

کامل‌ترین مرجع کاربردی  
سیستم مدیریت و نگهداری روسازی  
PAVER™ با استفاده از  
برای راه‌ها، فرودگاه‌ها و پارکینگ‌ها

تألیف:

امیر ایزدی (عضو هیأت علمی دانشگاه شمال)

سید میلاد کوثری نظامی

عباس رشیدی



**انتشارات شمال پایدار**

حق چاپ برای مؤلف اثر محفوظ است.

مرکز بخش، آمل  
انتشارات شمال پایدار  
۰۱۱-۴۴۲۲۳۳۵۳  
۰۱۱-۴۴۲۲۷۹۰  
۰۹۳۷۴۵۸۴۴۱۰  
صندوق پستی: ۱۳۴

www.shomal-paydar.ir

سرشناسه: ایزدی، امیر، ۱۳۶۰-  
عنوان و نام پدیدآور: کامل‌ترین مرجع کاربردی سیستم مدیریت و نگهداری روسازی با استفاده از  
RAVER™ برای راه‌ها، فرودگاه‌ها و پارکینگ‌ها / مؤلفین امیر ایزدی، سید میلاد کوثری نظامی،  
عباس رشیدی.

مشخصات نشر: آمل: موسسه فرهنگی شمال، نشر شمال پایدار، ۱۳۹۵.  
مشخصات ظاهری: ۵۰۰ ص: مصور (رنگی)، جلوه، نقشه (رنگی)، نمودار (رنگی): ۲۲ × ۲۹ س. م.  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۴۸-۱۸-۱  
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا  
یادداشت: کتابخانه.

موضوع: روسازی -- نگهداری و تعمیر -- مدیریت -- نرم‌افزار  
Pavements--Maintenance and repair--  
Managenet--Software  
موضوع: روسازی -- طرح و ساختمان -- نرم‌افزار  
Pavements--Design and construction--Software  
شماره افزوده: کتابخانه، سیدمیلاد، ۱۳۶۸-  
شماره افزوده: رشیدی، عباس، ۱۳۵۴-  
ردیف: کتابخانه، سیدمیلاد، ۹۰۰ س. الف / ۲۵۰ TE  
رده‌بندی: ۲۵۰  
شماره کتابشناسی: ۴۱۰۰۱۹

### کامل‌ترین مرجع کاربردی

### سیستم مدیریت و نگهداری روسازی با استفاده از PAVER™ برای راه‌ها، فرودگاه‌ها و پارکینگ‌ها

مؤلفان: امیر ایزدی، سید میلاد کوثری نظامی، عباس رشیدی  
ناشر: انتشارات شمال پایدار  
چاپ و صحافی: چاپ جلوه شهر  
صفحه آرائی: کتیبه  
طرح جلد: میثم حسینی (طرح معاصر)  
نوبت چاپ: نخست - ۱۳۹۵  
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۴۴۸-۱۸-۱  
قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

## سخن دانشگاه

بی‌گمان مهمترین هدف هر دانشگاه، تولید و ارتقای علم در پاسخ به بخشی از نیازهای روزافزون جامعه، به ویژه جامعه‌ی علمی-دانشگاهی کشور است و بنابراین ضرورت دارد همزمان با تولید علم، به انتقال و گسترش آن نیز از راه تدوین منابع علمی به‌روز و کارآمد عنایت ویژه داشته باشد. دانشگاه شمال نیز از آغاز بنیانگذاری‌اش چنین هدف مهمی را همواره سرلوحه‌ی برنامه‌های خود قرار داده است؛ بر این اساس، حوزه‌ی معاونت پژوهشی این دانشگاه، با همکاری شورای کتاب و اعضای محترم هیأت علمی، نگاهی جامع با چشم‌اندازی روشن، به چاپ و انتشار کتاب-های دانشگاهی انداخته است. در این راستا، کتاب کامل‌ترین مرجع کاربردی سیستم مدیریت نگهداری و تعمیرات (PAVER™) بازی با استفاده از برای راه‌ها، فرودگاه‌ها و پارکینگ‌ها از سوی جناب آقای دکتر امیر ایزدی، عضو محترم هیأت علمی گروه عمران، با همکاری مهندس کوثری و مهندس رشیدی به عنوان منبع درسی برای دانش‌جویان این رشته و دیگر رشته‌های مرتبط، تألیف گردیده است. امید است که به اتفاقان و روندگان راه علم و معرفت، خاصه دانشجویان عمران، بهره‌های علمی لازم را از این اثر ارجمند ببرند.

حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه شمال

پاییز ۱۳۹۵

## فهرست مطالب

| صفحه      | عنوان                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------|
|           | پیشگفتار                                                    |
|           | فصل اول مقدمه‌ای بر سیستم مدیریت روسازی                     |
| ۲-۱-۱     | ۱- مفهوم سیستم مدیریت روسازی..... ۲                         |
| ۲-۱-۲     | ۲- هدف از به‌کارگیری سیستم مدیریت روسازی..... ۲             |
| ۳-۱-۳     | ۳- سطح شبکه و پروژه در سامانه مدیریت روسازی..... ۳          |
| ۳-۱-۳-۱   | ۱- مدیریت در سطح شبکه (کلان)..... ۳                         |
| ۳-۱-۳-۲   | ۲- مدیریت در سطح پروژه (خرد)..... ۳                         |
| ۴-۱-۴     | ۴- مشخصه‌های مدیریت روسازی..... ۴                           |
| ۵-۱-۵     | ۵- فرآیند مدیریت روسازی..... ۵                              |
| ۵-۱-۵-۱   | ۱- تعریف شبکه‌ی روسازی..... ۵                               |
| ۵-۱-۵-۲   | ۲- ارزیابی وضعیت روسازی..... ۸                              |
| ۵-۱-۵-۲-۱ | ۱- شاخص‌های ارزیابی وضعیت روسازی..... ۸                     |
| ۵-۱-۵-۲-۲ | ۲- شاخص‌های ارزیابی وضعیت سطحی روسازی..... ۱۲               |
| ۵-۱-۵-۲-۳ | ۳- شاخص‌های ارزیابی مقاومت سازه‌ای روسازی..... ۱۳           |
| ۵-۱-۵-۲-۴ | ۴- شاخص‌های ارزیابی مقاومت لغزشی روسازی..... ۱۳             |
| ۵-۱-۵-۳   | ۳- پیش‌بینی وضعیت روسازی..... ۱۴                            |
| ۵-۱-۵-۴   | ۴- مدیریت در سطح شبکه..... ۱۵                               |
| ۵-۱-۵-۴-۱ | ۱- مقدمه..... ۱۵                                            |
| ۵-۱-۵-۴-۲ | ۲- صورت وضعیت روسازی و وضعیت روسازی در آخرین بازرسی..... ۱۵ |
| ۵-۱-۵-۴-۳ | ۳- پیش‌بینی وضعیت..... ۱۵                                   |
| ۵-۱-۵-۴-۴ | ۴- پیش‌بینی بودجه..... ۱۵                                   |
| ۵-۱-۵-۵   | ۵- مدیریت در سطح پروژه..... ۱۵                              |
| ۵-۱-۵-۵-۱ | ۱- مقدمه..... ۱۵                                            |
| ۵-۱-۵-۵-۲ | ۲- تاریخچه‌ی ساخت و نگهداری..... ۱۶                         |
| ۵-۱-۵-۵-۳ | ۳- تاریخچه‌ی ترافیکی..... ۱۶                                |

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| ۱۶ | ۴-۵-۵-۱ بازرسی نشانه‌ی وضعیت روسازی (PCI) در سطح پروژه |
| ۱۶ | ۵-۵-۵-۱ زهکشی                                          |
| ۱۷ | ۶-۵-۵-۱ آزمایش‌های غیر مخرب برای تعیین افت‌وخیزها      |
| ۱۷ | ۷-۵-۵-۱ آزمایش‌های مخرب برای تعیین افت‌وخیزها          |

## فصل دوم مقدمه‌ای بر نرم‌افزار PAVERTM

|    |                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------|
| ۲۰ | ۱-۲ تاریخچه و سیر تکامل PAVERTM                           |
| ۲۱ | ۲-۲ مروری بر نرم‌افزار سیستم مدیریت روسازی PAVERTM        |
| ۲۲ | ۱-۲-۲ بخش‌های M&R History و Inventory                     |
| ۲۲ | ۲-۲-۲ بخش Inspection (بازرسی)                             |
| ۲۲ | ۳-۲-۲ بخش Prediction Modeling (مدل‌های پیش‌بینی)          |
| ۲۲ | ۴-۲-۲ بخش Condition Analysis (تجزیه و تحلیل وضعیت روسازی) |
| ۲۲ | ۵-۲-۲ بخش M&R برنامه‌ریزی و نگهداری                       |
| ۲۲ | ۶-۲-۲ بخش Reporting (گزارش)                               |
| ۲۳ | ۳-۲ ملزومات سیستم برای نرم‌افزار PAVERTM                  |
| ۲۳ | ۱-۳-۲ سخت‌افزارهای پیشنهادی                               |
| ۲۳ | ۲-۳-۲ به‌روزرسانی نرم‌افزار PAVERTM                       |
| ۲۴ | ۳-۳-۲ نسخه‌های ۳۲ بیتی و ۶۴ بیتی                          |
| ۲۴ | ۴-۲ ساماندهی نوار ابزارهای PAVERTM ۷                      |

## فصل سوم ابزار ارتباطی کاربر و منوهای نرم‌افزار PAVERTM

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| ۲۷ | ۱-۳ مقدمه                          |
| ۲۷ | ۱-۱-۳ Preferences (منوی اولویت‌ها) |
| ۲۷ | ۱-۱-۱-۳ واحد اندازه‌گیری           |
| ۲۸ | ۲-۱-۱-۳ Desktop (میز کار)          |
| ۲۸ | ۳-۱-۱-۳ Language (زبان)            |
| ۲۸ | ۴-۱-۱-۳ پیش‌فرض‌های PAVERTM        |
| ۲۸ | ۲-۱-۳ Add-Ins (اضافه شده‌ها)       |
| ۲۹ | ۳-۱-۳ Window (پنجره)               |
| ۲۹ | ۴-۱-۳ Help (کمک‌رسانی)             |

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| ۲۹ | بخش‌های مقدماتی نرم‌افزار                                  |
| ۲۹ | ۱-۲-۳- برگه‌های صفحه گسترده                                |
| ۲۹ | ۲-۲-۳- فهرست سربرگ‌ها                                      |
| ۳۰ | ۳-۲-۳- سربرگ جدول‌ها                                       |
| ۳۰ | ۴-۲-۳- چاپ تصاویر صفحه                                     |
| ۳۱ | ۵-۲-۳- تنظیم اندازه نمودارها و جداول                       |
| ۳۱ | ۶-۲-۳- دستورات منو کلیک راست                               |
| ۳۱ | ۱-۶-۲-۳- دستورات منو کلیک راست در جدول‌ها                  |
| ۳۲ | ۲-۶-۲-۳- دستورات منو کلیک راست در نمودارها                 |
| ۳۴ | ۳-۳- مرفه بخش‌های پیشرفته نرم‌افزار                        |
| ۳۴ | ۱-۳-۳- انتخاب گر (Select)                                  |
| ۳۴ | ۱-۱-۳-۳- Gm Selector (انتخاب گر GIS)                       |
| ۳۵ | ۱-۱-۳-۳- GIS / GIS / Line Selector انتخابگر درختی          |
| ۳۶ | ۳-۱-۳-۳- List Selector (انتخاب گر لیستی)                   |
| ۳۶ | ۴-۱-۳-۳- Tree Selector (انتخاب گر درختی)                   |
| ۳۷ | ۵-۱-۳-۳- Search Selector (انتخاب گر جستجو)                 |
| ۳۸ | ۶-۱-۳-۳- GPS Device (دستگاه GPS)                           |
| ۳۸ | ۲-۳-۳- EMS Query Tool (ابزار پرس‌وجوی EMS)                 |
| ۴۱ | ۳-۳-۳- EMS Report Viewer (نمایشگر گزارش EMS)               |
| ۴۱ | ۱-۳-۳-۳- Select Views Menu (انتخاب‌های منوی نمایش)         |
| ۴۱ | ۲-۳-۳-۳- Report Viewer Tables (نمایشگر گزارش جدول)         |
| ۴۲ | ۳-۳-۳-۳- Exiting the Report Viewer (خروج از نمایشگر گزارش) |

#### فصل چهارم تعریف شبکه روسازی

|    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| ۴۴ | ۱-۴- تعریف شبکه‌ی روسازی‌ها           |
| ۴۴ | ۲-۴- تعریف شبکه، شاخه و قطعه          |
| ۴۵ | ۱-۲-۴- سازه روسازی                    |
| ۴۵ | ۲-۲-۴- حجم و شدت ترافیک               |
| ۴۶ | ۳-۲-۴- تاریخچه ساخت                   |
| ۴۷ | ۴-۲-۴- رتبه روسازی (سرویس‌دهی روسازی) |

|    |                                                          |
|----|----------------------------------------------------------|
| ۴۷ | ..... ۵-۲-۴ تسهیلات زهکشی و شانه‌ها                      |
| ۴۷ | ..... ۶-۲-۴ وضعیت روسازی                                 |
| ۴۷ | ..... ۷-۲-۴ سایر ملاحظات                                 |
| ۴۸ | ..... ۳-۴ چند نمونه مثال از تقسیم‌بندی شبکه، شاخه و قطعه |

## فصل پنجم آشنایی با دستور Inventory

|    |                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|
| ۵۸ | ..... ۱-۵ تعریف Inventory (فهرست)                                               |
| ۵۸ | ..... ۱-۱-۵ توضیحات پایه                                                        |
| ۶۰ | ..... ۲-۱-۵ ایجاد Network (شبکه)                                                |
| ۶۰ | ..... ۳-۱-۵ ایجاد Branches (شاخه‌ها)                                            |
| ۶۱ | ..... ۴-۱-۵ ایجاد Sections (قطعه‌ها)                                            |
| ۶۴ | ..... ۵-۱-۵ Condition / Families (وضعیت‌ها / خانواده‌ها) تعریف خانواده روسازی   |
| ۶۵ | ..... ۲-۵ Virtual Inventory (فهرست مجازی)                                       |
| ۶۸ | ..... ۳-۵ Copy and Move Data کپی و جابجایی داده‌ها                              |
| ۶۹ | ..... ۴-۵ Database Verification Tools (ابزار بررسی پایگاه داده)                 |
| ۶۹ | ..... ۱-۴-۵ انتخاب قواعد بررسی پایگاه داده                                      |
| ۷۰ | ..... ۲-۴-۵ تاریخچه فعالیت (Work History)                                       |
| ۷۰ | ..... ۳-۴-۵ بازرسی‌ها (Inspections)                                             |
| ۷۰ | ..... ۴-۴-۵ چک کردن آیتم‌های مربوط به جدول‌های سیستم (Check System Table Items) |
| ۷۱ | ..... ۵-۵ EMS Image Viewer (نمایشگر تصویر EMS)                                  |
| ۷۲ | ..... ۱-۵-۵ دستورالعمل Image Viewer                                             |
| ۷۳ | ..... ۲-۵-۵ افزودن یک تصویر                                                     |
| ۷۶ | ..... ۳-۵-۵ View an Image (نمایش یک تصویر)                                      |
| ۷۷ | ..... ۶-۵ Inventory Wizards (برنامه کمکی فهرست)                                 |

## فصل ششم نحوه محاسبه PCI (دو روش دستی و نرم‌افزار)

|    |                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------|
| ۹۲ | ..... ۱-۶ روش‌های بررسی و درجه‌بندی وضعیت خرابی روسازی‌ها |
| ۹۲ | ..... ۱-۱-۶ مقدمه                                         |
| ۹۳ | ..... ۲-۱-۶ تقسیم روسازی به واحدهای نمونه                 |
| ۹۷ | ..... ۳-۱-۶ تعیین واحدهای نمونه‌ی موردبررسی               |

|     |                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|
| ۹۷  | ۱-۳-۱-۶- بازرسی در سطح پروژه                                                  |
| ۹۸  | ۲-۳-۱-۶- بازرسی در سطح شبکه                                                   |
| ۹۹  | ۳-۳-۱-۶- ملاحظات ویژه                                                         |
| ۱۰۰ | ۲-۶- روش‌های اجرایی بررسی وضعیت روسازی و تعیین شاخص PCI                       |
| ۱۰۰ | ۱-۲-۶- روسازی‌های دارای رویه‌ی آسفالتی                                        |
| ۱۰۲ | ۲-۲-۶- روسازی‌های دارای رویه‌ی بتنی                                           |
| ۱۰۳ | ۳-۲-۶- راه‌های بدون رویه                                                      |
| ۱۰۴ | ۴-۲-۶- انجام بازرسی با استفاده از تابلوهای الکترونیکی                         |
| ۱۰۶ | ۳-۶- نحوه‌ی محاسبه‌ی نشانه وضعیت روسازی PCI                                   |
| ۱۰۶ | ۱-۳-۶- محاسبه‌ی PCI یک واحد نمونه برای روسازی‌های آسفالتی و راه‌های بدون رویه |
| ۱۱۵ | ۲-۳-۶- محاسبه‌ی PCI یک قطعه                                                   |
| ۱۱۶ | ۳-۳-۶- تعیین میزان خرابی برای یک قطعه‌ی روسازی                                |
| ۱۱۷ | ۴-۳-۶- محاسبه‌ی PCI صورت خودکار                                               |
| ۱۱۹ | ۴-۶- Inspection (بازرسی) در نما                                               |
| ۱۱۹ | ۱-۴-۶- ویرایش بازرسی                                                          |
| ۱۱۹ | ۱-۱-۴-۶- شاخص‌های خرابی و PCI                                                 |
| ۱۱۹ | ۲-۱-۴-۶- وارد نمودن تاریخ بازرسی نمونه‌ها                                     |
| ۱۲۱ | ۳-۱-۴-۶- وارد کردن اطلاعات بازرسی                                             |
| ۱۲۲ | ۴-۱-۴-۶- استفاده از صفحه کلید برای سرعت کشیدن به                              |
| ۱۲۳ | ۵-۱-۴-۶- محاسبه PCI بعد از بازرسی                                             |
| ۱۲۳ | ۲-۴-۶- وضعیت‌های دیگر                                                         |
| ۱۲۳ | ۱-۲-۴-۶- شاخص‌های وضعیت قابل ویرایش به وسیله کاربر                            |
| ۱۲۴ | ۲-۲-۴-۶- ایجاد برنامه بازرسی                                                  |
| ۱۲۶ | ۳-۴-۶- پنجره Plan Save Options برای تعیین محل ذخیره گزارش                     |
|     | فصل هفتم مقدمه‌ای بر GIS و کاربرد آن در سیستم مدیریت روسازی                   |
| ۱۳۸ | ۱-۷- مقدمه                                                                    |
| ۱۳۸ | ۲-۷- داده، اطلاعات و سامانه‌ی اطلاعاتی                                        |
| ۱۳۹ | ۳-۷- سامانه اطلاعات مکانی                                                     |
| ۱۴۱ | ۴-۷- از سامانه‌های نقشه‌کشی تا GIS                                            |

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| ۱۴۱ | ۵-۷- تاریخچه GIS                                                         |
| ۱۴۲ | ۶-۷- کاربرد نرم افزار ArcGIS                                             |
| ۱۴۱ | ۷-۷- انواع داده در GIS                                                   |
| ۱۴۲ | ۱-۷-۷- داده های هندسی                                                    |
| ۱۴۳ | ۲-۷-۷- داده های توصیفی                                                   |
| ۱۴۳ | ۸-۷- فرمت های داده ها در نرم افزار ArcGIS                                |
| ۱۴۵ | ۹-۷- فصل مشترک سیستم مدیریت روسازی (PMS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) |
| ۱۴۶ | ۱-۹-۷- جزای سیستم مدیریت روسازی (PMS)                                    |
| ۱۴۶ | ۲-۹-۷- روش های یک GIS برای ایفای نقش PMS                                 |
| ۱۴۷ | ۳-۹-۷- نحوه ی ارتباط GIS با PMS                                          |
| ۱۴۷ | ۱-۳-۹-۷- جدآوری، ملاحظات                                                 |
| ۱۴۹ | ۲-۳-۹-۷- طراحی باغ، داده ها                                              |
| ۱۵۰ | ۳-۳-۹-۷- تحلیل اطلاعات و مدل سازی                                        |
| ۱۵۰ | ۴-۳-۹-۷- اتخاذ استراتژی و تصمیم گیری                                     |
| ۱۵۱ | ۴-۹-۷- نقشه ها و جداول و گزارشات ورودی در GIS                            |
| ۱۵۲ | ۵-۹-۷- نتیجه گیری                                                        |
| ۱۵۲ | ۱۰-۷- ابزار تخصیص GIS در نرم افزار PAVER™                                |
| ۱۵۲ | ۱-۱۰-۷- استفاده از ابزار انتخاب و تخصیص GIS                              |
| ۱۵۳ | ۲-۱۰-۷- عملکرد کلید ابزار تخصیص GIS                                      |
| ۱۵۵ | ۲-۱۰-۷- PAVER™ Shapefile Converter (تبدیل فایل ترسیم PAVER)              |
| ۱۵۵ | ۳-۱۰-۷- ایجاد فایل تصویری                                                |
| ۱۵۶ | ۴-۱۰-۷- اصلاح فایل تصویری                                                |
| ۱۵۸ | ۴-۱۰-۷- حذف فایل تصویری                                                  |
| ۱۵۸ | ۵-۱۰-۷- دسترسی به فایل تصویری مربوط به گزارش های GIS                     |
|     | <b>فصل هشتم نحوه دریافت گزارش در نرم افزار PAVER™</b>                    |
| ۱۶۱ | ۱-۸- مقدمه                                                               |
| ۱۶۱ | ۲-۸- گزارش ها                                                            |
| ۱۶۱ | ۱-۲-۸- گزارش های GIS                                                     |

|          |                                                    |
|----------|----------------------------------------------------|
| ۱۶۲..... | ۲-۲-۸ فهرست بندی (Inventory)                       |
| ۱۶۳..... | ۳-۲-۸ Last PCI (آخرین PCI)                         |
| ۱۶۳..... | ۴-۲-۸ تخصیص زوال PCI و خانواده‌های ترمیم و نگهداری |
| ۱۶۴..... | ۵-۲-۸ Summary Charts (نمودارهای خلاصه نتایج)       |
| ۱۶۵..... | ۶-۲-۸ Standard Reports (گزارش‌های استاندارد)       |
| ۱۶۶..... | ۷-۲-۸ گزارش‌های تعریف‌شده کاربر                    |
| ۱۶۷..... | ۸-۲-۸ ویرایش گزارش فعلی                            |
| ۱۶۸..... | ۹-۲-۸ گزارش پیشینه قطعه                            |
| ۱۶۸..... | ۱۰-۲-۸ گزارش ترکیبی                                |

### فصل نهم مدیریت پایگاه داده در نرم‌افزار PAVER™

|          |                                                                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|
| ۱۷۱..... | ۱-۹ مقدمه                                                          |
| ۱۷۱..... | ۲-۹ مدیریت فایل‌ها (File)                                          |
| ۱۷۱..... | ۱-۲-۹ اتصال به سرور                                                |
| ۱۷۱..... | ۲-۲-۹ جدید / وارد کردن                                             |
| ۱۷۲..... | ۳-۲-۹ فهرست روسازی                                                 |
| ۱۷۲..... | ۴-۲-۹ وارد کردن E۶۰/E۶۵                                            |
| ۱۷۴..... | ۵-۲-۹ واردات E۷۰                                                   |
| ۱۷۴..... | ۶-۲-۹ وارد کردن پایگاه داده Microsoft Access                       |
| ۱۷۷..... | ۷-۲-۹ وارد کردن پایگاه داده SQL Server                             |
| ۱۷۸..... | ۸-۲-۹ وارد کردن GIS/Tabular                                        |
| ۱۷۸..... | ۳-۹ باز کردن پایگاه داده روسازی                                    |
| ۱۷۸..... | ۴-۹ افزودن یا به‌روزرسانی داده‌های فهرست از طریق گزارش GIS/Tabular |
| ۱۸۱..... | ۵-۹ محل پوشه‌های تصاویر و رویدادها                                 |
| ۱۸۳..... | ۶-۹ تخصیص تصاویر یا رخدادها                                        |
| ۱۸۴..... | ۷-۹ صادرات پایگاه داده روسازی                                      |
| ۱۸۴..... | ۱-۷-۹ صادرات سیستم جدول‌ها                                         |
| ۱۸۴..... | ۸-۹ Combine Inventories (ترکیب فهرست‌ها)                           |
| ۱۸۵..... | ۹-۹ حذف پایگاه داده روسازی                                         |

## فصل دهم مدل‌های پیش‌بینی وضعیت روسازی

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۱۸۷ | ۱-۱۰- مقدمه                                                     |
| ۱۸۷ | ۲-۱۰- کاربرد مدل‌های پیش‌بینی وضعیت                             |
| ۱۸۸ | ۳-۱۰- رویکردهای مدل‌های پیش‌بینی                                |
| ۱۸۸ | ۴-۱۰- انواع مدل‌های پیش‌بینی وضعیت روسازی                       |
| ۱۸۸ | ۱-۴-۱۰- روش برون‌یابی مستقیم                                    |
| ۱۸۹ | ۲-۴-۱۰- روش رگرسیون                                             |
| ۱۹۰ | ۳-۴-۱۰- روش حداقل مربعات محدودشده چندجمله‌ای                    |
| ۱۹۱ | ۴-۴-۱۰- روش منحنی $S$                                           |
| ۱۹۱ | ۵-۴-۱۰- روش مارکوف [۳۰]                                         |
| ۱۹۲ | ۱-۵-۴-۱۰- روش مارتینگال                                         |
| ۱۹۲ | ۲-۵-۴-۱۰- وضعیت‌های مخاف روسازی                                 |
| ۱۹۳ | ۳-۵-۴-۱۰- فرایند تعریف وضعیت مارکوف                             |
| ۱۹۳ | ۴-۵-۴-۱۰- بسط زنجیره مارکوف                                     |
| ۱۹۴ | ۵-۵-۴-۱۰- توالی انتقال وضعیت                                    |
| ۱۹۵ | ۶-۵-۴-۱۰- محاسبات آنالیز متوالی                                 |
| ۱۹۶ | ۷-۵-۴-۱۰- بسط ماتریس انتقال وضعیت                               |
| ۱۹۹ | ۸-۵-۴-۱۰- پیش‌بینی شرایط روسازی                                 |
| ۲۰۱ | ۶-۴-۱۰- مدل‌های پیش‌بینی بکار رفته در سیستم PAVER <sup>TM</sup> |
| ۲۰۱ | ۱-۶-۴-۱۰- تعریف خانواده‌ی روسازی                                |
| ۲۰۲ | ۲-۶-۴-۱۰- تصفیه‌ی داده‌ها                                       |
| ۲۰۳ | ۳-۶-۴-۱۰- تحلیل پیرامونی داده‌ها                                |
| ۲۰۴ | ۴-۶-۴-۱۰- توسعه‌ی مدل خانواده                                   |
| ۲۰۴ | ۵-۶-۴-۱۰- پیش‌بینی وضعیت قطعه‌ی روسازی                          |
| ۲۰۵ | ۵-۱۰- تعریف مدل‌های پیش‌بینی در نرم‌افزار PAVER <sup>TM</sup>   |
| ۲۰۵ | ۱-۵-۱۰- استفاده از مدل پیش‌بینی (Prediction Model)              |
| ۲۰۶ | ۲-۵-۱۰- جمع‌آوری اطلاعات مدل                                    |
| ۲۰۶ | ۳-۵-۱۰- مروری بر اطلاعات مدل (Review Model Data)                |

|          |                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| ۲۰۷..... | ۱۰-۵-۴- استفاده از Boundary/Outlier                                   |
| ۲۰۸..... | ۱۰-۵-۵- گزینه‌ها (Options)                                            |
| ۲۰۸..... | ۱۰-۵-۶- نمایش آمار و معادله‌ها (View Equation and Stats)              |
| ۲۰۸..... | ۱۰-۵-۷- تخصیص خانواده (Assign Family)                                 |
| ۲۰۸      | ۱۰-۵-۸- تخصیص اضمحلال خانواده PCI (Assign PCI Deterioration Families) |
| ۲۰۹..... | ۱۰-۵-۸-۱- تخصیص خانواده (Assign Family)                               |

### فصل یازدهم تحلیل وضعیت روسازی با نرم افزار PAVER™

|          |                                                   |
|----------|---------------------------------------------------|
| ۲۱۳..... | ۱۱-۱- مقدمه                                       |
| ۲۱۳..... | ۱۱-۲- تجزیه و تحلیل عملکرد وضعیت روسازی           |
| ۲۱۳..... | ۱۱-۳- پارامترهای تجزیه و تحلیل وضعیت روسازی       |
| ۲۱۳..... | ۱۱-۴- مشاهده گزارش های تجزیه و تحلیل وضعیت روسازی |
| ۲۱۴..... | ۱۱-۴-۱- نمایشگر خروجی EMS                         |
| ۲۱۴..... | ۱۱-۴-۲- نمایش خلاصه (Summary View)                |
| ۲۱۵..... | ۱۱-۴-۳- نمایش جزئیات (Detail View)                |
| ۲۱۶..... | ۱۱-۴-۴- انتخاب نمایش GIS                          |
| ۲۱۷..... | ۱۱-۵- اجرای تجزیه و تحلیل ذخیره شده               |

### فصل دوازدهم معرفی و انتخاب روش ترمیم و نگهداری

|          |                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| ۲۲۰..... | ۱۲-۱- مقدمه                                                    |
| ۲۲۰..... | ۱۲-۲- ترمیم و نگهداری موضعی                                    |
| ۲۲۱..... | ۱۲-۲-۱- ترمیم و نگهداری موضعی روسازی آسفالتی                   |
| ۲۲۱..... | ۱۲-۲-۱-۱- پر کردن (آب بندی) ترک ها (روسازی بتن آسفالتی)        |
| ۲۲۱..... | ۱۲-۲-۱-۲- وصله کاری عمقی (روسازی بتن آسفالتی)                  |
| ۲۲۳..... | ۱۲-۲-۲- ترمیم و نگهداری موضعی روسازی بتن سیمانی                |
| ۲۲۳..... | ۱۲-۲-۲-۱- پر کردن (آب بندی) ترک ها (روسازی بتن سیمانی)         |
| ۲۲۴..... | ۱۲-۲-۲-۲- تراشیدن روسازی با تیغه‌ی الماس (روسازی بتن سیمانی)   |
| ۲۲۵..... | ۱۲-۲-۲-۳- وصله کاری عمقی (روسازی بتن سیمانی)                   |
| ۲۲۶..... | ۱۲-۲-۲-۴- پر کردن (آب بندی) درزها (روسازی بتن سیمانی)          |
| ۲۲۸..... | ۱۲-۲-۲-۵- وصله کاری پاره عمقی (روسازی بتن سیمانی)              |
| ۲۳۰..... | ۱۲-۲-۲-۶- زیراندود کردن دال با دوغاب سیمان (روسازی بتن سیمانی) |

|     |                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۲۳۰ | ۳-۱۲- ترمیم و نگهداری فراگیر .....                                          |
| ۲۳۰ | ۱-۳-۱۲- روکاری با مصالح سنگی (روسازی بتن آسفالتی) .....                     |
| ۲۳۲ | ۲-۳-۱۲- اندود آببندی بدون مصالح سنگی (روسازی بتن آسفالتی) .....             |
| ۲۳۲ | ۳-۳-۱۲- جوانسازها (روسازی بتن آسفالتی) .....                                |
| ۲۳۳ | ۴-۳-۱۲- اندود آببندی با اسلاری (روسازی بتن آسفالتی) .....                   |
| ۲۳۴ | ۴-۱۲- ترمیم و نگهداری اساسی .....                                           |
| ۲۳۵ | ۱-۴-۱۲- آسیاب سرد (روسازی بتن آسفالتی یا بتن سیمانی) .....                  |
| ۲۳۶ | ۲-۴-۱۲- بازیافت سرد (روسازی بتن آسفالتی) .....                              |
| ۲۳۶ | ۴-۱۲- بازیافت گرم (روسازی بتن آسفالتی) .....                                |
| ۲۳۷ | ۴-۴-۱۲- شخم زنی گرم (روسازی آسفالتی) .....                                  |
| ۲۳۸ | ۵-۴-۱۲- شکاف و نه‌بند (روسازی بتن سیمانی) .....                             |
| ۲۳۸ | ۶-۴-۱۲- روکش بتن آسفالتی (روسازی بتن آسفالتی یا بتن سیمانی) .....           |
| ۲۴۱ | ۷-۴-۱۲- انواع روکش بتن سیمانی (بتن آسفالتی یا بتن سیمانی) .....             |
| ۲۴۱ | ۸-۴-۱۲- بازسازی (روسازی بتن آسفالتی یا بتن سیمانی) .....                    |
| ۲۴۲ | ۵-۱۲- برنامه‌های کاری سالیانه و درازمدت .....                               |
| ۲۴۳ | ۱-۵-۱۲- روش PCI بحرانی .....                                                |
| ۲۴۳ | ۱-۱-۵-۱۲- تعریف PCI بحرانی .....                                            |
| ۲۴۴ | ۲-۱-۵-۱۲- رده‌بندی انواع ترمیم و نگهداری .....                              |
| ۲۴۵ | ۳-۱-۵-۱۲- تخصیص انواع ترمیم و نگهداری به قطعات .....                        |
| ۲۴۹ | ۴-۱-۵-۱۲- اولویت‌های ترمیم و نگهداری .....                                  |
| ۲۴۹ | ۲-۵-۱۲- روش برنامه‌ریزی دینامیکی .....                                      |
| ۲۵۰ | ۶-۱۲- مدل‌های خانواده ترمیم و نگهداری در نرم‌افزار PAVERTM .....            |
| ۲۵۰ | ۱-۶-۱۲- تخصیص خانواده‌های ترمیم و نگهداری (Assign M&R Families) .....       |
| ۲۵۰ | ۲-۶-۱۲- تخصیص خانواده‌ها .....                                              |
| ۲۵۲ | ۷-۱۲- ایجاد طرح ترمیم و نگهداری (M&R Plan) در نرم‌افزار PAVERTM .....       |
| ۲۶۰ | ۱-۷-۱۲- تجزیه و تحلیل فعالیت ترمیم و نگهداری (Analyzing M&R Activity) ..... |
| ۲۶۰ | ۱-۱-۷-۱۲- بخش خلاصه تصویری (Summary View Section) .....                     |
| ۲۶۱ | ۲-۱-۷-۱۲- بخش جزئیات تصویر .....                                            |

۲۶۳ ..... ۱۲-۷-۲- اجرای طرح ترمیم و نگهداری ذخیره شده

### فصل سیزدهم برنامه های کمکی Wizards

۲۶۷ ..... ۱۳-۱- مقدمه

۲۶۷ ..... ۱۳-۲- منوی Wizards

۲۶۷ ..... ۱۳-۲-۱- برنامه کمکی آخرین تاریخ ساخت (Last Construction Date Wizard)

۲۶۹ ..... ۱۳-۲-۲- تنظیم ویژگی های برنامه کمکی (Set Properties Wizard)

۲۷۲ ..... ۱۳-۲-۳- برنامه کمکی قطعه جدا شده (Split Section Wizard)

۲۷۵ ..... ۱۳-۲-۴- ورود کار برای برنامه کمکی (Work Entry Wizard)

۲۷۷ ..... ۱۳-۲-۵- صادرات بازرسی داده حاصل از بازرسی میدانی / بازرسی تصویری (Field Inspector / Image Inspector Data Inspection, Export)

۲۷۷ ..... ۱۳-۲-۶- وارد داده حاصل از بازرسی میدانی / بازرسی تصویری (FieldInspector / ImageInspector Data Import (XML)

۲۸۰ ..... ۱۳-۲-۷- تنظیمات / پنجره / ویرایش بازرسی (Inspection Report/Forms/Setup)

۲۸۲ ..... ۱۳-۳- ثبت بازرسی (Inspection Records)

۲۸۵ ..... ۱۳-۴- فرم های بازرسی (Inspection Forms)

۲۸۵ ..... ۱۳-۵- گزارش بازرسی مجدد (Reinspection Report)

### فصل چهاردهم تعریف ابزارهای تکمیلی مدیریت و نگهداری در PAVERTM

۲۹۰ ..... ۱۴-۱- مقدمه

۲۹۰ ..... ۱۴-۲- گزینه های موجود منوی System Tables and Tools

۲۹۱ ..... ۱۴-۳- فیلدهای موجود در پنجره Inventory (فهرست) تعریف شده توسط کاربر (User Defined Inventory Fields)

۲۹۱ ..... ۱۴-۴- ویرایش فهرست لیست های انتخابی (Edit Inventory Picklists)

۲۹۳ ..... ۱۴-۵- ارائه برنامه عملیات ترمیم و نگهداری و مدل خانواده

۲۹۴ ..... ۱۴-۵-۱- خانواده ها و جدول های ترمیم و نگهداری موضعی موقتی (ایمنی)

۲۹۴ ..... ۱۴-۵-۲- خانواده ها و جدول های ترمیم و نگهداری پیشگیرانه موضعی

۲۹۵ ..... ۱۴-۵-۳- خانواده ها و جدول های ترمیم و نگهداری فراگیر پیشگیرانه

۲۹۶ ..... ۱۴-۵-۴- خانواده ها و جدول های ترمیم و نگهداری اساسی

۲۹۷ ..... ۱۴-۵-۵- جدول های اولویت بندی

۲۹۸ ..... ۱۴-۵-۶- هزینه ها و انواع لایه ها

|          |                                                                                          |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۹۹..... | ۱۴-۵-۷- بودجه ها                                                                         |
| ۲۹۹..... | ۱۴-۶- ابزار وضعیت روسازی (Condition Tools)                                               |
| ۲۹۹..... | ۱۴-۶-۱- نوع وضعیت روسازی انتخابی                                                         |
| ۳۰۰..... | ۱۴-۶-۲- تعریف طبقه‌بندی سن و وضعیت روسازی                                                |
| ۳۰۰..... | ۱۴-۶-۳- تعریف شاخص‌های خرابی به‌وسیله کاربر                                              |
| ۳۰۱..... | ۱۴-۷- جدول‌های متفرقه دیگر                                                               |
| ۳۰۱..... | ۱۴-۷-۱- مواد و مصالح                                                                     |
| ۳۰۲..... | ۱۴-۷-۲- احداثی اندازه‌گیری                                                               |
| ۳۰۲..... | ۱۴-۷-۱- نوع رویداد                                                                       |
| ۳۰۴..... | پیوست الف اختصار انواع سطح روسازی در نرم‌افزار PAVERTM                                   |
| ۳۰۶..... | پیوست ب تغییر اطلاعات روسازی با فرمت (PDE) (تفسیر علائم موجود در نرم‌افزار AVERTM        |
| ۳۱۴..... | پیوست پ خرابی‌های ناشی از رگداری و تغییرات اقلیمی                                        |
| ۳۲۰..... | پیوست ت محاسبه مقادیر تر با استفاده از مقدار خرابی                                       |
| ۳۲۹..... | پیوست ث تعریف خرابی‌های راه‌ها و بارگاه‌های بتن آسفالتی بر اساس اولویت نرم‌افزار PAVERTM |
| ۳۷۴..... | پیوست ج تعریف خرابی‌های راه‌ها و پارکینگ‌های بتن سیمانی بر اساس اولویت نرم‌افزار PAVERTM |
| ۴۱۲..... | پیوست چ تعریف خرابی‌های فرودگاه‌های بتن آسفالتی بر اساس اولویت نرم‌افزار PAVERTM         |
| ۴۵۱..... | پیوست ح تعریف خرابی‌های فرودگاه‌های بتن سیمانی بر اساس اولویت نرم‌افزار PAVERTM          |
| ۴۸۱..... | پیوست خ تعریف خرابی‌های راه‌های بدون روبه بر اساس اولویت نرم‌افزار PAVERTM               |
| ۴۹۱..... | منابع                                                                                    |

امروزه لزوم اجرای یک سیستم مدیریت مهندسی EMS<sup>TM1</sup> در کشورهای در حال توسعه پیش از پیش احساس می شود. یک سیستم مدیریت مهندسی عبارت از مجموعه ای از ابزارهای مهندسی است که به منظور بررسی وضعیت و پیش بینی آن و تدوین برنامه های کاری با اهداف بهینه سازی مخارج بکار گرفته می شود. در سیستم های مدیریت مهندسی به منظور تعیین زمان مکان و چگونگی نگهداری تسهیلات به بهترین وجه، از فناوری مهندسی استفاده می شود.

به دلیل اهمیت قابل توجه شبکه راه ها به لحاظ توسعه یافتگی در همه کشورها، به کارگیری سیستم مدیریتی مناسب که پاسخگویی نیازمندی های فنی و اقتصادی ارگان های مرتبط باشد، کاملاً ضروری می باشد. بدین منظور سیستم مدیریت روسازی راه ها PMS<sup>2</sup> معرفی گردیده است.

با اجرای یک سیستم مدیریت روسازی مناسب از اتلاف هزینه ها جلوگیری می شود و با صرف کمترین هزینه بیشترین عایدی به دست می آید؛ روسازی مناسب از اتلاف هزینه های عملکردی وسایل نقلیه (هزینه سوخت، روغن، لاستیک و تعمیر و نگهداری) کاسته و از بروز خرابی های زودرس در سطح روسازی جلوگیری می کند ضمن این که راه را بر روی ترافیک عبوری باز نگاه می دارد.

در راستای تسهیل فرآیندها و گسترده مدیریت و نگهداری راه ها، نرم افزارهای مختلفی ارائه شده اند از جمله متداول ترین آن ها می توان به نرم افزار PAV<sup>TM</sup> اشاره نمود

در این کتاب بر روی قابلیت های PAV<sup>TM</sup> برای مدیریت در سطح پروژه و شبکه بحث شده و توانایی های این نرم افزار در قالب کارگاه های آموزشی مختلف ارائه گردیده است.

### نگاه اجمالی به نرم افزار PAV:

انجام تمام پروژه های ترمیم و نگهداری نیازمند صرف هزینه های هنگفت می باشد که در شرایط محدودیت مالی ارگان های ذی ربط منجر به افزایش تنش های تصمیم گیری می گردد.

نرم افزار PAV<sup>TM</sup> با بکارگیری بهترین ابزارها و گزینه های ترمیم و نگهداری، می تواند توانست است در بیش از ۴۰۰ شهر، شهرستان، فرودگاه و شرکت مشاوره ای خصوصی به عنوان نرم افزار مدیریت روسازی مورد استفاده قرار گیرد.

PAV<sup>TM</sup> اساساً اواخر دهه ۱۹۷۰ به منظور کمک به مدیریت ترمیم و نگهداری روسازی های وزارت دفاع (DOD) ایالات متحده ایجاد شد. در آغاز دهه ۱۹۸۰، PAV<sup>TM</sup> به صورت گسترده مورد استفاده ادارات عمومی، شهرها، شهرستان ها و فرودگاه قرار گرفت؛ که به منظور مدیریت نگهداری روسازی فرودگاه و جاده های نظامی مرتبط با این ارگان مورد استفاده قرار گرفت.

۱ - Engineering Management System.

۲ - Pavement Management System.

۳ - Department of Defense

## حوزه عملیات نرم افزار PAVERT™

- ابزارها و نمایه‌ها
- ایجاد پایگاه داده
- پرسشنامه وضعیت روسازی
- ورود اطلاعات بازرسی
- ایجاد گزارش
- تولید مدل‌های پیش‌بینی
- راه‌اندازی برنامه‌های عملیاتی
- تولید فایل‌های تصویر<sup>۱</sup>

با توجه به این که هیچ تألیف و تحقیقی عاری از عیب و نقص نبوده، امید آن که این مختصر، مورد استفاده دانشجویان و مهندسين قرار گرفته و بر نگارندگان منت گذاشته اشکالات و پیشنهادها، خود را به اطلاع مؤلفین برسانند تا در چاپ بعدی تصحیح گردد.

با تشکر مؤلفین