبة للطبقة السطحية فقط حيث يجب أن يتم تصميم هذه الطبقة بحيث تعطي مقاومة كافية للإحتكاك للسماح بحدوث المناورة والدوران الطبيعي والمساحة المسموحة للحركة بعد الفرملة وخصائص الركام مثل الملمس السطحي و الشكل الحبيبي والحجم والمقاومة للصقل لها تأثير كبيرعلى مقاومة الاحتكاك وبصفة عامة يمكن القول أن هذه العوامل التي تزيد من مقاومته للانزلاق ويجب أيضا ألا يحتوي المخلوط الأسفلتي على محتوى زائد من الأسفلت الصلب بحيث يظهر على السطح ويحدث سطح تزحلق

(٨) القابلية للتشغيل Workability يجب أن يكون المخلوط الأسفلتي قابل للفرش و الدمك باستخدام مجهود معقول ولا توجد طريقة قياسية لتقييم و قياس قابلية المخلوط للتشغيل أثناء مرحلة القابلية للتشغيل ومشاكل القابلية للتشغيل والفرش غالبا ما تكتشف أثناء عمليات الرصف وتظهر على سبيل المثال في حالة المخلوطات ذات الثبات العالي بسبب نوعية الركام أو تدرجه و على أية حال فإنه يمكن إجراء تعديلات مناسبة وسريعة على تصميم المخلوط أثناء التنفيذ للتغلب على مشاكل التشغيل

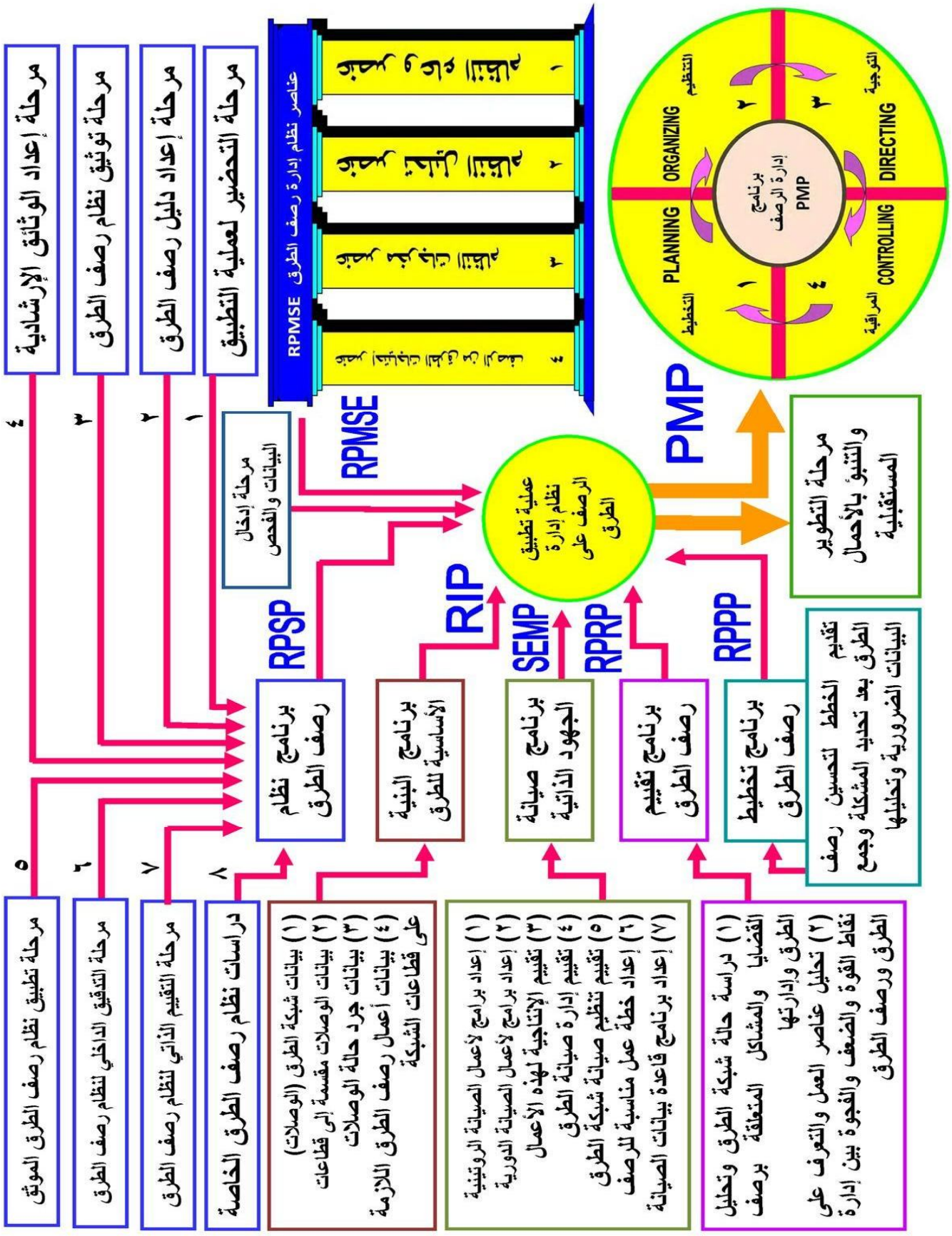
الشكل رقم (١١٦) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تحديد الخصائص المطلوبة عند تصميم المخلوط الآسفلتى

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



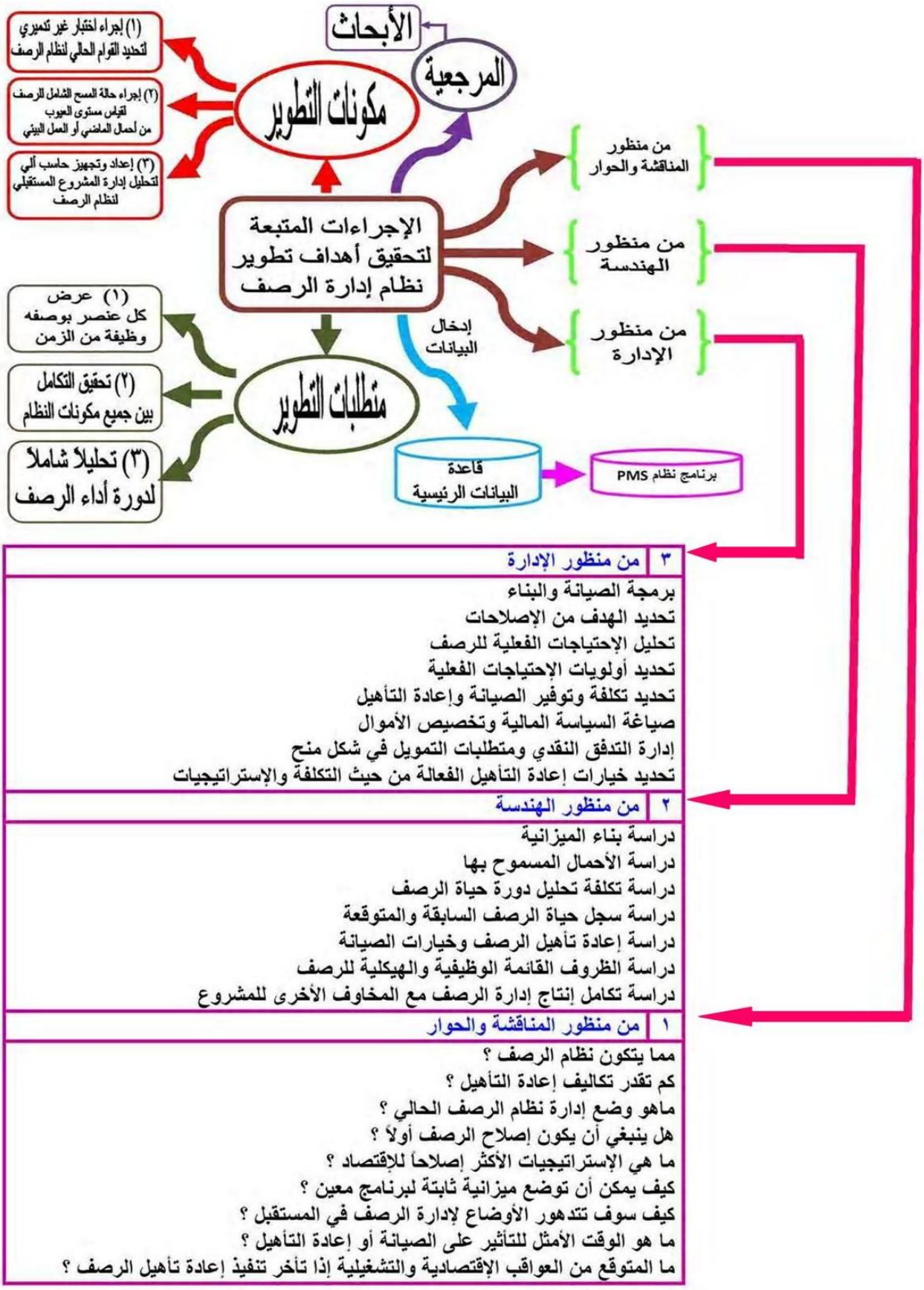
الشكل رقم (١١٧) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الرصف

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



الشكل رقم (١١٨) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الرصف

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية)



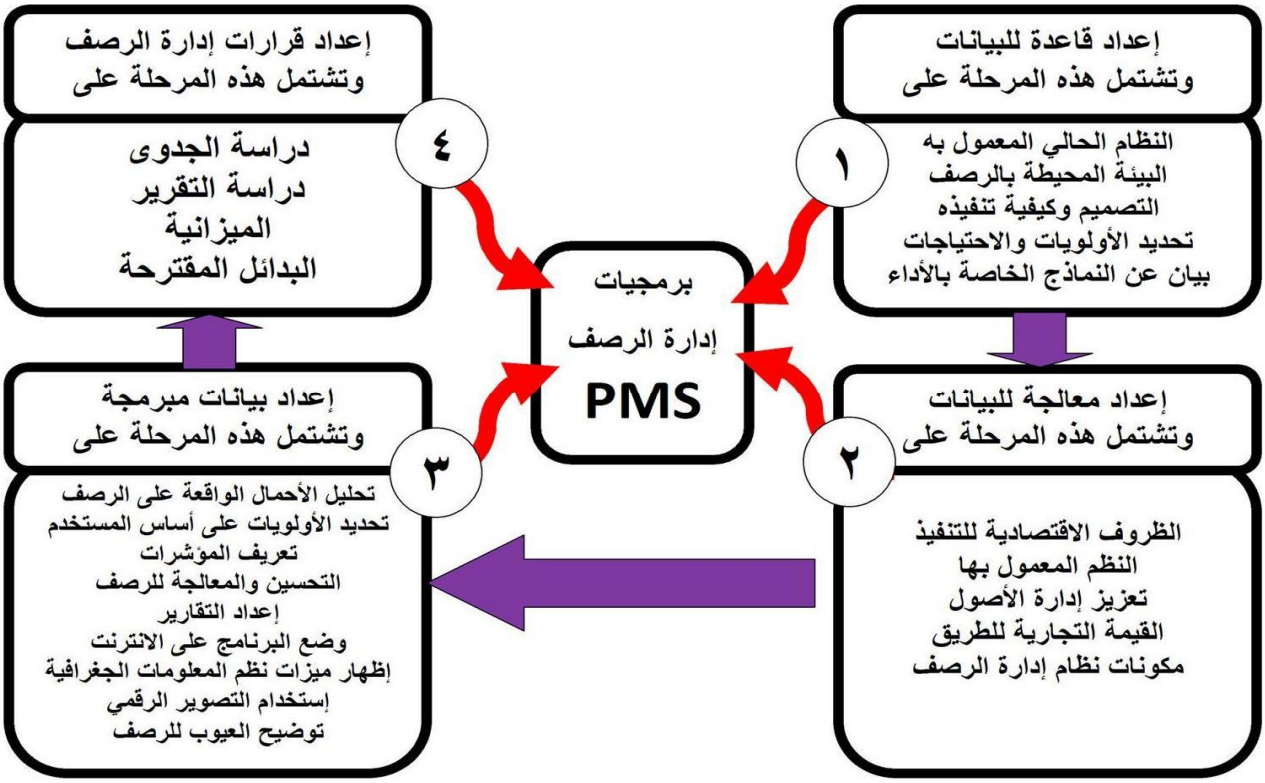
الشكل رقم (١١٩) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية

(٧/١/٧/٢) برنامج إدارة الرصف (PMP) Pavement Management Program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الرصف

الشكل رقم (١٢٠) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الرصف

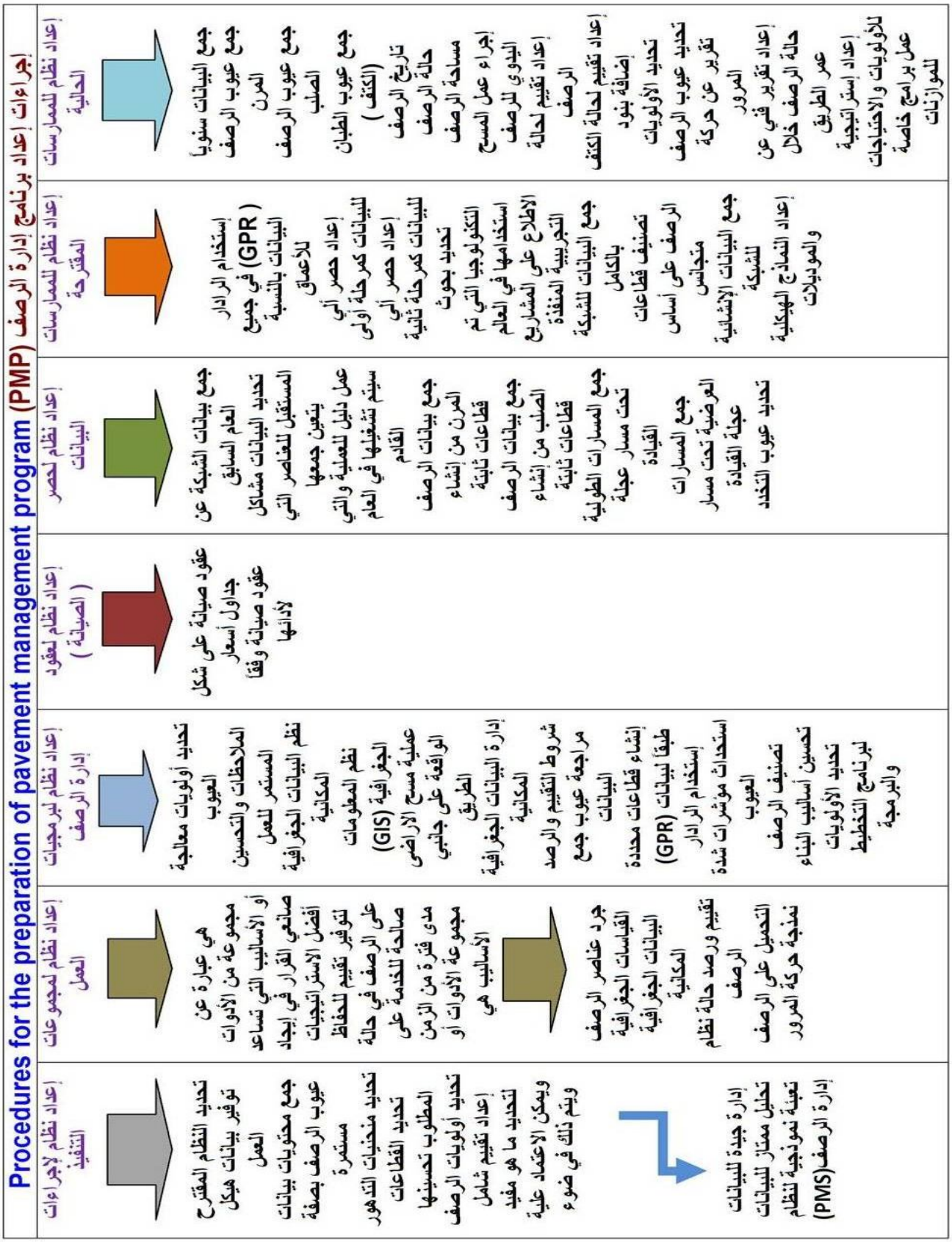
(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة الرصف



الشكل رقم (١٢١) يوضح إجراءات إعداد برنامج نظام برمجيات إدارة الرصف

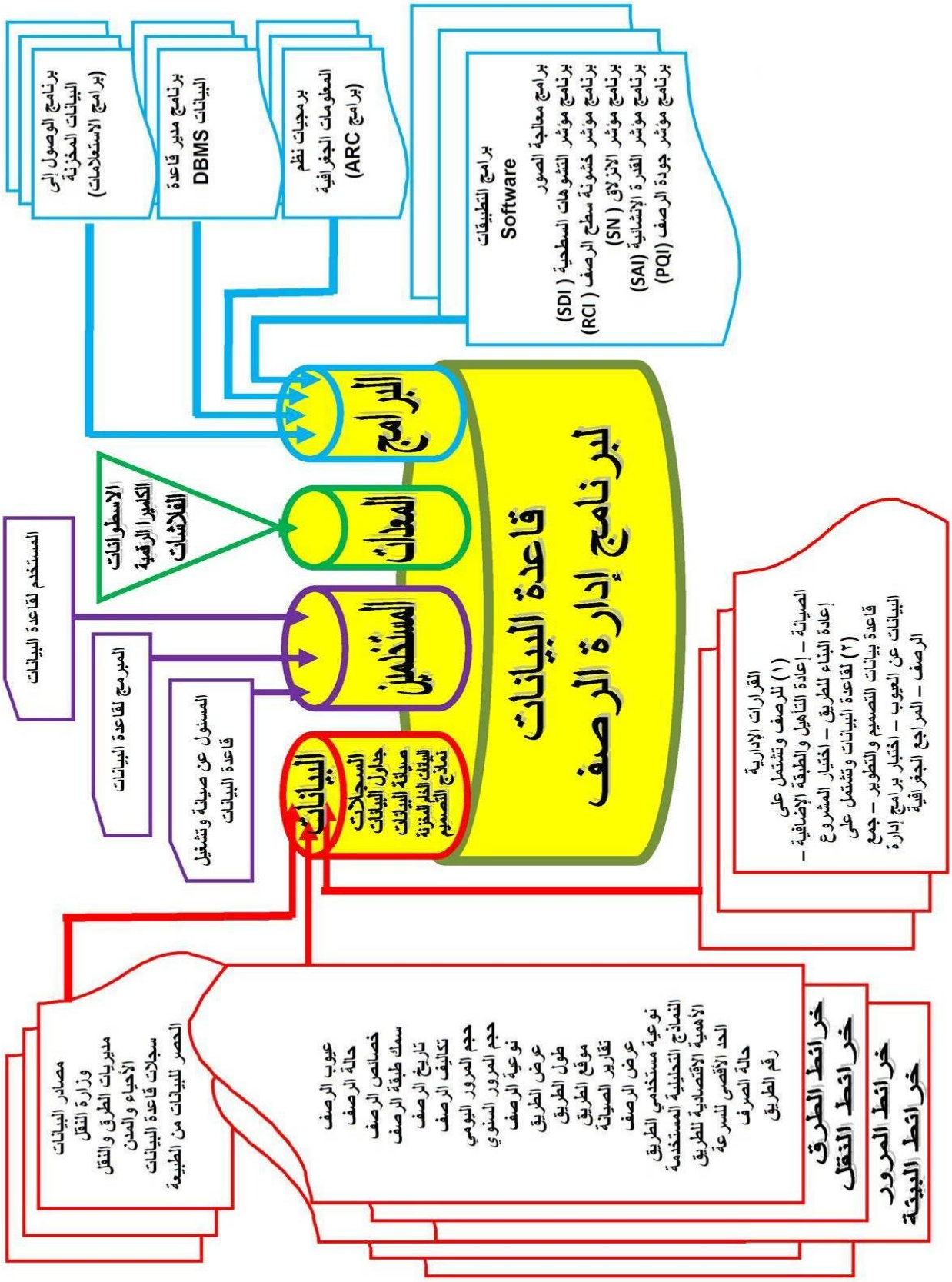
(٣) إجراءات إعداد برنامج إدارة الرصف

Procedures for the preparation of pavement management program



الشكل رقم (١٢٢) إجراءات إعداد برنامج إدارة الرصف

(٤) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الرصف
Database for the pavement management program

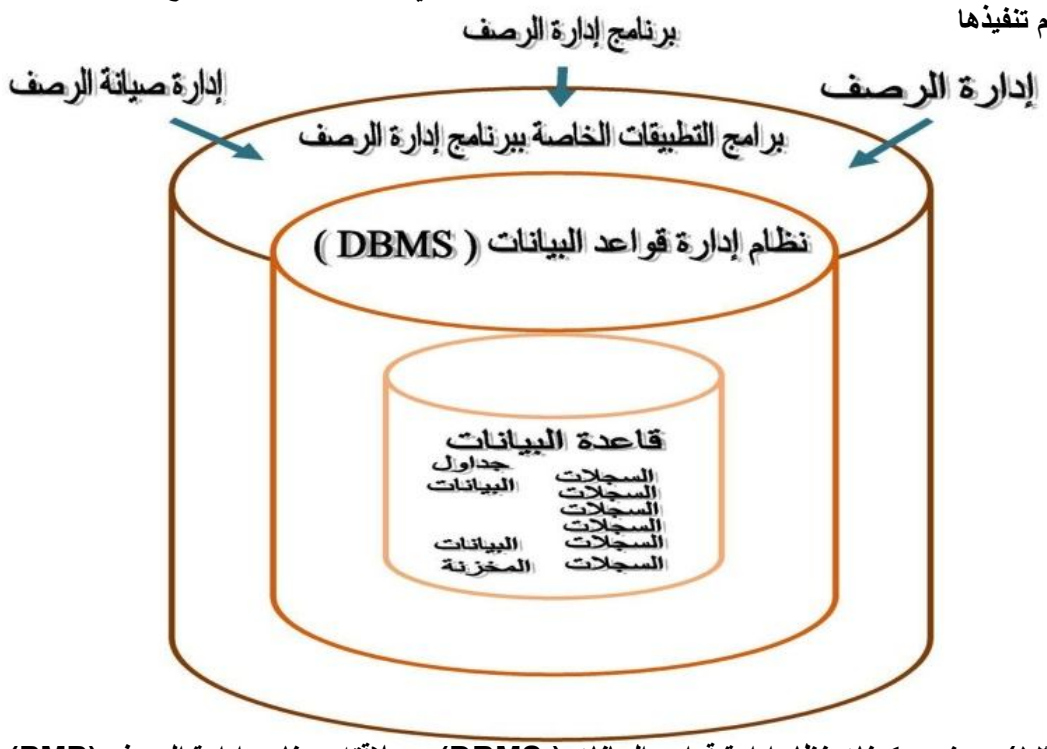


الشكل رقم (١٢٣) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الرصف

(٥) إجراءات تصميم قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الرصف

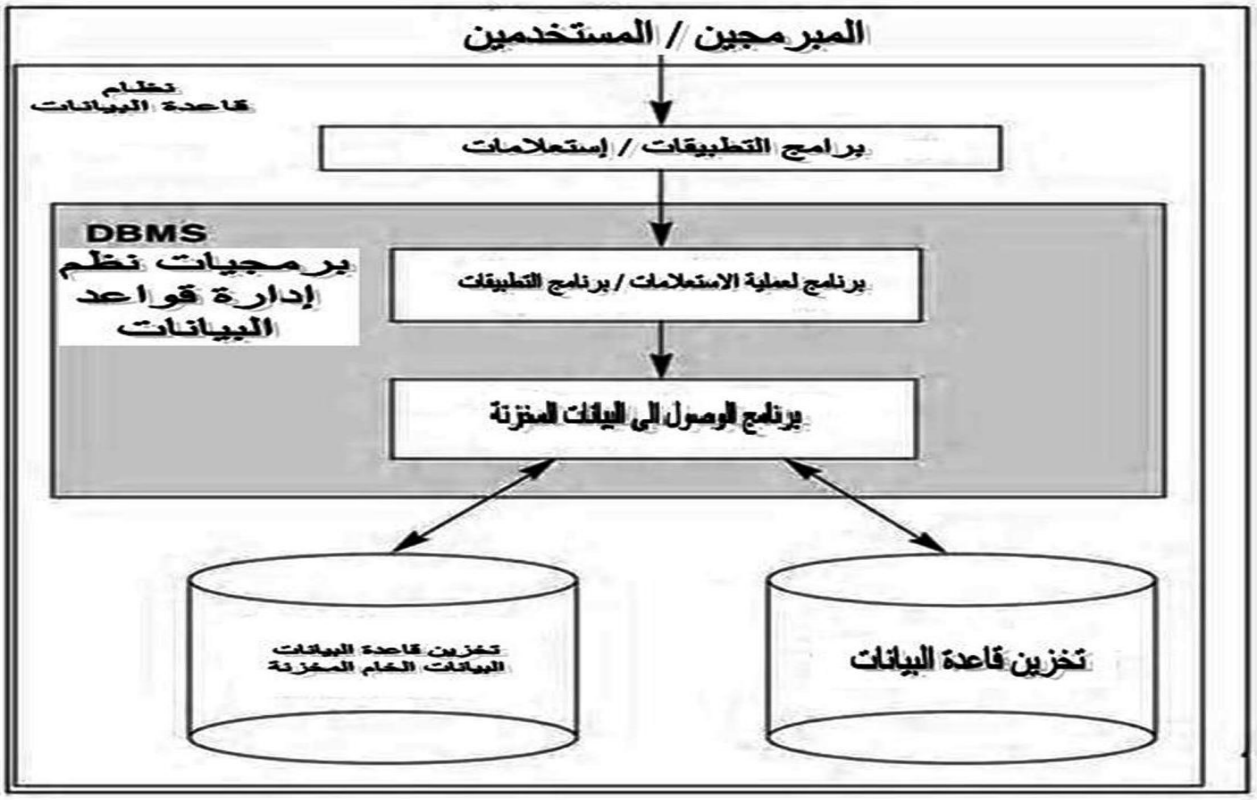
(أ) المرحلة الأولى (مرحلة تنظيم الأعمال)

يتم وضع برنامج لإدارة الرصف لتطوير نظام إدارة الرصف ويتم ذلك في إطار تحديد أطوال الطرق المطلوب إعداد البرنامج لها وبيان مستويات الإشراف على هذه الطرق وتحويل ذلك إلى مشروع يتضمن تطوير نظام المعلومات الجغرافية وقواعد بيانات إدارة الرصف لدعم جهود إدارة النقل والرصف وكذلك إظهار الجوانب التقنية في كيفية تطوير قاعدة البيانات بما في ذلك تصميم قاعدة البيانات والقدرات الديناميكية والصيانة والتنفيذ ولابد أن تكون إدارة قاعدة البيانات على أعلى مستوى لها بالنسبة لإدارة الرصف وكذلك تعتمد قاعدة البيانات على البيانات المحلية المتوفرة لدى مستويات الإشراف على الطرق وكذلك من خلال جمع وتخزين وإدارة بيانات الرصف على المستوى العام ويتم كذلك تدريب الأفراد القائمين بالعمل بإدارة الرصف على تطوير قاعدة البيانات الخاصة بهم بصورة فردية وللمعلومية أن القرارات الإدارية للرصف هي (الصيانة – إعادة التأهيل – إعادة البناء – اختيار المشروع) والقرارات الإدارية لقاعدة البيانات هي (قاعدة بيان التصميم والتطوير – جمع البيانات عن العيوب – اختبار برامج إدارة الرصف – المراجع الجغرافية) وفى نهاية العمل لابد لقاعدة البيانات أن تؤدى إلى تحليل للبيانات وتحديثها وتخزينها وبذلك لابد من إدخال القرارات الإدارية للرصف في قاعدة البيانات لاستنتاج منها القرارات الإدارية الأخرى والتي يتم تنفيذها



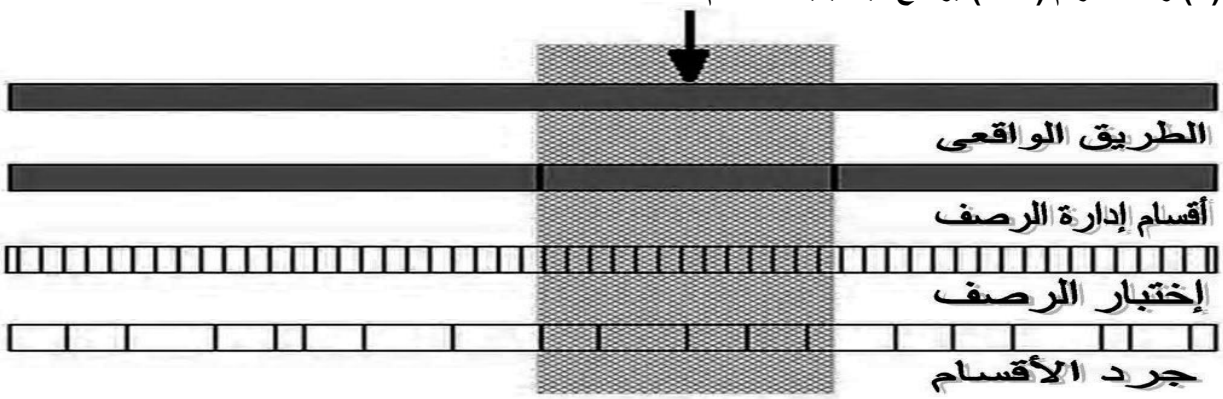
الشكل رقم (١٢٤) يوضح مكونات نظام إدارة قواعد البيانات (DBMS) وعلاقته ببرنامج إدارة الرصف (PMP)

لابد عند اتخاذ القرار في تصميم قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الرصف (PMPD) أن يكون الاعتبار الأول هو تكامل البيانات وينبغي أن تستوعب بسهولة قاعدة البيانات مجموعات من البيانات متعددة المصادر باستخدام مختلف الأساليب مع الحد من تكرار البيانات وتسهيل الصيانة وتحليل البيانات وبالنظر إلى هذه الأهداف الأساسية يجب على القائم على إستخدام الحاسب الألى (الكمبيوتر) التأكد من إستخدام الأدوات المتاحة في تصميم قاعدة البيانات وكذلك إستخدام العلاقة بين نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات مع الأخذ في الاعتبار إن نظم المعلومات الجغرافية لديها القدرة على التقاط وتخزين وإدارة واسترجاع واستعلام وتحليل وعرض البيانات المكانية علاوة على جمع البيانات المحفوظة داخل قاعدة البيانات والشكل رقم (١٠٤) يوضح كيفية تصميم قاعدة البيانات الخاصة ببرنامج إدارة الرصف (PMP) وبصفة عامه لابد من التعرف على قاعدة البيانات حتى يمكن التصميم بسهولة وتعرف قاعدة البيانات على أنها هي مجموعة من عناصر البيانات المنطقية الخاصة بإدارة الرصف والمرتبطة مع بعضها البعض بعلاقة رياضية وتتكون قاعدة البيانات من جدول واحد أو أكثر من جدول ويتكون الجدول من سجل (Record) أو أكثر من حقل ومثال على السجل (السجل الخاص بإدارة الطرق ويتكون من عدة حقول مثل – رقم الطريق – أسم الطريق – درجة الطريق – تاريخ إنشاء الطريق – تكاليف إنشاء ورصف الطريق – متوسط حجم المرور على الطريق- ..... الخ) وتخزن هذه البيانات الموجودة على السجل في جهاز الكمبيوتر (الحاسب الألى) على نحو منظم حيث يقوم برنامج الحاسب الألى (المسمى بمحرك قاعدة البيانات) بتسهيل التعامل معها والبحث ضمن هذه البيانات وتمكين المستخدم من الإضافة والتعديل عليها ويتم استرجاع البيانات باستخدام أوامر من لغة للاستعلام حيث تعتبر معلومات تساعد في عملية اتخاذ القرار والشكل رقم (١٢٥) يوضح علاقة قاعدة البيانات بنظام إدارة قواعد البيانات



الشكل رقم (١٢٥) يوضح علاقة قاعدة البيانات بنظام إدارة قواعد البيانات

يمكن تخزين مجموعة البيانات التي خططت في الطبيعة مثل التي تصف سمات نظام إدارة الرصف على طول الطريق ويتم ذلك باستخدام الطول الثابت لكل قطاع أو إستخدام الطول المتغير تغير ثابت لكل قطاع ويتم الإيضاح انه بالنسبة للطول الثابت فيتم تقسيم الطريق إلى قطاعات ذات أطوال ثابتة محددة الطول مسبقاً وهذه الأطوال غير حساسة للتغيرات في الصفات التي يمكن أن تؤدى إلى تكرار البيانات بمساحة كبيرة وبالنسبة للطول المتغير تغير ثابت فيكون فيها الطول عبارة عن شرائح ساكنة يمكن مدها أو كسرها لاى سبب من الأسباب مثل تغير الصفة وعلى سبيل المثال (نوع الرصف – عرض الرصف – حركة المرور) وهذا التقسيم يسمح بالمزيد من جمع البيانات الأكثر مرونة ولكن قد يكون حساساً جداً لصفه التغيرات التي قد ينتج عنها عدد كبير من القطاعات الجيدة التي تصف شبكة من الطرق وتكامل نظام إدارة قاعدة البيانات يعتمد على امتلاك قدرات تجزئة ديناميكية ومع ذلك يمكن استيعاب مجموعات التكامل بالنسبة للبيانات المجزأة لكل من الطول الثابت والطول المتغير تغير ثابت وعلى سبيل المثال جدول واحد قد يحتوى على بيانات حركة المرور وجدول أخر قد يحتوى على بيانات عيوب الرصف وجدول ثالث قد يحتوى على بيانات عن تاريخ الرصف وجدول رابع قد يحتوى على بيانات عن تكاليف الرصف وجدول خامس قد يحتوى على بيانات عن الظروف البيئية المحيطة بالرصف ويمكن كذلك إنشاء شرائح جديدة بشكل تبادلي أو تحديث الشرائح القائمة وذلك قبل تنفيذ التجزئة الديناميكية مع جداول السمة المناسبة على سبيل المثال قد يتم إنشاء شرائح جديدة تستند إلى استعلامات السمة مع مجموعتين من البيانات حيث من المتوقع أثناء العمل أن يصل المتوسط السنوي لحركة المرور اليومية (AADT) أكبر من ١٠٠٠٠ سيارة / يوم وتصل المستويات القياسية في الأداء (IRI) أكبر من (٤) والشكل رقم (١٢٦) يوضح ديناميكية الانقسام



الشكل رقم (١٢٦) يوضح ديناميكية الانقسام

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة أنظمة التشغيل)

(١) نظام جرد سجل قاعدة البيانات (DBRIS) Database Record Inventory System

١	يتم جرد شامل لنظام الطرق
٢	يتم جرد سجل قاعدة النظام
٣	النظام يحتوى على معلومات حول (شبكة الطرق – الهياكل داخل الدولة – الواقع الفعلي)
٤	الحفاظ على نظام جرد سجل برمجيات قاعدة البيانات (IDMS)
٥	إعادة تصميم البيانات الموجودة على قاعدة البيانات الافتراضية ويكون أكثر نظم المعلومات الجغرافية متوافق
٦	تخزين البيانات في نظام قاعدة الجرد ويتم على النحو التالي (طول الرصف – عرض الرصف – متوسط المرور اليومي – متوسط المرور السنوي – أسم الشارع (الطريق) – نوع سطح الطريق – حالة الكتف (الطبان) – حالة السطح – حالة الصرف – حركة المرور العام – حركة الأشخاص – الحد الأقصى للسرعة) ويعتبر ذلك هو بيان للسجل الموثق للرصف بالنسبة لإدارة قواعد البيانات . والشكل التالي يوضح نظام جرد سجل قاعدة البيانات

(٢) نظام رسم الخرائط (MDS) Maps Draw System

يستخدم خرائط الطرق وخرائط النقل وخرائط المرور ويتم رسم الخرائط بمقياس رسم مناسب للعمل وكذلك يتم تحديث الخرائط الموجودة مع ضرورة إسقاط على الخرائط جميع الأعمال المدونة بقاعدة النظام لسجل الجرد مع توضيح كل عنصر من عناصر الرسم واعتبار أن كل عنصر من هذه العناصر يمثل رقماً قياسياً في قاعدة البيانات

(٣) نظام معلومات تاريخ الرصف (PDIS) Pavement Date Information System

لابد من توفير المعلومات عن تاريخ الرصف المحلى لشبكة الطرق العامة مع ضرورة أن تشمل البيانات الواردة ما يلي :-

١	نوع سطح الرصف (يحدد الأصل وإعادة التأهيل والطبقة الإضافية)
٢	سمك الرصف (يحدد الأصل وإعادة التأهيل والطبقة الإضافية)
٣	تكلفة إعادة التأهيل وبناء الطريق

ولابد على مصمم الرصف تحديد موقع التغييرات التي تحدث في نوع سطح الرصف وتاريخ المشروع وحجم حركة المرور ومكوناتها والتصنيف الوظيفي وأنشطة الصيانة في برنامج إدارة الرصف وجمع البيانات القائمة وقواعد البيانات الأخرى ويشار بذلك على الخريطة ويرافقه وصف حرفي مكتوب متوسط المقاطع

(٤) نظام عيوب الرصف (PDS) Pavement Distress System

جمع بيانات حالة شدة عيوب الرصف ويتم ذلك من خلال نظام ألي عن طريق تصوير سطح الرصف بكاميرا رقمية بنظام الفيديو ومعالجة الصور باستخدام البرامج التالية

١	برنامج مؤشر التشوهات السطحية (SDI)
٢	برنامج مؤشر خشونة سطح الرصف (RCI)
٣	برنامج مؤشر الانزلاق (SN)

ويتم جمع عيوب التخدد وعيوب الخشونة ووضعهم في مستويات قياسية في الأداء (IRI) في الوقت المناسب وذلك باستخدام السيارة المجهزة لذلك بسرعة تصل إلى ٩٠ كم /ساعة في حين يتم جمع ما تبقى من عيوب لسطح الرصف (الشروخ والحفر والرقع والتكسير والانزلاق ونزف الاسفلت) بنظام القطاعات حيث يتم تقسيم سطح الرصف إلى قطاعات طولية تصل طول كل قطعة إلى ١٠٠ متر ويتم إستخدام السيارة المعدة لذلك بسرعة تصل إلى دقيقة في مسافة ٣ إلى ١٠ أمتار

(٥) نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية (RDBMS)

١	يتطلب هذا النظام التكنولوجيا والقضايا ذات العلاقة
٢	يتطلب هذا النظام اختيار قاعدة بيانات تتضمن تجزئة قدرات ديناميكية
٣	يتطلب هذا النظام واجهه نظام المعلومات الجغرافية
٤	يتطلب هذا النظام وظيفة للقدرة

(٦) نظام المعلومات الجغرافية (GIS) Geographic Information System

١	وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية لقاعدة البيانات لتتفاعل مع قاعدة بيانات علائقية ودعم قدرات التجزئة الحيوية
٢	وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية لقاعدة البيانات لبرمجيات نظم المعلومات مثل برنامج (ARCINFO)

(٧) نظام تحليل البيانات (DAS) Data Analysis System

١	تحليل البيانات يسمح بتحويل البيانات بين مختلف مصادر البيانات باستخدام تجزئة
٢	تحديد مصادر البيانات وهي (سجل قاعدة البيانات – تاريخ معلومات الرصف – بيانات العيوب) ويمكن أن تكون البيانات المجمعة أو المصنفة تبعاً للذي يستخدم مصدر البيانات
٣	يجب وضع قواعد تحويل البيانات عن كل بند من بنود البيانات للسماح للتحليل الثابت من البيانات على سبيل المثال بيانات عيوب الرصف (١٠٠متر أقسام الاختبار) --- بيانات عيوب التخدد (تتم من عقد السلامة ذات الصلة)
٤	هناك اعتبارات أخرى في تحليل البيانات هي الاختلافات في دقة جمع البيانات من حيث الموقع والسمة والزمن

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة التنفيذ والصيانة)

(١) التنفيذ لقاعدة بيانات برنامج إدارة الرصف

قاعدة بيانات برنامج إدارة الرصف (PMP) تتكون من جزءين

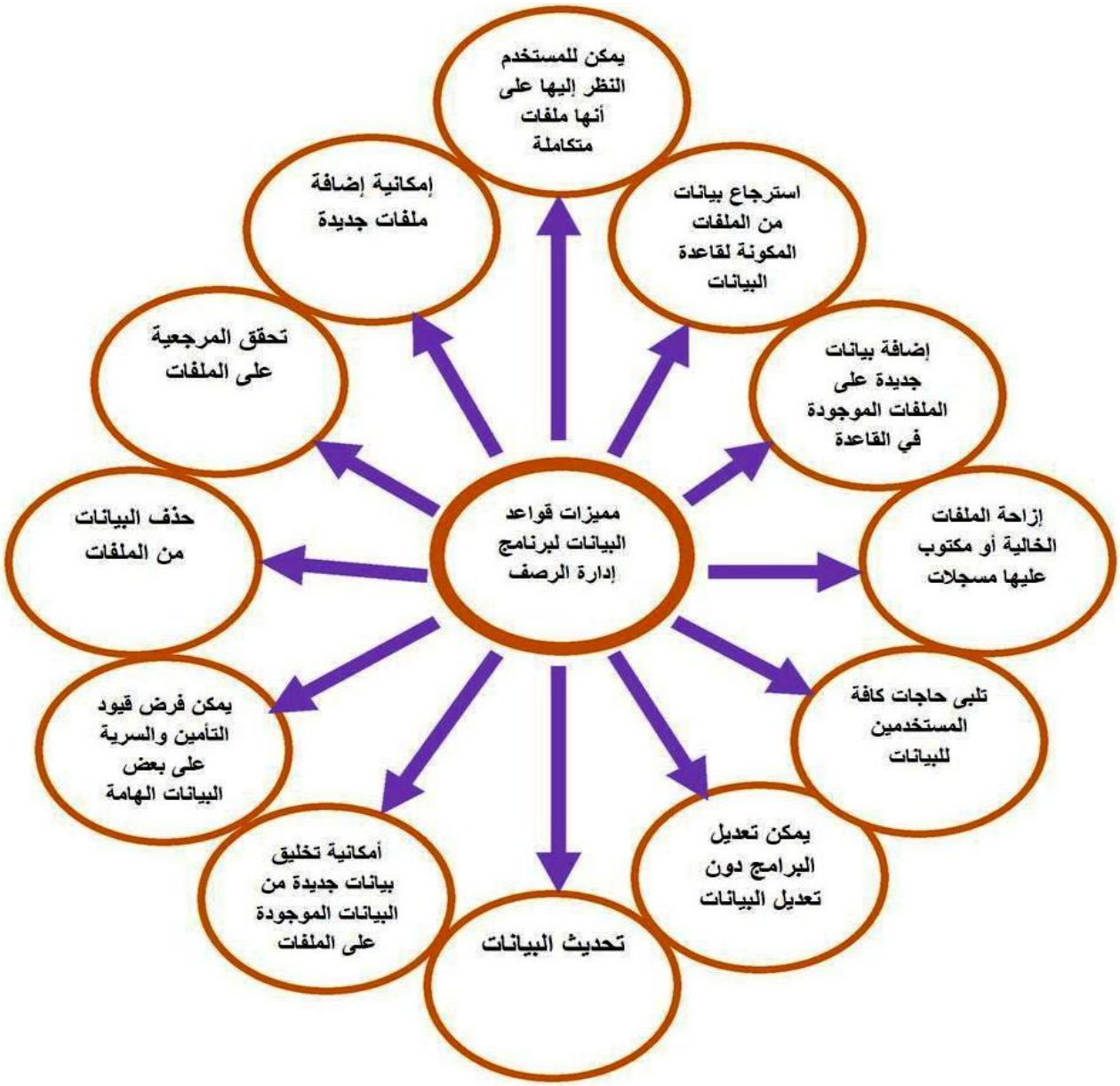
١	العلاقة مع القدرات الديناميكية ونظم المعلومات الجغرافية لدمج البيانات الفردية العناصر في خرائط للعرض والتفسير
٢	التكامل مع قواعد بيانات مكانية أخرى

ومع ذلك سيكون غير عملي للبدء في إعداد نماذج تصميم لقواعد البيانات وخطة التنفيذ قبل الفهم الكامل لأدوات البرمجيات المتاحة وتحديد تلك العملية أكثر للتطبيق وبعد تحديد أدوات البرمجيات المحددة يمكن للمهندس السير في إجراء خطوات التنفيذ اللاحقة وهى (إنشاء قاعدة البيانات – تعبئة قاعدة البيانات – تحليل ومعالجة البيانات – صيانة قاعدة البيانات – تقديم البيانات وتبادلها)

(٢) صيانة البيانات

صيانة البيانات هي عملية هامه جداً لكل من دمج قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الرصف (PMP) ووظائف قاعدة البيانات نفسها مع قواعد البيانات الأخرى وتشمل عملية صيانة البيانات تحديث قاعدة البيانات للتغيرات التي تحدث بالطريق والتغيرات في الطريق هي (سجل قاعدة معلومات الطريق – بيانات شدة العيوب بالطريق – بيانات سنوية عن معلومات تحديث تاريخ الرصف – تحديث رقم الطريق)

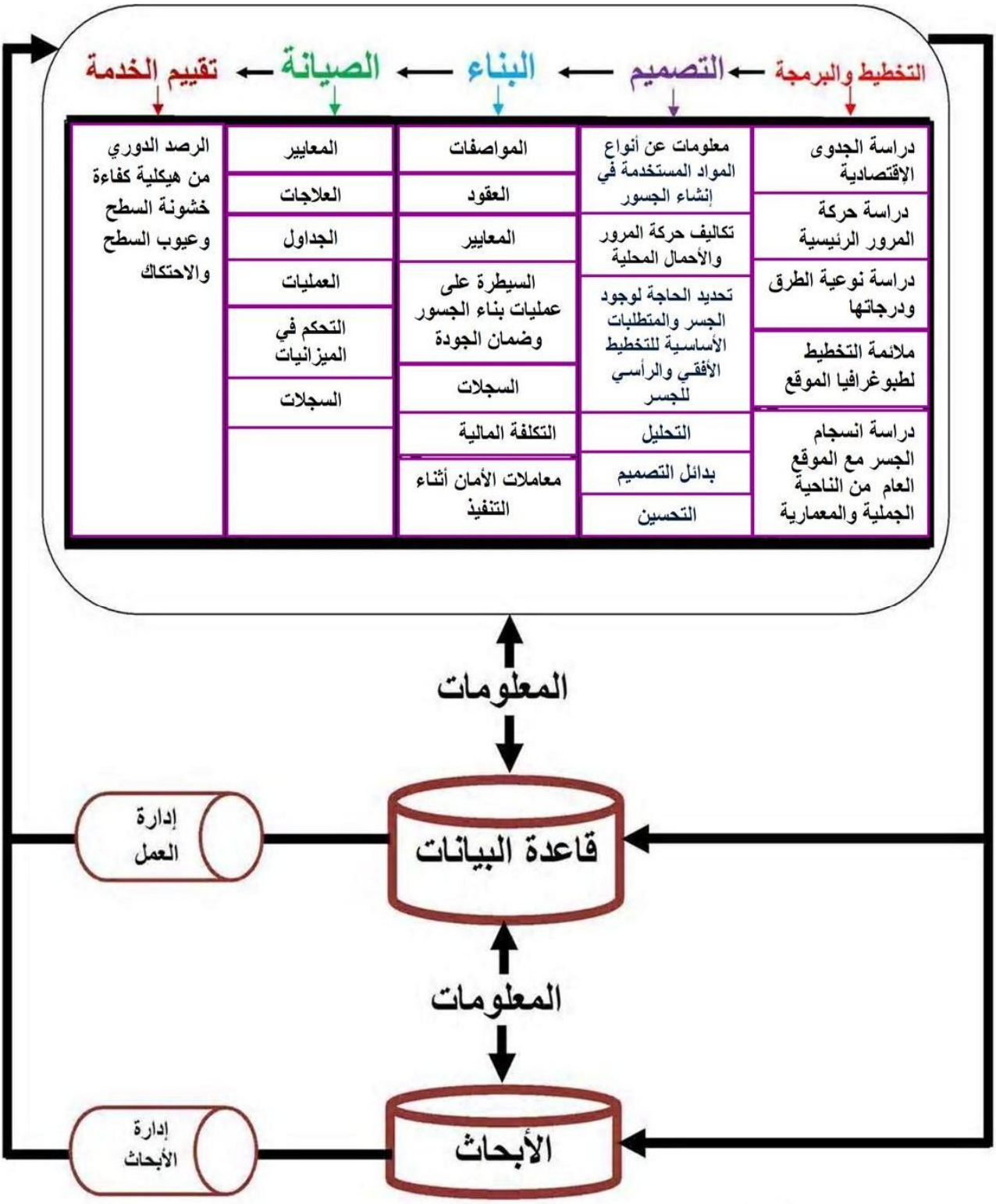
(٦) مميزات قواعد البيانات لبرنامج إدارة الرصف



الشكل رقم (١٢٧) يوضح مميزات قواعد البيانات لبرنامج إدارة الرصف

(٢/٧/٢) نظام إدارة الجسور (BMS)
Bridges Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملا لشبكة الجسور وينظم العمل ويوفر الوقت والجهد وذلك لاعتماده على الأسس والمفاهيم الهندسية البحتة كما يوفر النظام بيانات تعكس حالة الشبكة الحالية مع القدرة على تخزين البيانات التاريخية والتي تساعد على توقع برامج الصيانة المستقبلية وتعتبر الجسور هي وسيلة لاستمرارية الطرق عبر المجارى المائية أو الطرق العمودية عليها حيث يتم توفير ممر واضح للمركبات والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الجسور (BMS)



الشكل رقم (١٢٨) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الجسور (BMS)

(١/٢/٧/٢) فلسفة نظام إدارة الجسور

Philosophy of Bridges management system

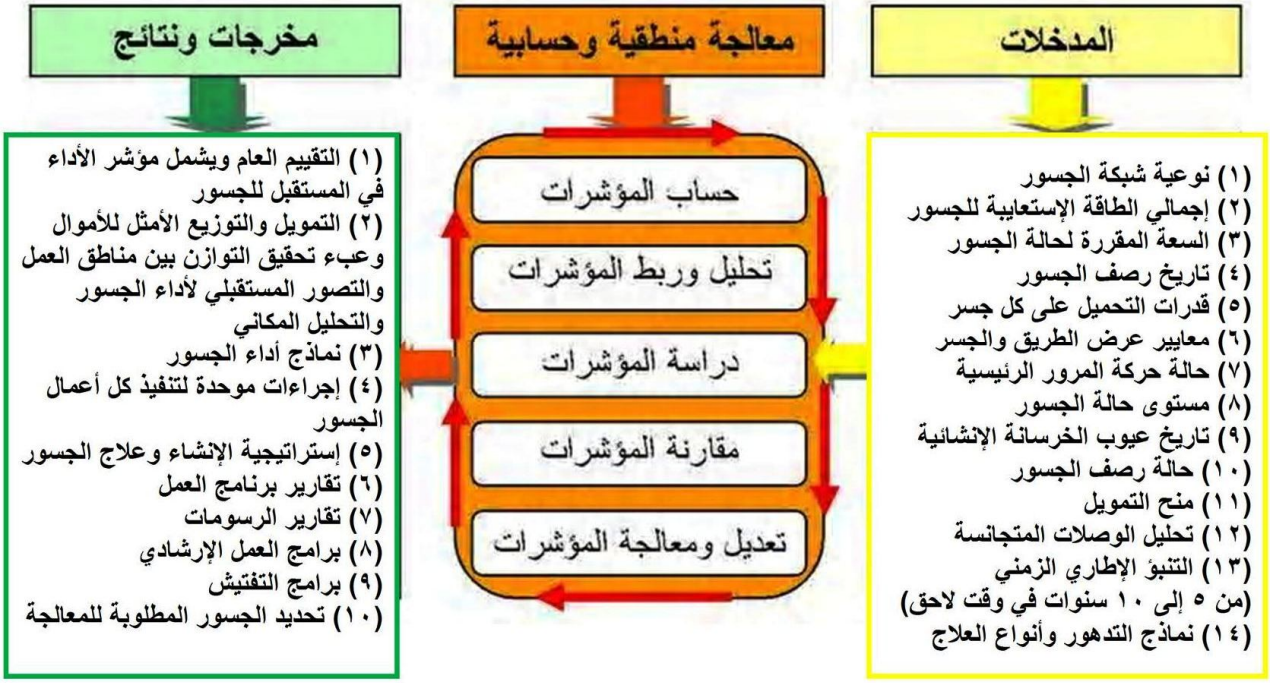
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط إحتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة لشبكة الجسور وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة الجسور إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الجسور والحماية القصوى للبيئة والجسور والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث ويعتبر نظام إدارة الجسور هو وسيلة لتصنيف عيوب الجسور(الشروخ الخرسانية) وعيوب الرصف (الشقوق والأخاديد) والتوصية بأساليب لإعادة تأهيل الجسور والرصف وتحديد أولويات أعمال إعادة التأهيل وفقا لخطورة هذه العيوب ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة شبكة الجسور 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 الجسور حيث يعمل هذا النظام من خلال إستخدام الوسائل الحسابية العلمية على تخطيط وتنفيذ كافة الأعمال المتصلة بإصلاح وصيانة الجسور كما يساعد متخذي القرار في إدارة الجسور من خلال (١) تحديد حالة الجسور (٢) تحديد احتياجات الصيانة (٣) إعداد قائمة بأولويات الإصلاح والصيانة (٤) تحديد البدائل الاقتصادية (٥) متابعة حالة الجسور

(٢/٢/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة الجسور

Analysis of performance indicators Bridges Condition

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر الشروخ الخرسانية Structural Adequacy Index (SAI)	هو مؤشر يحدد نوعية العيوب الإنشائية التي تظهر على الجسور من شروخ وتأكل وتشوه وإنحناء عناصر المنشأ التي تحدث فيها الشروخ الإنشائية وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة والمتابعة
٢	مؤشر القدرة الإنشائية Structural Adequacy Index (SAI)	هو مؤشر لقدرة الجسر على تحمل الأوزان المرورية المحتملة فإذا لم يكن الجسر بالكفاءة المطلوبة لتحمل هذه الأوزان ستحدث تغيرات في جسم الجسر وقد يتطلب نتيجة لذلك وضع حد أدنى لهذا المقياس
٣	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية
٤	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير شبكة الجسور على البيئة
٥	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات الجسور للمواصفات القياسية
٦	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل الجسور
٧	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة الجسور
٨	مؤشر حالة الرصف (PCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر عن حالة الرصف وحالة سطح الجسر وتأثير ذلك على حركة سير المرور على الجسر
٩	مؤشر أحمال الجسور (BLI)	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من شبكة الجسور 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 الجسور متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الجسور واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

(٣/٢/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة الجسور
Data Processing Bridges management system



الشكل رقم (١٢٩) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة الجسور

(٤/٢/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة الجسور
Integrated system for Bridges management system

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 حالة الجسور وكذلك تقييما علميا لحالة الجسور وما يرتبط بها من احتياجات للصيانة ووضع برامج الأولويات ضمن الاعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف عدد هذه الجسور وبالتالي تزداد أطوال شبكة الجسور بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة الجسور وصيانتها بهدف المحافظة على شبكة الجسور بحالة جيدة من خلال مراقبتها وتقييمها بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وصيانتها بفاعلية لأطول مدة ممكنة وبأقل التكاليف وكذلك تحسين نوعية وجودة البيانات التي يتم جمعها وتخزينها وإدارتها وإستخدامها في تحليل نظام إدارة الجسور وتحديد أولويات الإحتياجات الحالية والمستقبلية وإستخدام البرامج في تقدير مستقبل مستويات التمويل في الشبكة بالإعتماد علي حالة الجسر المستقبلية والمتوقعة والتكاليف المقابلة لإصلاحها أو إستبدالها

(٥/٢/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة الجسور
The objectives of the integrated system for Bridges management system

١	تحديد الحالة وحركة المرور وحمولة التقييم الإستيعابى وذلك من خلال فحص كل الجسور والسعة المقررة لحالة المرور وأحمال الطاقة الاستيعابية
٢	تحديد الجسور التي تحتاج معالجة وذلك من خلال فحص الجسور وتحديد ذات الحالة السيئة والضيقة والغير قوية التي لاتكفى تحمل حركة المرور العالية الخارجية والتي يمكن معالجتها بإستراتيجيات العلاج البديل والإصلاح بالتدعيم والتقوية والإزدوجية والتوسيع أو الإستبدال
٣	وضع الجسور المقترحة للعلاج في ترتيب الأولويات الإقتصادية لضمان أن يتم التعامل مع الجسور
٤	تحديد أفضل إستراتيجية للعلاج الأكثر إقتصادياً للجسور
٥	ترتيب الجسور في ترتيب أولى والتأكد من أن الأموال تنفق في أفضل طريقة
٦	إعداد الإجراءات القياسية لنشاط الجسور

(٦/٢/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة الجسور Bridges Management System (BMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System (IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة الجسور)

(١) مرحلة قاعدة البيانات

وفيها يتم تسجيل الجرد لكل الجسور ويشمل نظام للمعلومات الإدارية وقاعدة بيانات لجميع الجسور الموجودة على شبكة الطرق العامة وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة الجسور (Bridges Inventory) وأهمها تصنيف وتسمية وترقيم الجسور وتاريخ إنشائها وسمك الطبقات المكونة للجسور والمواد الداخلة في إنشائها وإصلاحها وحجم المركبات التي تستخدمها ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

أ	وصفا تفصيليا لكل جزء من أجزاء الشبكة	
	١	الموقع ورقما خاصا لهذا الجزء يميزه عن بقية أجزاء الشبكة
	٢	الطول والعرض وعدد الحارات
	٣	سماكات طبقات الرصف ونوع كل منها
	٤	خصائص طبقة الخرسانة الإنشائية للجسر
	٥	الأحجام المرورية والأوزان المحورية للشاحنات
ب	حالة الجسر (النماذج التحليلية المستخدمة)	
	١	تقدير حالة الجسر طبقاً للأحمال المحلية
	٢	النواحي البيئية المؤثرة على الجسر مثل الأمطار
	٣	الأهمية الإستراتيجية للجسر
	٤	المعايير الهندسية مثل الأحمال ونوعية الإنشاء وتاريخه والأحجام المرورية والحد الأقصى للسرعة وطول وعرض الجسر والخلوص أسفله
	٥	معايير السلامة مثل عرض الطريق عند مدخل الجسر ومسافة الرؤيا والإضاءة وعدد الحوادث
	٦	حالة الجسر ومكوناته مثل طرق الإقتراب والمنشأ العلوي والمنشأ السفلي والدعامات والعمر الإفتراضي للجسر
	٧	ويمكن إعداد قائمة بأولويات الصيانة سنوياً وعلى مدى ١٠ سنوات قادمة بما يحقق أفضل مردود إقتصادى
ج	أعمال الصيانة السابقة (تقارير الصيانة)	
	١	نوع الصيانة
	٢	تكلفة أعمال الصيانة
	٣	تاريخ عمل الصيانة

(٢) مرحلة تعريف شبكة الجسور

يستخدم مصطلح "شبكة" في BMS للتعبير عن مجموعة من الجسور ترتبط مع الطرق العامة نظراً لان الجسور هي وسيلة لاستمرارية الطرق عبر المجارى المائية أو الطرق العمودية عليها حيث يتم توفير ممر واضح للمركبات مع إختصار المدة الزمنية للإشارة الضوئية في التقاطعات المزدحمة والسماح لحركة الناس والبضائع في الإستفادة من الإستراتيجية الفعالة للجسور وتنقسم شبكة الجسور إلى أجزاء صغيرة تشكل الشبكة الكلية

(٣) مرحلة التصنيف الوظيفي لشبكة الجسور

تشمل شبكة الجسور ثلاثة أنواع رئيسية هي شبكة الجسور من حيث الإستخدام وشبكة الجسور من حيث مواد البناء وشبكة الجسور من حيث الشكل وترتبط سرعة حركة المرور على الجسور طبقاً للسرعة المحددة للطرق الواقع عليها هذه الجسور			
١	شبكة الجسور من حيث الإستخدام		
	جسور سيارات ومشاة	جسور سكك حديدية	جسور خطوط الأنابيب
٢	شبكة الجسور من حيث مواد البناء		
	جسور خرسانية (مصبوبة بالموقع سابقة الصب -- مصبوبة بالموقع سابقة الإجهاد -- سابقة الصب و سابقة الإجهاد) جسور معدنية (الجمالونات المعدنية – الكمرات المعدنية – المعدنية المعلقة) جسور خرسانية ومعدنية (الخرسانة المعلقة – الخشبية المعدنية – الحجرية)		
٣	شبكة الجسور من حيث الشكل		
	جسور مستقيمة ظهرية Deck Straight Bridge جسور منحنية ظهرية Deck Skew Bridge جسور مستقيمة نفقية Through Straight Bridge جسور منحنية نفقية Through Skew Bridge		

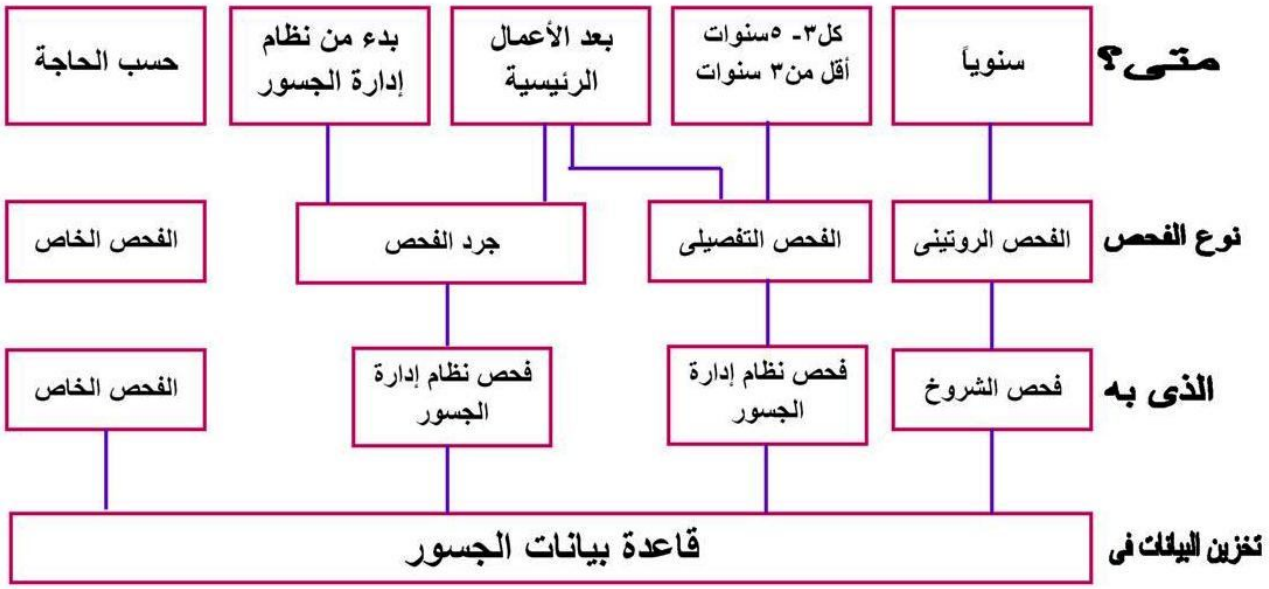
(٤) مرحلة بيانات الأداء

إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل في نظام "BMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات لذا فمن المهم جدا أن تعكس البيانات الموجودة في نظام إدارة الجسور الحالة الفعلية للجسور ولهذا يجب تحديث البيانات وخاصة بيانات الأداء (حالة الجسور) بصورة دورية أو بعد كل صيانة ويتم تقييم حالة الشبكة باستخدام الأساليب التالية

١	حساب دليل حالة الجسور (Bridge Condition Index-BCI) وهو مقياس رقمي يتراوح من (صفر) إلى (١٠٠) حيث يعبر الرقم (١٠٠) عن وضع ممتاز لحالة الجسور ويستخدم هذا النظام للكشف عن العيوب الموجودة في جسم الجسر وبأخذ هذا النظام بعين الاعتبار ليس فقط نوع العيب وإنما أيضاً شدته وكثافته تمهيداً لحساب حالة الشبكة بشكل دوري لتقدير حاجات الجسور من عمليات الصيانة والإصلاح
٢	تحليل مستوى الشبكة
٣	تحليل مستوى العناصر

وتمثل هذه البيانات مؤشرات خاصة تعكس القيمة الناتجة منها الحالة والأداء لجزء محدد في شبكة الجسور أو الشبكة ككل لذلك تسمى مؤشرات الأداء (Performance Indicators)

(٥) مرحلة فحص الجسور



الشكل رقم (١٣٠) رسم تخطيطي يوضح عملية فحص الجسور

وفيها يتم عرض لأهم العناصر التي يتم فحصها من الجسور واهم الملاحظات والعيوب التي يتم التركيز عليها أثناء الفحص

(أ) العناصر الخرسانية

وفحص العناصر الخرسانية يتم أما بالفحص البصري أو باستخدام بعض الاختبارات الفيزيائية ومن العيوب التي يمكن ملاحظاتها بالفحص البصري هي وجود الشروخ – بقع الصدأ (Rust stains) ويجب علي القائم بأعمال الفحص إدراك انه ليست كل الشروخ تتساوى في أهميتها فالشروخ تنقسم الي نوعين

١	شروخ إنشائية والتي تنشأ نتيجة لأعباء التحميل (DL + LL) ويجب أن تسترعي الانتباه
٢	شروخ غير إنشائية وهي عادة تنشأ من التمدد الحراري والانكماش وهي شروخ لا تعبر عن مقدرة العناصر الإنشائية ولكن يجب تسجيلها لأنها قد تؤدي في بعض الأحيان الي مشاكل تستلزم إجراء الصيانة لها

بقع الصدأ والتي تكون موجودة علي سطح الخرسانة تعد واحدة من العلامات الدالة علي وجود صدأ بحديد التسليح والذي تنتج عنه تقص مقاومته وكذلك نقص التماسك (bond) بينه وبين الخرسانة ومن الاختبارات الفيزيائية التي تجري أثناء الفحص اختبار الطرق الصوتي (hammer sounding) ويستخدم في الكشف عن المساحات من الخرسانة التي لاتصدر صوتا رنانا عند الطرق عليها وبالتالي تحدد الأجزاء الخرسانية الرخوة (Delamination) وهي أجزاء يجب إزالتها وهي تحدث غالبا في الأجزاء الخارجية من الخرسانة أو الغطاء الخرساني لحديد التسليح وسببه الرئيسي حدوث تمدد أو صدأ لحديد التسليح نتيجة لاقتحام الكلوريدات أو الأملاح وطريقة الطرق الصوتي غير عملية في المساحات الكبيرة وفي هذه الحالة تستخدم طريقة سلسلة الجذب (drag Chain) لتجديد الأماكن المتجانسة من الخرسانة بدقة معقولة وهي طريقة سريعة وغير مكلفة وهناك طرق أخري للفحص ذات تقنية متقدمة مثل الاختبارات المتلفة وغير المتلفة (destructive and nondestructive tests) يتم استخدامها أيضا لفحص العناصر الخرسانية مثل اختبار الكور (اختبار متلف) و طريقة الارتداد لتحديد مقاومة الخرسانة والباكوميتر لتحديد مكان التسليح (اختبارات غير متلفة)

(ب) العناصر المعدنية

ومن العيوب الشائعة في العناصر المعدنية – الصدأ – الشروخ – الاجهادات الزائدة

١	الصدأ وعادة اكثر الإتلاف الذي يدرك في العناصر المعدنية يكون من الصدأ ويجب تسجيل أماكن وسبب واتساع الصدأ لاستخدامه في حساب تقديرات الصيانة أخذه كمقياس لمنع اقل إتلاف في المستقبل
٢	الشروخ وعادة تنشأ عند الوصلات بمناطق نهاية اللحام أو الأماكن المؤكسدة المتآكلة من العنصر وعندئذ تزداد عبر القطاع حتي يحدث الانهيار له وهناك بعض الشروخ المهمة تحدث في الكباري المعدنية من جراء الأحمال المتكررة (fatigue cracking) يمكن أن يتسبب في الانهيار المفاجئ ويؤدي إلى الكوارث ويمكن اكتشاف الشروخ بالفحص البصري بعد تنظيف أسطح تلك الأجزاء جيدا أو باستخدام بعض الاختبارات مثل فحص الصبغة المخترقة (dye-penetrant) لتحديد مكان وعرض الشروخ
٣	الاجهادات الزائدة وعلامات الإتلاف الناتجة من الاجهادات الزائدة هي الاستطالة اللدنة (yielding) او تناقص مساحة مقطع القطاع (necking) في عناصر الشد وحدوث التواء (buckling) في العناصر المضغوطة
٤	اصطدام المركبات يؤدي الي نقص بالقطاع وحدوث شروخ وتشوهات شكلية

وهناك بعض الاختبارات ذات تقنية متقدمة تستخدم لفحص العناصر المعدنية ومن هذه الاختبارات غير المتلفة – اختبار علم الإصدار الصوتي لتحديد منشأ الشروخ – اختبار المسح بالكمبيوتر لتصور ووصف العيوب الداخلية – اختبار الموجات فوق الصوتية للكشف عن الشروخ في الأماكن المسطحة الملساء

(ج) كراسي الارتكاز (Bearing)

تصنف كراسي الارتكاز في الكباري إلي نوعين معدني (Metal) - ومطاطي (Elastomeric) وأحيانا تتوقف كراسي الارتكاز المعدنية عن الحركة المقررة لها ولا تعمل كما لو كانت متجمدة ويحدث هذا لعدة أسباب منها – الصدأ – عوائق ميكانيكية في الحركة – وجود عوائق للحركة من حصى وحطام وهذه الكراسي المتجمدة الحركة ينتج عنها بعض الأضرار للكوبري مثل حدوث انحناء أو التواء وعدم استقامة واستواء العناصر الخرسانية ومن العيوب الأخرى الممكن حدوثها بكراسي الارتكاز المعدنية - فقدان الترابط بين الأجزاء – حدوث شروخ بأماكن اللحام – والصدأ علي سطح الانزلاق – ارتكاز اللوح السفلي علي جزء من القاعدة وحدوث انحناء بالمفاتيح العرضية ومن العيوب التي تتوقع في كراسي الارتكاز من النوع المطاطي حدوث نتوءات كبيرة بالحشو - حدوث انفلاق وانشقاق بين لوحي القاعدة ونقص التماسك بينهما. علي القائم بأعمال الفحص أن يكون مدركا لأهمية حالة كراسي الارتكاز وان يضع التوصيات والقياسات الصحيحة التي تجعل كراسي الارتكاز تعمل علي نحو دقيق ومن الواضح أن تلف كراسي الارتكاز يؤثر علي عناصر إنشائية أخرى مع الوقت لذلك فان إصلاح هذا التلف يمكن اعتباره من الأعمال الوقائية

(د) الفواصل (seals Joint)

الفواصل في الكباري لها فائدة أساسية وهي إتاحة عملية التمدد والانكماش للجزء العلوي من الكوبري بالإضافة إلي تيسير الانتقال السلس من الطريق إلي سطح الكوبري ويحدث الإتلاف في الفواصل نتيجة حركة وتأثير المركبات الدائم عليها – الزيادات الكبيرة والغير متوقعة في درجات الحرارة – تجمع الأتربة والمخلفات بها والتلف الذي يحدث من حركة المركبات وتجمع المخلفات بها تؤدي اقتلاعها إن تمزقها أو جذب وتلف مسامير التثبيت لها. أما في حالة الارتفاع الكبير في درجات الحرارة فيحدث انهيار للتماسك بين الفاصل وسطح الكوبري ويؤدي إلي اقتلاع الفاصل .

الفواصل المستخدمة في الكباري تنقسم من حيث الصناعة إلي فواصل مفتوحة وفواصل مغلقة.

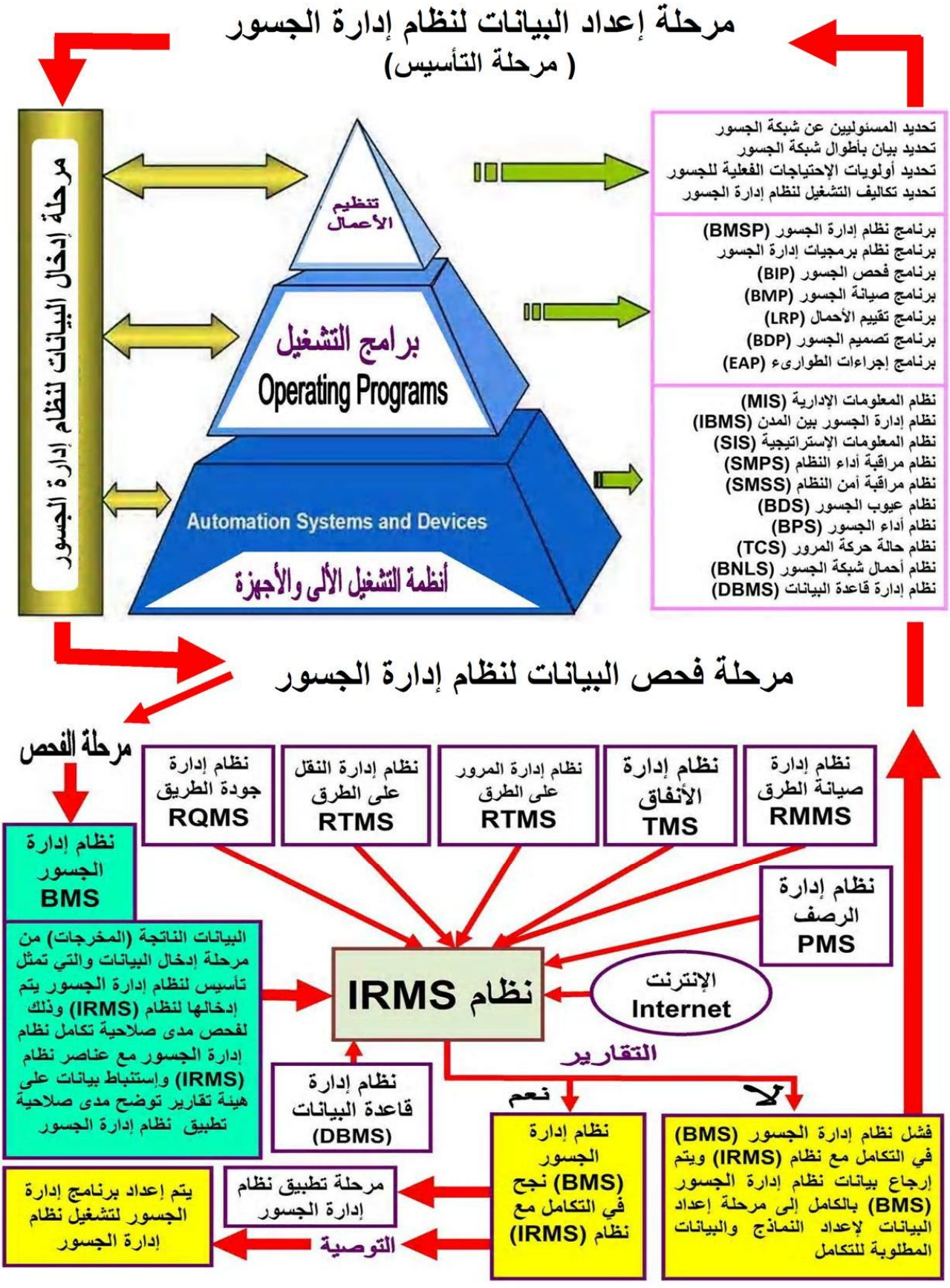
الفواصل المفتوحة تسمح بتساقط المياه والأتربة من خلالها وقد تودي إلي حدوث أضرار بكراسي الارتكاز

الفواصل المغلقة لا تسمح بتساقط المياه والمخلفات من خلالها وقد تكون فواصل مضغوطة – منصهرة – فواصل منزلقة – أو شرائح مغلفة وأي إتلاف يحدث في مادة الفاصل يسبب دخول الماء إلي ارتكاز الفاصل وتلفه وتجميع الأتربة بداخلة وقد يتسبب في توقف حركة التمدد والانكماش للكوبري وحدوث شروخ بالعناصر الإنشائية وبالتالي يحدث زيادة تأثر الكوبري بالمركبات وتقليل قدرته في تحمل الأحمال الحية بكفاءة

(٦) مرحلة تقارير الفحص والتفتيش للجسور

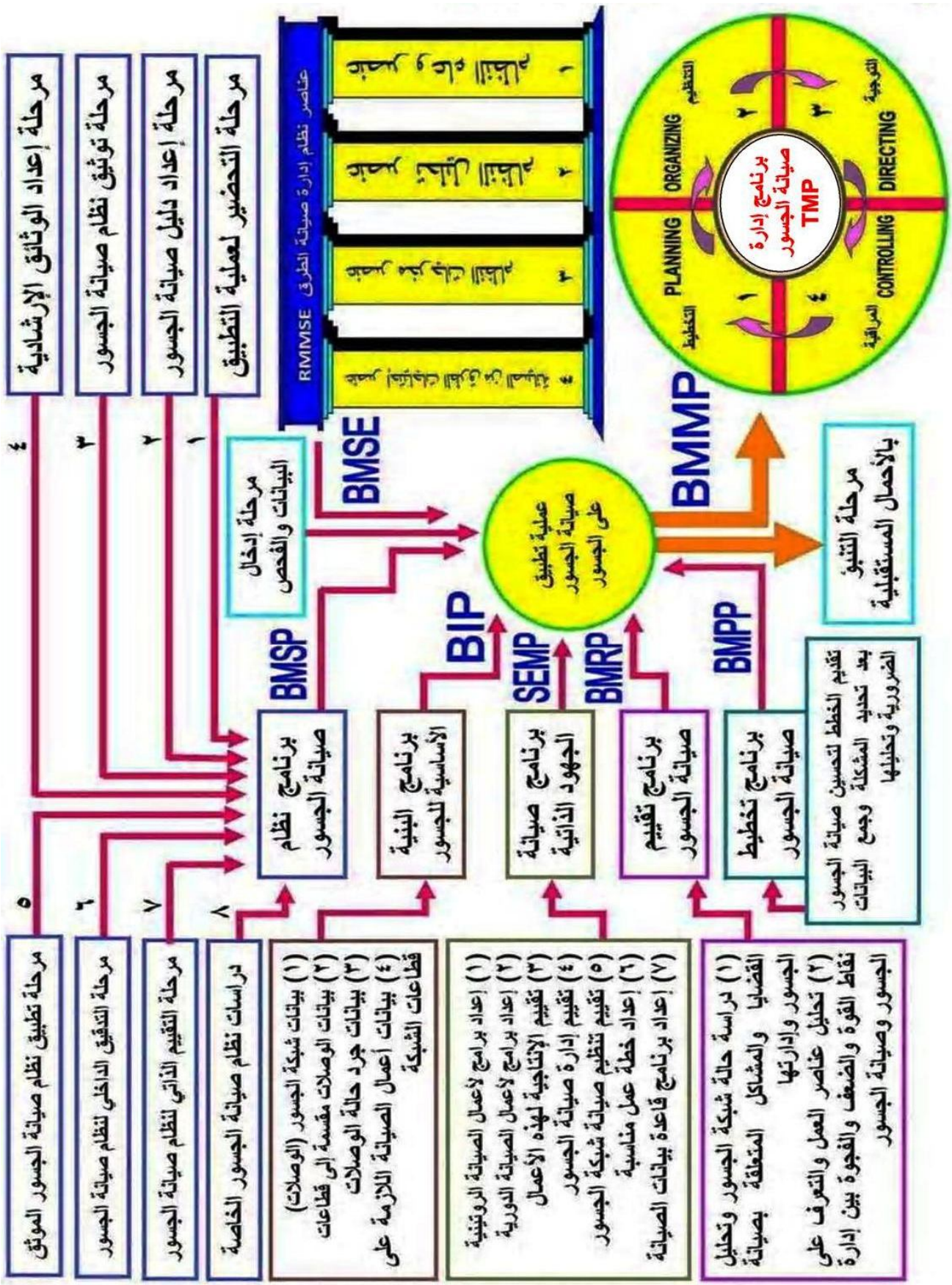
تساهم تقارير الفحص في تثبيت وترسيخ تاريخ أي كوبري كما تفيد في تقدير قيم متطلبات الإصلاح واحتياجات الصيانة للكباري ويجب أن تعد هذه التقارير بطريقة مفصلة ومحددة تحديدا كاملا وان يتم توصيف أي عيوب أو مشاكل بدقة كافية بحيث يتمكن أي مهندس في المستقبل من مقارنة نسبة زيادة التأثر للكوبري بالإضافة إلى ذلك يجب أن يشتمل التقرير جميع مكونات وعناصر الكوبري وأي ملاحظات هامة مثل سرعة التحميل – أو تحميل غير عادي – ارتفاع مؤشر المياه – وجود إعاقات مرورية – وجود أعمال مجاورة – وجود إصلاحات أو ترميمات تمت منذ فترة قريبة كما يجب ذكر أي تعديل في الأبعاد قد ينتج من أعمال صيانة سابقة وتعتبر الصور الفوتوغرافية والرسومات من اكثر الطرق فعالية في وصف أي عيوب أو مشاكل في العناصر المختلفة وفي نهاية التقرير يعطي بعض التوجيهات العملية لمنع حدوث تلك العيوب بالكوبري مستقبلا وكذلك ينص علي التوصيات الخاصة بتوصيف نوع الصيانة المطلوبة وحساب تقديرات المواد اللازمة

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



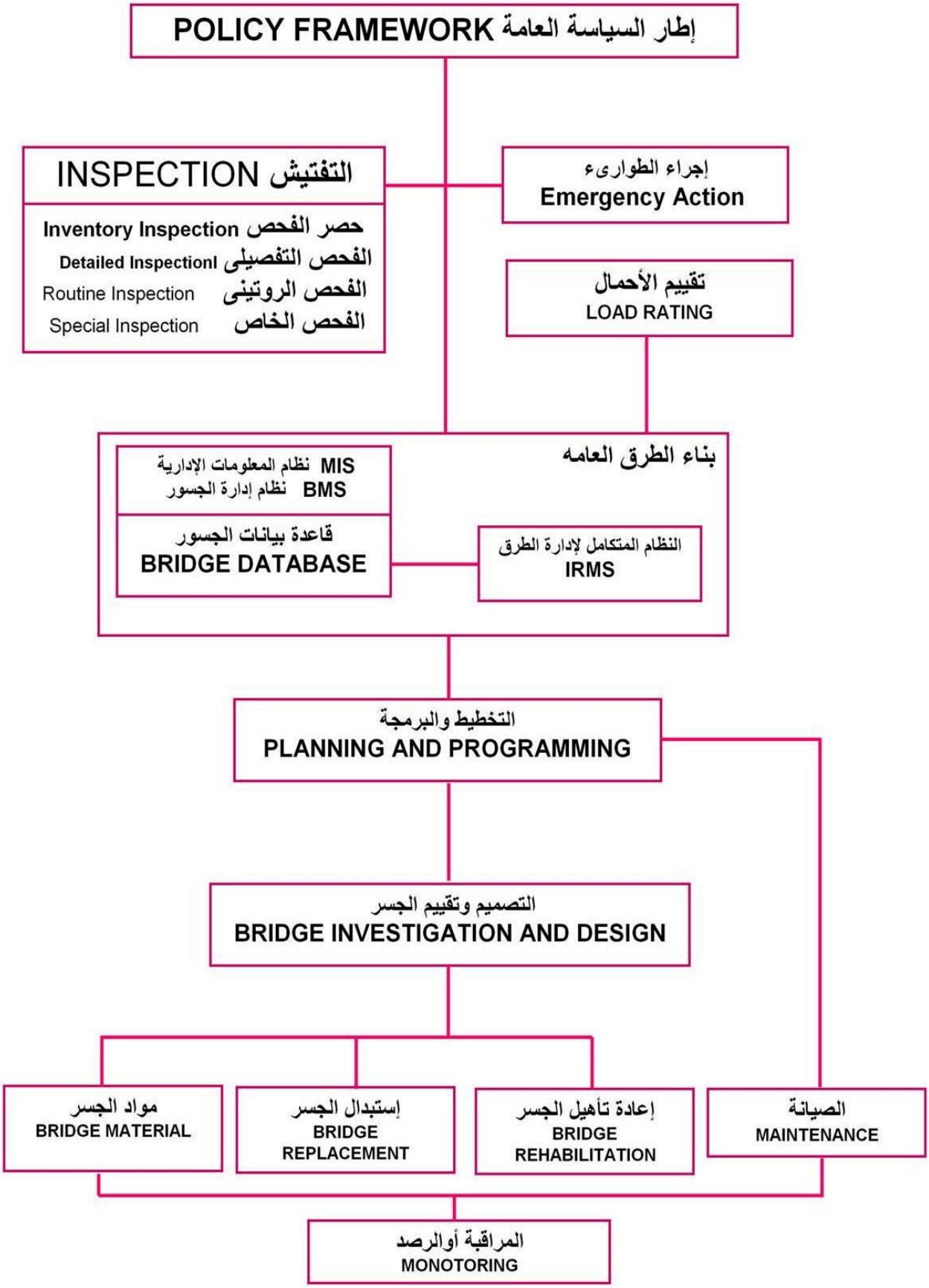
الشكل رقم (١٣١) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الجسور

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



الشكل رقم (١٣٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الجسور

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية)



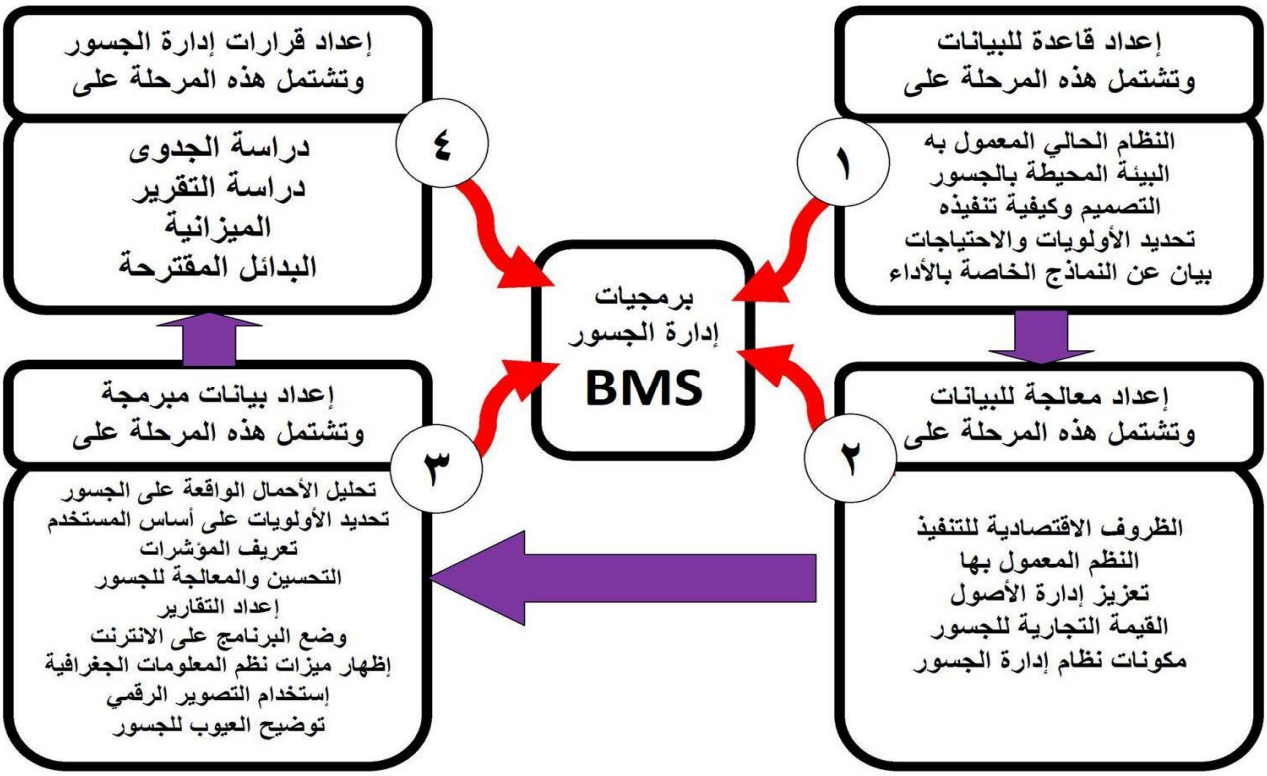
الشكل رقم (١٣٣) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية

(٧/٢/٧/٢) برنامج إدارة الجسور (BMP) Bridge Management Program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الجسور

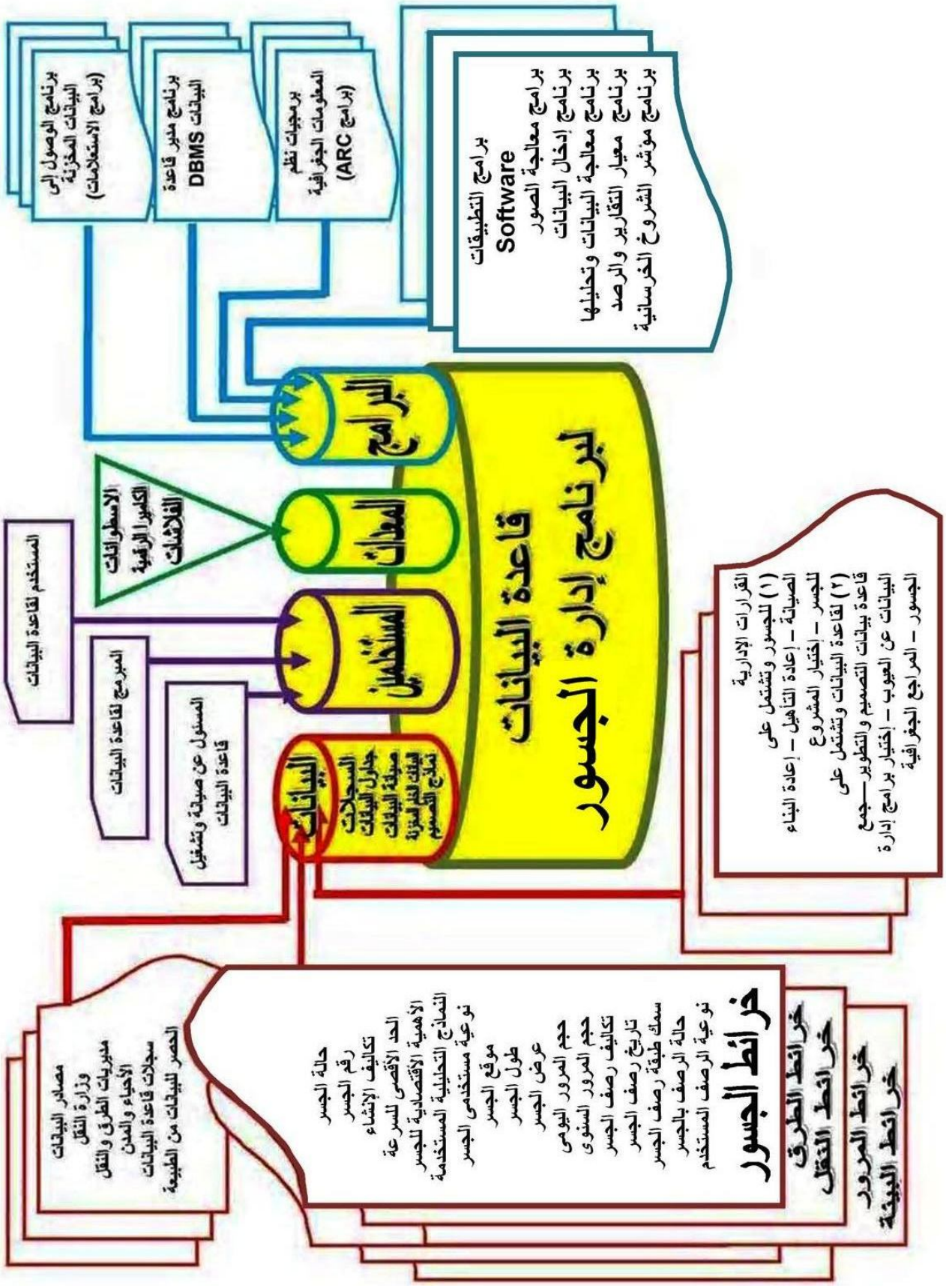
الشكل رقم (١٣٤) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الجسور

(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة الجسور



الشكل رقم (١٣٥) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة الجسور

(٣) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الجسور (BMPDB)
Bridge Management Program Database



الشكل رقم (١٣٦) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الجسور

(٤) إجراءات تصميم قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الجسور

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة جمع البيانات)

١	إعداد المدخلات الأساسية والتي تشمل تعريفات قياس الأداء والمعايير وسعر الخصم والتضخم وغيرها من المعايير الإقتصادية الأساسية وتعريفات أداء الشبكة الفرعية وأحوال الشبكة الحالية
٢	إعداد عناصر الحالة وتعريفات العمل وعناصر جدوى العمل والتطبيق وعناصر التدهور والتكلفة والمنفعة وتكلفة المستخدم والتكاليف غير المباشرة والجدوى الإقتصادية والمستوى من الخدمة
٣	تعريف البرنامج أهداف الأداء في تحديد إختيار الشبكة الفرعية وتحديد أولويات الأهداف في تحديد الجسور والتصفية وفرز الجسور على أساس جهة الإشراف والأداء المالي والتوقع والاحتياجات المحتملة
٤	عملية إعداد برامج الفحص والتفتيش وتتم فى نهاية كل سنه بصفة روتينية ويستخدم فيها دليل نظام المعلومات الإدارية ودليل نظام إدارة الجسور ودليل نظام إدارة الميزانية ودليل نظام إدارة الجسور بين المدن ودليل البرمجة والتخطيط بالنسبة لنظام إدارة الجسور بين المدن
٥	عملية فحص قوائم الجرد فى بداية نظام إدارة الجسور ويستخدم فيها دليل فحص نظام إدارة الجسور ومعدات التفتيش
٦	عملية فحص البيانات المخزنة بعد الأعمال الرئيسية وتتم بعد إنشاء جسر جديد أو إعادة تأهيل ويستخدم فيها سيارة ودليل فحص نظام إدارة الجسور
٧	عملية الفحص التفصيلي وهى تقييم لحالة الجسر وكل العناصر تفصيلياً مع تحديث البيانات المخزنة بصفة دورية وتحويل الصور من بيانات ورقية إلى بيانات رقمية وإعداد ملفات بذلك ويستخدم فيها دليل فحص نظام إدارة الجسور
٨	عملية الفحص الروتيني وتتم كل سنه وفيها يتم تقديم تقارير فنية عن جودة الصيانة وحالات الطوارئ والإصلاحات العاجلة وإرسالها إلى إدارة قواعد البيانات ويستخدم فيها دليل فحص نظام إدارة الجسور
٩	عملية إدخال بيانات الفحص بعد مراجعتها بجهاز الكمبيوتر إلى قاعدة بيانات نظام إدارة الجسور المركزية

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة التخطيط والبرمجة)

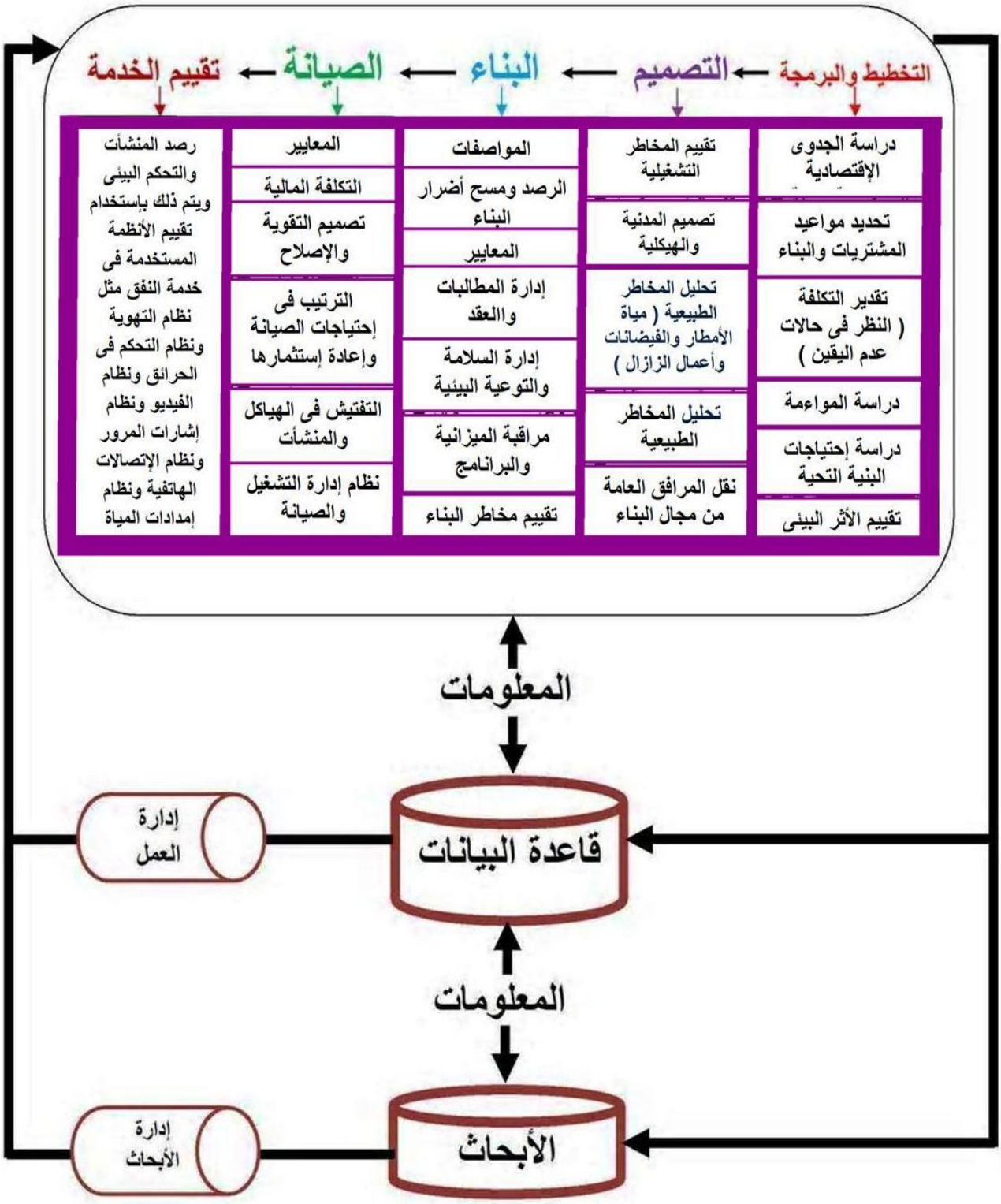
١	عملية تشغيل الحاسب الألى المركزي لنظام إدارة الجسور ونظام المعلومات الإدارية ونظام إدارة الجسور بين المدن لمراجعة قاعدة بيانات الجسور وجميع البرامج اللازمة لعملية تخطيط نظام إدارة الجسور المكونة للبرمجة ويجب أن يتم العمل بصفة يومية من أجل التخطيط والسيطرة على جميع أنشطة الجسور
٢	عملية إستعراض سياسات التخطيط والسياسات المتعلقة بالتنمية الوطنية والمحلية وسياسات النقل البرى وسياسات إدارة الجسور والأولويات ووضع المعايير والتقارير وإدخال ذلك بإدارة قواعد البيانات
٣	عملية تشغيل برنامج الفحص للجسور وتتضمن إعداد برامج إرشادية للتخطيط على المدى الطويل وإقتراح برنامج لتنفيذ عمليات التفتيش الخاصة
٤	عملية إستعراض للمشاكل الناتجة من تقارير التفتيش الخاص والفحص التفصيلي وتتم بعد إدخال البيانات الي كمبيوتر نظام إدارة الجسور
٥	عملية بيانات مباحث موقع الجسور وتتضمن موقع الجسر وأنواع الخوازيق الأولية وعرض المجرى المائي وإرتفاع سطح السفينة (أسفل الجسور الجديدة)
٦	عملية تقديم التقارير عن إمكانية تنفيذ الجسر من البيانات المجمعة والمخططة
٧	عملية جمع البيانات الإضافية للتصميم وتشمل التحميل وموقع المحاجر وبيانات سقوط الأمطار
٨	عملية إعداد إستراتيجيات العلاج وتعتبر العلاجات البديلة للتقييم الإقتصادي
٩	عملية تقييم العلاج وتتم بتحليل العلاج بإستخدام نظام إدارة الجسور ونظام المعلومات الإدارية لتحديد العلاج الأمثل لكل جسر
١٠	عملية التصنيف وفيها يتضح أداء مكانتها الإقتصادية على الجسور المقترحة
١١	عملية تحديث قاعدة البيانات وفيها يتم تحديث نظام إدارة الجسور ونظام المعلومات الإدارية للمشاريع الجارية والميزانية اللازمة لهذه الجسور فى العام المقبل بالإضافة الي كل مشاريع الجسور التي تتم لأسباب إجتماعية أو سياسية
١٢	عملية إدخال الميزانية المتاحة وتحديد البرامج للسنة التالية
١٣	إعداد البرنامج النهائي للإستبدال وإعادة التأهيل مع إستعراض البرنامج السنوي

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة التنفيذ)

١	متابعة عملية تنفيذ الجسور والإبلاغ عن الجسور قيد الإنشاء والجسور الجاري لها إعادة تأهيل من خلال نظام المعلومات الإدارية مع تحديث التقارير فى نهاية كل شهر
٢	مراجعة تحليل وتقييم برامج مشاكل الجسور

(٣/٧/٢) نظام إدارة الأنفاق (TMS)
Tunnels Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملا لشبكة الأنفاق وينظم العمل ويوفر الوقت والجهد وذلك لاعتماده على الأسس والمفاهيم الهندسية البحتة كما يوفر النظام بيانات تعكس حالة الشبكة الحالية مع القدرة على تخزين البيانات التاريخية والتي تساعد على توقع برامج الصيانة المستقبلية وتعتبر الأنفاق هي وسيلة لاستمرارية الطرق عبر المجارى المائية أو الطرق العمودية عليها حيث يتم توفير ممر واضح للمركبات والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الأنفاق (TMS)



الشكل رقم (١٣٧) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة الأنفاق (TMS)

(١/٣/٧/٢) فلسفة نظام إدارة الأنفاق

Philosophy of Tunnels management system

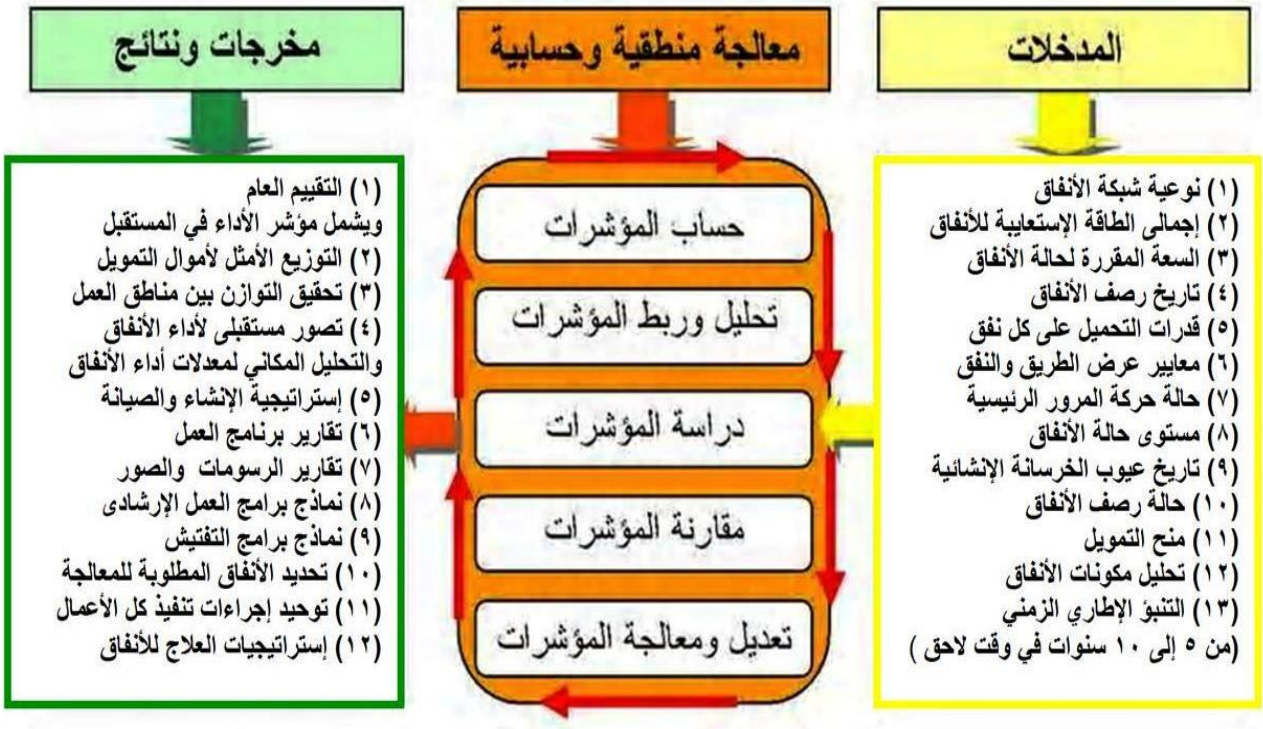
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من الصيانة و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط إحتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة لشبكة الأنفاق وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة الأنفاق إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي الأنفاق والحماية القصوى للبيئة المحيطة بالأنفاق والرصف وحركة سير المرور وإدارة متكاملة للأزمات لمنع وقوع الحوادث والحرائق ويعتبر نظام إدارة الأنفاق هو وسيلة لتصنيف عيوب الأنفاق (الشروخ الخرسانية والتهوية والإضاءة) وعيوب الرصف (الشقوق والأخاديد) والتوصية بأساليب لإعادة تأهيل الأنفاق والرصف وتحديد أولويات أعمال إعادة التأهيل وفقا لخطورة هذه العيوب ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة شبكة الأنفاق 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 الأنفاق حيث يعمل هذا النظام من خلال إستخدام الوسائل الحسابية العلمية على تخطيط وتنفيذ كافة الأعمال المتصلة بإصـلاح وصيانة الأنفاق كما يساعد متخذي القرار في إدارة الأنفاق من خلال (١) تحديد حالة الأنفاق (٢) تحديد احتياجات الصيانة (٣) إعداد قائمة بأولويات الإصلاح والصيانة (٤) تحديد البدائل الاقتصادية (٥) متابعة حالة الأنفاق

(٢/٣/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة الأنفاق

Analysis of performance indicators Tunnels Condition

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر الشروخ الخرسانية Structural Adequacy Index (SAI)	هو مؤشر يحدد نوعية العيوب الإنشائية التي تظهر على الأنفاق من شروخ وتأكل وتشوه وإنحناء عناصر المنشأ التي تحدث فيها الشروخ الإنشائية وتكون طريقة الكشف من خلال التصوير باستخدام الأجهزة والمتابعة
٢	مؤشر القدرة الإنشائية Structural Adequacy Index (SAI)	هو مؤشر لقدرة النفق على تحمل الأوزان المرورية المحتملة فإذا لم يكن النفق بالكفاءة المطلوبة لتحمل هذه الأوزان ستحدث تغيرات في جسم النفق وقد يتطلب نتيجة لذلك وضع حد أدنى لهذا المقياس
٣	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية
٤	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير شبكة الأنفاق على البيئة
٥	مقياس مطابقة المواصفات (CSI)	تقييم مدى مطابقة مواصفات الأنفاق للمواصفات القياسية
٦	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل الأنفاق
٧	مقياس حالة الصيانة (MCI)	يعبر هذا المقياس عن مدي الكفاءة التشغيلية طبقا للمعلومات المتعلقة بأعمال الصيانة مع الأخذ في الاعتبار معدلات الصيانة ونوعيتها لشبكة الأنفاق
٨	مؤشر حالة الرصف (PCI) Pavement condition index	يعبر هذا المؤشر عن حالة الرصف وحالة سطح النفق وتأثير ذلك على حركة سير المرور على النفق
٩	مؤشر أحمال الأنفاق (TLI) Tunnels loads Index	ويفيد هذا المؤشر في تحديد الإحتياجات الفعلية المستقبلية والحالية من شبكة الأنفاق للتغطية الشاملة
	مؤشر أداء الأنفاق (TPI) Tunnels Performance Index	وهو مؤشر يحدد مدى كفاءة أداء النفق بالنسبة لأنظمة الأمن والسلامة وخدمات الطوارئ ودراسة النهج المتوقع فى تصميم مشروع النفق وتحديد المعايير المقبولة لنهج إدارة المخاطر فى تصميم العناصر والتفاعل بين مختلف مكوناتها وتأثير الجمع بين مجموع العناصر وأثر ذلك على التصميم والوثائق المطلوبة للتأكد من أن جميع النظم تعمل بشكل مناسب قبل بدء تنفيذ عملية بناء النفق
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 الأنفاق متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة الأنفاق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

(٣/٣/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة الأنفاق
Data Processing Tunnels management system



الشكل رقم (١١٩) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة الأنفاق

(٤/٣/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة الأنفاق
Integrated system for Tunnels management system

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 حالة الأنفاق وكذلك تقييما علميا لحالة الأنفاق وما يرتبط بها من احتياجات للصيانة ووضع برامج الأولويات ضمن الاعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف عدد هذه الأنفاق وبالتالي تزداد أطوال شبكة الأنفاق بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة الأنفاق وصيانتها بهدف المحافظة على شبكة الأنفاق بحالة جيدة من خلال مراقبتها وتقييمها بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وصيانتها بفاعلية لأطول مدة ممكنة وبأقل التكاليف

(٥/٣/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة الأنفاق
The objectives of the integrated system for Tunnels management system

١	تحديد الحالة وحركة المرور وحمولة التقييم الإستيعابى وذلك من خلال فحص كل الأنفاق والسعة المقررة لحالة المرور وأحمال الطاقة الإستيعابية
٢	تحديد الأنفاق التي تحتاج معالجة وذلك من خلال فحص الأنفاق وتحديد ذات الحالة السيئة والضيقة والغير قوية التي لا تكفى تحمل حركة المرور العالية الخارجية والتي يمكن معالجتها بإستراتيجيات العلاج البديل اوالإصلاح بالتدعيم والتقوية أو بالإستبدال
٣	وضع الأنفاق المقترحة للعلاج في ترتيب الأولويات الإقتصادية لضمان أن يتم التعامل مع الأنفاق
٤	تحديد أفضل إستراتيجية للعلاج الأكثر إقتصادياً للأنفاق
٥	ترتيب الأنفاق في ترتيب أولى والتأكد من أن الأموال تنفق في أفضل وسيلة لتطويرها وتحسينها
٦	إعداد الإجراءات القياسية لنشاط الأنفاق من التهوية والضوضاء وبرنامج مكافحة الحرائق وبرنامج الإضاءة

(٦/٣/٧) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة الأنفاق Tunnels Management System (TMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System(IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة الأنفاق)

(١) مرحلة قاعدة البيانات

وفيها يتم تسجيل الجرد لكل الأنفاق ويشمل نظام للمعلومات الإدارية وقاعدة بيانات لجميع الأنفاق الموجودة على شبكة الطرق العامة وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة الأنفاق (Tunnels Inventory) وأهمها تصنيف وتسمية وترقيم الأنفاق وتاريخ إنشائها وسمك الطبقات المكونة للأنفاق والمواد الداخلة في إنشائها وإصلاحها وحجم المركبات التي تستخدمها ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

أ	وصفا تفصيليا لكل جزء من أجزاء الشبكة	
	١	الموقع ورقما خاصا لهذا الجزء يميزه عن بقية أجزاء الشبكة
	٢	الطول والعرض وعدد الحارات
	٣	سماكات طبقات الرصف ونوع كل منها
	٤	خصائص طبقة الخرسانة الإنشائية للأنفاق
	٥	الأحجام المرورية والأوزان المحورية للشاحنات
ب	حالة النفق (النماذج التحليلية المستخدمة)	
	١	تقدير حالة النفق طبقاً للأحمال المحلية
	٢	النواحي البيئية المؤثرة على النفق مثل الأمطار والعواصف الترابية
	٣	الأهمية الإستراتيجية للنفق
	٤	المعايير الهندسية مثل الأحمال ونوعية الإنشاء وتاريخه والأحجام المرورية والحد الأقصى للسرعة وطول وعرض النفق والخلوص أعلى النفق
	٥	معايير السلامة مثل عرض الطريق عند مدخل النفق ومسافة الرؤيا والإضاءة وعملية تدفق الهواء وعدد الحوادث
	٦	حالة النفق ومكوناته مثل المنشأ العلوي والمنشأ السفلى ونوعية مواد تبطين النفق والعمر الإفتراضى للنفق
	٧	ويمكن إعداد قائمة بأولويات الصيانة سنوياً وعلى مدى ١٠ سنوات قادمة بما يحقق أفضل مردود إقتصادى
ج	أعمال الصيانة السابقة (تقارير الصيانة)	
	١	نوع الصيانة
	٢	تاريخ وتكلفة أعمال الصيانة

(٢) مرحلة تعريف شبكة الأنفاق

يستخدم مصطلح "شبكة" في TMS للتعبير عن مجموعة من الأنفاق ترتبط مع الطرق العامة نظراً لان الأنفاق هي وسيلة لاستمرارية الطرق عبر المجارى المائية أو أسفل خطوط السكك الحديدية أو أسفل تقاطعات الطرق الطولية والعرضية والتي لا يمكن تصميم فيها الجسور على الرغم من أن تكلفة إنشاء الجسور أقل من الناحية الإقتصادية وأسرع في التنفيذ من حفر الأنفاق التي تتطلب حماية أكبر للتربة بالإضافة إلى كلفتها من الناحية التصميمية وأنظمة تصريف مياه الأمطار التي يجب تزويدها للنفق وتغيير مسار الخدمات الأرضية كذلك أنظمة الإنارة التي تعمل على مدار ٢٤ساعة بها وبذلك لا تعد الأنفاق خياراً أفضل لمعالجة مشكلة الإختناقات المرورية على الرغم من أنه يتم توفير ممر واضح للمركبات مع إختصار المدة الزمنية للإشارة الضوئية في التقاطعات المزدحمة والسماح لحركة الناس والبضائع في الإستفادة من الإستراتيجية الفعالة للأنفاق وتنقسم شبكة الأنفاق إلى أجزاء صغيرة تشكل الشبكة الكلية

(٣) مرحلة التصنيف الوظيفي لشبكة الأنفاق

تشمل شبكة الأنفاق طبقاً لاستخدامها إلى أنواع رئيسية هي شبكة أنفاق القطارات و شبكة أنفاق الطرق و شبكة أنفاق المشاة و شبكة أنفاق المحطات الكهرومائية و شبكة أنفاق تزويد المياه وأنفاق مياه المجاري (الصرف الصحي) و شبكة أنفاق الخدمة وشبكة أنفاق التعدين وشبكة أنفاق الأعمال العامة وشبكة أنفاق النقل

١	شبكة أنفاق القطارات Railway Tunnels Network

تعد من أهم أنفاق النقل وتكثر عادة في المناطق الجبلية وتنفذ أحياناً للعبور تحت الأنهار أو لتجاوز المناطق السكنية المكتظة

٢	شبكة أنفاق المشاة Pedestrian Tunnels Network

ينتمي هذا النوع من الأنفاق إلى أنفاق الطرق لكن مقطعها العرضي أصغر لأنها غير مخصصة لمرور السيارات بل يستخدمها المارة وبالتالي ليس من الضروري أن تكون مقاطعها العرضية كبيرة أو ميولها الطولية صغيرة ويمكن أن تنتهي بأنفاق شاقولية تحتوي على مصاعد لنقل المارة من خلالها إلى سطح الأرض

٣	شبكة أنفاق النقل Transport Tunnels Network

الأنفاق في المدن المزدحمة للطرق والسكك الحديدية أو المرافق العامة - والأنفاق البديلة للجسور لعبور الملاحة دون عائق

٤	شبكة أنفاق الطرق Highway Tunnels Network

مع زيادة حركة السير على الطرق الرئيسية ومع تطور صناعة السيارات أصبح تنفيذ هذا النوع من الأنفاق لاختراق المناطق الجبلية أو تحت المجاري المائية (الأنهار) أو تحت الساحات والمناطق المكتظة ضرورة ملحة لتشكل استمراراً مباشراً للطرق
٥ شبكة أنفاق المحطات الكهرومائية Hydroelectric Plant Tunnels Network
يتم تحويل مياه الأنهار وتمريرها عبر أنفاق تصل عادةً بين خزان مياه عالي المستوى إلى محطة لتوليد الطاقة الكهربائية تقع في مستوى منخفض ُيصمم المقطع العرضي لهذه الأنفاق على شكل حذوة حصان أو دائري ليتحمل ضغط المياه العالي الناتج من الفرق الكبير بين مستوى المياه في الخزان ومستوى محطة توليد الطاقة
٦ شبكة أنفاق تزويد المياه Water Tunnels Network
تستخدم هذه الأنفاق لنقل مياه الشرب بالجريان الحر من الينابيع أو الأنهار إلى خزانات تجميع المياه في المدن وأنفاق لعبور المياه في عمق محدود مثل القنوات والأنهار وأحواض الميناء - وأنفاق لعبور الممرات المائية العميقة - والأنفاق الطويلة تحت الجبال - والأنفاق المغمورة
٧ شبكة أنفاق مياه المجاري (الصرف الصحي) Sewer Tunnels Network
تنفذ هذه الأنفاق لتصرف المياه الناتجة من الاستخدامات المختلفة (مياه عادمة) sewage وهي تشبه أنفاق التزويد بمياه الشرب ولكن يجب حماية جدران هذه الأنفاق بطلائها بمواد خاصة لأن المياه المصروفة تكون محمّلة عادةً بمواد عدوانية تؤدي إلى تآكل المواد المكونة لجدران الأنفاق
٨ شبكة أنفاق الخدمة (الأعمال العامة) Utility Tunnels Network
تنفذ هذه الأنفاق عادةً في المدن ليمرر فيها كابلات الطاقة والهواتف وأنابيب الماء و خطوط الغاز عبر مسافات طويلة ويمكن أن تتسع لمرور آلية أو سيارة من قياس معين تستخدم في أعمال الكشف عن الأعطال والصيانة
٩ شبكة أنفاق التعدين Mining Tunnels Network
تستخدم أنفاق التعدين أثناء استخراج معادن الخام وتمكّن العمّال أو الأجهزة من الدخول إلى عمق أماكن تواجد المعادن داخل الأرض وإن هذه الأنفاق أدت إلى استخدام التقنيات المماثلة كالأنواع الأخرى من الأنفاق ولكنّ كلفتها في البناء أقل وعلى أي حال إن أنفاق التعدين ليست أمنة كالأنفاق المصممة من أجل الاستخدام الدائم

(٤) مرحلة تقارير فحص الأنفاق

تعتمد كيفية بناء النفق بشدّة على المواد التي تساهم في بنائه وإن حفر النفق خلال أرض ناعمة على سبيل المثال يتطلّب تقنيات مختلفة جداً عن حفر نفق خلال الصخر الصلب أو الصخرة الناعمة مثل الطين ألصفيحي أو الطباشير أو الحجر الرملي وإن حفر نفق تحت الماء يشكل تحدّياً أكبر في كلّ البيئات ولهذا السبب إن التخطيط مهم جداً من أجل مشروع نفق ناجح إذ يقوم المهندسون بإجراء تحليل جيولوجي شامل لتقرير نوع المادّة التي سيحفرون النفق خلالها ويقيّمون الأخطار النسبية للمواقع المختلفة ويأخذون بعين الاعتبار العديد من العوامل وإن بعض العوامل الأكثر أهمية تتضمّن : -

- أنواع الصخرة والتربة
- الطبقات والمناطق الضعيفة يتضمن ذلك مناطق القصّ والشقوق
- المياه الجوفيّة يتضمن ذلك نمط التدفق والضغط
- أخطار خاصّة كالحرارة والغاز وخطوط الشق

ويتم فحص جميع المعدات والأنظمة المرتبطة برصد المحطة والسيطرة على حركة المرور والإتصالات والسلامة بما في ذلك

١	التهوية وتشمل (فحص المراوح والمواتير والدعائم ومجارى التهوية ورصد مدى الرؤية ورصد سرعة الهواء ومراقبة التهوية وفحص الفلاتر)
٢	الإضاءة وتشمل (فحص فوانيس النفق وضوابط الإضاءة والإضاءة في حالات الطوارئ)
٣	الصرف الصحي والمضخات والكشف عن الغاز والتهوية
٤	أنظمة السلامة من الحريق والاستجابة للطوارئ وأجهزة الإنذار وطفايات الحريق وحنفيات الحريق والخراطيم
٥	نظم التحكم في حركة المرور بما في ذلك الاتصالات وأجهزة التحكم عن بعد وعمليات الإغلاق ومراجعة دوائر التلفزيونات المغلقة والهواتف الداخلية والخارجية والطوارئ
٦	تشغيل النفق ونظم التحكم في المحطة وتشمل (مراقبة التحكم في المحطة وتسجيل البيانات ونظام القياس عن بعد)
٧	تزويد الطاقة الكهربائية وتوزيعها وتشمل (الكابلات – خطوط الربط الرئيسية ـ الأرضي ـ نظام الجهد العالي ـ نظام الجهد المنخفض ـ المولدات الاحتياطية ـ المفاتيح الكهربائية)
٨	مباني الخدمات وغرف المحطة ونظام الإضاءة بهم
٩	هيكلية النفق وتشمل (التبطين الإبتدائى والثانوي وتكسيه النفق والأسقف والحوائط والسدود والبوابات وأحواض الصرف الصحي وغرفة المحطة وتسرب المياه والمصارف وجارى المياه وفواصل التوسيع والدرابزين والحاجز والممرات

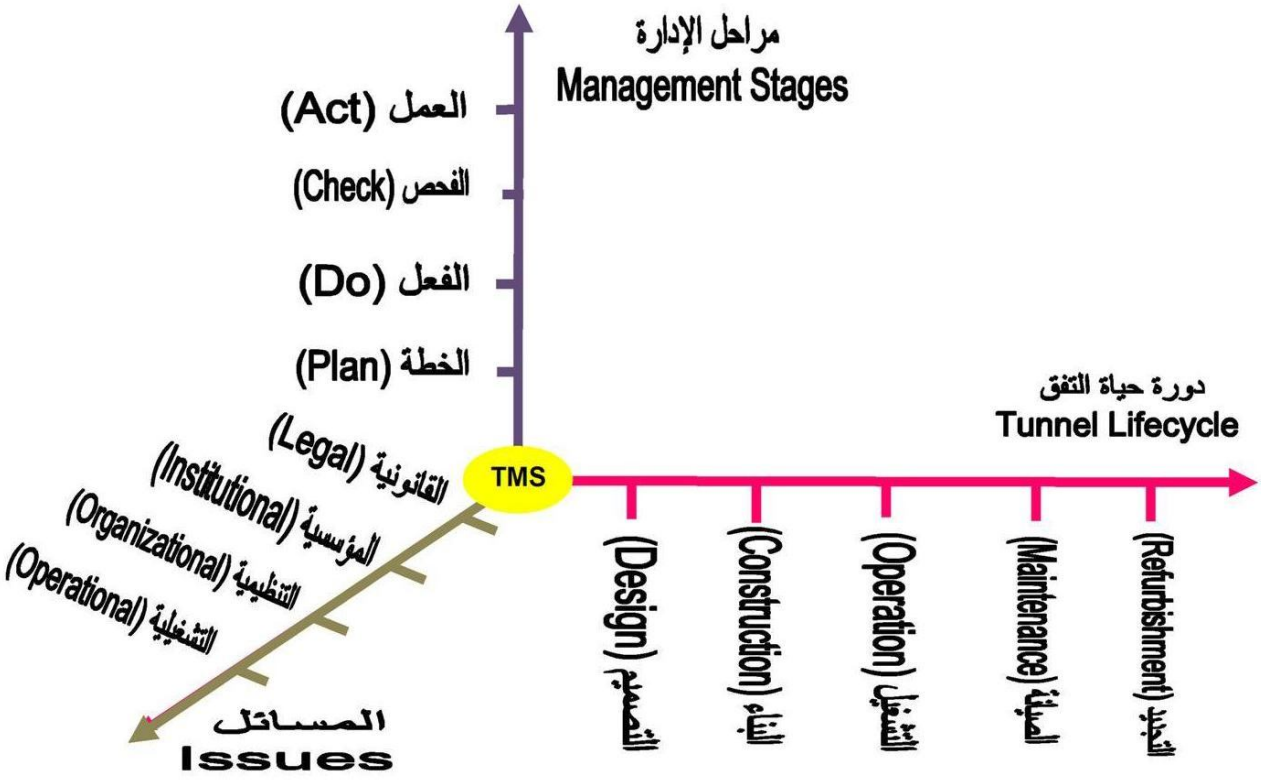
(٥) مرحلة بيانات الأداء

إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل في نظام "TMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات لذا فمن المهم جدا أن تعكس البيانات الموجودة في نظام إدارة الأنفاق الحالة الفعلية للأنفاق ولهذا يجب تحديث البيانات وخاصة بيانات الأداء (حالة الأنفاق) بصورة دورية أو بعد كل صيانة ويتم تقييم حالة الشبكة باستخدام الأساليب التالية

١	حساب دليل حالة الأنفاق (مؤشر حالة الأنفاق TCI) (Tunnels Condition Index) وهو مقياس رقمي يتراوح من (صفر) إلى (١٠٠) حيث يعبر الرقم (١٠٠) عن وضع ممتاز لحالة الأنفاق ويستخدم هذا النظام للكشف عن العيوب الموجودة في جسم النفق وبأخذ هذا النظام بعين الاعتبار ليس فقط نوع العيب وإنما أيضاً شدته وكثافته تمهيداً لحساب حالة الشبكة بشكل دوري لتقدير حاجات الأنفاق من عمليات الصيانة والإصلاح
٢	تحليل مستوى الشبكة The network Level Analysis
٣	تحليل مستوى العناصر Elements Level Analysis

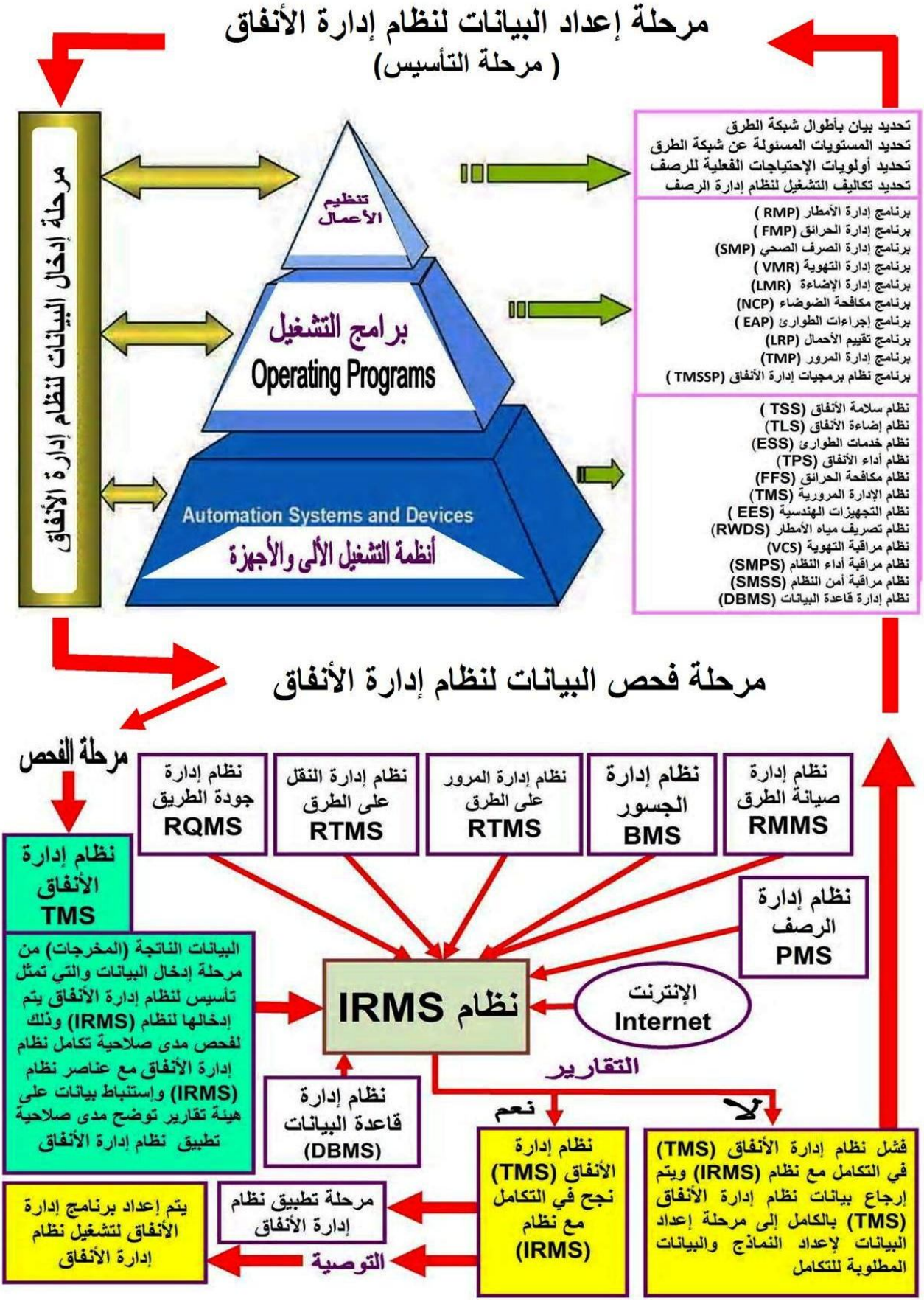
وتمثل هذة البيانات مؤشرات خاصة تعكس القيمة الناتجة منها الحالة والأداء لجزء محدد في شبكة الأنفاق أو الشبكة ككل لذلك تسمى مؤشرات الأداء (Performance Indicators)

(٦) مرحلة الرؤيا المتكاملة لإدارة سلامة الأنفاق



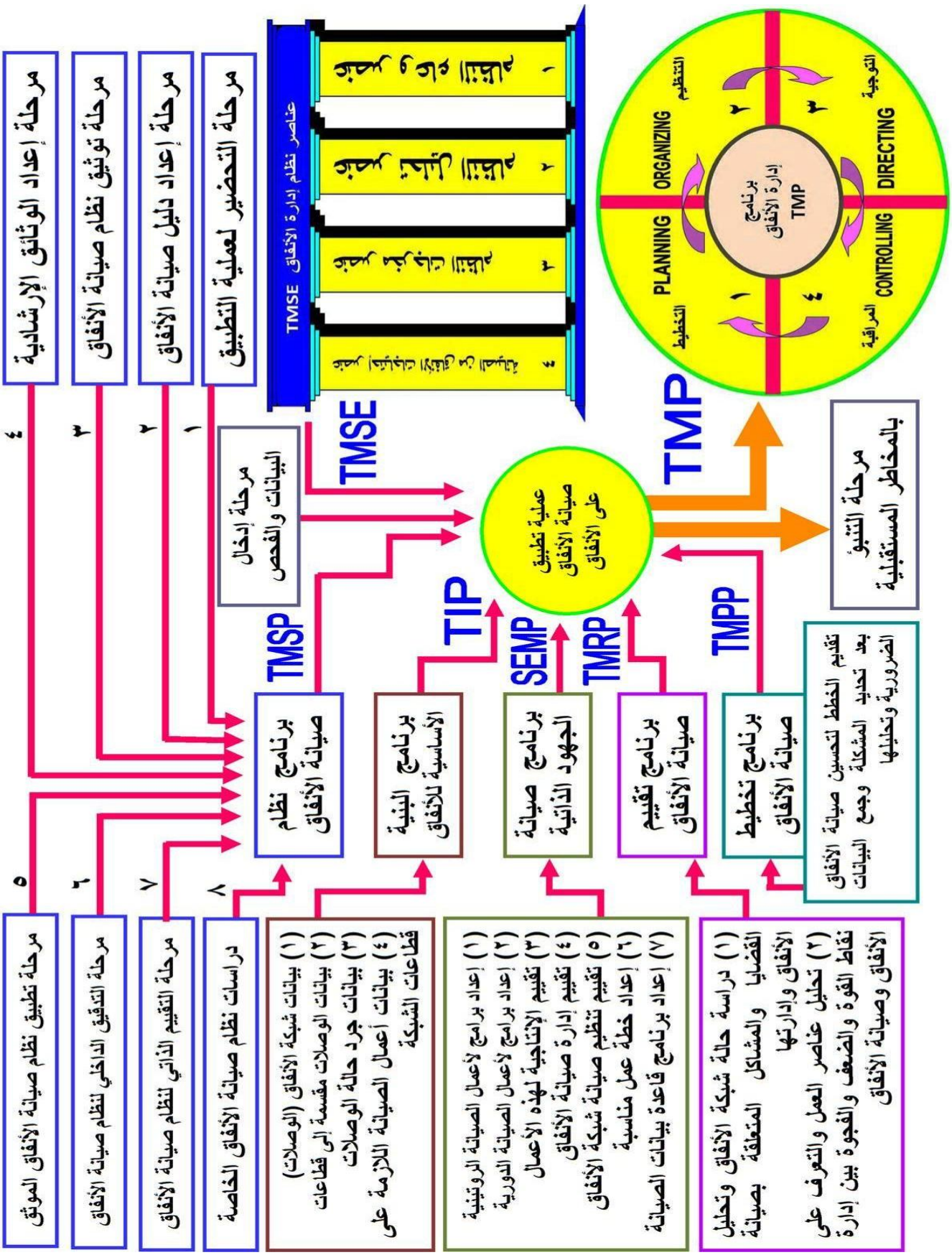
الشكل رقم (١٣٩) رسم تخطيطي يوضح الرؤيا المتكاملة لإدارة سلامة الأنفاق

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



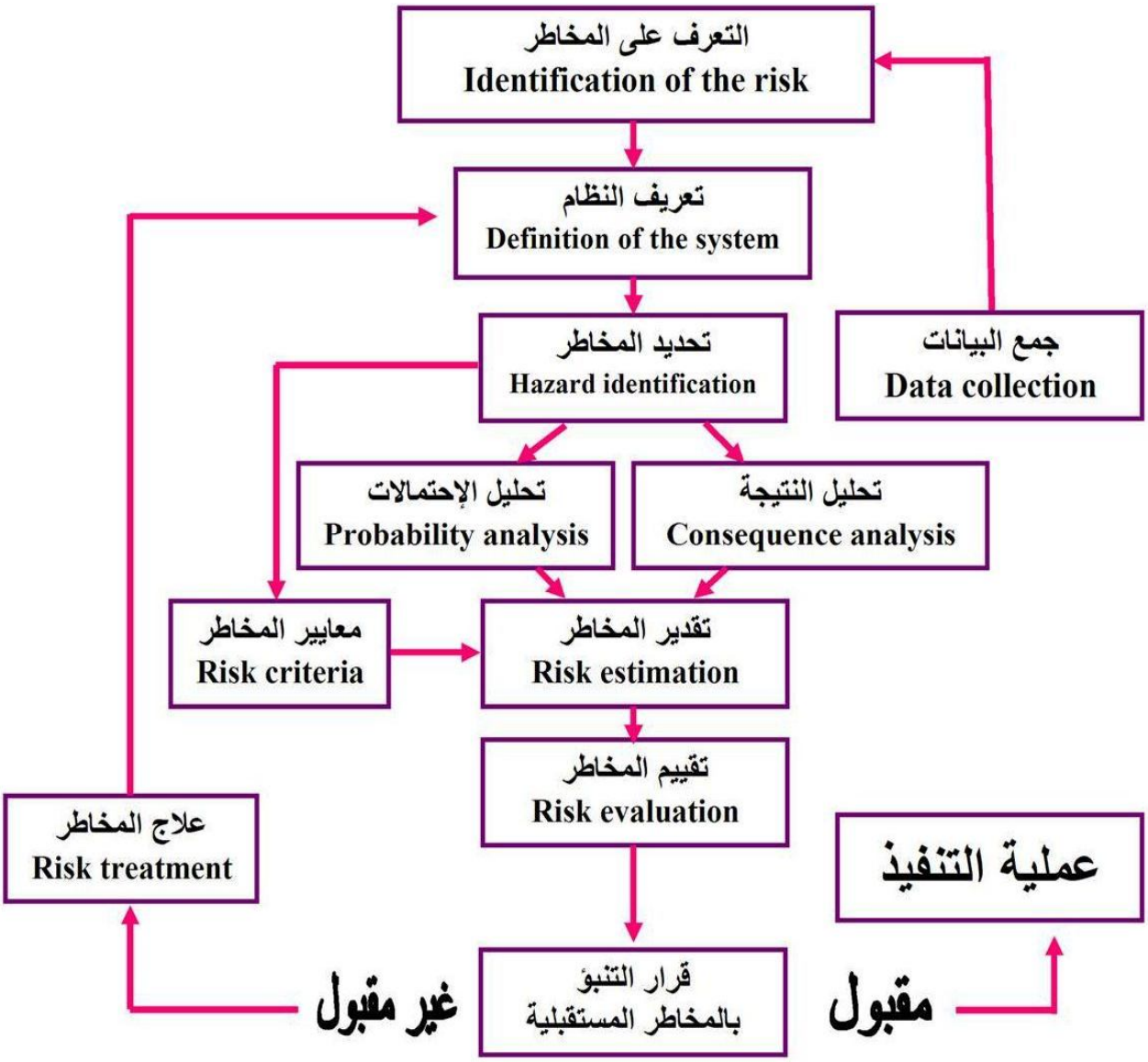
الشكل رقم (١٤٠) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الأنفاق

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



الشكل رقم (١٤١) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة الأنفاق

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التنبؤ بالمخاطر المستقبلية)



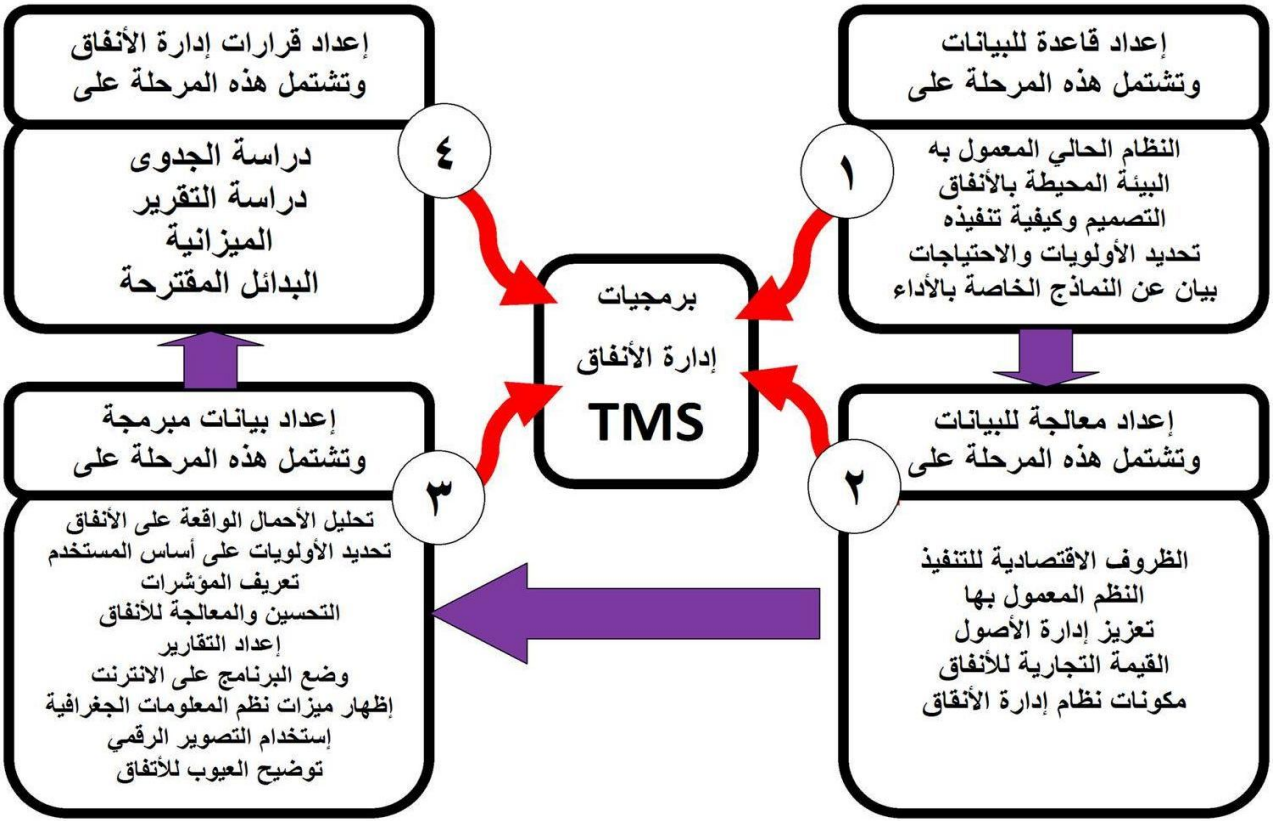
الشكل رقم (١٤٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التنبؤ بالمخاطر المستقبلية

(٧/٣/٧/٢) برنامج إدارة الأنفاق (TMP) Tunnels management program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الأنفاق

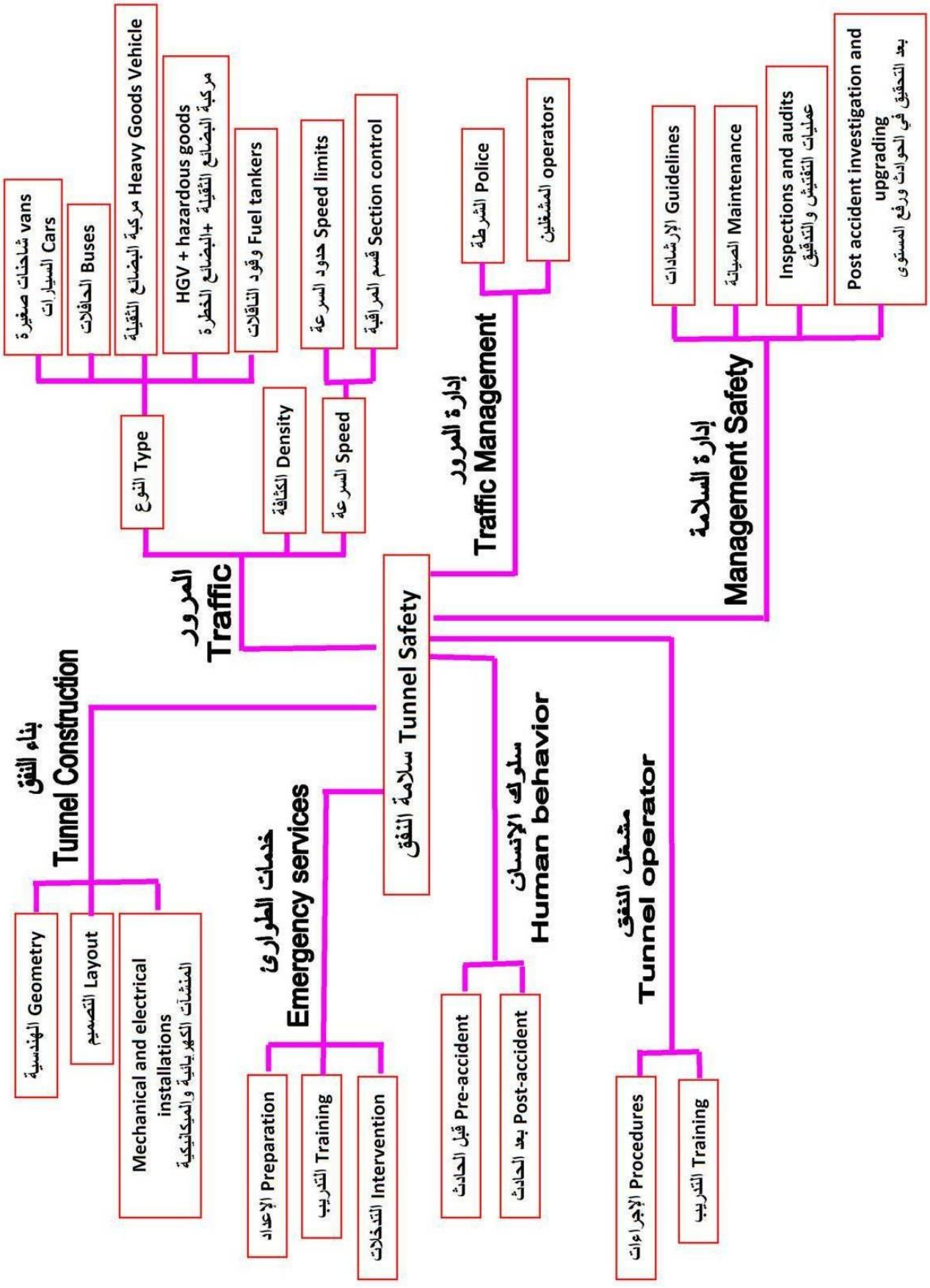
الشكل رقم (١٤٣) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة الأنفاق

(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة الأنفاق



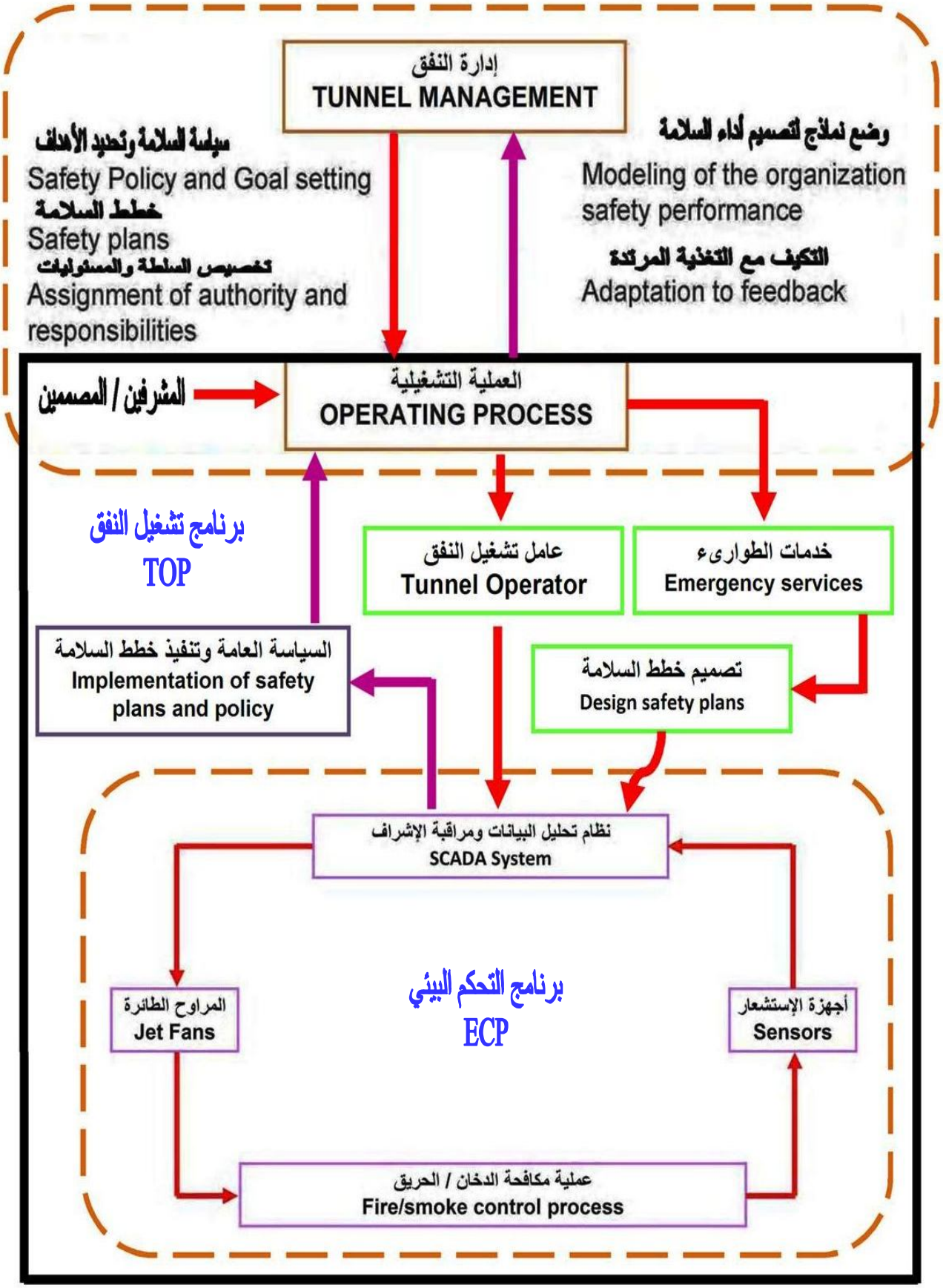
الشكل رقم (١٤٤) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة الأنفاق

(٣) المخطط العام لإدارة سلامة النفق



الشكل رقم (١٤٥) يوضح المخطط العام لإدارة سلامة النفق

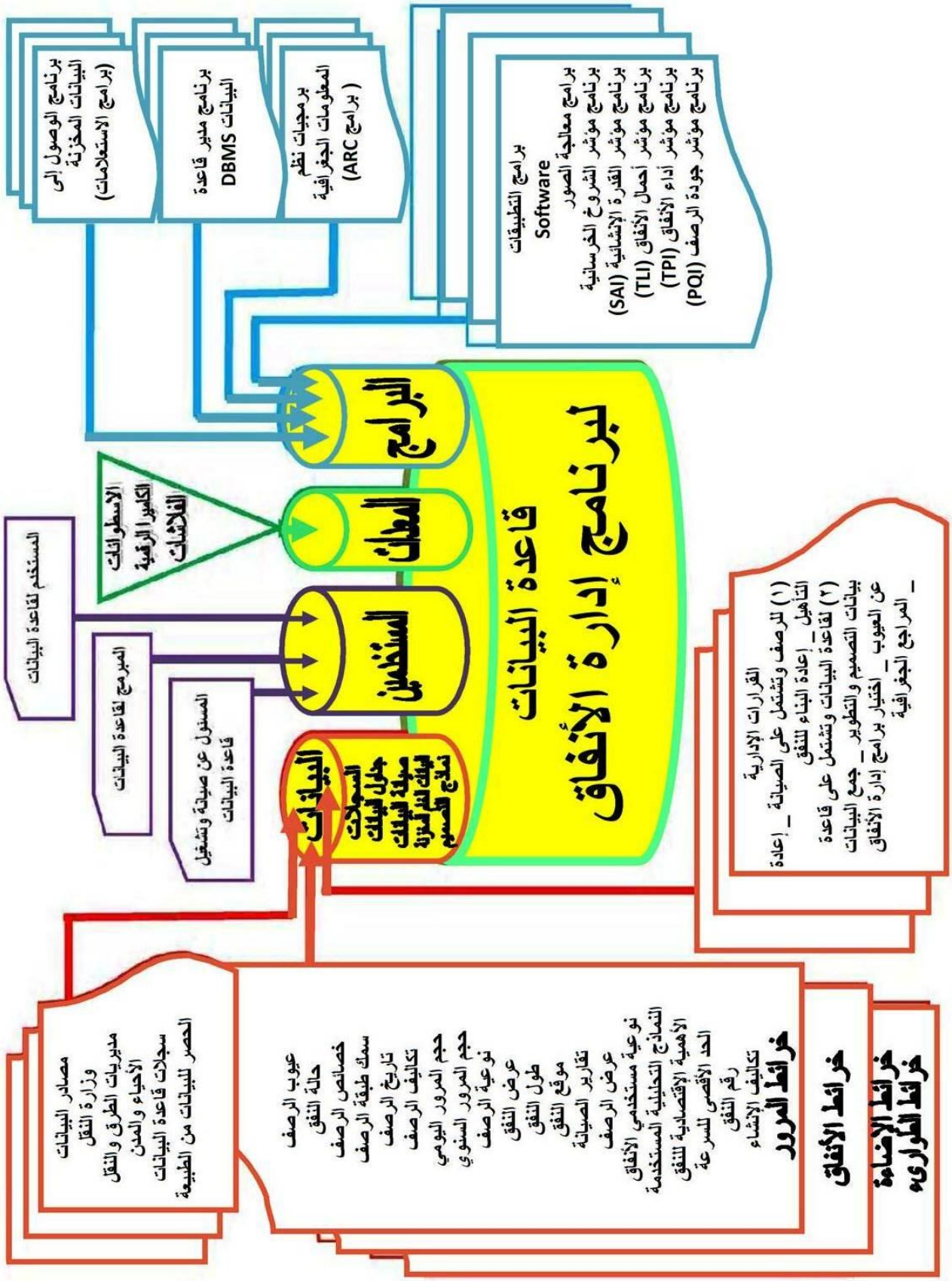
(٤) المخطط العام لإدارة تشغيل النفق



الشكل رقم (١٤٦) يوضح المخطط العام لإدارة تشغيل النفق

(٥) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الأنفاق

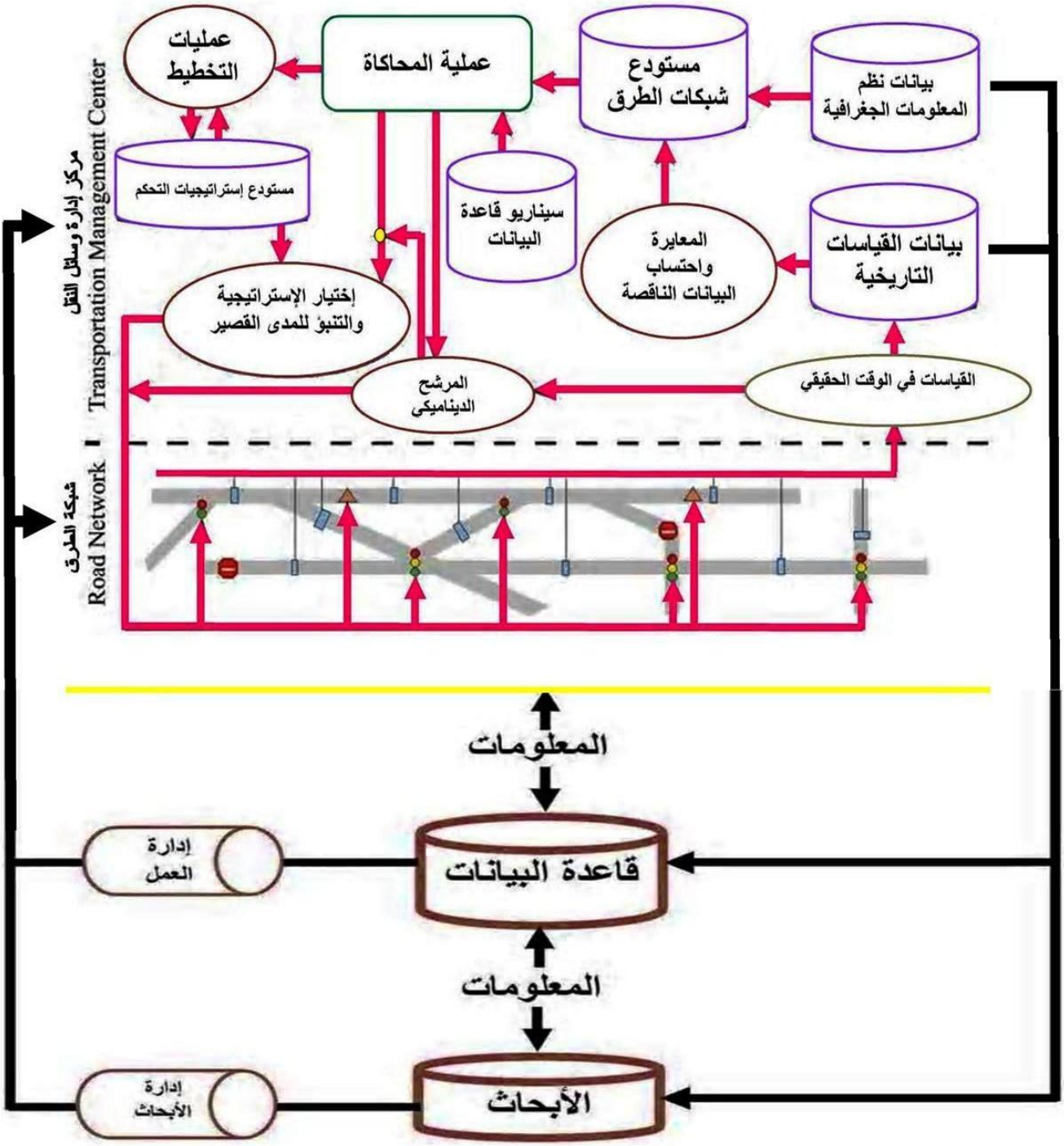
Database for the Tunnels management program



الشكل رقم (١٤٧) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الأنفاق

(٤/٧/٢) نظام إدارة حركة المرور على الطرق (RTMS)
Roads Traffic Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملا للوسائل المناسبة والفاعلة لتنظيم حركة المرور مثل إستخدام الإشارات الضوئية وإختيار طريقة تشغيلها ومدى ملاءمتها لحجم حركة الطريق وإستخدام العلامات المرورية مثل وضع خطوط على أرضية الطريق لتحديد المسار وإستخدام اللوحات المرورية الإرشادية والتوجيهية مثل تحديد السرعة المناسبة على الطرق الداخلية والخارجية التي يجب أن تستخدم بطرق علمية صحيحة تتناسب مع متطلبات الطريق ، كذلك ينظم العمل ويوفر الوقت والجهد وذلك لإعتماده على الأسس والمفاهيم الهندسية البحتة كم يوفر النظام بيانات تعكس حالة الشبكة الحالية مع القدرة على تخزين البيانات التاريخية والتي تساعد على توقع برامج الصيانة المستقبلية علاوة على تأمين المعلومات اللازمة لمساعدة مستخدمي الطريق على إستخدامه بالطريقة الصحيحة لتوفير أعلى درجة من السلامة والأمان والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة حركة المرور على الطرق (RTMS)



الشكل رقم (١٤٨) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة المرور على الطرق (RTMS)

(١/٤/٧/٢) فلسفة نظام إدارة المرور على الطرق

Philosophy of Traffic management system

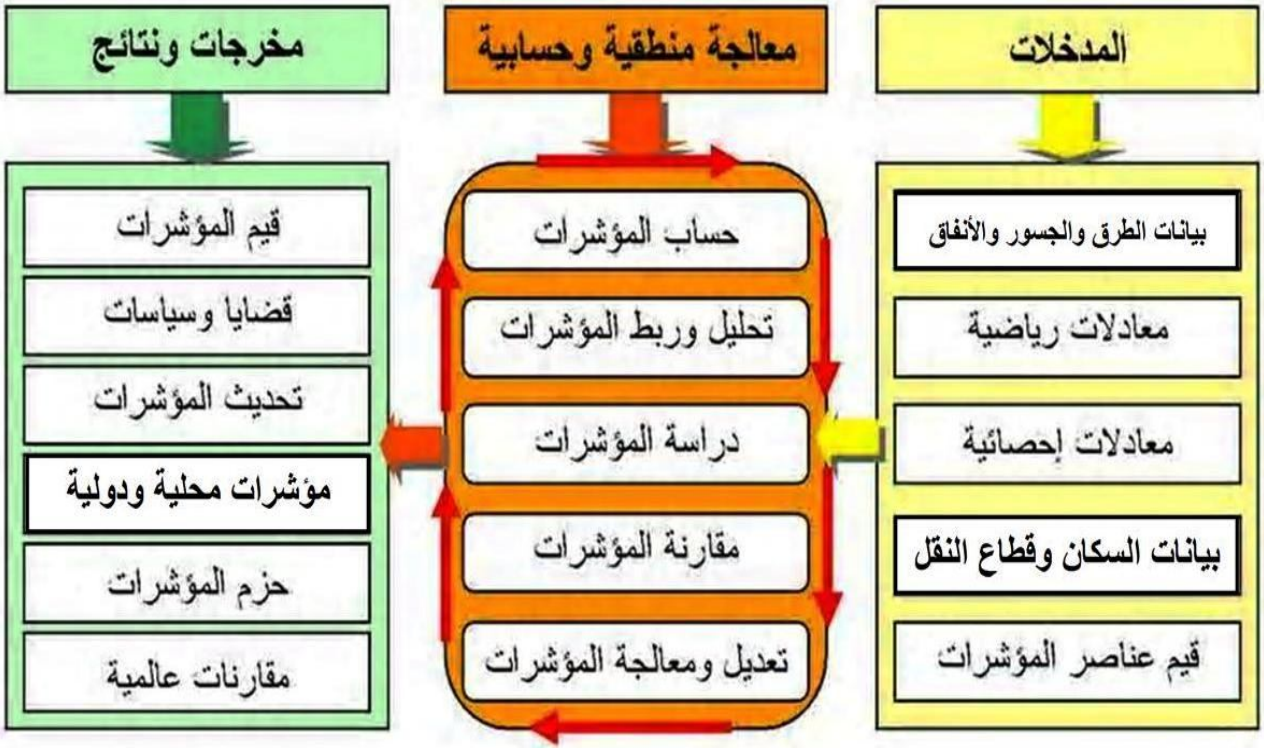
إدارة البيانات وتحليلها لوسائل النقل وشبكة الطرق والجسور والأنفاق وتحديد الإحتياجات الفعلية لحركة سير المرور ويعتبر نظام إدارة حركة المرور على الطرق هو وسيلة لتحديد إستخدام الوسائل المناسبة والفاعلة لتنظيم حركة المرور مثل إستخدام الإشارات الضوئية وإختيار طريقة تشغيلها ومدى ملاءمتها لحجم حركة الطريق وإستخدام العلامات المرورية مثل وضع خطوط على أرضية الطريق لتحديد المسار وإستخدام اللوحات المرورية الإرشادية والتوجيهية مثل تحديد السرعة المناسبة على الطرق الداخلية والخارجية وتأمين المعلومات اللازمة لمساعدة مستخدمي الطريق على إستخدامه بالطريقة الصحيحة لتوفير أعلى درجة من السلامة والأمان ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز المهام والوظائف المتعلقة ببناء وتشييد وتشغيل وصيانة النظام 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 المرور على الطرق حيث يعمل هذا النظام من خلال (١) إستخدام الوسائل الحسابية العلمية (٢) دراسة وتحليل الأساليب المستخدمة ذات الصلة بالسلامة المرورية وذلك من منظور نقل التقنية (٣) دراسة نماذج تقييم أداء التقاطعات داخل (٤) دراسة تحسين الأداء المروري للطرق والشوارع

(٢/٤/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة المرور على الطرق

Analysis of performance indicators Traffic Condition

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر أنماط النقل (TMI)	هو مؤشر يحدد نوعية طاقة النقل المتاحة والتي تعتبر موشراً للكفاءة التشغيلية لوسائط النقل
٢	مؤشر تدفق المرور (TFI)	هو مؤشر الطاقة الإستيعابية الحالية للطرق وقابليتها التصريفية وبالتالي قياس مدى كفاءة أداء شبكة الطرق ومعرفة مواقع الضغط والاختناقات المرورية والحوادث
٣	مؤشر حركة المشاة (PTI)	هو مؤشر تحديد المساحة المطلوبة لتوفيرها بالطرق لتجنب الحوادث المرورية ولتأمين عناصر الصحة والسلامة والأمان للمشاة
٤	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير حركة المرور على البيئة
٥	مؤشر هندسة الطرق (REI)	هو مؤشر يفيد في التوصل إلى المواصفات القياسية للسلامة على الطرق الخالية من العوائق والمعوقات التي تتسبب في وقوع حوادث السير
٦	مؤشر بيئة الطرق (REI)	هو مؤشر يحدد الموانع التي تؤدى إلى الحوادث بسبب حجب الرؤيا كالمباني والأشجار ولافتات الدعاية وكذلك بسبب المياه الراكدة والأتربة والرمال
٧	مؤشر السلامة المرورية (TSI)	هو مؤشر يهدف إلى تبني كافة الخطط والبرامج واللوائح المرورية والإجراءات الوقائية للحد من أو منع وقوع الحوادث المرورية ضماناً لسلامة الإنسان وممتلكاته وحفاظا ً على أمن البلاد ومقوماتها البشرية والاقتصادية ومحور السلامة المرورية (المركبة والطريق والعنصر البشري)
٨	مؤشر العوامل الطبيعية (NFI)	هو مؤشر يحدد العوامل التي تقع لأسباب خارجة عن إرادة البشر مثل العواصف والأمطار والسيول والضباب والحرارة المرتفعة والرياح والعواصف الشديدة
٩	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف حركة المرور
١٠	مؤشر النظام الأمن (SSI)	هو مؤشر يهدف إلى إنجاز نظام للطرق لا يؤدى فيه الخطأ البشرى إلى حدوث الموت أو الإصابة الخطرة ويحدد هذا النظام مستويات القوى التي يتحملها الجسم البشرى ويركز على المعالجة المنهجية لمختلف العوامل التي تساهم في حدوث نماذج محددة من حوادث الإصطدام من أجل تخفيف مخاطر الإصابة
١١	مؤشر درجة الخطورة (SSI)	هو مؤشر يهدف الي تحديد المواقع التي تتكرر فيها الحوادث المرورية والتي تؤكد على وجود خلل فى منظومة السلامة المرورية
١٢	مؤشر السرعة الزائدة (ESI)	هو مؤشر يهدف الي تحديد السرعة التي تتلائم مع كل بيئة مرورية حيث أنه كلما زادت سرعة المركبات على الطريق زادت درجة الخطورة وزادت إحتمالية وقوع الحوادث المرورية كماً (عدداً) وكيفاً (جسامة)

(٣/٤/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة المرور على الطرق
Data Processing Roads Traffic management system



الشكل رقم (١٤٩) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة المرور على الطرق

(٤/٤/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة المرور على الطرق
Integrated system for Traffic management system

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 حالة المرور وكذلك تقييما علميا لحالة المرور وما يرتبط بها من احتياجات للصيانة ووضع برامج الأولويات ضمن الاعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف عدد وسائل النقل وبالتالي تزداد أطوال شبكة الطرق والأنفاق والجسور بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة المرور بهدف المحافظة على وسائل النقل وشبكة الطرق والأنفاق والجسور بحالة جيدة من خلال مراقبتها وتقييمها بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وصيانتها بفاعلية لأطول مدة ممكنة وبأقل التكاليف

(٥/٤/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة المرور على الطرق
The objectives of the integrated system for Traffic management system

١	تحسين مستوى السلامة المرورية
٢	توظيف احدث التقنيات المتقدمة في مجال النقل الذكي (ITS) لإيجاد بيئة مرورية آمنة
٣	رفع كفاءة شبكة الطرق المتوفرة حاليا
٤	تدعيم الأمن العام باستخدام احدث أنظمة المراقبة
٥	العمل على تنفيذ أنظمة المرور بدقة واستمرارية
٦	تحديد الحالة وحركة المرور وحمولة التقييم الإستيعابى وذلك من خلال فحص كلاً من الطرق والنقل والأنفاق والسعة المقررة لحالة المرور وأحمال الطاقة الإستيعابية
٧	الربط بين نظام النقل (عامل الحركة) وإستعمالات الأراضي (النشاطات المختلفة) والسكان والخصائص الإقتصادية
٨	سرعة معالجة الحالات المرورية
٩	تحقيق أفضل معايير السلامة المرورية على الطرق من خلال إستخدام أحدث التقنيات المتقدمة

(٦/٤/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة المرور Traffic Management System (TMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System (IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة المرور على الطرق)

(١) مرحلة المسح المروري

وفيها يتم تجميع وتحليل وتفسير جميع المعلومات الطبيعية والنفسية والإقتصادية التي يتطلبها قياس وتقدير مواصفات الشوارع والطرق العامة الحالية والمستقبلية وتشمل نقاط البدء والوصول وإعداد حركة السيارات والسرعات والحوادث والازدحام والمواقف وإستخدام المشاة للشوارع و الخسائر الإقتصادية الناجمة عن رداءة الخدمات المرورية مع مسح شبكة أجهزة التحكم وتجهيزات النقل بكاملها

(٢) مرحلة قاعدة البيانات

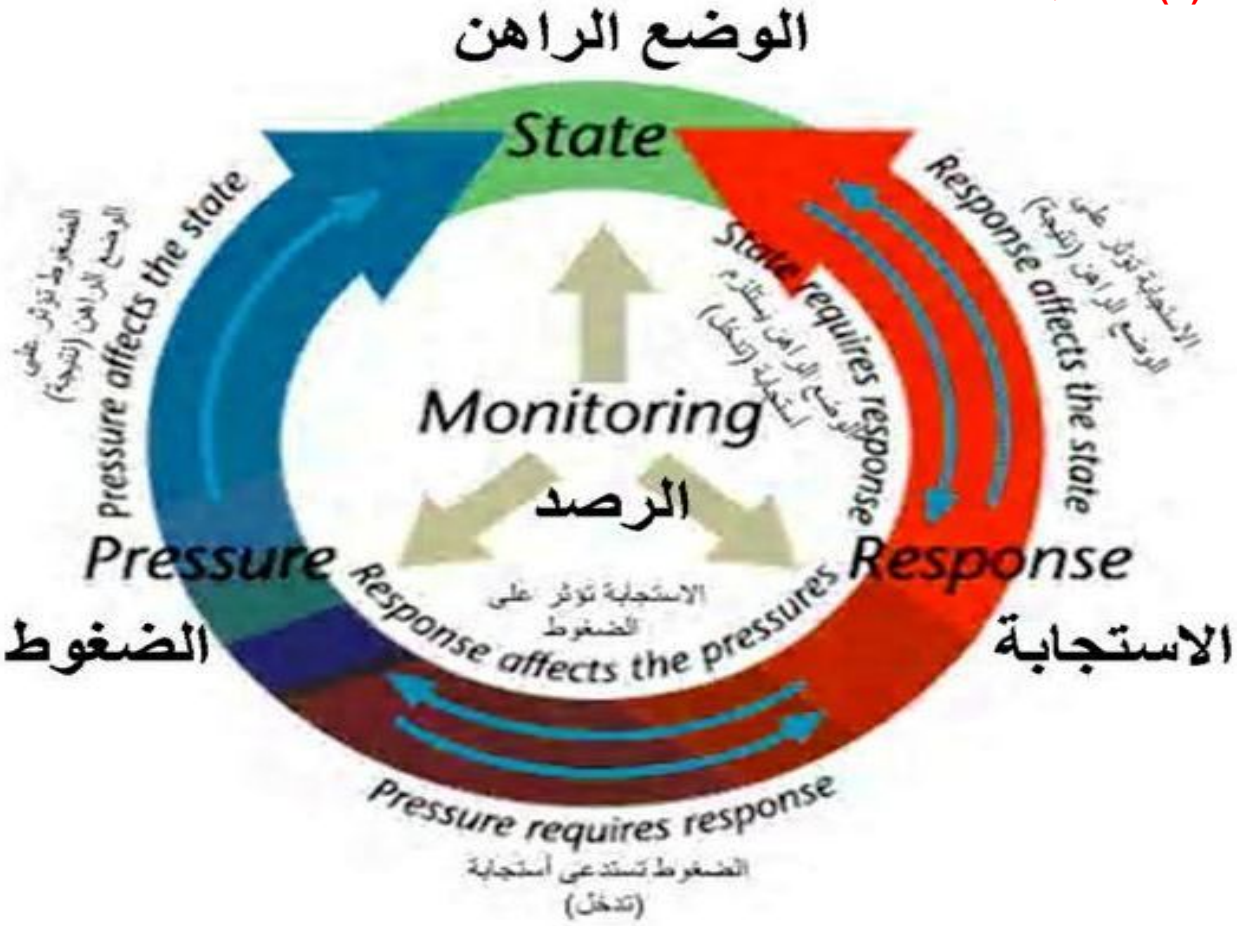
وفيها يتم تجميع وتحليل قدرة الإستيعاب المرورية للشوارع والطرق العامة الحالية والأرصفة وتجهيزات مواقف السيارات خارج الشوارع ومواقع أجهزة التحكم وحالاتها ودراسة أوجه القصور وتقدير الأولويات من العوامل الناجحة في إعداد الخطط للمصروفات الرئيسية وفي هذه المرحلة يتم تسجيل الجرد لكل من نظام المعلومات الإدارية وقاعدة البيانات وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة المرور ومن قاعدة بيانات شاملة تتضمن العناصر التالية :-

أ	جرد الطرق العامة والشوارع والحارات
ويتم حصر بيان الموقع والمقاسات الهندسية وحق الطريق وخطوط المباني وأنواع وحالة الأرصفة ومنشات المرافق والرصف والأسوار ووصف إنشائي للجسور والأنفاق وتتضمن وسائل الحصول على المعلومات السمح الميداني ومخططات الإنشاء ومخططات الطرق والتصوير الفوتوغرافي والجوى ويتم ذلك من خلال سلسلة المخططات والخرائط والقوائم المستنبطة من المعلومات التي تم تحصيلها	
ب	جرد أجهزة التحكم في حركة المرور
يتم حصر جميع لافتات المرور والإشارات المرورية وعلامات الأرصفة ويجب أن يتضمن كل سجل تاريخ التركيب وتاريخ أخر مرة أجريت فيها الصيانة والجهة المسئولة عن الإنشاء وجداول توقيت الإشارات والمعلومات الأخرى ذات الصلة ومن خلال هذا الجرد يتم عمل قائمة لجميع أجهزة التحكم الموجودة على طول جانبي الطرق إضافة إلى المعلومات المتعلقة بها حسب الطلب ويتم إعداد خرائط خاصة لتوضيح مواقع أجهزة التحكم وتحفظ هذه السجلات من خلال نظام الحاسب الألى	
ج	جرد مرافق المواقف
ويتضمن جرد مواقف السيارات المواقف القائمة على جوانب الطرق والمواقف المقامة خارج الشوارع وبالنسبة لجرد المواقف على الطرق يتم في العادة إضافة الملامح الأخرى للشوارع وتصنف مساحات المواقف وتسجل أعدادها وتتضمن مساحات المواقف المقامة خارج الشوارع وعدد المساحات المتوفرة وساعات التشغيل ونوع الرسوم التي يتم تحصيلها وخريطة تبين مواضعها	
د	جرد خدمة النقل الجماعي
ويتضمن مواضع خطوط النقل الجمعي ونوعية الخدمة المؤداه وموضع مواقف الحافلات والمحطات المقامة خارج الطرق وينتج عن جرد خدمات نقل الركاب عمل خرائط توضح مواقيت تردد الحافلات وساعات الخدمة وملخص عن قدرة استيعابها	
هـ	جرد إضاءة الشوارع
يتم تجهيزات الإضاءة في كل شارع بالإضافة إلى عمل خرائط شوارع الإسكان ومستويات الكثافة بها	

(٣) مرحلة تعريف شبكة الهندسة المرورية

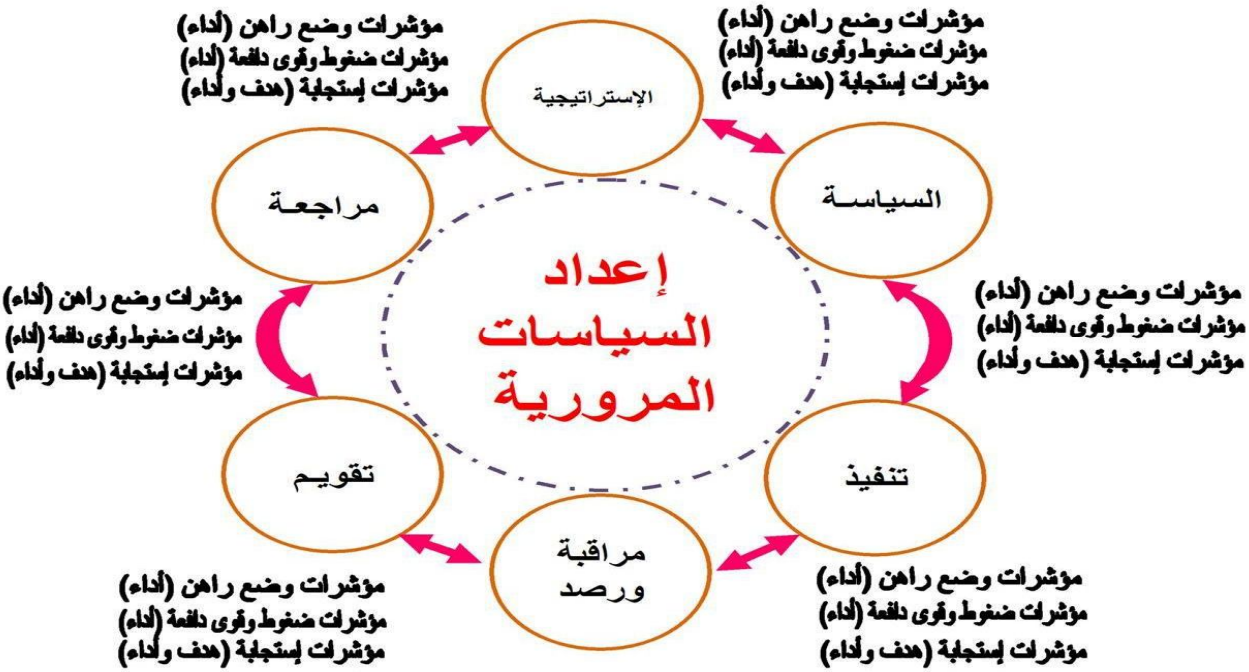
يستخدم مصطلح "شبكة" في RTMS للتعبير عن تخطيط وتصميم متطلبات تشغيل حركة المرور علي الطرق وإستخدام الوسائل المناسبة والفاعلة لتنظيم حركة المرور مثل استخدام الإشارات الضوئية واختيار طريقة تشغيلها ومدى ملاءمتها لحجم حركة الطريق واستخدام العلامات المرورية مثل وضع خطوط على أرضية الطريق لتحديد المسار واستخدام اللوحات المرورية الإرشادية والتوجيهية مثل تحديد السرعة المناسبة على الطرق الداخلية والخارجية على شبكات الطرق والشوارع والطرق السريعة ومرافقها وما يجاورها من أراضى وعلاقاتها مع وسائل النقل والمواصلات الأخرى لتحقيق تحرك أمن ومناسب للأفراد والمنقولات علاوة على أن الهندسة المرورية تتعامل مع مشاكل لا تعتمد على العوامل المادية بل في الغالب يشمل هذا التعامل السلوك الإنساني للسائقين والمشاة وعلاقة هؤلاء مع المتغيرات المعقدة للبيئة

(٤) مرحلة إدارة الحالة البيئية للمرور



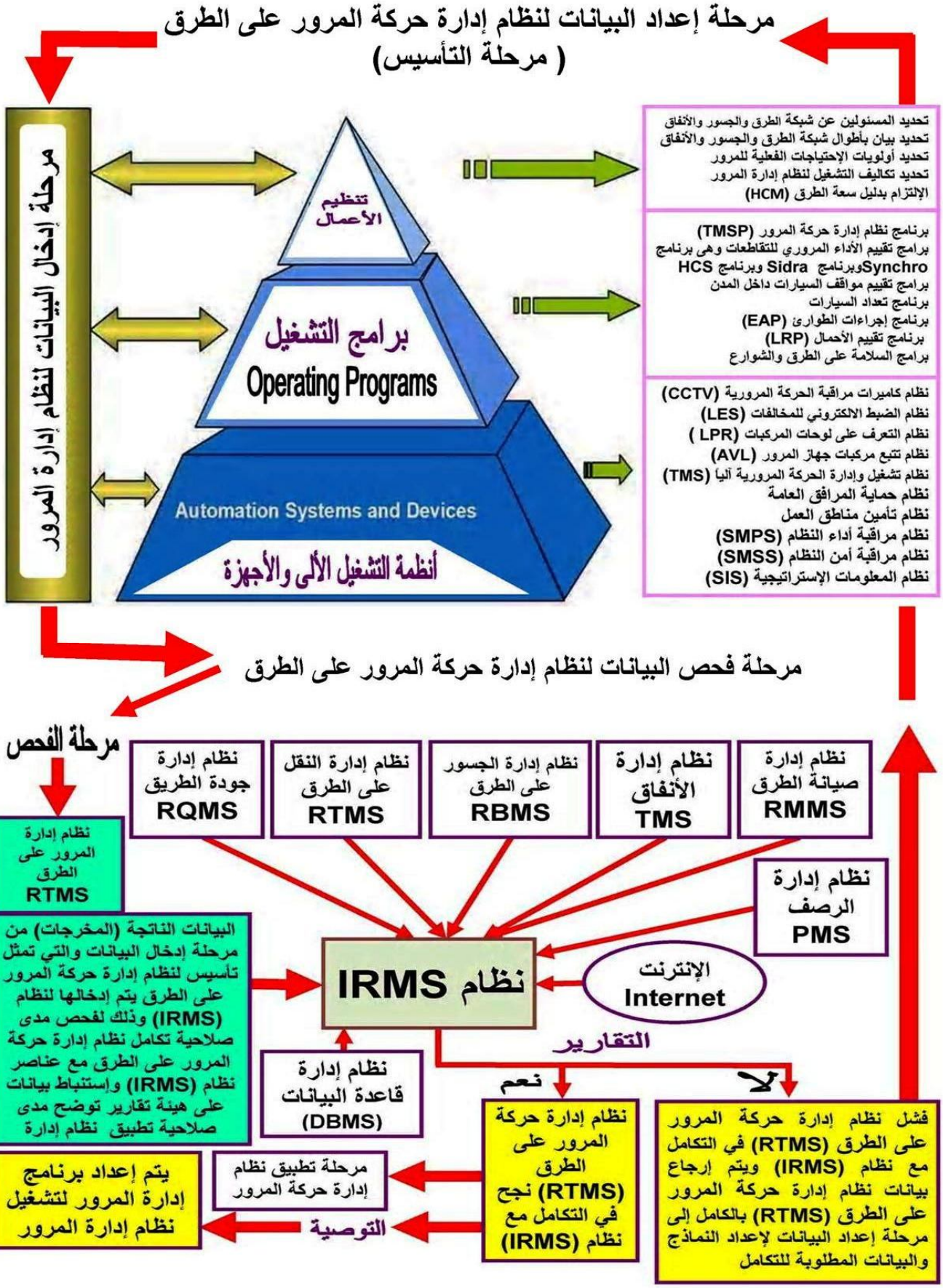
الشكل رقم (١٥٠) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدارة الحالة البيئية للمرور

(٥) مرحلة إعداد السياسات المرورية



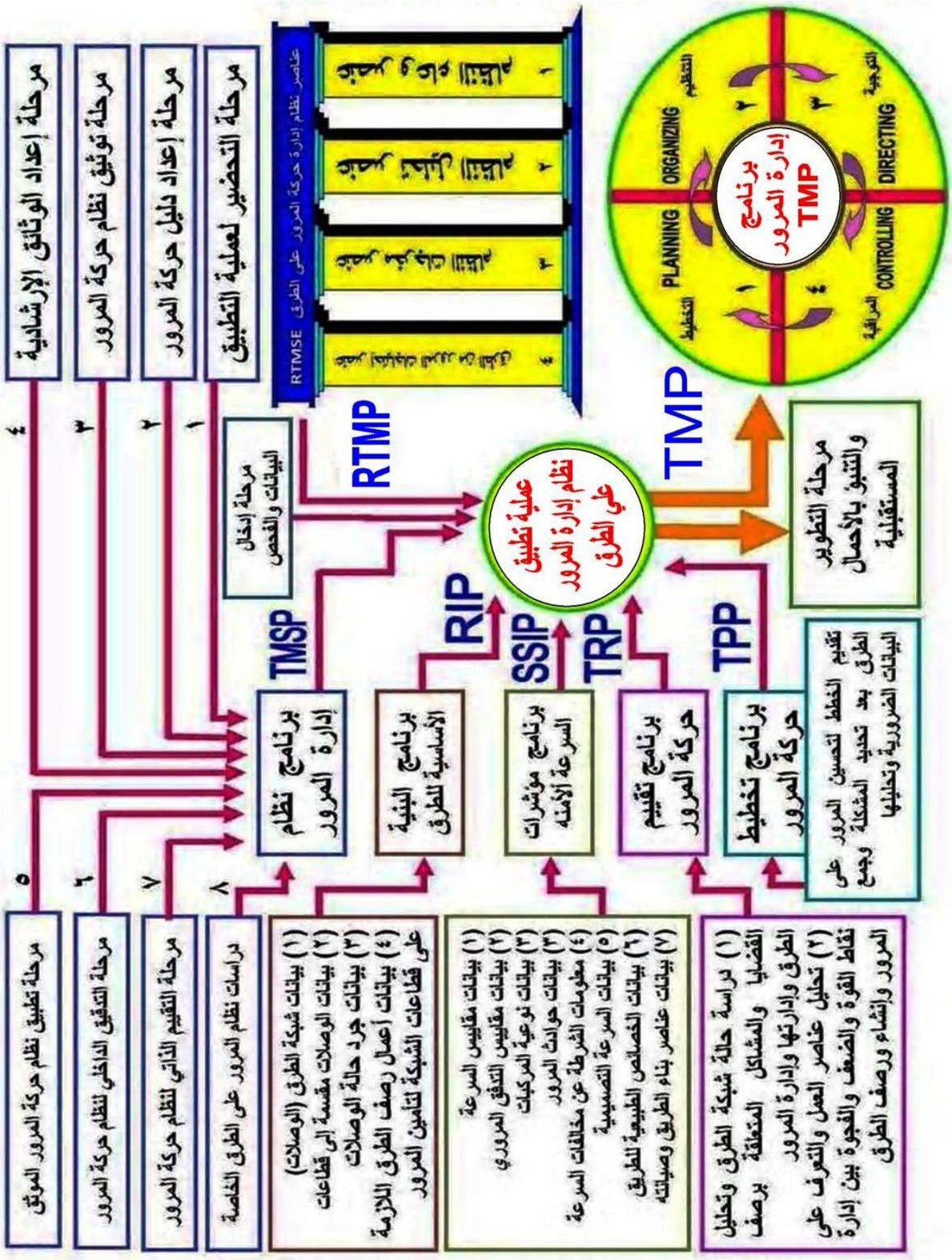
الشكل رقم (١٥١) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إعداد السياسات المرورية

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



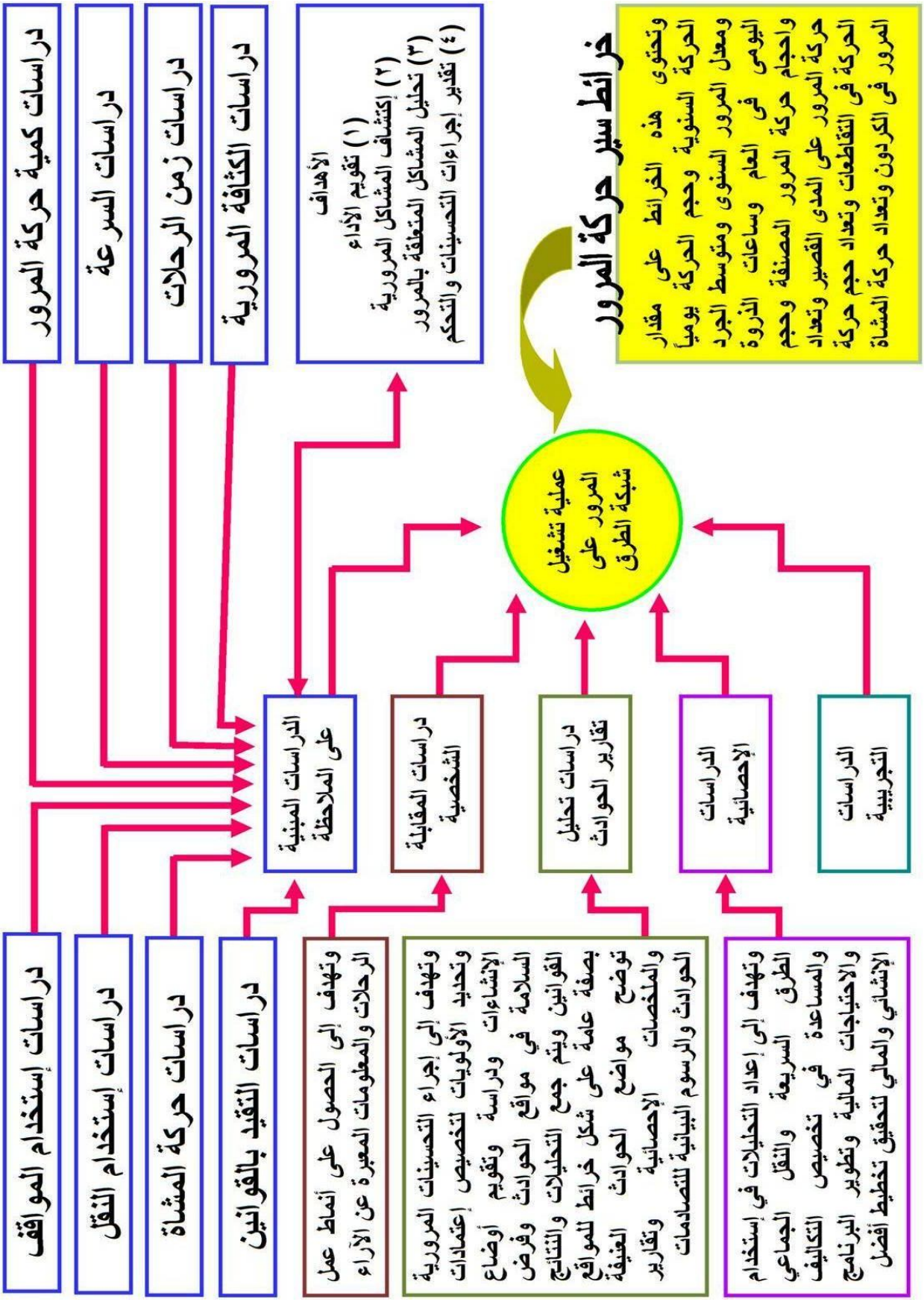
الشكل رقم (١٥٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة حركة المرور على الطرق)



الشكل رقم (١٥٣) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة حركة المرور على الطرق

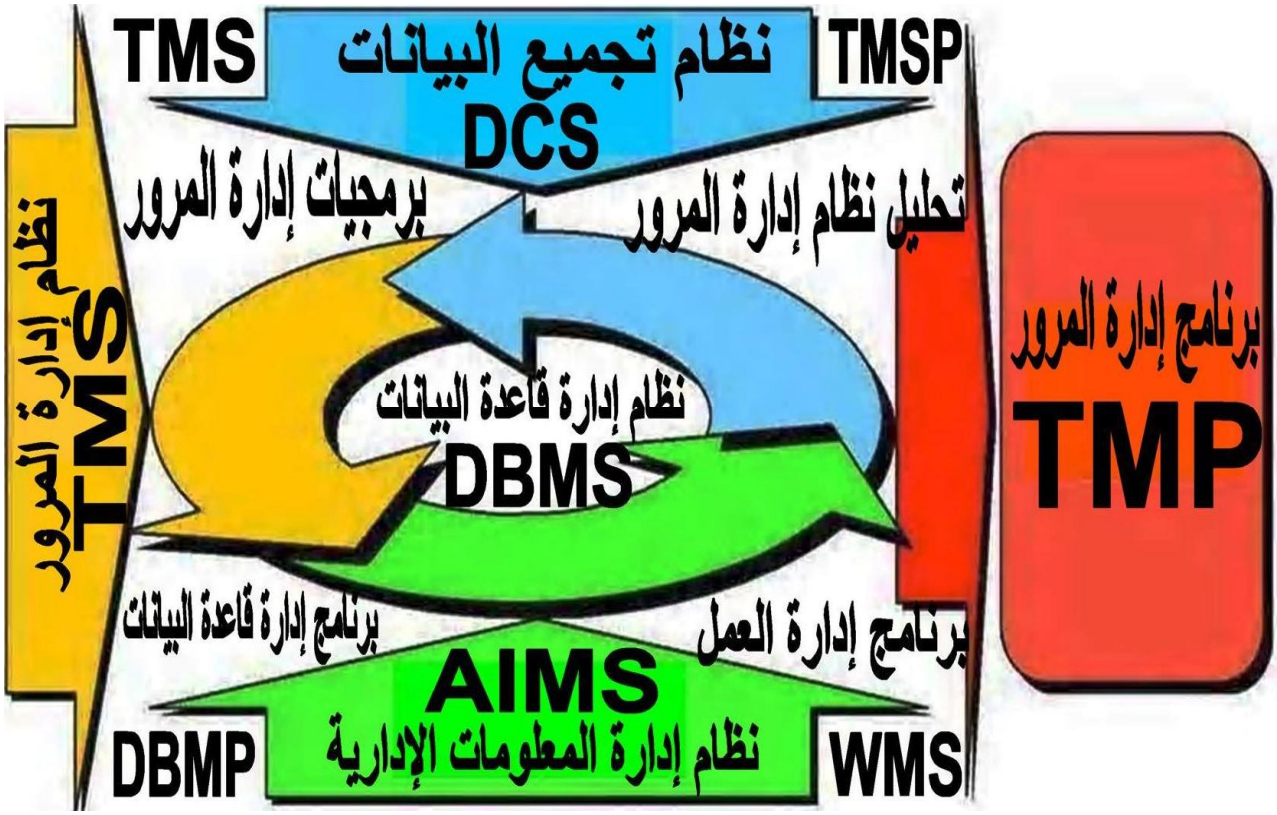
(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية)



الشكل رقم (١٥٤) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية

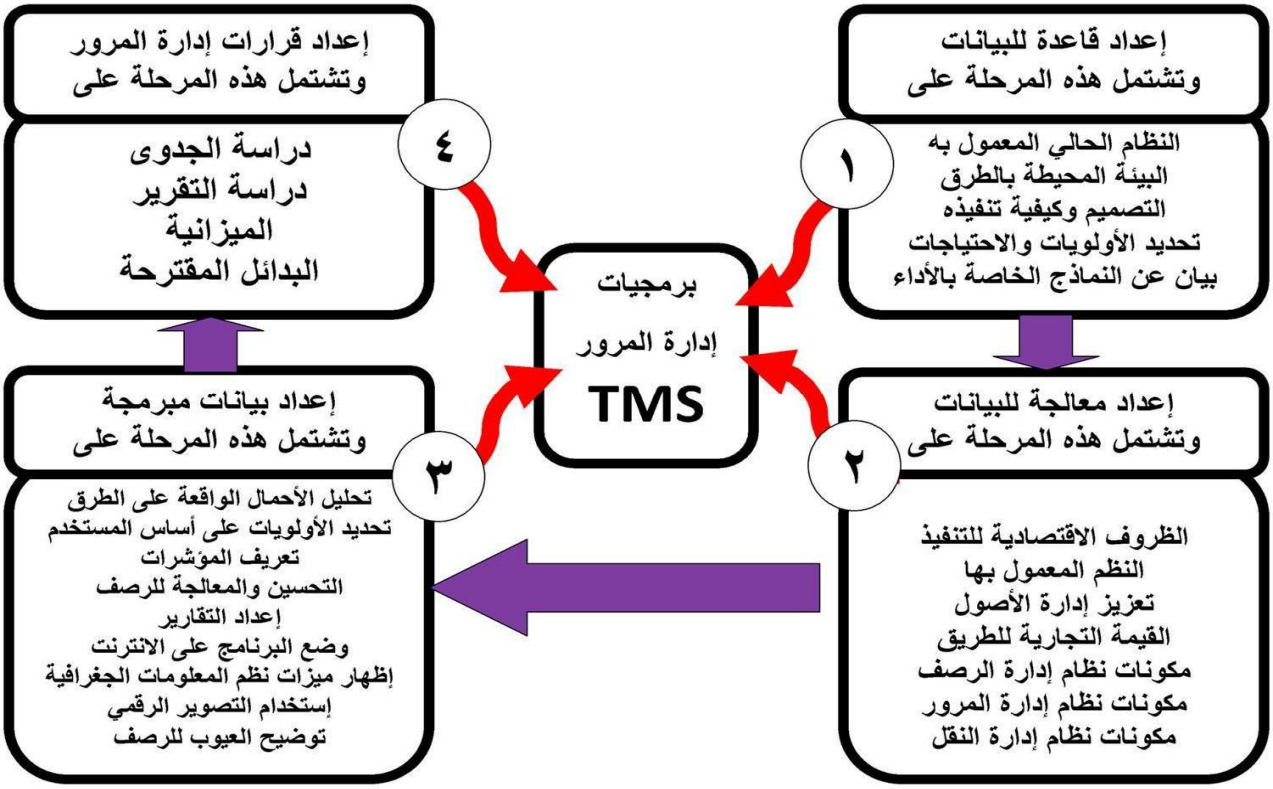
(٧/٤/٧/٢) برنامج إدارة المرور (TMP) Traffic management program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة المرور



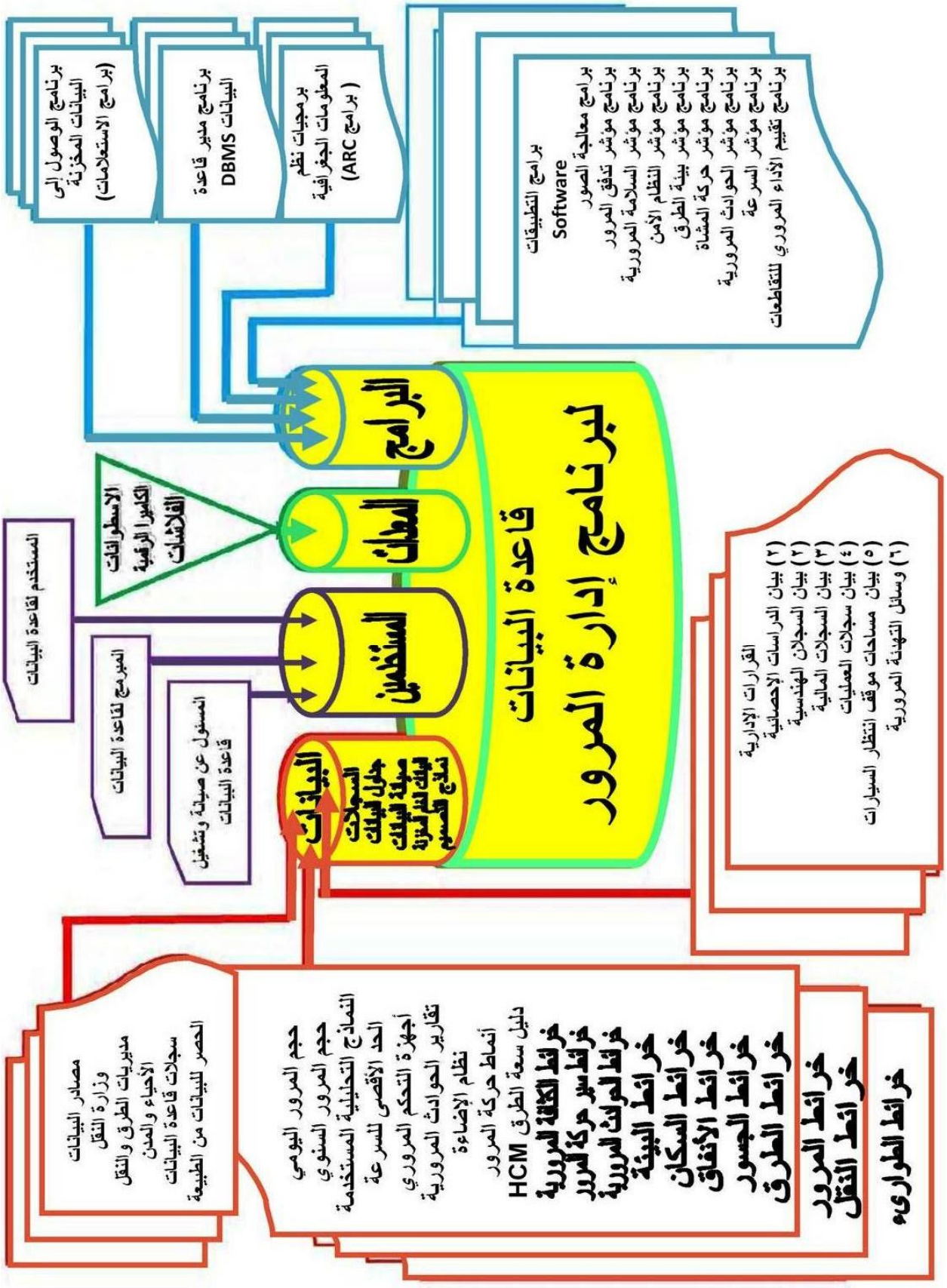
الشكل رقم (١٥٥) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة المرور

(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة المرور



الشكل رقم (١٥٦) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة المرور

(٣) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة المرور
Database for the Traffic management program

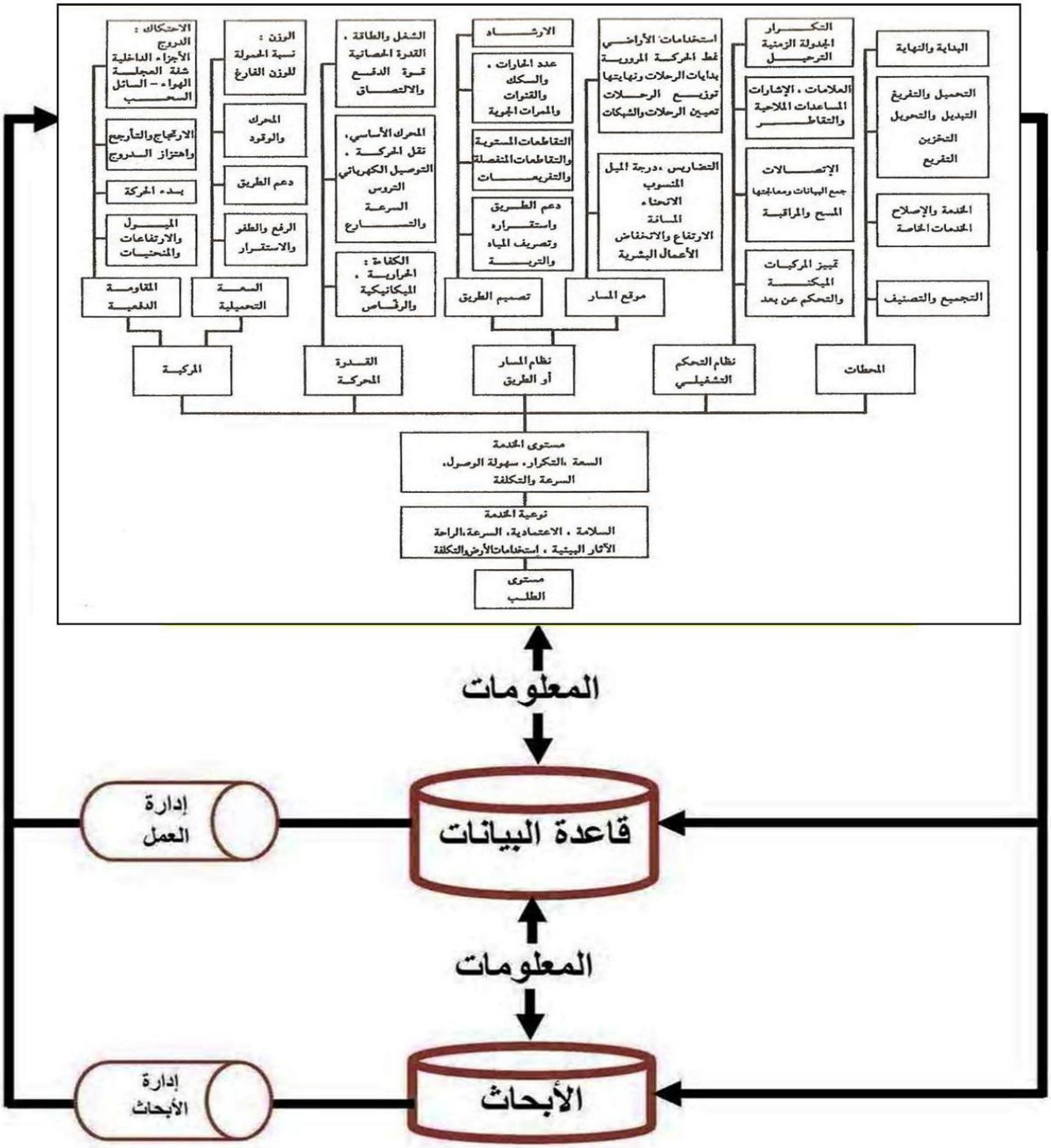


الشكل رقم (١٥٧) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة المرور

(٥/٧/٢) نظام إدارة النقل على الطرق (RTMS)

Roads Transport Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملاً للوسائل المناسبة والفعالة لتنظيم حركة الناس والسلع والمرافق والوسائل اللازمة للقيام بذلك وقد تكون حركة الناس هي الأهم خاصة داخل المدن من خلال ربط العلاقة بين السكان وإستعمالات الأراضي ونقل السلع والبضائع من مصادرها إلى أماكن تسويقها وإستخدامها لا يقل أهمية في مجال التطور والنمو الإقتصادي فحسب المعيار الإقتصادي فإن السلعة تعتبر عديمة النفع وليس لها قيمة إقتصادية مالم تكن متوافرة في المكان والزمان المطلوبين وبالتالي فإن حركة الناس والبضائع معاً هما العاملين الرئيسيين في نمو المجتمع إقتصادياً وإجتماعياً ويعرف نظام النقل بصفة عامة على أنه هو مجموعة وسائل النقل ومرافقها سواء كانت البرية أو الجوية أو البحرية سواء كان على الصعيد الإقليمي أو الحضري ويتألف نظام النقل من خمسة مكونات أساسية وهى (الطريق ، المركبة ، القوة المحركة ، المحطات ، نظم التحكم بالتشغيل) ويبين الشكل التالي الطريقة التي تتفاعل بها هذه المكونات لتوفير الخدمة والمنفعة المرجوة منها والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة النقل على الطرق (RTMS)



الشكل رقم (١٥٨) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام نظام إدارة النقل على الطرق (RTMS)

(١/٥/٧/٢) فلسفة نظام إدارة النقل على الطرق

Philosophy System Management Transport

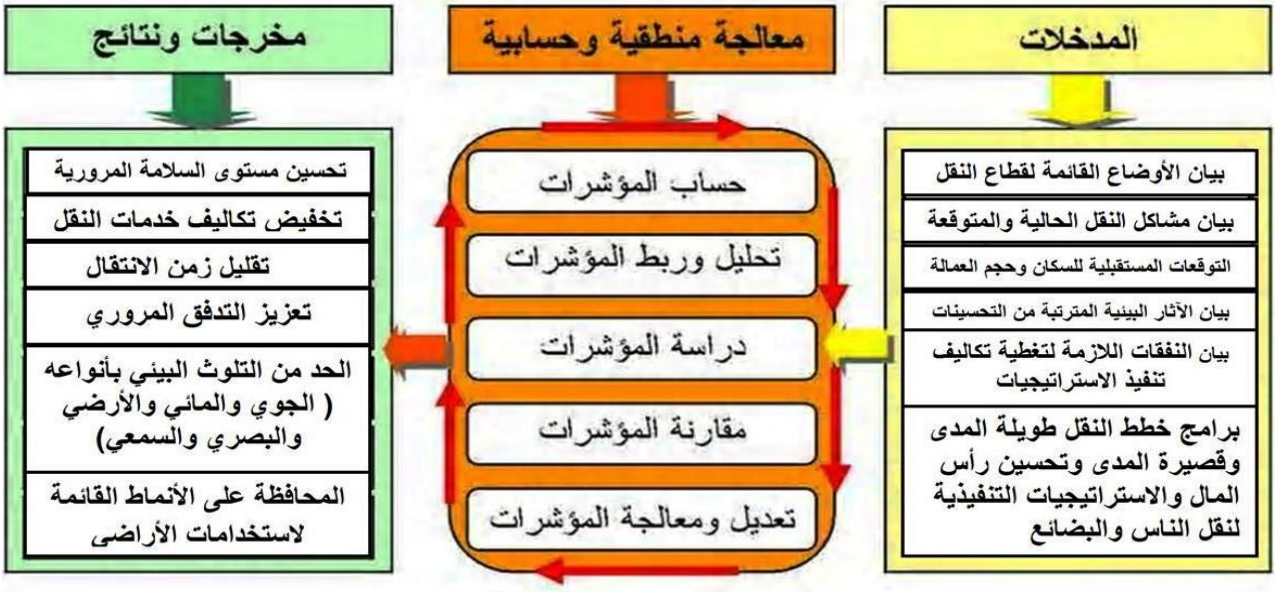
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء الشبكة لتحديد الاحتياجات الفعلية من معالجة مشكلات النقل الحضري حيث يعتبر قطاع النقل من القطاعات الهامة والذي يقوم بدور أساسي على المستوى الاجتماعي والاقتصادي والعمراني و متابعة حالة الشبكة على المدى القصير والبعيد وتخطيط إحتياجات الصيانة لتغطية الأحمال المطلوبة لشبكة النقل على الطرق وتحسين مستوى الخدمات للوصول بخدمات إدارة النقل على الطرق إلى أرقى المستويات الممكنة لأداء مهمتها لتقديم أجود الخدمات لمستخدمي النقل على الطرق والحماية القصوى لنقل الأفراد والبضائع والسلع والمواد الأولية ويعتبر نظام إدارة النقل على الطرق هو وسيلة لتصنيف عيوب النقل على الطرق (إزدحام الشوارع والاختناقات المرورية والضوضاء والتلوث البيئي بكافة أشكاله البصرية والسمعية) والتوصية بأساليب تستخدم لإعادة تخطيط النقل داخل المدن وتحديد أولويات أعمال إعادة التخطيط وفقا لخطورة هذه العيوب ويتطلب ذلك ضرورة إستخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة وأنظمة المعلومات المتكاملة للمساعدة على إنجاز الإرتقاء بمستوى قطاع النقل والمواصلات والذي يعتبر أحد المعايير أو المؤشرات الدالة على مستوى التنمية العمرانية والتطور الحضري حيث يتم قياس تقدم الدول بتقدم وسائل ونظم النقل فيها وذلك بموجب العلاقة التكاملية فيما بينه وبين جميع القطاعات التنموية الأخرى خاصة إذا ما ارتبط بوجود أنظمة النقل المتطورة القائمة على تطبيقات تكنولوجية وأنظمة ذكية وحديثة ويتطلب ذلك من إعداد نظام متكامل لإدارة النقل على الطرق حيث يعمل هذا النظام من خلال إستخدام الوسائل الحسابية العلمية على تخطيط وتنفيذ عملية تخطيط النقل على أساس علمي سليم انطلاقا من الواقع الفعلي وعلى أساس التوازن بين التطور السريع لنظام النقل من جهة والظروف الاقتصادية والاجتماعية من جهة أخرى

(٢/٥/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة النقل

Analysis of performance indicators Transport Condition

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر أنماط النقل (TMI) Transport Modes Index	هو مؤشر يحدد نوعية طاقة النقل المتاحة والتي تعتبر موشراً للكفاءة التشغيلية لوسائط النقل
٢	مؤشر تدفق المرور (TFI) Traffic Flow Index	هو مؤشر الطاقة الإستيعابية الحالية للطرق وقابليتها التصريفية وبالتالي قياس مدى كفاءة أداء شبكة الطرق ومعرفة مواقع الضغط والاختناقات المرورية والحوادث
٣	مؤشر مرور المشاة (PTI) Pedestrian Traffic Index	هو مؤشر تحديد المساحة المطلوبة لتوفيرها بالطرق لتجنب الحوادث المرورية ولتأمين عناصر الصحة والسلامة والأمان للمشاة
٣	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية
٤	مقياس التأثر البيئي (EVI)	يحدد هذا المقياس تأثير شبكة النقل على البيئة
٥	مقياس الأهمية الإستراتيجية (SII)	يقدر هذا المقياس بمدي تأثر المواطنين والحياة العامة عند توقف عمل النقل
٦	مؤشر النظام الأمن (SSI) Security System Index	هو مؤشر يهدف إلى إنجاز نظام للطرق لايؤدى فيه الخطأ البشرى إلى حدوث الموت أو الإصابة الخطرة ويحدد هذا النظام مستويات القوى التي يتحملها الجسم البشرى ويركز على المعالجة المنهجية لمختلف العوامل التي تساهم في حدوث نماذج محددة من حوادث الإصطدام من أجل تخفيف مخاطر الإصابة
٧	مؤشر درجة الخطورة (SSI) Severity Score Index	هو مؤشر يهدف إلى تحديد المواقع التي تتكرر فيها الحوادث المرورية والتي تؤكد على وجود خلل في منظومة السلامة المرورية
٨	مؤشر السرعة الزائدة (ESI) Excess Speed Index	هو مؤشر يهدف إلى تحديد السرعة التي تتلائم مع كل بيئة مرورية حيث أنه كلما زادت سرعة المركبات على الطريق زادت درجة الخطورة وزادت إحتمالية وقوع الحوادث المرورية كماً (عدداً) وكيفاً (جسامة)
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 النقل على الطرق متابعة التغييرات المستقبلية المتوقعة على حالة شبكة النقل على الطرق واستخراج برامج أولويات الصيانة المطلوبة لها		

(٣/٥/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة النقل
Data Processing Transport Management System



الشكل رقم (١٥٩) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة النقل على الطرق

(٤/٥/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة النقل
Integrated system for Transport management system

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 حالة النقل على الطرق وكذلك تقييما علميا لحالة النقل على الطرق وما يرتبط بها من احتياجات للتخطيط ووضع القواعد اللازمة لضمان الاستقرار الدائم لنظم النقل لتلائم عملية التطور الحضري المستمر وفقا لبرامج وأهداف محددة تلبي قدر الإمكان رغبات السكان في التنقل بسهولة ويسر وأمان وبمستوى خدمة مناسب ووضع برامج الأولويات ضمن الاعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف وسائل النقل وبالتالي يتطلب ذلك زيادة أطوال شبكة الطرق بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة النقل بهدف المحافظة على شبكة الطرق بحالة جيدة من خلال مراقبة وتقييم نظام النقل بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وبأقل التكاليف ولذلك يتم إستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS بقطاع النقل فى تحليل وتصنيف وتنظيم ومراقبة حركة المرور وتحليل حوادث المرور وتخطيط الطرق والمسارات ويفيد إستخدام نظم المعلومات لقطاع النقل فى (١) توفير المعلومات بالصورة التي تساند متخذي القرار بإتخاذ القرار السليم (٢) تحقيق الربط المنشود بين المعلومات بوحدات قطاع النقل للتكامل فيما بينها (٣) تدفق وتبادل المعلومات بقطاع النقل بما يخدم المهام المركزية والتخطيطية (٤) الإعتماد على نظم مفتوحة بما يسمح بالتوسعات المستقبلية (٥) توفير قنوات الإتصال مع نظم المعلومات ذات العلاقة المشتركة

(٥/٥/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة النقل على الطرق
The objectives of the integrated system for Transport management system

١	زيادة الكفاءة التشغيلية لنظام النقل وزيادة سعته
٢	تحسين مستويات الحركة والراحة للمتنقلين
٣	تحسين مستوى السلامة المرورية
٤	تخفيض استهلاك الطاقة والحد من الآثار البيئية
٥	تحسين الإنتاجية الاقتصادية
٦	المحافظة على المواقع التاريخية والأثرية والحد من الضوضاء والتلوث السمعي
٧	زيادة الأمان والسلامة على الطرق
٨	تحسين كفاءة وتطوير خدمات النقل العام
٩	التوازن بين نمو المدن وحدود مقوماتها من الخدمات العامة والبنية التحتية والموارد من الماء والكهرباء
١٠	اقتراح الحلول الممكنة وإجراء الدراسات التفصيلية لأكثر الحلول قبولا ، حيث يتم اختيار وسيلة النقل الملائمة وتصمم المواقع والشبكات ومستوى الخدمة المطلوب الوصول إليه وذلك لكل بديل من بدائل الحلول المقترحة

(٦/٥/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة النقل Transport Management System (TMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System(IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة النقل على الطرق)

(١) مرحلة قاعدة البيانات

وفيها يتم تسجيل الجرد لكل وسائل النقل ويشمل نظام للمعلومات الإدارية وقاعدة بيانات لشبكة الطرق العامة وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة النقل (Transport Inventory) وأهمها تخطيط النقل وهندسة المرور وإدارة النقل والتحكم في مواقف السيارات وفحص المركبات وإدارة النفق والسلامة على الطرق وخدمات النقل ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

١	جمع المعلومات الكارتوجرافية (الخرائط)
٢	جمع المعلومات حول شبكة النقل الحضري
٣	بيان الدراسات الإستطلاعية الميدانية الحالية والسابقة
٤	بيان عن خصائص الإنسان والمركبات والحركة المرورية
٥	تحويل الخرائط من ورقية إلى رقمية
٦	بناء قاعدة المعلومات الوصفية للخرائط
٧	بناء قاعدة معلومات حول شبكة النقل
٨	إعداد قاعدة بيانات لقياس فاعلية خدمات النقل

(٢) مرحلة تعريف شبكة النقل

يستخدم مصطلح "شبكة" في RTMS للتعبير عن مجموعة من مخططات النقل ترتبط مع الطرق العامة نظراً لأنه مع ازدياد أعداد السكان داخل المدن وتعدد متطلبات الحياة الحضرية تصبح نظم النقل المتوفرة تدريجيا غير قادرة على تحقيق مستوى خدمة مناسب لنقل السكان من خلال تزايد أعداد السيارات على شبكات الطرق مما يسبب الإختناقات المرورية وزيادة الحوادث وتعرض المناطق الحضرية للتلوث البيئي بكافة صوره وعموماً المقصود بنظام النقل هو الشبكات والوسائل والمحطات

(٣) مرحلة التصنيف العام لأنواع النقل

١	التصنيف وفقا لمجال التشغيل
	النقل الداخلي وهو الذي يكون ضمن نطاق الدولة
	النقل الخارجي (الدولي) وهو النقل العابر بين الدول (خارج نطاق الدولة الواحدة)
	النقل الحضري وهو النقل داخل حدود المدينة
٢	التصنيف وفقا للمسار
	النقل المائي (النهري والبحري)
	النقل البري (طرق ، سكة حديد ، خطوط أنفاق ، باصات ، مركبات ، أنابيب ..)
	النقل الجوي والمشترك (طائرات ، مطارات ، طائرات جوية مائية)
٣	التصنيف حسب القوة المحركة
	النقل العضلي البشري (دراجة ، عربة حمال) أو الحيواني (العربة التي تجرها الحيوانات)
	النقل بالقوى الطبيعية : كالرياح (سفن شراعية) والتيارات المائية في الأنهار
	النقل بالطاقة (وقود ، كهرباء)
٤	التصنيف حسب نوعية الخدمة
	النقل المتخصص لنقل الركاب فقط أو البضائع فقط
	النقل المشترك لنقل الركاب والبضائع معا أو للنقل الجوي والبري معا
٥	التصنيف حسب مستوى الخدمة
	النقل بالسرعة (عادي و سريع) / النقل بإنتظام الخدمة (دائمة ، تحت الطلب)
٦	التصنيف حسب طبيعة وسيلة النقل
	ويشتمل على نوعين هما (النقل العام والنقل الخاص) وهو التصنيف الذي يهتم به المتخصصين في مجال تخطيط النقل الحضري عموما لأن وسائل النقل العام والخاص تعتبر من العناصر المؤثرة بشكل كبير في عملية النقل بشكل عام وفي النقل الحضري أي النقل داخل المدن بشكل خاص

(٤) مرحلة بيانات الأداء

إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل المكاني الألى والخطى للبيانات في نظام "RTMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات، لذا فمن المهم جدا أن تعكس البيانات الموجودة في نظام إدارة النقل الحالة الفعلية للنقل ولهذا يجب تحديث البيانات وخاصة بيانات الأداء (حالة النقل) بصورة دورية

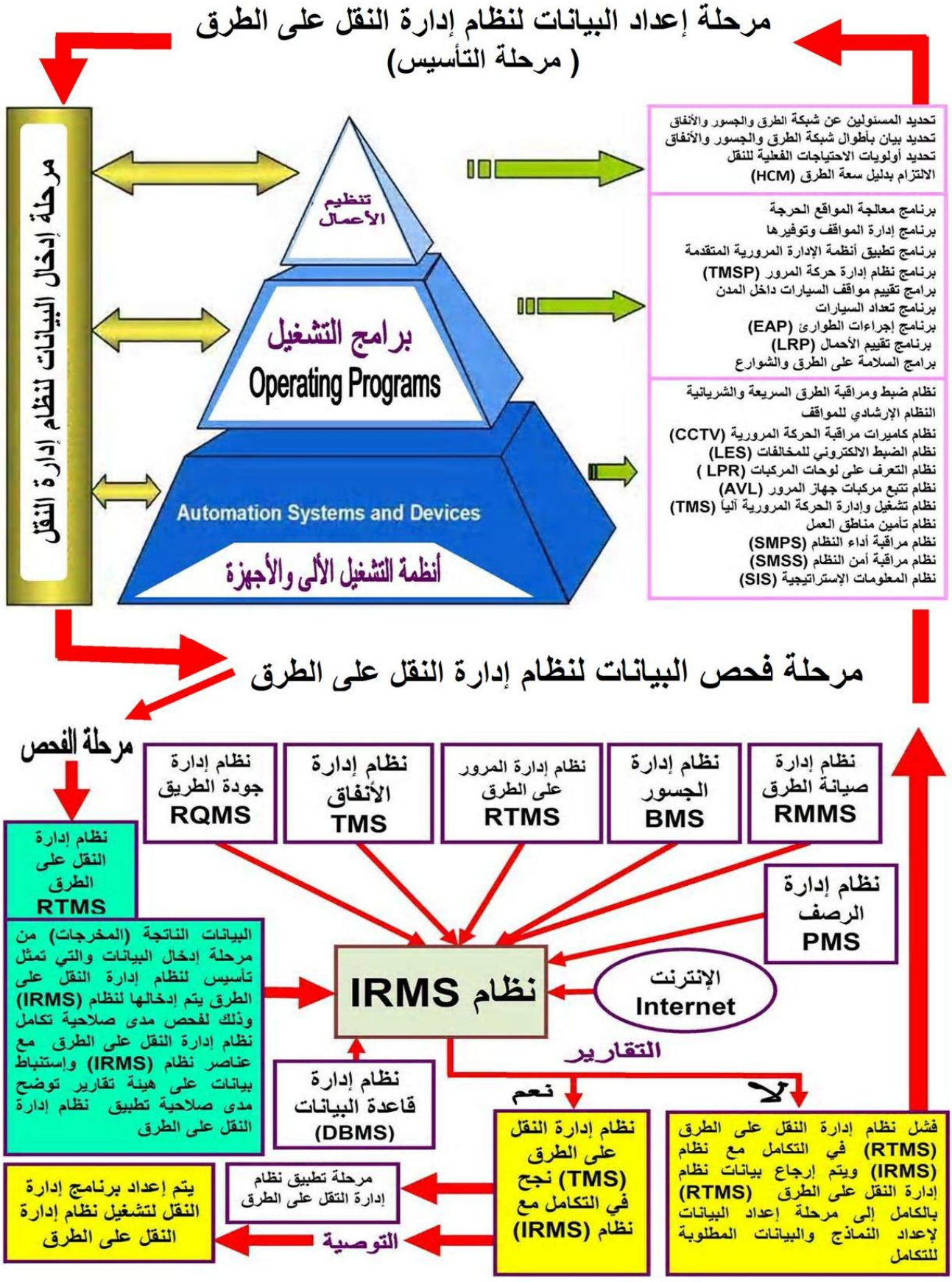
(٥) مرحلة إعداد نموذج النقل

نموذج النقل هو أحد الوسائل للتعرف على تطور حركة النقل والمرور مستقبلاً على أساس أن النموذج هو وسيلة للتعرف على الآثار المترتبة على أي تغيرات فى المعطيات التخطيطية أو إستخدامات الأراضي أو شبكة الطرق ويتكون نموذج النقل من ثلاثة أجزاء رئيسية (أ) شبكة الطرق الإستراتيجية (ب) بيانات تخطيطية إجتماعية وإقتصادية (ج) مجموعة من العلاقات الرياضية لربط ملكية السيارات بمعدلات رحلات الأفراد اليومية المستنتجة من الحصر الإجتماعى والإقتصادى

(٦) مرحلة دراسات خطط النقل

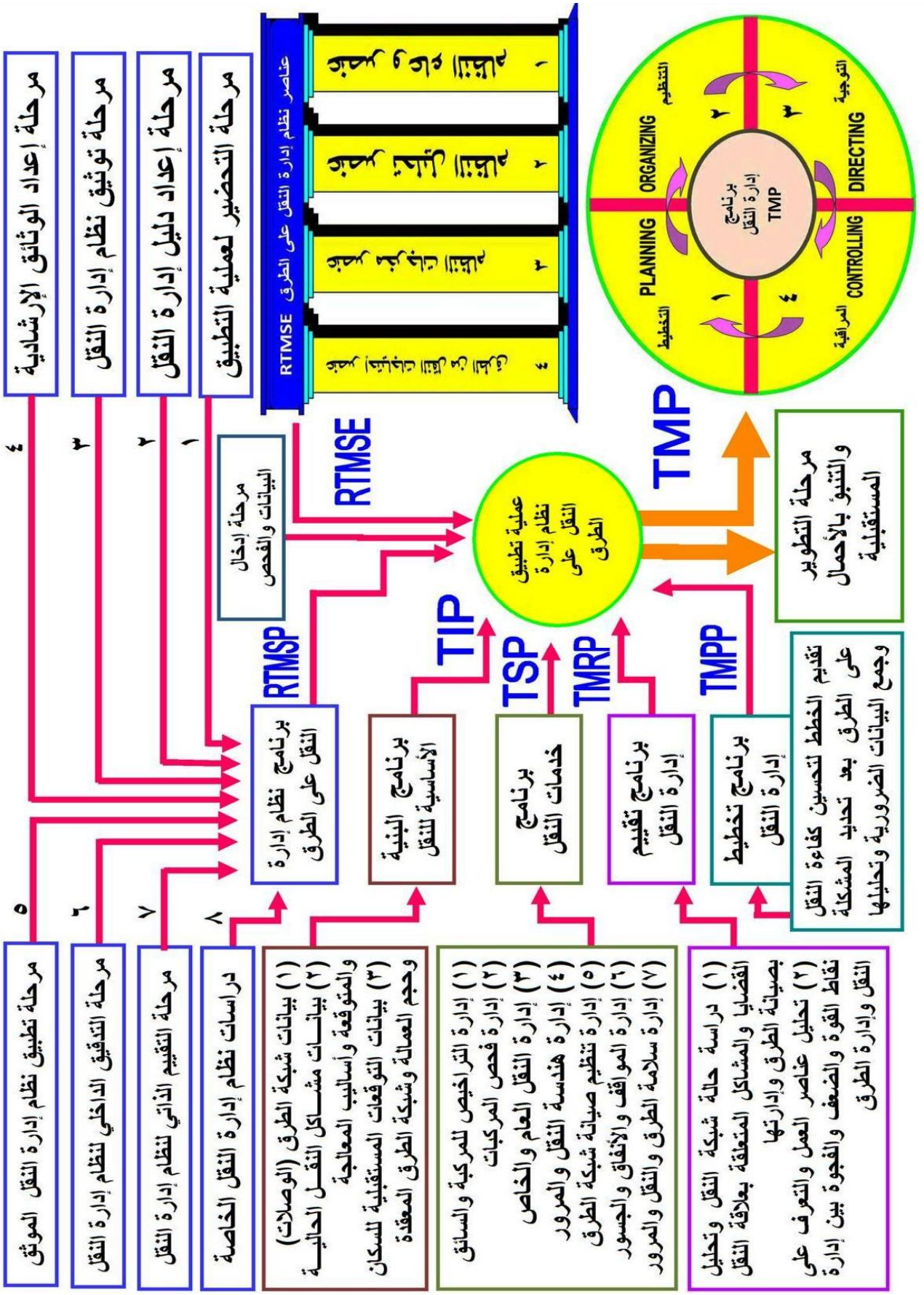
١	دراسات التأثيرات المرورية لتقييم أثر حركة المرور وإستراتيجيات التخفيف لمدة معينة أو لتنمية مشروع معين
٢	دراسات خطط النقل الخاصة بوضع معين أو منطقة محددة لتحديد سبل تحسين وضع معين مثل (المشي وركوب الدراجات والنقل الخ) و منطقة مثل (الحرم الجامعي، وسط المدينة، منطقة صناعية الخ
٣	دراسات تخطيط النقل المحلى وهو تخطيط لتطوير النقل المحلى ضمن الأحياء
٤	دراسات تخطيط النقل الحضري والإقليمي وهو تخطيط بمستوى أعلى يهتم بوضع خطط النقل على نطاق حضري وإقليمي متكامل للمدن الكبرى
٥	دراسات تخطيط النقل القومي ويهتم بوضع خطط النقل لولاية كبيرة أو أعداد كبيرة أو عدد من المقاطعات
٦	دراسات التخطيط الإستراتيجى لتطوير وسائل النقل (الخطط طويلة الأجل) وعادة مابين ٢٠-٤٠ سنة فى المستقبل
٧	دراسات خطط تحسين وسائط النقل لتحديد مشاريع محددة للبرامج التي ستنفذ فى غضون بضع سنوات
٨	دراسات خطط النقل الخاصة بإنشاء مسار معين أو تحديد المشاريع والبرامج التي ستنفذ على ممرات محددة مثل طول أحد الطرق السريعة الخاصة أو جسر أو طريق
٩	دراسات تولد الرحلات وجذب الرحلات وتوزع الرحلات وتحليل التأثير المروري للمشاريع
١٠	دراسة الشارع كنظام للمواصلات من خصائصه ورتبة وأنواعه وعلاقته بحركة المرور
١١	دراسة إنشاء وتطوير نماذج رياضية لتقدير الطلب المستقبلي على النقل وربطها بنظام المعلومات الجغرافية وإستخدام النقل والمواصلات وأنواعها وأثرها على حركة المرور
١٢	تحليل وتشخيص أوضاع النقل وتحديد المشاكل وأساليب معالجتها
١٣	إجراء البحوث والدراسات الميدانية الخاصة بقطاع النقل للحصول علي المعلومات اللازمة لأغراض التخطيط والتي تعكس واقع التطورات الحضرية في المدن كالتغيرات في الكثافة السكانية وإحصاء الحوادث المرورية ولقد وجد من الخبرة أن الهيكل العم لبرنامج تخطيط النقل داخل المدن يمكن وضعه في أحسن الصور علي هيئة ستة مراحل رئيسية كما يلي { المرحلة الأولي الهيكل التنظيمي للعمل المرحلة الثانية الحصول علي حقائق المشكلة المرحلة الثالثة تعريف المشكلة (تقارير عن حالة النقل) المرحلة الرابعة التخطيط والتمويل المرحلة الخامسة إختيار أفضل الحلول المرحلة السادسة الجدول الزمن للتنفيذ }

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



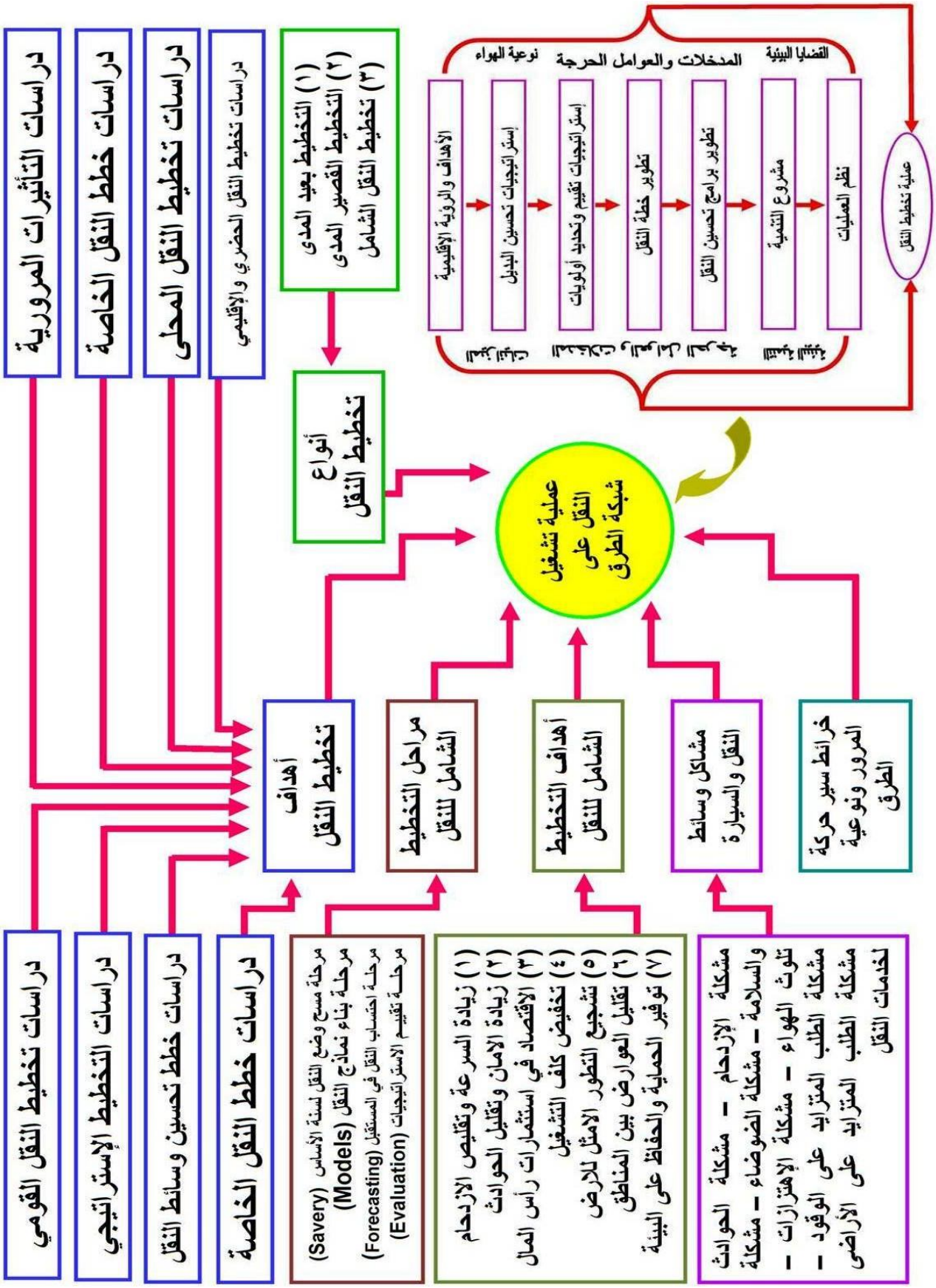
الشكل رقم (١٦٠) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة النقل

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة النقل على الطرق)



الشكل رقم (١٦١) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق نظام إدارة النقل على الطرق

(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية)



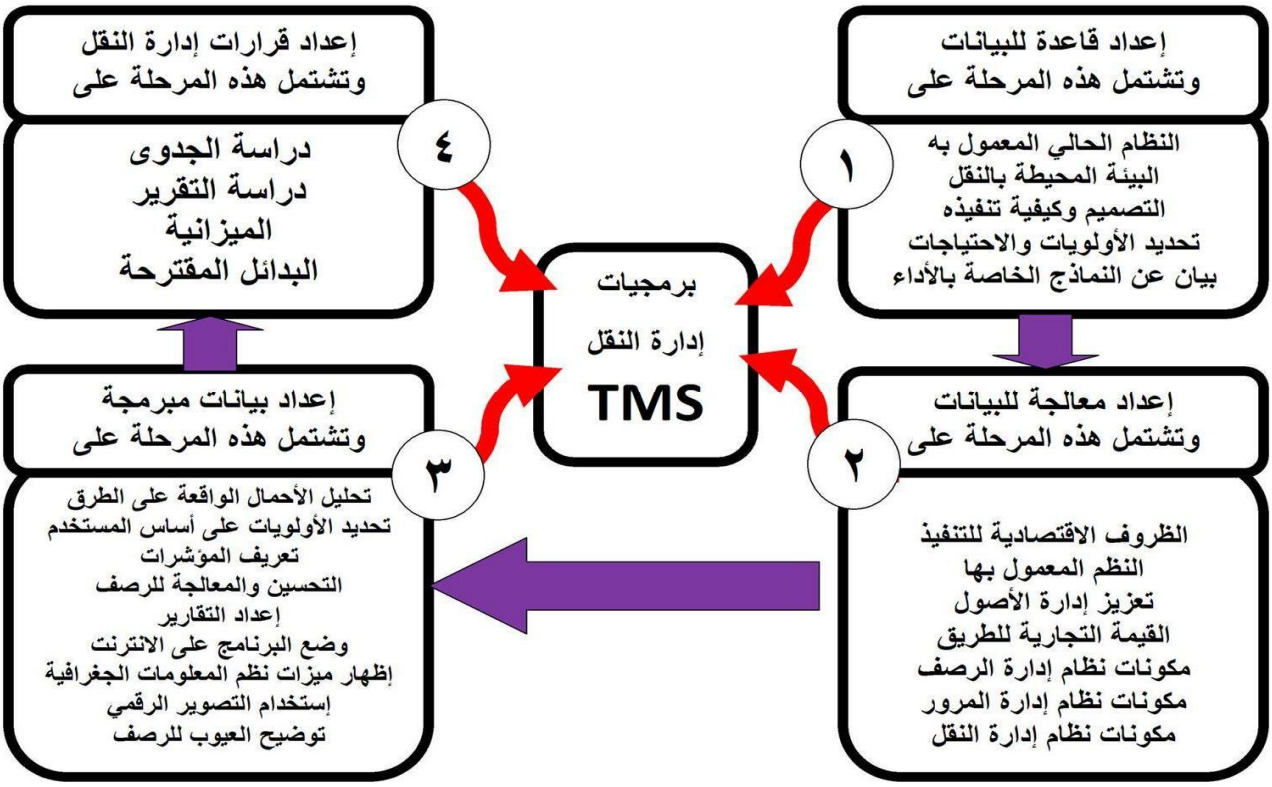
الشكل رقم (١٦٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية

(٧/٥/٧/٢) برنامج إدارة النقل (TMP) Transport Management Program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة النقل

الشكل رقم (١٦٣) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة النقل

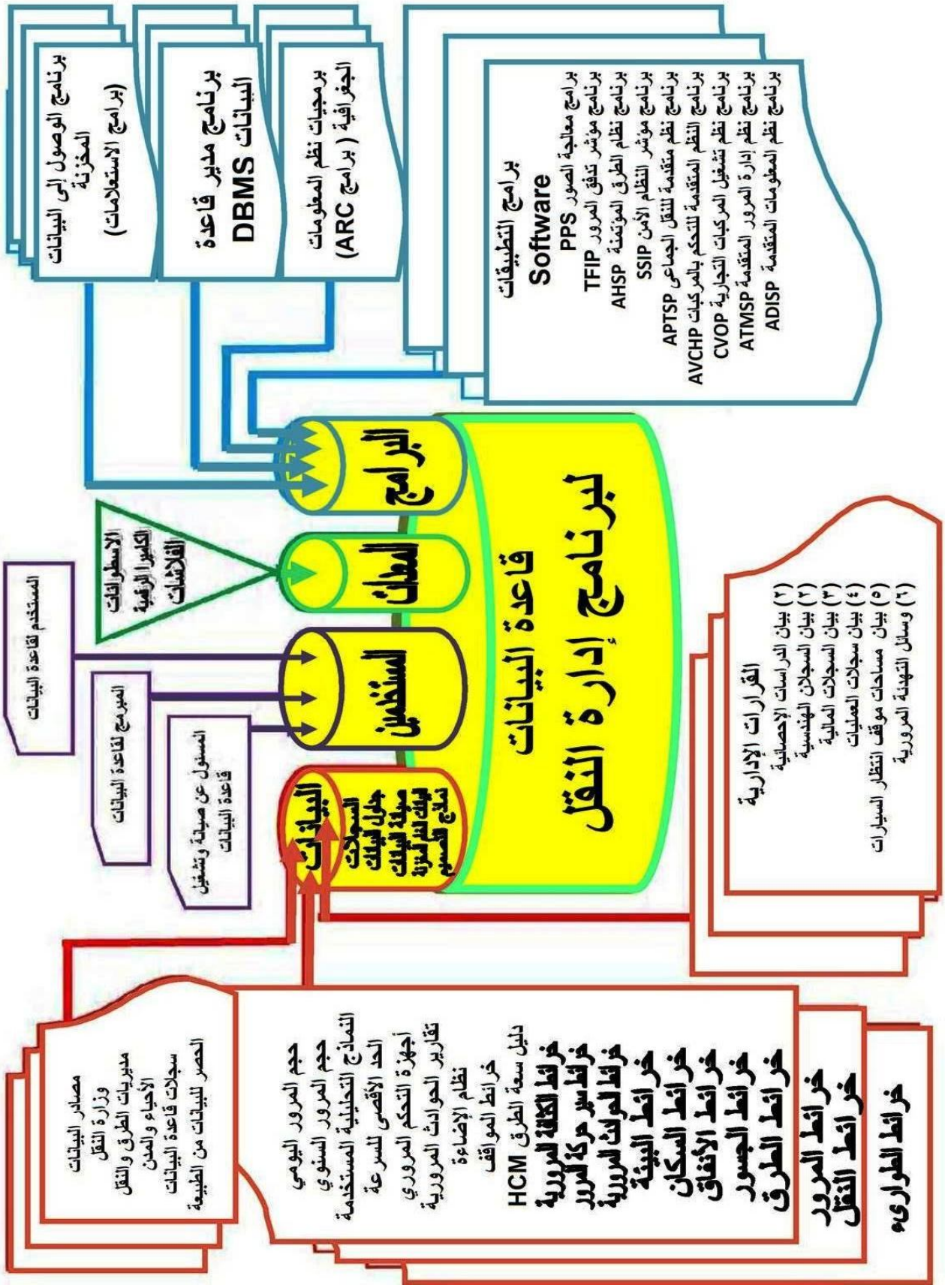
(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة النقل



الشكل رقم (١٦٤) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة النقل

(٣) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة النقل

Database for the Transport management program

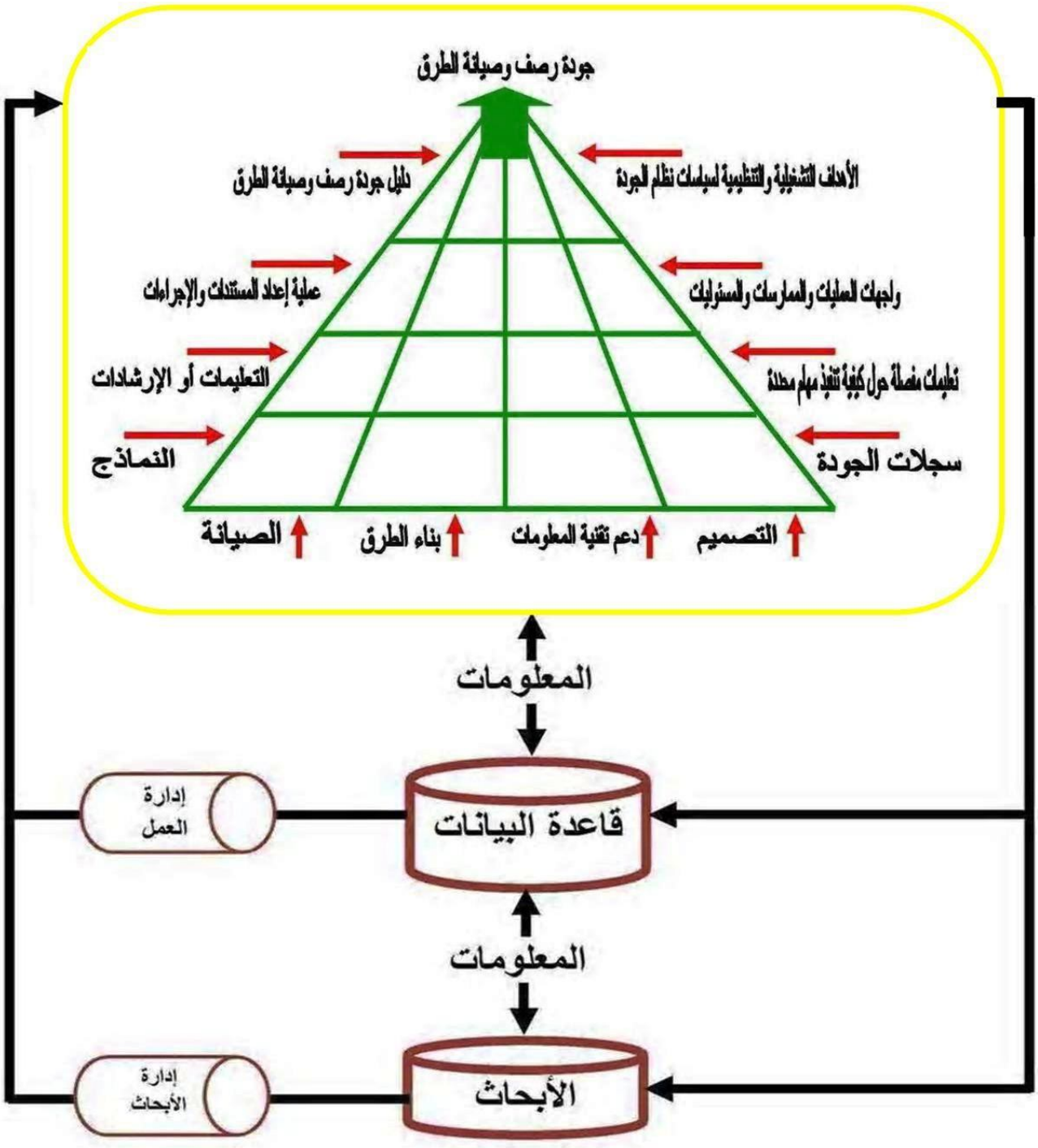


الشكل رقم (١٩٥) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة النقل

(٦) نظام إدارة جودة الطرق (RQMS)

Roads Quality Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملاً للوسائل المناسبة والفعالة لتطبيق الجودة الشاملة على الطرق وذلك من خلال ضبط كافة الإجراءات ومختلف أنواع العمليات التي يتم تنفيذها بالطرق من حيث المتابعة والمعايير الواجب إتباعها بهدف تأمين كل ما يلزم لضبط وتنفيذ هذه العمليات من تسجيل ومراقبة وقياس وتحليل بما يضمن الوصول إلى المخرجات المخططة والتحسين المستمر لهذه العمليات وذلك من خلال وضع أهداف محددة مزودة ببرامج مرحلية وزمنية لتحقيق كل هدف منها يعتمد على أعلى المستويات ويرتكز على مبدأ إرضاء مستخدم الطريق ومن القضايا الرئيسية التي تواجه نظام إدارة جودة الطرق هي خفض ميزانيات الطرق ويتألف نظام الجودة من أربعة مكونات أساسية وهى (التصميم ، دعم تقنية المعلومات ، بناء الطرق ، الصيانة) ويبين الشكل التالي الطريقة التي تتفاعل بها هذه المكونات لتوفير الخدمة والمنفعة المرجوة منها والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة جودة الطرق (RQMS)



الشكل رقم (١٩٦) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام نظام إدارة جودة الطرق (RQMS)

(١/٦/٧/٢) فلسفة نظام إدارة جودة الطرق (RQMSP)

Roads Quality Management System Philosophy

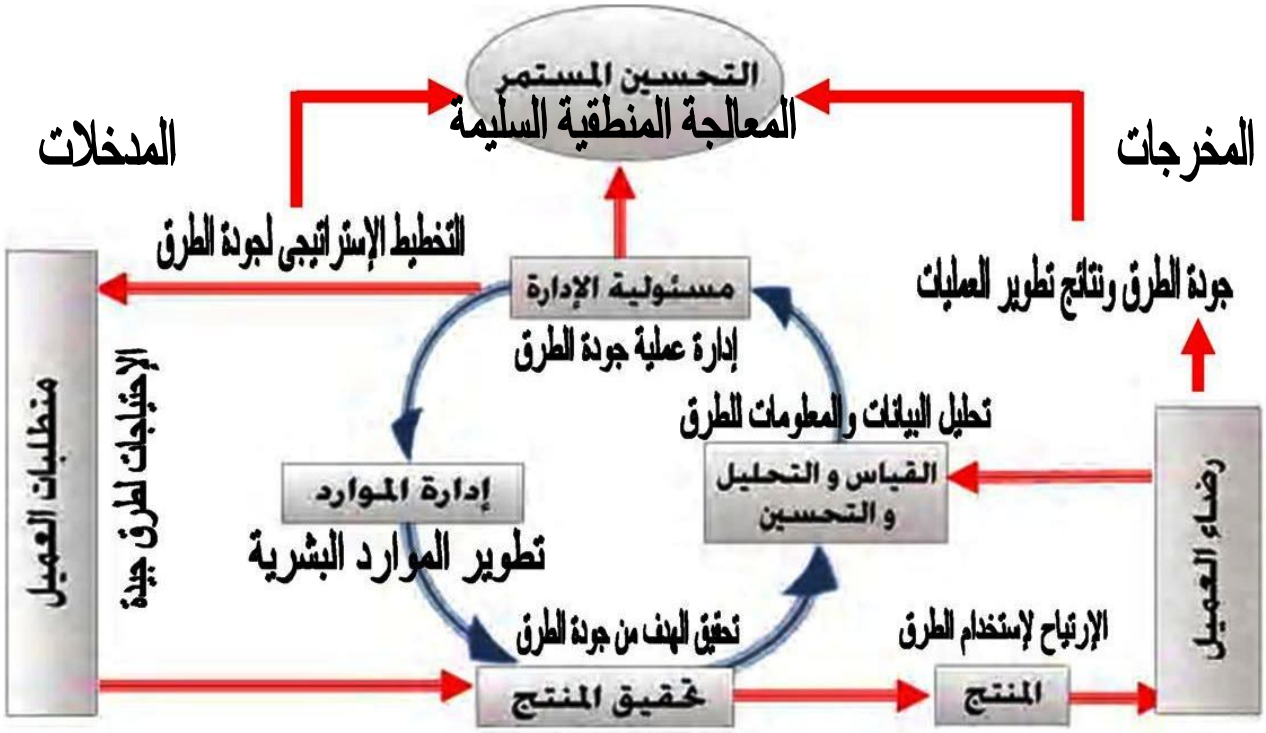
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء شبكة الطرق لتحديد الإحتياجات الفعلية من المعالجة لعدم تنفيذ الرصف والصيانة بالجودة المطلوبة وذلك من خلال إستعراض جميع بيانات عيوب حالة رصف وصيانة شبكة الطرق ومؤشرات حالة رصف وصيانة شبكة الطرق لتطبيق نظام إدارة الجودة على الطرق ومعايرة المعدات وإدارة عملية جمع البيانات بصورة منهجية وتجهيز وتسليم البيانات لإجراء تطبيق الجودة على الطرق بصورة منهجية حيث يعتبر فلسفة نظام مراقبة جودة الطرق فعال إذا تم إستخدامه في الوقت المناسب لأن بناء منهجية جودة الطرق يساهم بشكل كبير في بناء نموذج التميز وكذلك نظام إختيار قبول جودة الطرق فإنه فعال إذا تم في الوقت المناسب وعند الوقت المناسب يتم تنفيذ الإجراءات التصحيحية لشبكة الطرق وتطبيق الجودة على رصف وصيانة الطرق ليس خياراً بل هي ضرورة لا بديل عنها مما يتطلب من الأسلوب الإداري التعامل مع المتغيرات بالتجديد والتطوير الشامل لإدارة شبكة الطرق وذلك من خلال (١) تطوير نظام فعال للمعلومات (٢) تطوير نظام شامل للمتابعة والمراجعة (٣) تطوير نظام مرن لإتخاذ القرارات (٤) تطوير مشاركة إيجابية للعاملين بالطرق (٥) أن نفعل الشيء الصحيح بطريقة صحيحة من أول مرة وفى كل مرة بمعنى أن يتم رصف وصيانة الطرق بالطريقة السليمة والمطابقة للمواصفات القياسية دون الإهمال أو الإضرار بشبكة الطرق العامة

(٢/٦/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة الجودة (QCPAI)

Quality Condition Performance Analysis Indicators

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر إدارة الجودة (QMI) Quality Management Index	نظام شامل من السياسات والإجراءات التي تحكم أداء مراقبة الجودة وأنشطة القبول لضمان الجودة في بيانات حالة الرصف
٢	مؤشر نظام الجودة (QSI) Quality System Index	هو مؤشر يحدد الهيكل التنظيمي والإجراءات والعمليات والموارد اللازمة لتنفيذ إدارة الجودة لتحقيق أهداف الجودة في رصف وصيانة الطرق
٣	مؤشر مراقبة الجودة (QCI) Quality Control Index	هو مؤشر يحدد الإجراءات اللازمة لتقييم وضبط عمليات بناء الرصف وذلك للتحكم في مستوى الجودة التي يتم تنفيذها في الرصف النهائي ويسمى أيضا التحكم في عمليات رصف الطرق لأغراض التوليف والخلط بين المواد المستخدمة في الرصف
٤	مؤشر أنشطة مراقبة الجودة (QACI) Quality Activities Control Index	هو مؤشر يحدد الأنشطة التي تستخدم للسيطرة على أنشطة جمع البيانات إما عن طريق مقدم خدمة البيانات أومن خلال هيئة جمع بيانات الطرق الداخلية حتى يمكن الحصول على بيانات الحالة عن جودة الرصف
٥	مؤشر قبول الجودة (QAI) Quality Acceptance Index	هو مؤشر يحدد الإجراءات المخططة والمنهجية اللازمة للتحقق من أن البيانات تلبي متطلبات الجودة ويستخدم لدعم قرارات الإدارة للرصف وغالبا ما يشار إليها باسم قبول الجودة لضمان الجودة في هندسة الرصف ومجال الإدارة
٦	مؤشر ضمان الجودة (QAI) Quality Assurance Index	هو مؤشر يحدد مجموعة من الإجراءات النظامية والمخطط لها لأخذ القياسات والعينات وإجراء الاختبارات وتقييم نتائج القياس والاختبار بغرض توفير قدرٍ كافٍ من الثقة للتأكد من أن الأعمال المنفذة تمت طبقاً للمواصفات
٧	مؤشر الضمان المستقل (IAI) Independent Assurance Index	هو مؤشر يحدد أداة الإدارة التي تتطلب طرف ثالث وليس المسئولية المباشرة عن مراقبة العملية أو القبول لتقديم تقييم مستقل للرصف أو الصيانة أوالخدمة أوموثوقية نتائج الاختبارات تم الحصول عليها من مراقبة العملية واختبار القبول
٨	مؤشر إدارة الجودة الشاملة (QMI) Total Quality Management Index	هو مؤشر يحدد التطوير المستمر للعمليات الإدارية وذلك بمراجعتها وتحليلها والبحث عن الوسائل والإجراءات لرفع مستوى الأداء وتقليل الوقت لانجازها بالاستغناء عن جميع المهام عديمة الفائدة والغير ضرورية لمستخدم الطريق أو لعملية رصف الطرق أو صيانة الطرق وذلك لخفض التكلفة ورفع مستوى الجودة مستندين على متطلبات واحتياجات مستخدم الطرق
٩	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية

(٣/٦/٧) معالجة بيانات نظام إدارة جودة الطرق
Data Processing Roads Quality Management System



الشكل رقم (١٤٨) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة جودة الطرق

(٤/٦/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة جودة الطرق
Roads Quality Management System Integrated System

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 حالة جودة الطرق وكذلك تقييما علميا لحالة جودة الطرق وما يرتبط بها من احتياجات للتخطيط ووضع القواعد اللازمة لضمان الاستقرار الدائم لنظم جودة الطرق لتناسب عملية التطور المستمر لشبكة الطرق وفقا لبرامج وأهداف محددة تلبي قدر الإمكان رغبات مستخدمي الطرق في التنقل بسهولة ويسر وأمان وبمستوى خدمة مناسب ووضع برامج الأولويات ضمن الإعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف وسائل النقل وبالتالي يتطلب ذلك زيادة أطوال شبكة الطرق بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة جودة الطرق بهدف المحافظة على شبكة الطرق بحالة جيدة من خلال مراقبة وتقييم نظام جودة الطرق بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وبأقل التكاليف

(٥/٦/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة جودة الطرق
Roads Quality Management System Integrated System Objectives

١	توفير الخدمات للمستفيدين بما يتفق وإحتياجاتهم وتوقعاتهم والتحسين المستمر في وسائل تقديم الخدمة
٢	تحسين كفاءة العمليات لتقليل التكلفة والوقت وتطوير رصف وصيانة الطرق
٣	مواكبة حركة التحسين والتطوير العالمية في مواصفات الخدمات وأساليب تقديمها
٤	زيادة الأمان والسلامة على الطرق
٥	تخفيض تكاليف الأداء
٦	يتم تقييم تأثير حجم شبكة الطرق على عملية إدارة الجودة
٧	إنخفاض نسبة الأخطاء في الأداء
٨	زيادة الكفاءة التشغيلية للطرق وزيادة سعتها
٩	التحسين المستمر في الأداء
١٠	تحسين مستوى السلامة المرورية
١١	الارتقاء بمهارات العاملين وقدراتهم على تطوير أساليب العمل

(٦/٦/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة جودة الطرق Roads Quality Management System (RQMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System(IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة جودة الطرق)

(١) مرحلة قاعدة البيانات

وتتكون هذه المرحلة من المعلومات الأساسية أو مفردات شبكة الطرق (Roads Inventory) وأهمها تصنيف وتسمية وترقيم الطرق وتاريخ إنشائها وسمك الطبقات المكونة للرصف والمواد الداخلة في إنشائها وإصلاحها وحجم المركبات التي تستخدمها ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

أ	وصفا تفصيليا لكل جزء من أجزاء الشبكة والمواصفات القياسية	
	١	الموقع ورقما خاصا لهذا الجزء يميزه عن بقية أجزاء الشبكة والطول والعرض وعدد الحارات
	٢	تعريف شبكة الطرق ورصد النتائج لكل مكون من شبكة الطرق المحددة وتحديد الأهداف
	٣	سمك طبقات الرصف ونوع كل منها (الطبقة السطحية تليها طبقة الأساس ثم طبقة ما تحت الأساس)
	٤	الفحص الشامل لخصائص الرصف وأكتاف الطريق وخصائص طبقة القاعدة Sub grade
	٥	الأحجام المرورية والأوزان المحورية للشاحنات ومعلومات شبكة النقل الحضري للأداء العام لنظام النقل على الطرق
	٦	أعمال الصيانة السابقة (تقارير الصيانة) وتشمل نوع الصيانة وتكلفة أعمال الصيانة وتاريخ تنفيذ الصيانة
	٧	بيان الدراسات الإستطلاعية الميدانية الحالية والسابقة للكفاءة الداخلية لإدارة الطرق
	٨	المواصفات القياسية العالمية لبناء وصيانة الطرق
	٩	المواصفات القياسية العالمية لأحمال الطرق
ب	حالة الرصف (النماذج التحليلية المستخدمة)	
	١	دراسة خشونة السطح وتقاس باستخدام معدة RT بناء على مقياس IRI (مستويات قياسية في الأداء)
	٢	دراسة العيوب السطحية وتقاس بواسطة الكشف البصري ومطابقتها بمعايير صيانة الطرق
	٣	دراسة الحالة الإنشائية ومطابقتها بمعايير إنشاء الطرق
	٤	دراسة مقاومة الانزلاق وتقاس بجهاز Skid Tester حسب مواصفات ASTM

(٢) مرحلة بيانات الأداء

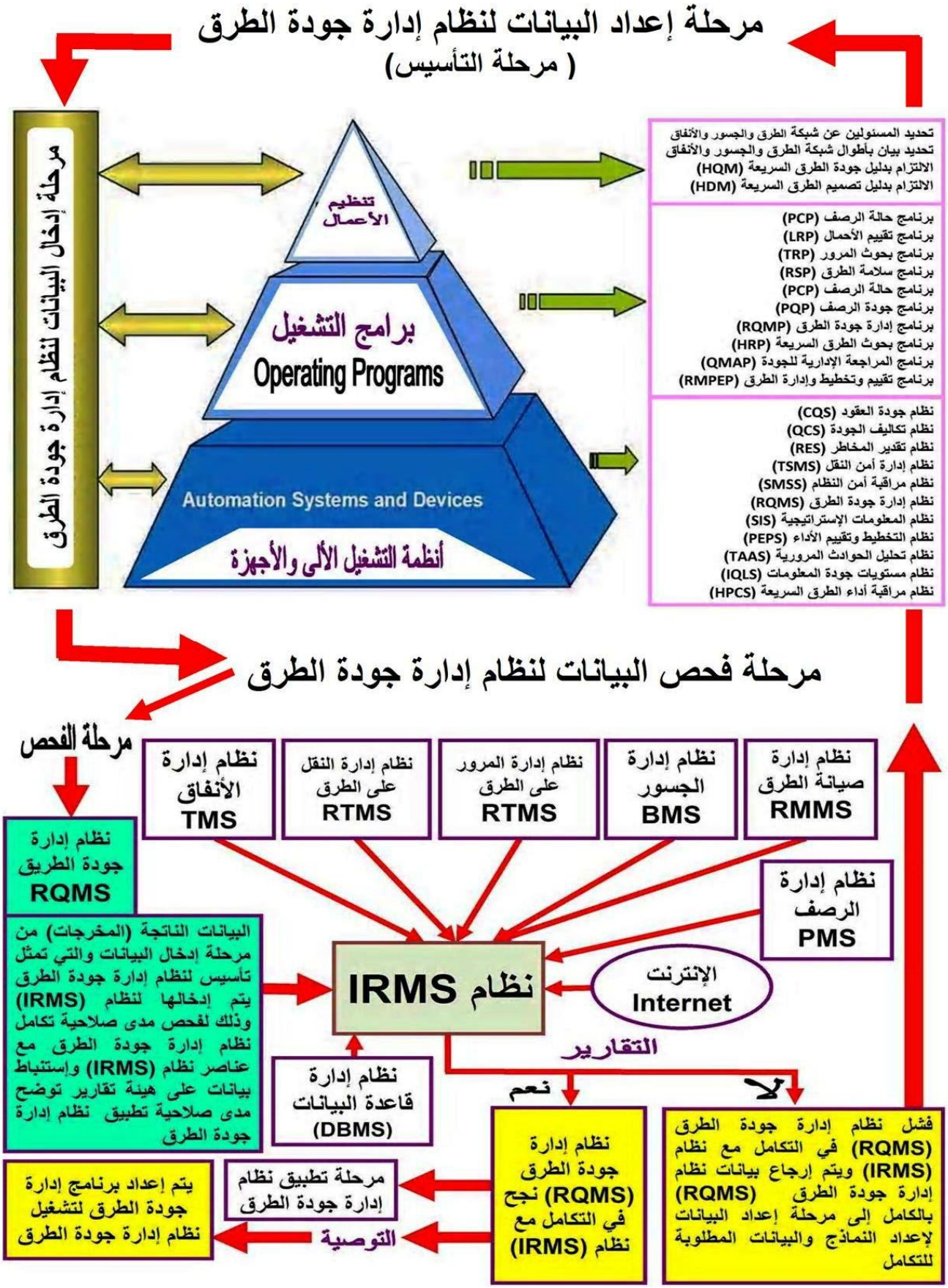
إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل المكاني الألى والخطى للبيانات في نظام " RTMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات، لذا فمن المهم جدا أن تعكس البيانات الموجودة في نظام إدارة جودة الطرق الحالة الفعلية لجودة الطرق ولهذا يجب تحديث البيانات وخاصة بيانات الأداء (حالة جودة الطرق) بصورة دورية ويتم تقييم حالة جودة شبكة الطرق بإستخدام الأساليب التالية : -

١	مؤشر إجراء التحليل في قياس ورصد إستخدام تكاليف الطرق على مدى فترة طويلة من الزمن لتقييم التغييرات في السياسات
٢	مؤشر نسبة الرضا عن نوعية المعلومات المقدمة بخصوص الوقت الذي يستغرقه السفر عند إستخدام الطريق
٣	مؤشر مخاطر إستخدام الطرق Roads Use Risk Index (RURI) لقياس أداء السلامة على الطرق
٤	مؤشر برنامج السياسة البيئية Environmental Policy Program Index (EPPI)
٥	مؤشر مستوى الخدمة level of service Index (SLI) لتتبع نتائج بيانات أبحاث السوق كأداة للتخطيط وآلية التغذية المرتدة
٦	مؤشر برامج أفضل الممارسات Practices Best Programs Index (BPPI) برامج طويلة الأجل لعمليات البناء والصيانة
٧	مؤشر موارد البنية التحتية للطرق Road Infrastructure Resources Index (RIRI)
٨	مؤشر برنامج المراجعة الإدارية للجودة Quality Management Audit Program Index (QMAPI)
٩	مؤشر قيمة توقعات تكاليف الطريق مقابل التكاليف الفعلية
١٠	مؤشر نسبة النفقات العامة Overhead Percentage Index (OPI)
١١	مؤشرأنظمة إدارة الأصول Asset Management Systems Index (AMSI)
١٢	مؤشر خشونة الطريق Road Roughness Index (RRI)
١٣	مؤشر حالة الجسور على الطرق Roads On Bridges Condition Index (ROBCI)
١٤	مؤشر الرضا عن نظام الطرق Road System About Satisfaction (RSAS)

وتمثل هذه البيانات مؤشرات خاصة تعكس القيمة الناتجة منها الحالة والأداء لجزء محدد في شبكة الطرق أو الشبكة ككل لذلك تسمى مؤشرات الأداء (Performance Indicators) ويمكن تطبيق مؤشرات الأداء لبرنامج تخطيط وتقييم الطرق وإدارة المنظمة من خلال الطرق التالية :-

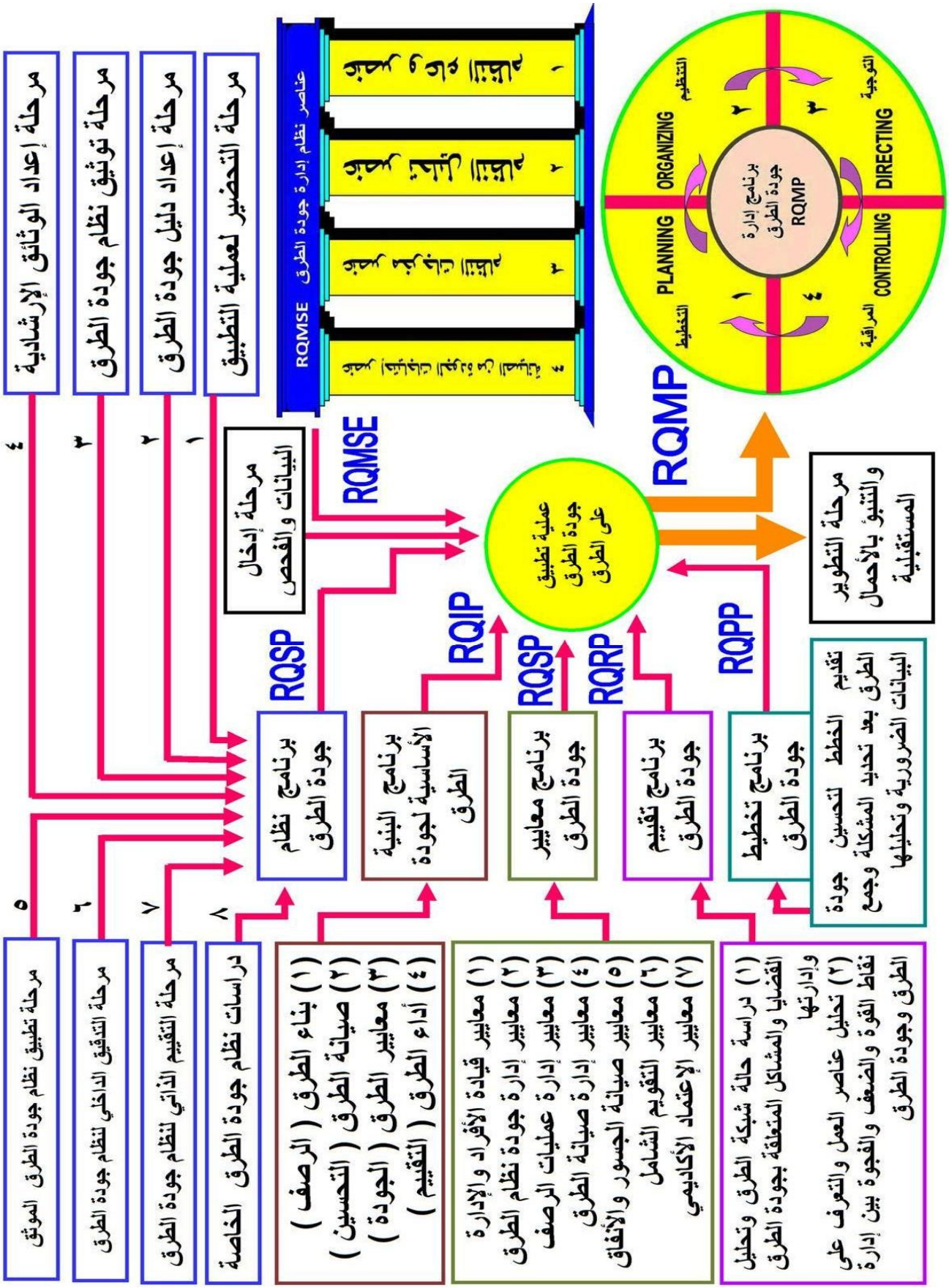
(١) في إدارة عملية قياس مدى نجاح العمليات الفردية أو مجموعات من العمليات
(٢) في مجال الإدارة على حدة النتائج إلى وضع أهداف وتقييم تحقيق الأهداف والغايات
(٣) في القياس لإقامة "أفضل الممارسات" أو "الأداء المتفوق" العمليات من أجل تحسين أداء إدارة الطرق
(٤) للمساعدة على تطوير أو تحسين وظائف أو مهام محددة الهندسية لإدارة الطرق

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



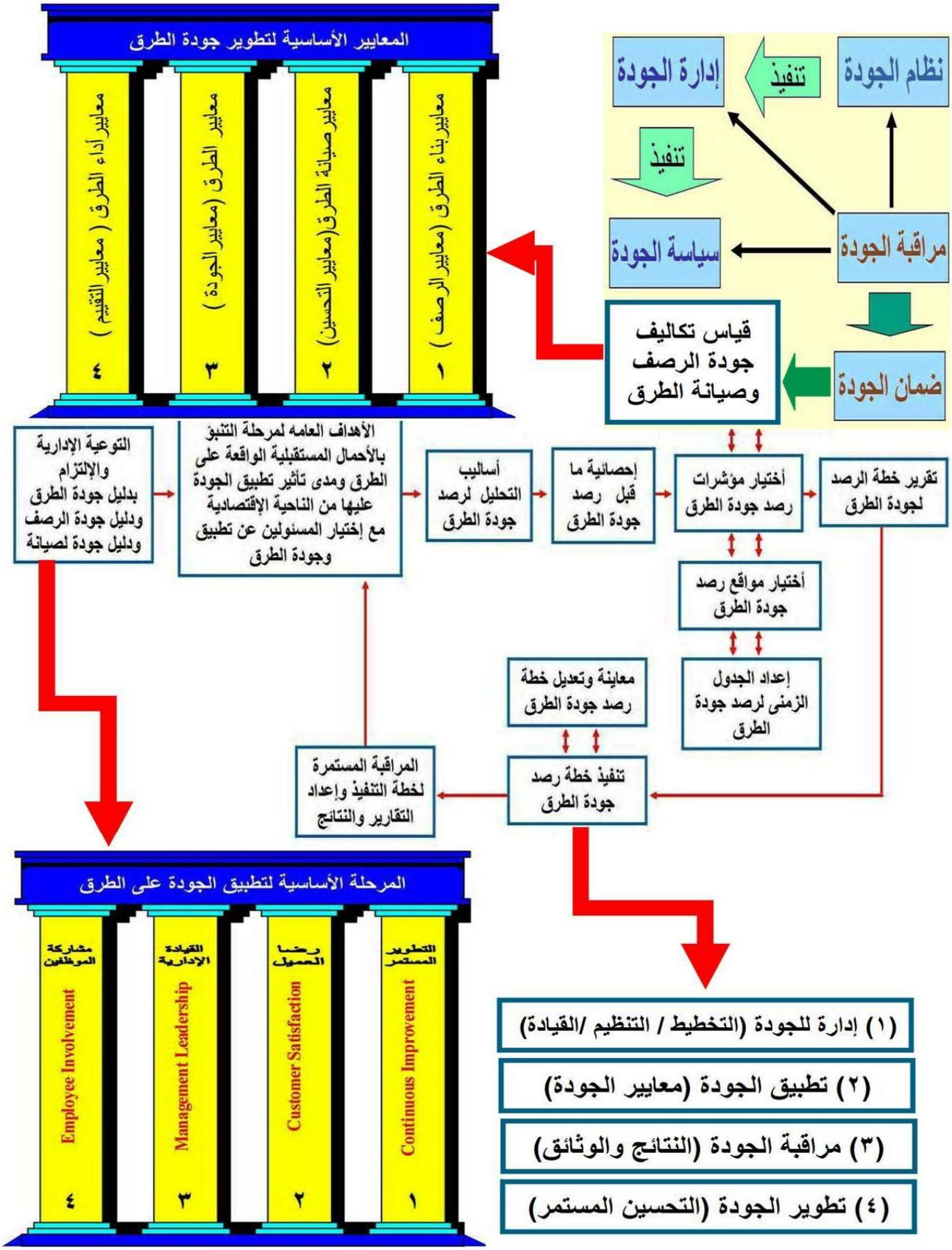
الشكل رقم (١٦٨) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة الجودة

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق جودة الطرق على الطرق)



الشكل رقم (١٦٩) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق جودة الطرق على الطرق

(د) المرحلة الرابعه (مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية)



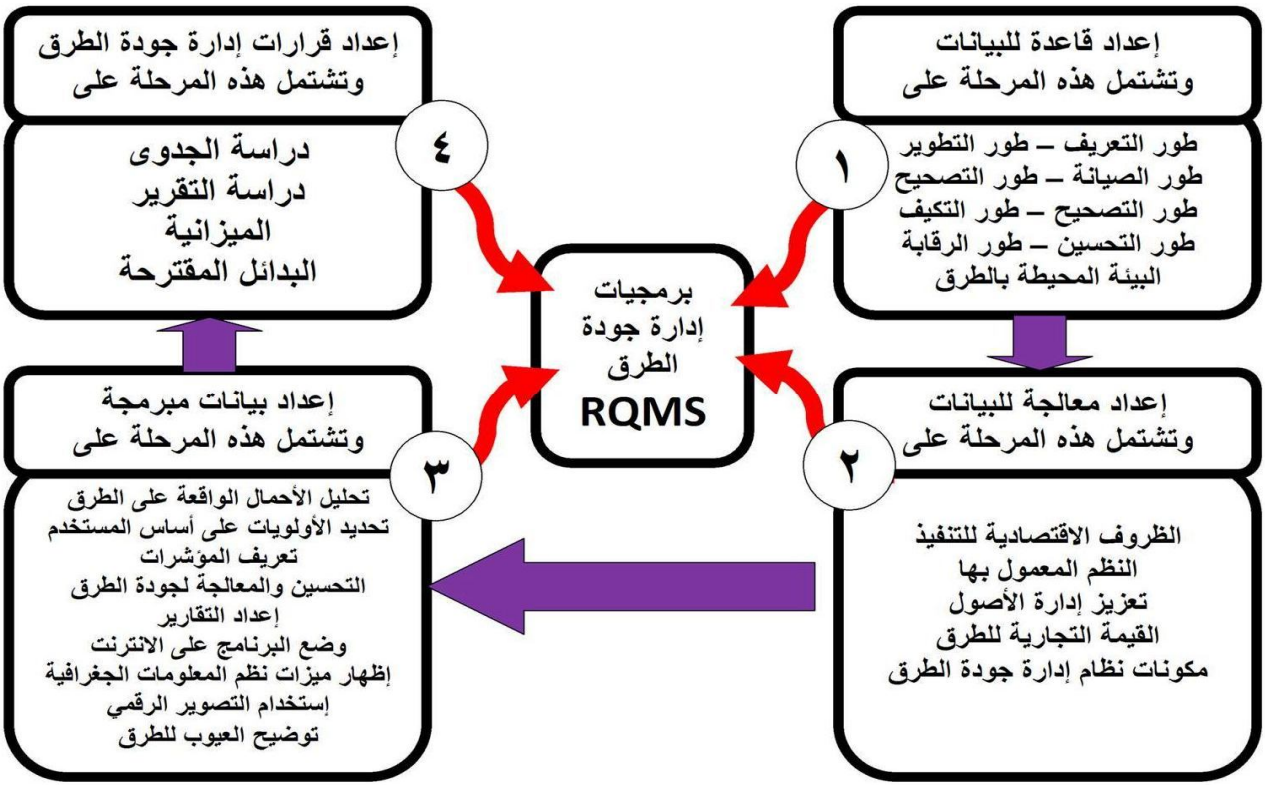
الشكل رقم (١٧٠) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية

(٧/٦/٧/٢) برنامج إدارة الجودة (QMP) Quality Management Program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة جودة الطرق

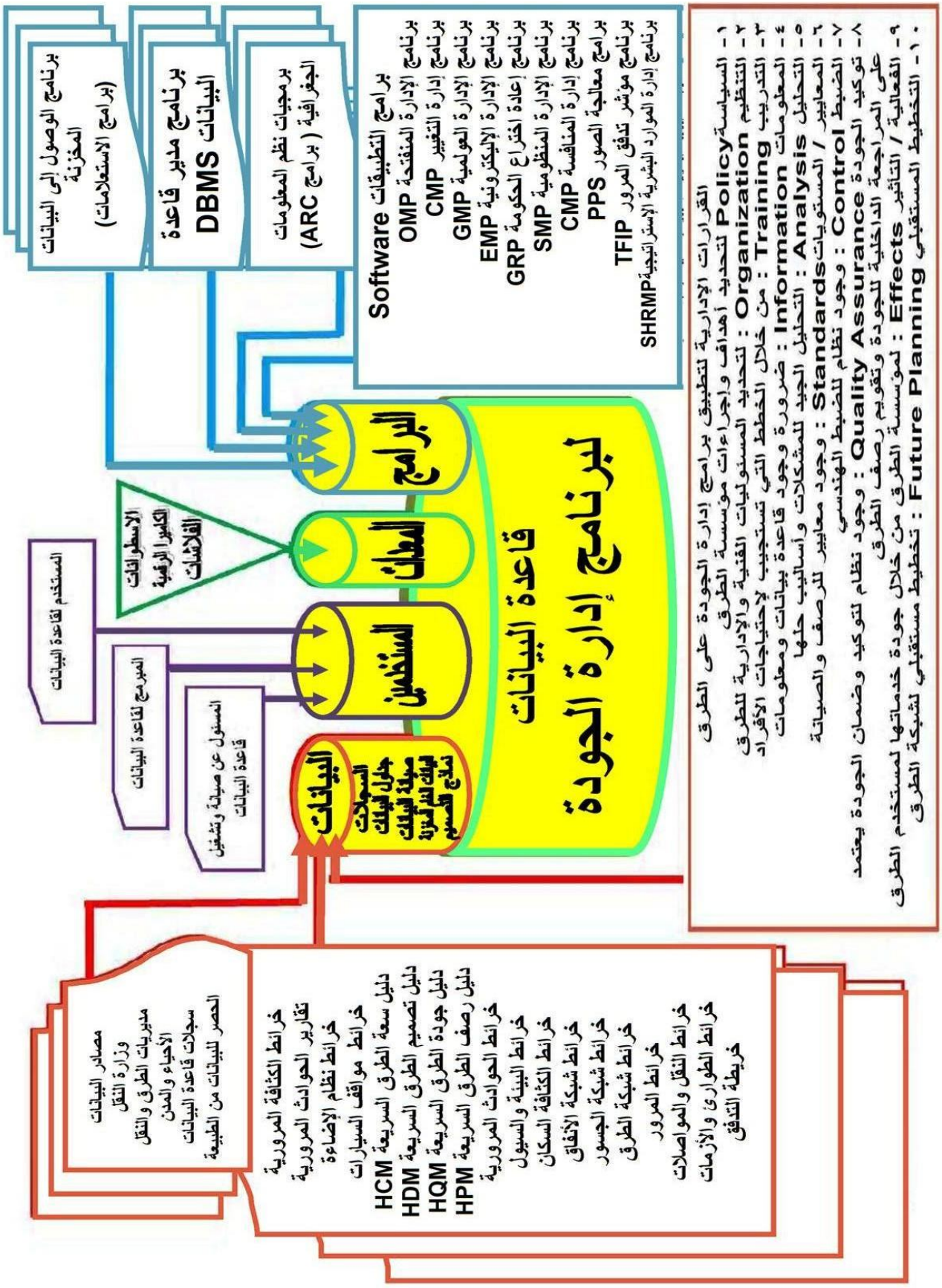
الشكل رقم (١٧١) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة جودة الطرق

(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة جودة الطرق



الشكل رقم (١٧٢) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة جودة الطرق

(٣) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الجودة (QMPD)
Quality Management Program Database

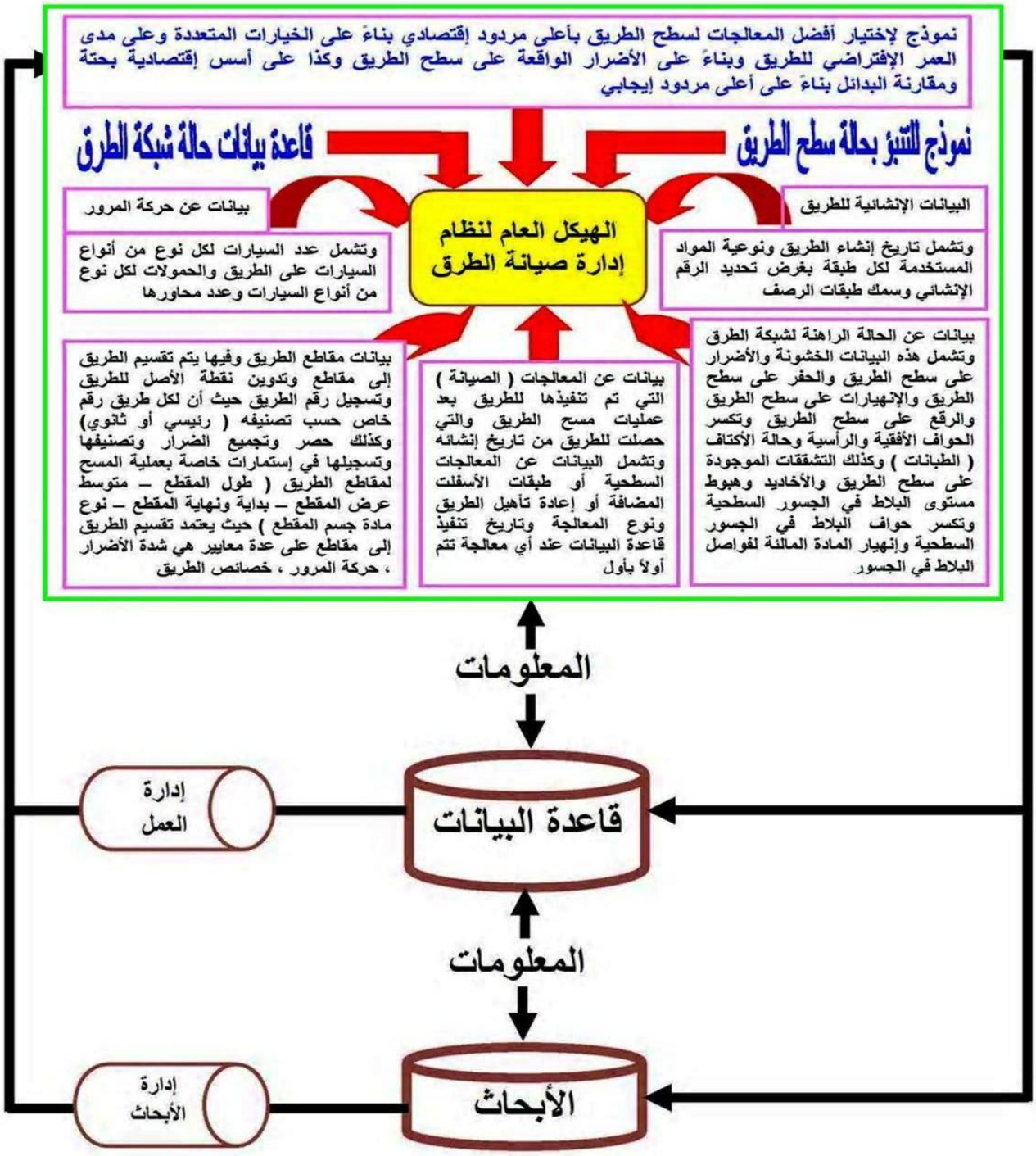


الشكل رقم (١٧٣) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة الجودة

(٧) نظام إدارة صيانة الطرق (RMMS)

Roads Maintenance Management System

يوفر هذا النظام حصرا شاملاً للقدرة على التنبؤ بحالة شبكة الطرق والتوقع للتغيرات في حالة الطريق وتحديد الفترة الزمنية الحرجة والذي من المفترض أن تكون فيها عملية الصيانة دون تأخير وبتكلفة أقل إستناداً على البيانات المجمعة ميدانياً عن الحالة الراهنة للطريق كما يساعد النظام على إستخدام الموارد المتاحة لصيانة الطرق وبأعلى مردود إقتصادى والمناسبة والفعالة لتطبيق الصيانة الشاملة على الطرق وذلك من خلال ضبط كافة الإجراءات ومختلف أنواع العمليات التي يتم تنفيذها بالطرق من حيث المتابعة والمعايير الواجب إتباعها بهدف تأمين كل ما يلزم لضبط وتنفيذ هذه العمليات من تسجيل ومراقبة وقياس وتحليل بما يضمن الوصول إلى المخرجات المخططة والتحسين المستمر لهذه العمليات وذلك من خلال وضع أهداف محددة مزودة ببرامج مرحلية وزمنية لتحقيق كل هدف منها يعتمد على أعلى المستويات ويرتكز على مبدأ إرضاء مستخدم الطريق والرسم التخطيطي التالي يوضح الهيكل العام لنظام إدارة صيانة الطرق (RMMS)



الشكل رقم (١٧٤) رسم تخطيطي يوضح الهيكل العام نظام إدارة صيانة الطرق (RMMS)

(١/٧/٧/٢) فلسفة نظام إدارة صيانة الطرق

Roads Maintenance Management System Philosophy

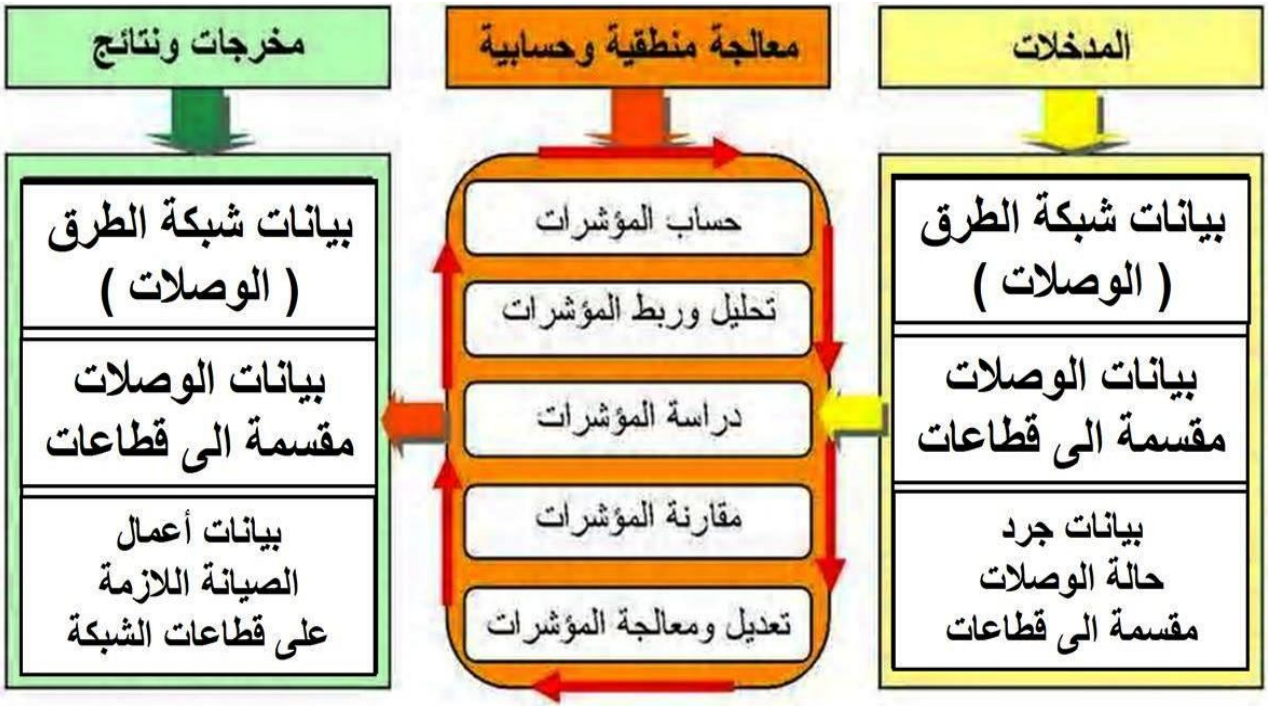
إدارة البيانات وتحليل حالة أجزاء شبكة الطرق لتحديد الإحتياجات الفعلية لصيانة الطرق من خلال قياس كميات من العناصر المختلفة لشبكة الطرق (جرد النظام) وتقييم التأثيرات الخارجية (مثل الطقس وحركة المرور) بناءاً على هذه الإجراءات التي توضح مدى الحاجة إلى الصيانة والمعالجة لتنفيذ الصيانة المطلوبة وذلك من خلال إستعراض جميع بيانات عيوب الرصف ومؤشرات حالة رصف الطرق لتطبيق نظام إدارة صيانة الطرق على الطرق بصورة منهجية وإدارة عملية جمع البيانات بصورة منهجية حيث يعتبر نظام فلسفة صيانة الطرق فعال إذا تم إستخدامه في الوقت المناسب فعلى سبيل المثال عدم إجراء صيانة روتينية للرصف يؤدى إلى أن يصل مستوى التدهور لخدمة الرصف ما يتطلب نشاطات صيانة وقائية تكلف عشرة أضعاف التكلفة بالمقارنة بالصيانة الروتينية للرصف وبالمثل عدم إجراء صيانة وقائية للرصف يؤدى إلى تدهور الرصف والى حاجته إلى إعادة الرصف وهذا الإجراء يفوق تكلفة أعمال الصيانة الوقائية بحوالي سبعة أضعاف وأيضاً فإن عدم إجراء إضافة طبقة إسفلتية في الوقت المناسب يؤدى إلى تدهور الرصف والى حاجته إلى إعادة إنشاء أو إعادة تأهيل وتكلفة هذا الإجراء تفوق تكلفة أعمال الصيانة الوقائية بحوالي عشرين ضعفاً

(٢/٧/٧/٢) مؤشرات تحليل أداء حالة صيانة الطرق

Roads Maintenance Condition Performance Analysis Indicators

م	نوعية المؤشر (المقياس)	فائدة المؤشر
١	مؤشر كفاءة المعدات (EEI) Equipment Efficiency Index	هو مؤشر يحدد كفاءة معدات الصيانة وقابلية هذه المعدات لصيانة الطرق وإنجاز الوظيفة المطلوبة ضمن شروط الاستخدام المحددة وخلال فترة زمنية معينة
٢	مؤشر قابلية الصيانة (MPI) Maintenance portability Index	هو مؤشر يحدد إمكانية استخدام أعمال وطرق الصيانة ومواردها على الطرق لإعادة تشغيل الطرق بعد إجراء عملية صيانة الطرق
٣	مؤشر تكلفة الصيانة (MCI) Maintenance Cost Index	هو مؤشر يعبر عن جودة أنشطة عمليات صيانة الطرق وتقدير حجم ونوع الأعمال والنشاطات تبعا للإمكانيات المتاحة
٤	مؤشر تحليل تكاليف الصيانة (MCAI) maintenance costs analysis Index	هو مؤشر يستخدم لتحليل الموازنة المخصصة للصيانة من أجل اتخاذ التدابير الضرورية والإجراءات اللازمة من تحديد إستراتيجية العمل المناسبة لتحقيق المردود الفعلي وتجسيد الأهداف المسطرة ومراجعة سياسات الصيانة المطبقة وإدخال التعديلات اللازمة والتقدير الجيد للحجم المناسب لموازنة الفترة المستقبلية
٥	مؤشر جودة الرصف Pavement Quality Index (PQI)	وهو المؤشر الكلي لحالة الرصف فهو يشمل تأثير جميع المقاييس الخاصة بالحالة الإنشائية للرصف (القدرة الإنشائية) وسلاسة القيادة والتشوهات السطحية ويتم حسابه بمعادلات خاصة على حسب فئة الطريق ويتدرج(PQI) من رقم (٠) إلى رقم (١٠) حيث أن رقم (١٠) يمثل أفضل قيمة وقد حددت القيم الدنيا المقبولة لمقياس الرصف بواسطة المختصين كالتالي : رقم (٧.٥) للطرق السريعة ورقم (٧) للطرق الرئيسية ورقم (٦.٥) للطرق الثانوية ورقم (٥.٥) للطرق الداخلية
	مؤشر معايير الأداء (PSI) Performance Standards Index	هو مؤشر يوضح المواصفات والمعايير التي تحكم تنفيذ أنشطة الصيانة المختلفة بحيث يتم وضع قائمة وصفية لأنشطة الصيانة المختلفة تشمل الغرض من كل نشاط وطريقة تنفيذه والمواد والآلات والقوى البشرية المستخدمة ووحدة القياس وقياس مدى الإنتاجية لفريق العمل
	مؤشر برنامج الأعمال (BPI) Business Program Index	هو مؤشر يحدد البرنامج السنوي لكل نوع من أعمال الصيانة إعتماداً على معلومات جرد الطريق والمعيار الكمي للصيانة ووحدة قياس الصيانة فعلى سبيل المثال برنامج العمل السنوي لنوع معين من الصيانة = وحدة قياس نوع الصيانة × المعيار الكمي × مقدار مساحة الرصف حسب بيان الجرد

(٣/٧/٧/٢) معالجة بيانات نظام إدارة صيانة الطرق
Data Processing Roads Maintenance Management System



الشكل رقم (١٧٥) رسم تخطيطي يوضح معالجة بيانات نظام إدارة صيانة الطرق

(٤/٧/٧/٢) النظام المتكامل لنظام إدارة صيانة الطرق
Roads Maintenance Management System Integrated System

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 حالة صيانة الطرق وكذلك تقييما علميا لحالة صيانة شبكة الطرق وما يرتبط بها من احتياجات للتخطيط ووضع القواعد اللازمة لضمان الإستقرار الدائم لنظم صيانة الطرق لتناسب عملية التطور المستمر لشبكة الطرق وفقا لبرامج وأهداف محددة تلبي قدر الإمكان رغبات مستخدمي الطرق في التنقل بسهولة ويسر وأمان وبمستوى خدمة مناسب ووضع برامج أولويات تنفيذ الصيانة ضمن الإعتمادات المالية المتوفرة حيث تتضاعف وسائل النقل وبالتالي يتطلب ذلك زيادة أطوال شبكة الطرق بصفة مستمرة وتزداد الحاجة دائماً للحفاظ على هذه الشبكة وتزداد التكاليف والاستثمارات وتتجاوز المليارات مما يتطلب الأمر تطوير نظام إدارة صيانة الطرق بهدف المحافظة على شبكة الطرق بحالة جيدة من خلال مراقبة وتقييم نظام صيانة الطرق بشكل مستمر إعتماداً على أساليب علمية وبأقل التكاليف

(٥/٧/٧/٢) أهداف النظام المتكامل لنظام إدارة صيانة الطرق
Roads Maintenance Management System Integrated System Objectives

١	المحافظة على إستثمار رأس المال بدوام عمر الرصف إلى العمر التصميمي للطريق
٢	تخفيض تكلفة إستخدام العربات للطريق وذلك من خلال توفير إستهلاك البنزين والسولار وإطارات السيارات وقطع الغيار
٣	الإبقاء على الحركة المرورية مفتوحة وزيادة الأمان والسلامة وتحسين مستوى السلامة المرورية على الطرق
٤	سهولة التعرف على كامل شبكة الطريق بوسائل عرض و إخراج مختلفة سواء على شكل بيانات أو خرائط، والقدرة على الحصول على المعلومات والبيانات الإحصائية اللازمة عن أي موقع في شبكة الطريق
٥	التعرف على عيوب شبكة الرصف الأساسية وعلى أعمال الصيانة اللازمة لمعالجتها والتكاليف المقدرة لهذا العلاج
٦	القدرة على التنبؤ بحالة الرصف على الشبكة للسنوات القادمة و تحديد برامج الصيانة والميزانيات المطلوبة لذلك
٧	تحسين كفاءة عمليات الصيانة لتقليل التكلفة والوقت وتطوير صيانة الطرق
٨	توجيه وتوزيع موارد الصيانة للحصول على أعلى مستوى للخدمة بأقل التكاليف
٩	القدرة على تعديل المعلومات الموجودة أو تحديثها بإضافة بيانات جديدة
١٠	توفير الخدمات للمستفدين بما يتفق واحتياجاتهم وتوقعاتهم والتحسين المستمر في وسائل تقديم الخدمة
١١	زيادة الكفاءة التشغيلية للطرق وزيادة سعتها

(٦/٧/٧/٢) برنامج تنفيذ تكامل Integrated Implementation Program (IIP)
نظام إدارة صيانة الطرق Roads Maintenance Management System (RMMS)
& النظام المتكامل لإدارة الطرق Integrated Roads Management System(IRMS)

(أ) المرحلة الأولى (مرحلة إعداد البيانات لنظام إدارة صيانة الطرق)

(١) مرحلة إعداد برنامج قاعدة بيانات صيانة الطرق

وتتكون عملية إعداد هذا البرنامج من المعلومات الأساسية و مفردات شبكة الطرق (Roads Inventory) وأهمها تصنيف وتسمية وترقيم الطرق وتاريخ إنشائها وسمك الطبقات المكونة للرصف والمواد الداخلة في إنشائها وإصلاحها وحجم المركبات التي تستخدمها ومن قاعدة بيانات شاملة (Database) تتضمن العناصر التالية :-

أ	وصفا تفصيليا لكل جزء من أجزاء الشبكة والمواصفات القياسية	
	١	الموقع ورقما خاصا لهذا الجزء يميزه عن بقية أجزاء الشبكة والطول والعرض وعدد الحارات
	٢	تعريف شبكة الطرق ورصد النتائج لكل مكون من شبكة الطرق المحددة وتحديد الأهداف
	٣	سمك طبقات الرصف ونوع كل منها (الطبقة السطحية تليها طبقة الأساس ثم طبقة ما تحت الأساس)
	٤	الفحص الشامل لخصائص الرصف وأكتاف الطريق وخصائص طبقة القاعدة Sub grade
	٥	الأحجام المرورية والأوزان المحورية للشاحنات ومعلومات شبكة النقل الحضري ونظام النقل على الطرق
	٦	أعمال الصيانة السابقة (تقارير الصيانة) وتشمل نوع الصيانة وتكلفة أعمال الصيانة وتاريخ تنفيذ الصيانة
	٧	بيان الدراسات الاستطلاعية الميدانية الحالية والسابقة للكفاءة الداخلية لإدارة الطرق
	٨	المواصفات القياسية العالمية لبناء وصيانة الطرق
	٩	المواصفات القياسية العالمية لأحمال الطرق
ب	حالة الرصف (النماذج التحليلية المستخدمة)	
	١	دراسة خشونة السطح وتقاس باستخدام معدة RT بناء على مقياس IRI (مستويات قياسية في الأداء)
	٢	دراسة العيوب السطحية وتقاس بواسطة الكشف البصري ومطابقتها بمعايير صيانة الطرق
	٣	دراسة الحالة الإنشائية ومطابقتها بمعايير إنشاء الطرق
	٤	دراسة مقاومة الانزلاق وتقاس بجهاز Skid Tester حسب مواصفات ASTM

(٢) مرحلة إعداد برنامج عناصر نظام إدارة صيانة الطرق

١	مظلة النظام (المظلة التي سيتم العمل تحتها) ويطلق عليها أحياناً وعاء النظام وهى تمثل حجر الأساس في النظام حيث يتم من خلالها تعريف وتكويد وترميز الشبكة بحيث يمكن التعرف على أي جزء من أجزاء الشبكة بهدف إدخال البيانات أو أجزاء تحليلات أو إستخراج تقارير معينة وحيث أن النظام يعمل تحت مظلة النظم الجغرافية للمعلومات فإن هذا يؤدى إلى توفير البعد الجغرافي والمكاني لشبكة الطرق أمام متخذ القرار علاوة على ذلك فوجود خريطة متكاملة أمام متخذ القرار سواء لإستخدامها في إدخال البيانات أو لعمل تحليلات أو لإستخراج تقارير معينة ودراسة البدائل المختلفة هذا من شأنه إعطاء الفرصة كاملة أمام متخذ القرار للتعامل مع شبكة الطرق بالكامل بصورة متكاملة مما يساهم مساهمة فعالة في تطوير آلية إتخاذ القرار بالإضافة إلى وجود مثل هذه الخريطة سوف يعطى الفرصة لتكامل بيانات شبكة الطرق مع شبكات النقل الأخرى (مثل السكة الحديد) ومع الأنشطة الهندسية وغير الهندسية الأخرى (مثل الخرائط الجيولوجية)	
٢	العناصر التحليلية للنظام وتشتمل على (أ) جمع البيانات (ب) تقويم حالة الرصف (ج) تحديد احتياجات الصيانة (د) وضع الأولويات وتحديد برنامج الصيانة (هـ) التغذية الخلفية (Feedback)	
	(أ) جمع البيانات وتقسم البيانات بصورة عامة إلى بيانات إقتصادية وبيانات تتعلق بحصر موجودات الطرق (Road Inventory) وبيانات تتعلق بحالة الرصف	
	١	بالنسبة للبيانات الإقتصادية فتشمل تكلفة أعمال الصيانة والمؤشرات الإقتصادية التي تستخدم في إجراء التحليلات الإقتصادية المتفق عليها عند المقارنة بين البدائل وذلك بهدف اختيار البدائل التي تحقق أعلى عائد إقتصادى
	٢	بالنسبة لبيانات حصر موجودات الطرق فيتم التصوير الرقمي (VMS) بكاميرات ديجيتال جوانب وسطح الطريق وتحليل هذه الصور إلى أن التسجيل التصويري يسمح بالرجوع إلى مكونات الطريق في أي وقت بدرجة دقة متميزة
	٣	بالنسبة لبيانات حالة الرصف يتم جمع بيانات العيوب السطحية بدرجاتها المختلفة من الشدة ومستوى إستواء السطح سواء في الإتجاه الطولي أو العرضي وقياس مستوى مقاومة الإنزلاق بما يتيح تقويم الرصف سواء من الناحية الإنشائية أو الوظيفية بصورة أكثر دقة وإستخدام تقنيات تصوير سطح الرصف سوف يسمح بتحليل الصور معملياً بجانب الفحص الميداني وبذلك يؤدى إلى دقة التحليل والتعرف على العيوب بدرجة عالية من الدقة وكذلك للتسجيل التاريخي للعيوب والإحتفاظ بها مما يساعد في التعرف على التطورات الزمنية في حالة الرصف
	(ب) تقويم حالة الرصف ويقصد بها تحليل بيانات حالة الرصف المجمعة للوصول إلى المستوى لحالة الرصف سواء من الناحية الإنشائية أو الوظيفية	

		(ج) تحديد احتياجات الصيانة نظراً لدقة وتنوع البيانات المجمعة عن حالة الرصف والتي ستؤدى بدورها إلى تحديد حالة الرصف بدرجة عالية من الدقة فإن ذلك سوف يؤدى بدون شك إلى وسيلة فعالة لتحديد الإحتياجات الفعلية للصيانة بناء على العيد من المعايير الدولية المتعارف عليها وبناءاً على تطوير منحنيات مستوى الأداء
		(د) وضع الأولويات وتحديد برنامج الصيانة في العادة تكون الموارد المتاحة أقل من إحتياجات الصيانة فإنه يلزم وجود عنصر في النظام يسمح بوضع أولويات تسمح بإختيار المواقع والأنشطة التي تمثل برنامج الصيانة بما يتناسب مع الموارد المتاحة ولابد من الاعتماد على عدة توجهات تهدف جميعها إلى تعظيم فاعلية التكلفة (Cost Effectiveness) ويتم الإختيار بناء على حسابات إقتصادية وفنية دقيقة ومعقدة تهدف إلى تعظيم العائد الإقتصادى من برنامج الصيانة كذلك يتم تحديد برنامج الصيانة لعدة سنوات مما يعطى ميزة لمتخذ القرار في التعرف على البرنامج والتخطيط للميزانيات المستقبلية
		(هـ) التغذية الخلفية يعتبر هذا العنصر من أهم مميزات النظام حيث يقوم النظام مع مرور الوقت وتراكم البيانات بالعمل كمساعد للمستخدم في تحديد النماذج والمعادلات التي يمكن تعديلها لتعكس التغير في طبيعة البيانات المجمعة
٣	**مخرجات النظام** يعتبر هذا العنصر من أهم عناصر أي نظام حيث إن المخرجات تمثل الخطوة النهائية قبل العرض على منفذ القرار لإتخاذ قراراته النهائية ويتضمن هذا العنصر	
	أ	جداول غير نمطية يمكن تصميمها حسب الحاجة
	ب	أشكال بيانية نمطية وغير نمطية
	ج	تقارير فنية
	د	خرائط ملونه بألوان كودية
	هـ	صور ولقطات فيديو للمواقع على الشبكة
٤	**احتياجات شبكة الطرق من الصيانة حسب مخرجات النظام** تهدف نظم إدارة صيانة الطرق إلى تحديد مستويين من المخرجات الأول يعنى بتحديد إحتياجات الصيانة الإجمالية أو ما يطلق علية مستوى الشبكة والثاني يعنى بتحديد إحتياجات الصيانة التفصيلية الإجمالية أو ما يسمى مستوى المشروع وفى حين تستخدم مخرجات المستوى الأول في دراسة الإستراتيجيات العامة وأيضاً في تحديد الميزانيات المطلوبة سواء على المستوى السنوي أو مستوى الخطط متوسطة وطويلة المدى فإن مخرجات المستوى الثاني على الجانب الأخر تستخدم في تحديد البرامج التنفيذية لأعمال الصيانة وأوامر التشغيل المصاحبة لها أثبتت جميع الدراسات المحلية والعالمية أن تكلفة إصلاح الرصف بعد تدهور حالته تعادل من ٤ إلى ٧ أمثال تكلفة الصيانة عند المستوى المقبول	

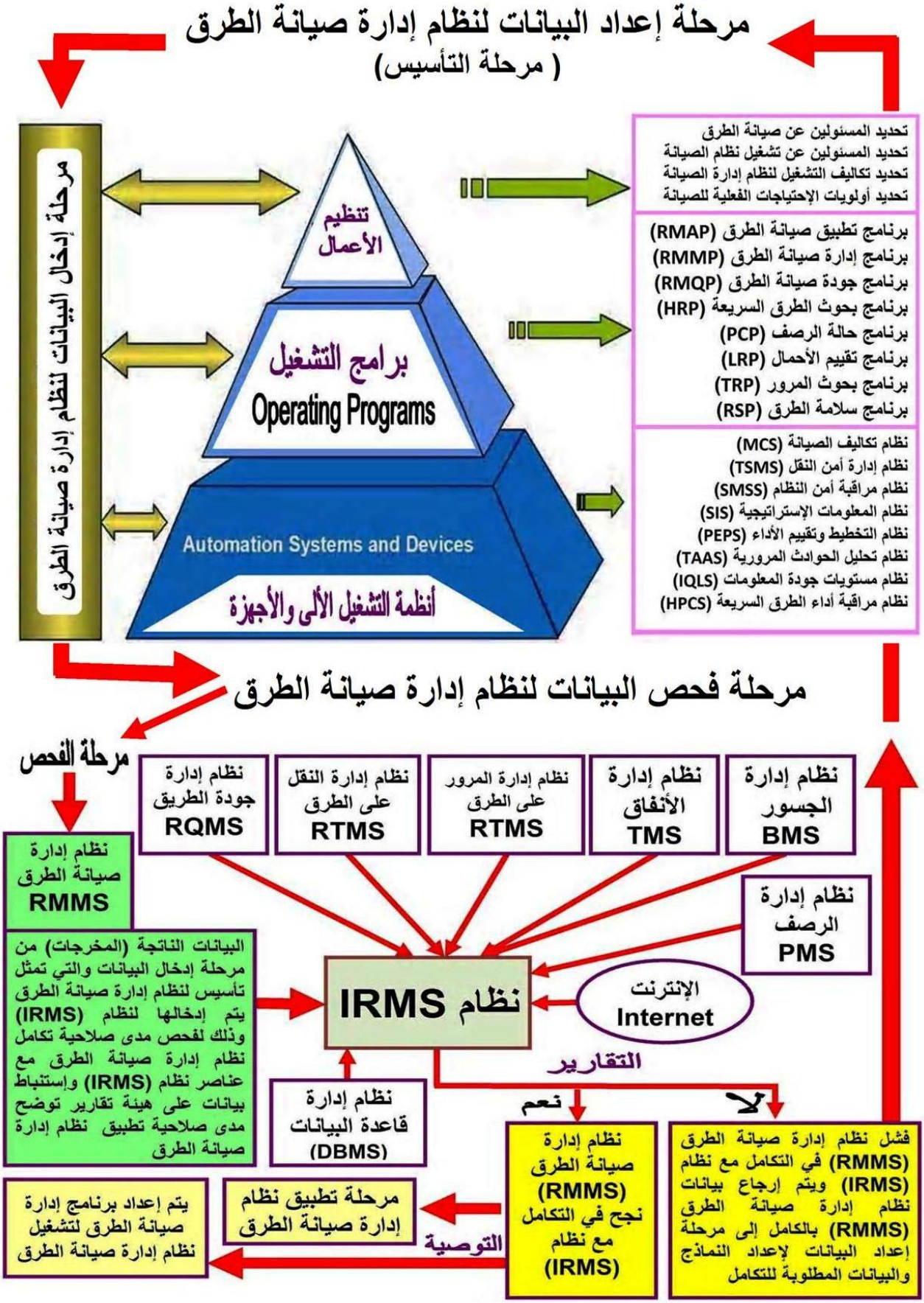
(٣) مرحلة إعداد برنامج مؤشرات الأداء لنظام إدارة صيانة الطرق

إن كفاءة وفائدة نتائج التحليل المكاني الألى والخطى للبيانات في نظام " RMMS " تعتمد بالدرجة الأولى على صحة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات والتي تعكس الحالة الفعلية لصيانة الطرق ولهذا يجب تحديث بيانات الأداء (حالة صيانة الطرق) بصورة دورية ويتم تقييم حالة صيانة شبكة الطرق بإستخدام الأساليب التالية : -

١	مؤشر إجراء التحليل في قياس ورصد إستخدام تكاليف الطرق على مدى فترة طويلة من الزمن لتقييم التغييرات في السياسات
٢	مؤشر نسبة الرضا عن نوعية المعلومات المقدمة بخصوص الوقت الذي يستغرقه السفر عند إستخدام الطريق
٣	مؤشر مخاطر إستخدام الطرق Roads Use Risk Index (RURI) لقياس أداء السلامة على الطرق
٤	مؤشر موارد البنية التحتية للطرق Road Infrastructure Resources Index (RIRI)
٥	مؤشر نسبة النفقات العامة Overhead Percentage Index (OPI)
٦	مؤشر خشونة الطريق Road Roughness Index (RRI)
٧	مؤشر برامج أفضل الممارسات Practices Best Programs Index (BPPI) برامج طويلة الأجل لعمليات البناء والصيانة
٨	مؤشر قيمة توقعات تكاليف صيانة الطريق مقابل التكاليف الفعلية لصيانة الطريق
٩	مؤشر الرضا عن نظام الطرق Road System About Satisfaction (RSAS)
١٠	مؤشر برنامج المراجعة الإدارية للصيانة Maintenance Management Audit Program Index (MMAPI)

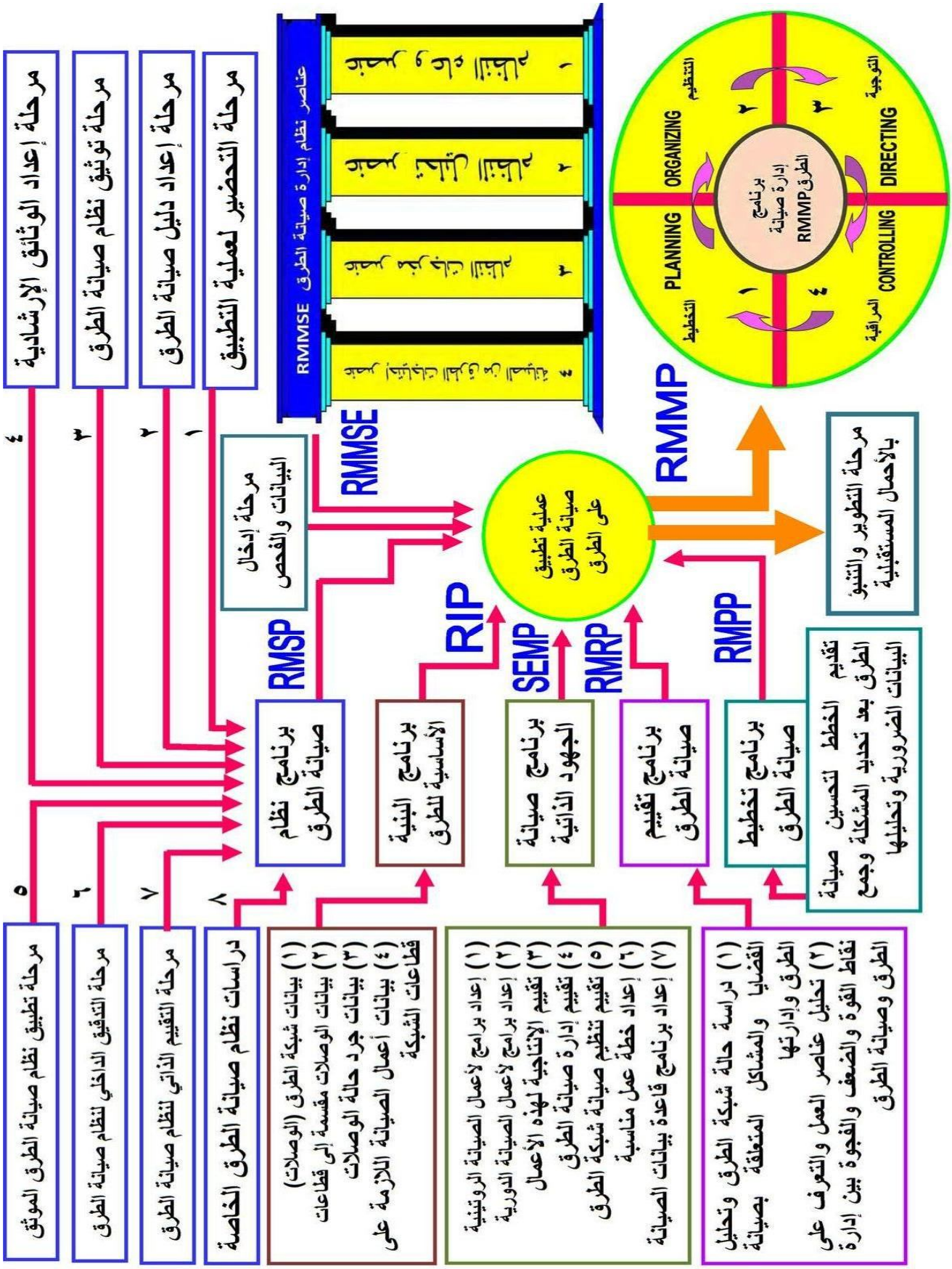
وتمثل هذه البيانات مؤشرات خاصة تعكس القيمة الناتجة منها الحالة والأداء لجزء محدد في شبكة الطرق أو الشبكة ككل لذلك تسمى مؤشرات الأداء (Performance Indicators)

(ب) المرحلة الثانية (مرحلة إدخال البيانات والفحص)



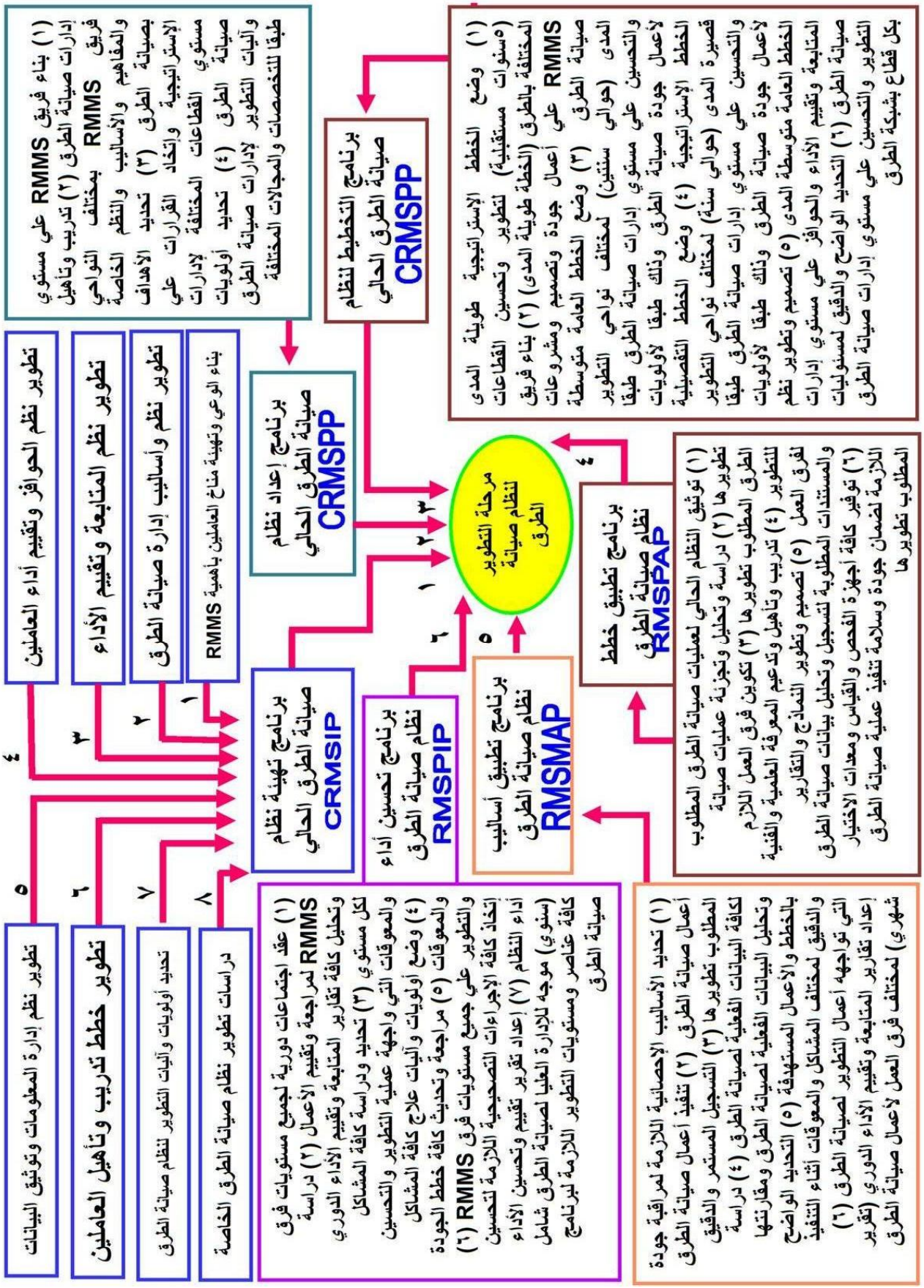
الشكل رقم (١٧٦) رسم تخطيطي يوضح مرحلة إدخال البيانات والفحص لنظام إدارة صيانة الطرق

(ج) المرحلة الثالثة (مرحلة تطبيق نظام إدارة صيانة الطرق على الطرق)



الشكل رقم (١٧٧) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تطبيق صيانة الطرق على الطرق

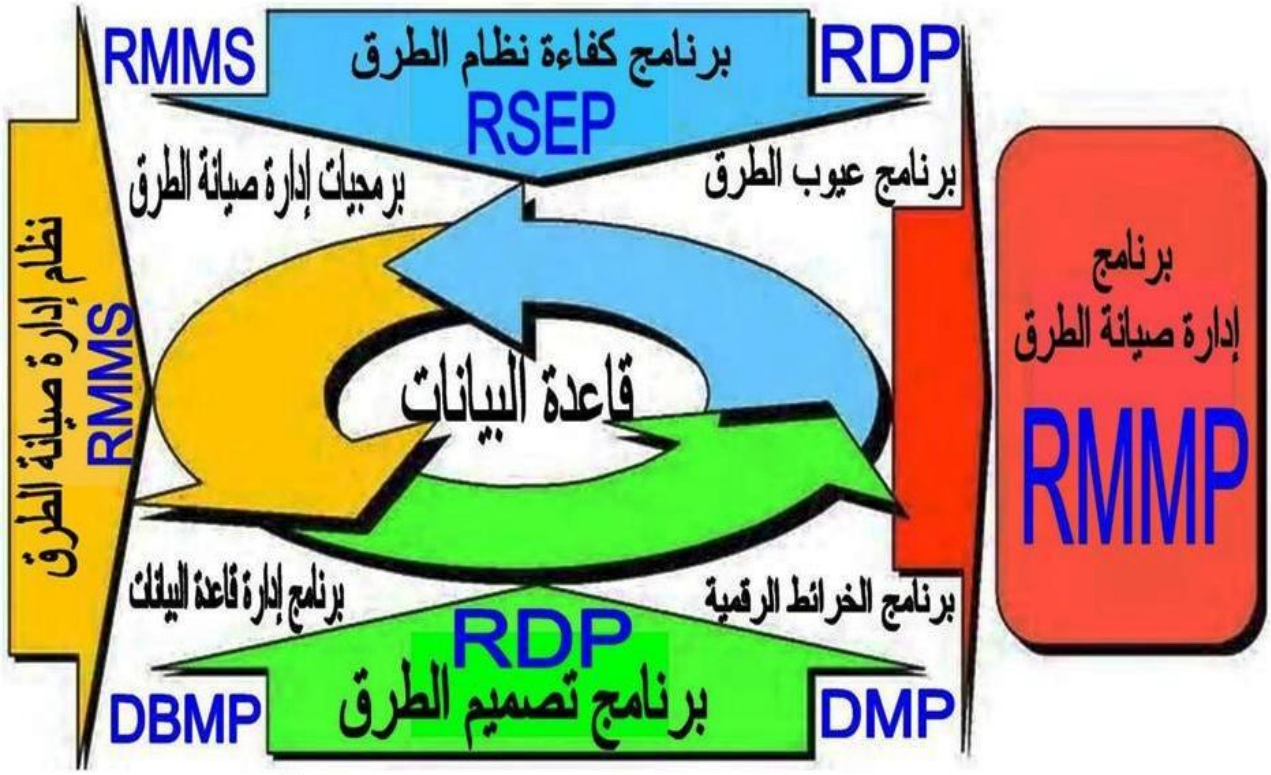
(د) المرحلة الرابعة (مرحلة التطوير والتنبؤ بالأحمال المستقبلية)



الشكل رقم (١٧٨) رسم تخطيطي يوضح مرحلة التنبؤ بالأحمال المستقبلية

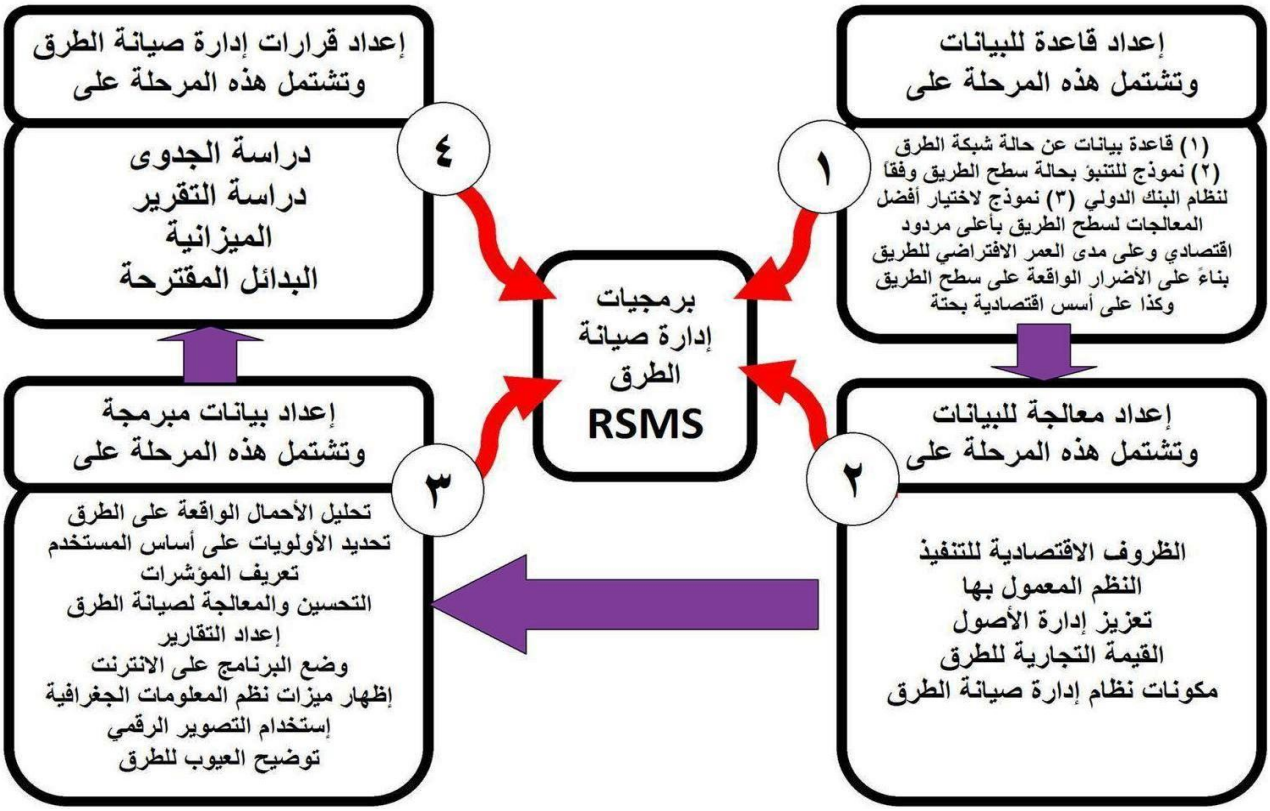
(٧/٧/٧/٢) برنامج إدارة صيانة الطرق (RMMP) Roads Maintenance Management Program

(١) المخطط العام لمكونات برنامج إدارة صيانة الطرق



الشكل رقم (١٧٩) يوضح المخطط العام لمكونات برنامج إدارة صيانة الطرق

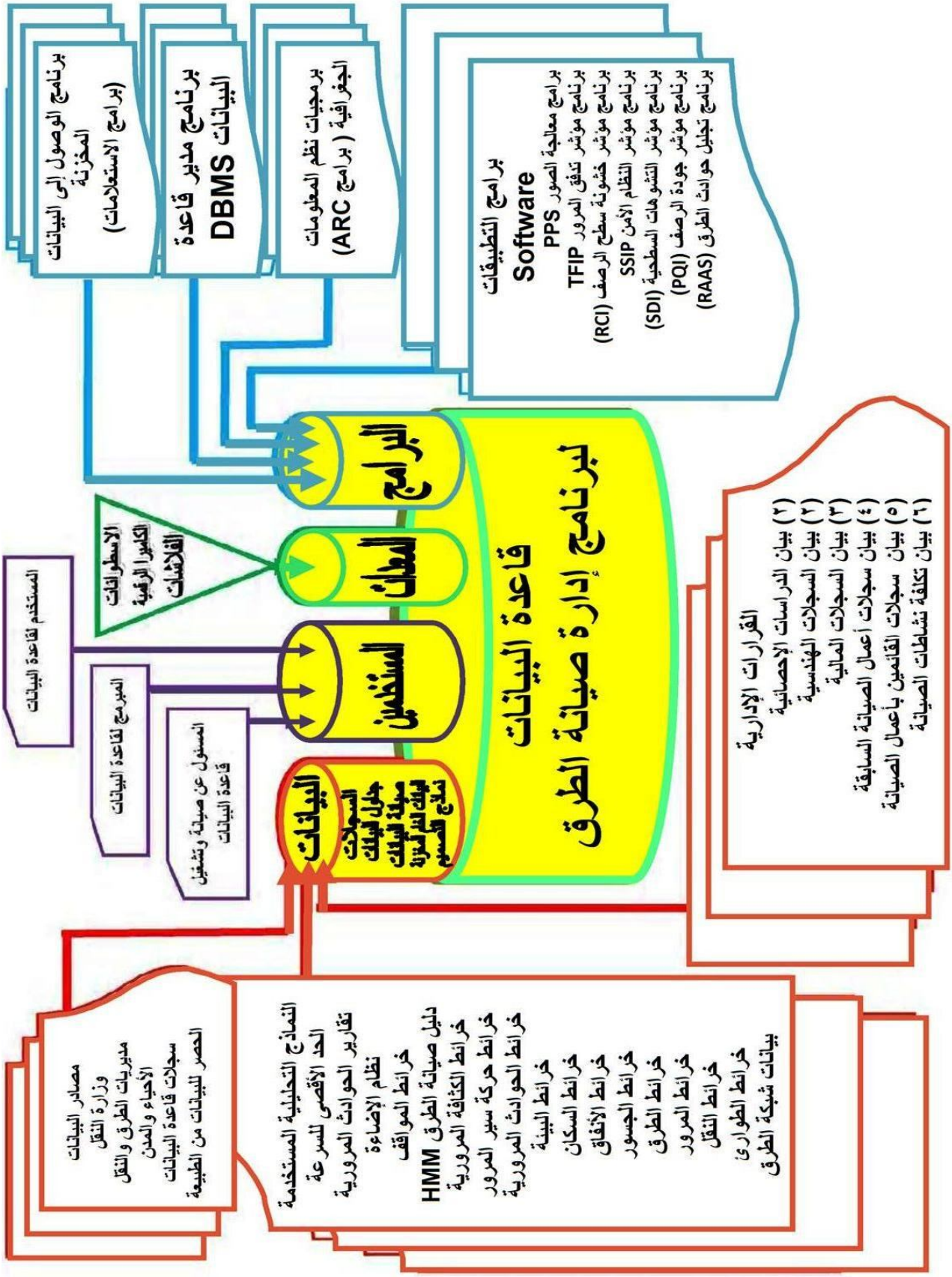
(٢) المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة صيانة الطرق



الشكل رقم (١٨٠) يوضح المخطط العام لمكونات برمجيات إدارة صيانة الطرق

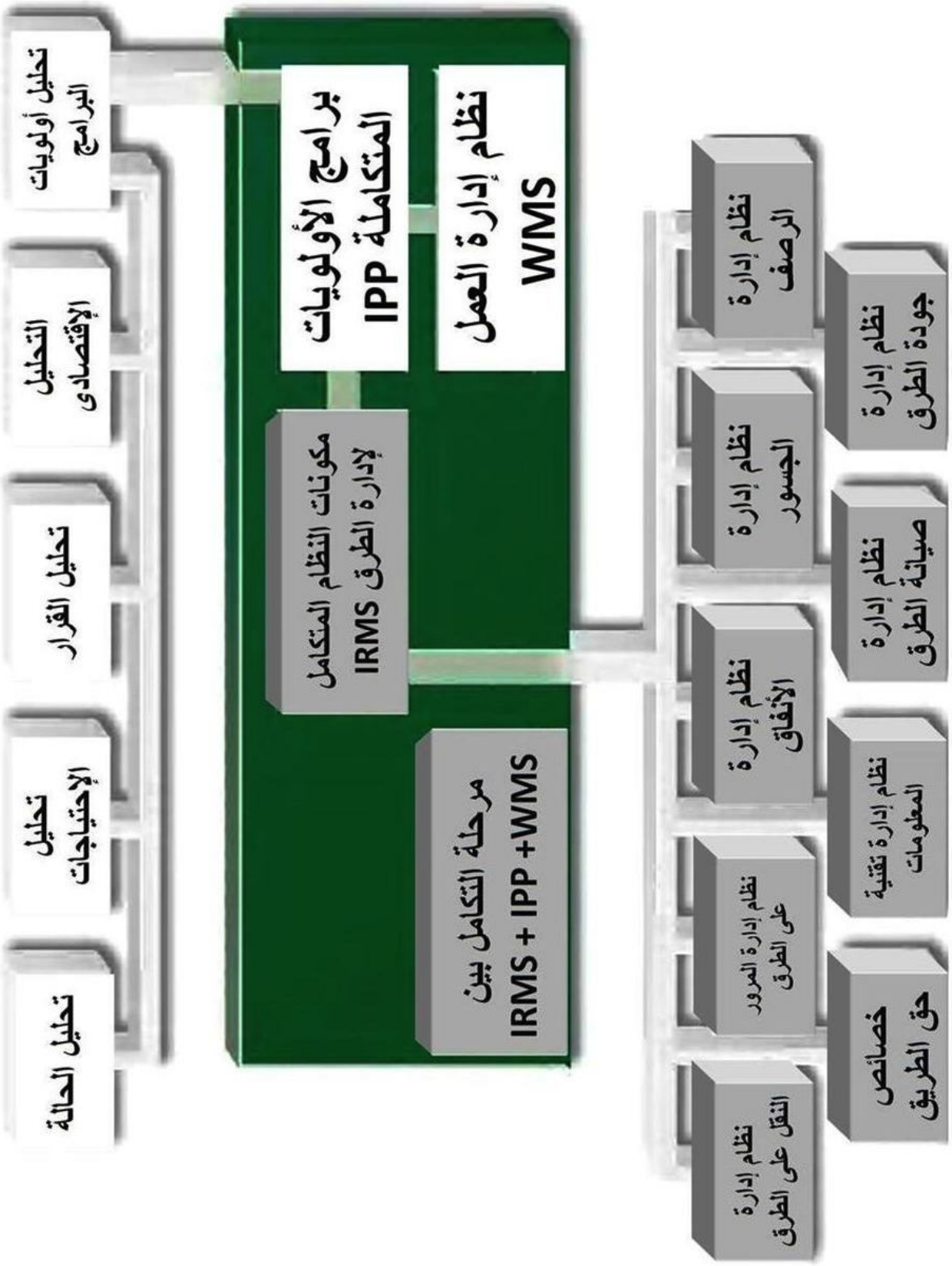
(٣) قاعدة البيانات لبرنامج إدارة صيانة الطرق (RMMPD)

Roads Maintenance Management Program Database



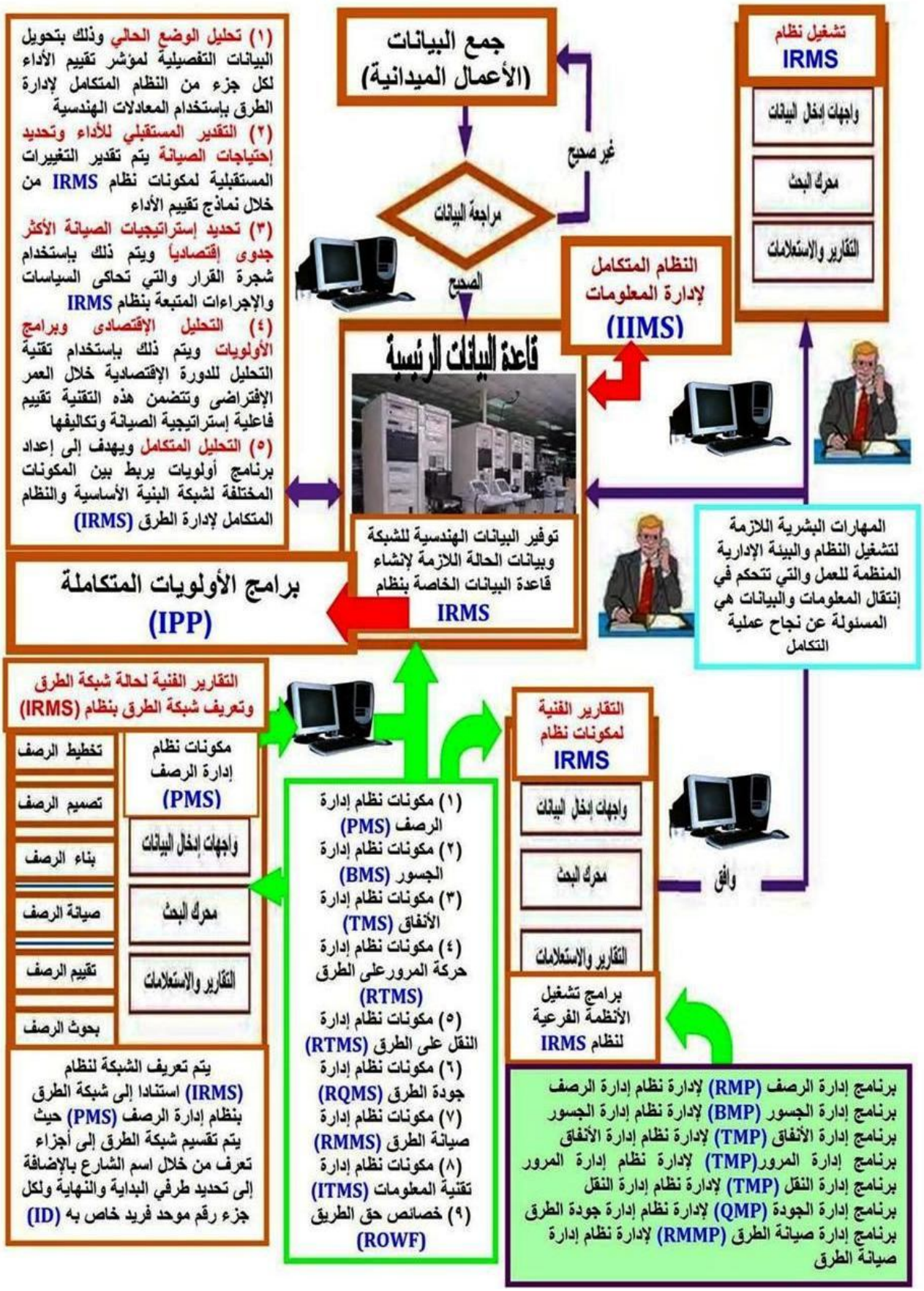
الشكل رقم (١٨١) يوضح مكونات قاعدة البيانات لبرنامج إدارة صيانة الطرق

(١/٨/٢) مرحلة التكامل بين IRMS + IPP + WMS



الشكل رقم (١٨٢) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تكامل نظام IRMS مع أنظمة التشغيل

(٢/٨/٢) مرحلة تشغيل النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)



الشكل رقم (١٨٣) رسم تخطيطي يوضح مرحلة تشغيل النظام المتكامل لإدارة الطرق

(٣/٨/٢) 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
١٣	القيام بالمسح الميداني لتحديد الأحوال الطبيعية مثل الإستواء والإنحدار والإرتفاعات
١٤	تحديد نوعية التحسينات الطبيعية المطلوبة بدءاً من توجيه المسار في التقاطعات إلى الطرق الحرة الجديدة
١٥	إعادة تصميم الطرق العامة والتقاطعات الحالية لزيادة الإستيعاب وتعزيز السلامة
١٦	مراجعة تصميم المواقف المقامة خارج الشوارع ومنشأتها والطرق المؤدية منها وإليها
١٧	مراجعة الطرق العامة الرئيسية المقترحة من ناحية قدرتها على إستيعاب حجم المرور المتوقع والسرعات المطلوبة وعناصر التصميم مثل المحاذاة والتحكم في الدخول إلى التقاطعات ومسافة النظر وإضاءة الشوارع
١٨	مراجعة التصميم الهندسي في المراحل التمهيدية وعمل التوصيات بخصوص وضع اللافتات والعمليات المرورية
١٩	إعداد التصميمات التفصيلية والمستويات القياسية لمعدات التحكم المروري وتركيبها
٢٠	إعداد المخططات والمواصفات لأجهزة التحكم المروري بما في ذلك الإشارة والعلامات الأرضية
٢١	دراسة مستويات التصميم الهندسية للطرق السريعة والشوارع الرئيسية والعادية والمواقف خارج الشوارع
٢٢	دراسة مستويات أجهزة التحكم المروري مثل الإشارات واللافتات الإرشادية ولافتات التحذير وتوجيه المسارات في التقاطعات ووضع العلامات الأرضية
٢٣	دراسة إرساء المستويات القياسية للتقسيمات الفرعية بالنسبة لحركة المرور وإستخدام الأرصفة والتحكم في المداخل والارتدادات
٢٤	إعداد الرسومات الهندسية التفصيلية والمواصفات الخاصة بالتحسينات الإنشائية مثل توجيه المسارات في التقاطعات وتصميم التقاطعات وتسهيلات الطرق الحرة وإضاءة الشوارع
٢٥	مراجعة مخططات ومواصفات أجهزة التحكم المروري مثل الإشارات المرورية واللافتات والعلامات الأرضية وتشييد منشات التحسينات المرورية
٢٦	القيام بالمسح الميداني لتحديد الأحوال الطبيعية مثل الإستواء والإنحدار والإرتفاعات

(٤/٨/٢) التطبيق الجزئي Partial application

بعد تحميل برامج نظام (IRMS) 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

(٥/٨/٢) 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 وكافة العناصر داخل حدود الطريق مثل اللوحات الإرشادية والتخطيط المروري وحواجز الأمان وأولويات أعمال الصيانة مع بيان تكاليفها السنوية ولمدة ١٠ سنوات قادمة بالإضافة إلى تطوير المعادلات الهندسية المستخدمة في النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS)

(٦/٨/٢) الإستنتاج Conclusion

يُعتبر قطاع النقل بصفة عامة والنقل علي الطرق بصفة خاصة أحد الأعمدة الرئيسية للبنية الأساسية في أي دولة سواء صناعية أو نامية حيث أوضحت الدراسات أن هناك إرتباطاً وثيقاً بين النمو الإقتصادي للدول وحجم شبكة الطرق كما أن هناك علاقة بين نسبة الطرق المرصوفة ومتوسط الدخل لذلك تغير فكر مبدأ صيانة المشاريع العامة خلال العقود القادمة حيث لابد

لأعمال برامج الصيانة أن تنفذ وفق الأسس العلمية وباستخدام الأساليب التكنولوجية المتقدمة عن طريق قطاع هندسة الطرق والنقل ويتألف نظام (IRMS) من قاعدة بيانات آلية وأنظمة إدارة متكاملة لمكونات شبكة النظام المتكامل لإدارة الطرق (IRMS) هذا بالإضافة إلى النظام المتكامل لإدارة المعلومات وقد أثبت هذا النظام جدواه وفائدته الكبيرة في تطوير أعمال قطاع هندسة الطرق والنقل في معظم البلدان التي قامت بتطبيقه حيث أصبح من الممكن للمرة الأولى أن يتم استخلاص البيانات الخاصة بمكونات شبكة البنية الأساسية الإقتصادية والإجتماعية بسهولة ودقة ونضيف إلى ذلك سهولة متابعة إعداد برامج لإدارة الطرق بصورة علمية مدروسة وضمان الإلتزام 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 إقتصاد 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 لإدارة صيانة 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 فـــإذا 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