

مدیریت و نگهداری راه ها، تسهیلات و تجهیزات حمل و نقل

تالیف: پروفیسور سید محمد سید حسینی

سرشناسه	: سید حسینی، سید محمد، ۱۳۲۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: مدیریت تعمیر و نگهداری راه ها، تسهیلات و تجهیزات حمل و نقل / صاحب اثر سید حسینی؛ ویراستار: فرزاد فلاح.
مشخصات نشر	: تهران: سید محمد سید حسینی، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۵ ص.
شابک	: ۲۵۰۰۰۰ ریال ۴-۸۶۵۹-۰۴-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست ریزی	: فیفا
یادداشت	: ۱ ک. م.
موضوع	: راه های
موضوع	: Roads -- Maintenance and Repair
موضوع	: راهداری - مدیریت
موضوع	: Roads -- Maintenance and Repair - Management
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۶ م ۴/س ۹۰/۱۳۹۶
رده بندی دیویی	: ۶۲۵/۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۸۹۱۸۵۴

عنوان: مدیریت و نگهداری راه ها، تسهیلات و تجهیزات حمل و نقل

تالیف: پروفیسور سید محمد سید حسینی

ناشر: پروفیسور سید محمد سید حسینی

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۶

شمارگان: ۴۰۰ جلد

ویراست: اول

قیمت: ۲۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۴-۸۶۵۹-۰۴-۶۰۰-۹۷۸

نشانی: تهران - خیابان هنگام - دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی صنایع

دل آرام گیرد بنام خدا

پیش گفتار

بدون شک انسان ها با گذشت زمان دریافته اند که توانایی آنها برای تولید ثروت بیشتر به توانایی شان در خلق ارزش افزوده زیاده تر برای پروژه و پیشرفت در نگهداری آنچه که سرمایه گذاری نامیده می شود دارد. بحث نگهداری و تعمیرات امروزه بعنوان یکی از مهم ترین عوامل نگهداشت سرمایه و افزایش بهره وری آن مورد نظر قرار گرفته است؛ در کتاب حاضر تلاش شده که این موضوع مهم در مبحث های راه، ابنیه و شبکه های ارتباطات زمینی، دریایی و هوایی مورد مطالعه قرار گیرد، همچنین کتاب سعی در معرفی مدل های مهم در زمینه مدیریت نگهداری راه و نحوه کاربرد شبیه سازی سیستم های اتخاذ شده دارد.

برای به ثمر رسیدن این مهم، از زحمات و تلاش های وافر آقای دکتر فرزاد فلاح سپاسگزاری می نمائیم. امیدواریم این کتاب تجاربی که نامبرده در این زمینه بدست آورده است؛ توشه علمی ارزنده ای در کالیت های آتی تحقیقاتی و دانشگاهی ایشان خواهد بود.

آنچه در این کتاب آمده است، حاصل توار اندک نگارنده در بوجود آوردن مجموعه ای است که می توان در ارایه مباحث فوق الذکر در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی بکار گرفت و بالطبع دارای کاستی هایی خواهد بود که انتظار است دانش پژوهان محترم با نظریات سازنده خود در تکمیل این مباحث راه گشایی فرمایند.

پروفسور سید محمد سید حسینی

۱- فصل اول : کلیات	۱
۱-۲- سیستم مدیریت نگهداری (PMS)	۱
۱-۳- زیر بخشهای سیستم مدیریت و نگهداری	۲
۱-۳-۱- برنامه ریزی و بودجه	۲
۱-۳-۲- تخصیص	۳
۱-۴- هدایت اجرا	۳
۱-۴-۱- کنترل و ارزیابی	۳
۱-۵- انواع اطلاعات لازم برای سیستم مدیریت نگهداری	۳
۱-۵-۱- طرح جمع آوری اطلاعات در PMS	۳
۱-۶- مزایای کاربرد سیستمهای مدیریت نگهداری	۴
۱-۷- موارد مورد نظر برای بهبود برنامههای مدیریت نگهداری	۵
۱-۸- مدیریت راهداری	۶
۱-۸-۱- فعالیتهای نگهداری راه	۶
۱-۸-۲- بهسازی راهها	۷
۱-۹- تاثیر تعمیر و نگهداری بر هزینه های اجرائی - اقتصادی، محیط زیست و ایمنی راه	۷
۱-۹-۱- تاثیر تعمیر و نگهداری بر هزینههای اقتصادی	۸
۱-۹-۲- تاثیر تعمیر و نگهداری بر محیط زیست	۸
۱-۹-۳- تاثیر تعمیر و نگهداری بر ایمنی راه	۱۰
۱-۱۰- جمع بندی	۱۱
منابع و مراجع	۱۲
۲- فصل دوم: کاربرد آمار احتمالات در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات	۱۳
۲-۲- هیستوگرام فراوانی	۱۳
۲-۳- محاسبه عمر متوسط سیستم (امید ریاضی)	۱۴
۲-۴- محاسبات پارامترهای موثر در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات	۱۵
۲-۵- محاسبه مقدار میانگین	۱۷
۲-۶- تابع چگالی احتمال و تابع چگالی از کار افتادگی	۱۷
۲-۷- معرفی چند منحنی از کار افتادگی معروف در نگهداری و تعمیرات	۱۸
۲-۷-۱- تابع منفی نمایی	۱۹
۲-۷-۲- منحنی از کار افتادگی فوق نمایی	۲۰

۲۱	۳-۷-۲- منحنی از کار افتادگی نرمال
۲۱	۴-۷-۲- منحنی از کار افتادگی وایبال
۲۱	۲-۸-تابع تجمعی احتمال
۲۳	۲-۹-کاربرد توزیع وایبال
۲۴	۲-۱۰-خصوصیات و آنالیز منحنی نرمال
۲۶	۲-۱۱-تابع قابلیت اطمینان
۲۷	۲-۱۲-توزیع مربع کای در برقراری محدوده قابلیت اطمینان
۲۸	۲-۱۳-چگونگی برازش منحنی های از کار افتادگی
۳۱	۲-۱۴-تعیین محدوده مورد اطمینان برای میانگین با استفاده از توزیع نرمال
۳۲	۲-۱۵-جمع بندی
۳۴	۲-۱۶-منابع و مراجع
۳۵	۳-فصل سوم: قابلیت اطمینان در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات
۳۵	۳-۲-قابلیت اطمینان سیستمات و مدل سازی
۳۵	۳-۳-انواع سیستمهای عملیاتی
۳۶	۳-۴-انواع سیستم از نظر خصوصیات
۳۶	۳-۴-۱- سیستم های سری
۳۹	۳-۴-۲- سیستمهای موازی
۴۲	۳-۴-۳- سیستمهای سری- موازی
۴۳	۳-۴-۴- سیستمهای موازی- سری
۴۴	۳-۴-۵- سیستمهای رزرو (Stand by)
۴۹	۳-۵-جمع بندی
۵۰	۳-۶-منابع و مراجع
۵۱	۴-فصل چهارم: تئوری تعویض
۵۲	۴-۲: سیاستهای تعویض
۵۲	۴-۳: فرآیندهای تعویض
۵۲	۴-۴: فرضیات اساسی در خصوص تعویض
۵۳	۴-۵: تعویض با توجه به اصول اقتصادی
۵۳	۴-۶: تعویض اقلامی که بازدهی آنها با زمان کاهش می یابد
۵۷	۴-۷-جانشینی گروهی در سیستم نگهداری
۶۰	۴-۸-تعیین زمان فاصله تعویض با استفاده از حداقل کردن مجموع هزینه ها
۶۲	۴-۹-سیاست بهینه تعویض با توجه به حضور تکنولوژی جدید با افق محدود

۴-۱۰	سیاست بهینه تعویض با توجه به کاربرد تکنولوژی جدید با افق برنامه ریزی نامحدود.....	۶۵
۴-۱۱	بهینه پریرود تعویض با حداکثر کردن منافع حال حاضر	۷۱
۴-۱۲	تعیین فاصله بهینه زمانی تعویض برای پیشگیری تجهیزاتی که دارای از کار افتادگی احتمالی می باشند.....	۷۷
۴-۱۳	روش منفصل پیدا کردن تعداد انتظاری شکست $H(T)$	۸۱
۴-۱۴	تعویض بهینه پیشگیری لوازم و تجهیزات تحت شکست احتمالی با افق برنامه ریزی بینهایت.....	۸۵
۴-۱۵	تصمیم گیری در بازرسی تجهیزات و دستگاهها.....	۹۰
۴-۱۶	تواتر بهینه سازی (کنترل) با توجه به حداکثر کردن منافع.....	۹۱
۴-۱۷	جمع بندی.....	۹۵
۴-۱۸	منابع و مراجع	۹۶
۵-فصل پنجم	شبیه سازی و کاربرد آن در سیستمهای نگهداری و تعمیرات	۹۷
۵-۲	شبیه سازی اعداد تصادفی (روش مونت کارلو).....	۹۷
۵-۳	تولید اعداد تصادفی	۹۸
۵-۴	تولید مشاهدات تصادفی با استفاده از توزیع احتمالی	۹۹
۵-۵	کاربرد روش مونت کارلو	۱۰۰
۵-۵-۱	شرایطی که برای کاربرد روش مونت کارلو لازم است	۱۰۰
۵-۵-۲	مراحلی که در روش مونت کارلو باید طی در نظر گرفت	۱۰۱
۵-۵-۳	تولید یک الگوی نیاز برای قطعات یدکی	۱۰۱
۵-۵-۴	تخمین عمر دستگاهها	۱۰۴
۵-۵-۵	زمان انتظاری ماشینها برای تعمیر	۱۰۷
۵-۵-۶	مزایای روش مونت کارلو	۱۰۹
۵-۶	زبانهای شبیه سازی	۱۰۹
۵-۷	منابع و مراجع	۱۱۲
۶-فصل ششم	خرابی راهها و روشهای تعمیر و نگهداری راه	۱۱۳
۶-۱	الایه های روسازی	۱۱۳
۶-۲	عوامل موثر در ایجاد خرابی در راهها	۱۱۵
۶-۲-۱	طراحی نامناسب	۱۱۶
۶-۲-۲	اجرای غیر اصولی راه	۱۱۶
۶-۲-۳	بهره برداری نامناسب	۱۱۶
۶-۳	تاثیرات ناشی از ایجاد خرابی ها	۱۱۶
۶-۴	نوع خرابی ها	۱۱۷

۱۱۸.....	۵-۶ ترکها.....
۱۱۸.....	۱-۵-۶- موزائیکی (پوست ماری - سوسماری).....
۱۱۸.....	۲-۵-۶- ترک برشی (کناری).....
۱۱۸.....	۳-۵-۶- ترک انقباضی.....
۱۱۹.....	۴-۵-۶- ترکهای بین دو خط.....
۱۱۹.....	۵-۵-۶- ترکهای انعکاسی.....
۱۲۰.....	۶-۵-۶- ترکهای هلالی (لغزشی).....
۱۲۲.....	۶-۶- تغییر شکلهای سطح رویه.....
۱۲۲.....	۱-۶-۶- نشست محل کنده کاری شده.....
۱۲۲.....	۲-۶-۶- موج.....
۱۲۳.....	۳-۶-۶- گودی مسیر چرخها (شیار شدن).....
۱۲۳.....	۴-۶-۶- نشت موضعی.....
۱۲۴.....	۵-۶-۶- تورم.....
۱۲۴.....	۷-۶- خرد و کنده شدن ها.....
۱۲۴.....	۱-۷-۶- چاله ها (خراب سازه ای).....
۱۲۴.....	۲-۷-۶- جدا شدن دانه ها (شن زدگی).....
۱۲۵.....	۸-۶- لغزنده شدن سطح روسازی.....
۱۲۵.....	۱-۸-۶- رو زدن قیر.....
۱۲۶.....	۲-۸-۶- صیقلی شدن دانه ها.....
۱۲۶.....	۹-۶- خرابی شانه های راه.....
۱۲۶.....	۱-۹-۶- وجود موانعی در شانه راه.....
۱۲۶.....	۲-۹-۶- شانه های بالاتر از سواره رو و یا با شکل ناصحیح.....
۱۲۷.....	۳-۹-۶- شانه های پایین تر از سواره رو، شیار افتادن یا فرورفتگی.....
۱۲۷.....	۴-۹-۶- وجود گیاهان بلند روی شانه راه.....
۱۲۸.....	۱۰-۶- خرابی رویه های آسفالت سطحی.....
۱۲۸.....	۱-۱۰-۶- گر شدگی (عریان شدن).....
۱۲۸.....	۲-۱۰-۶- شیارهای طولی و عرضی.....
۱۲۸.....	۱۱-۶- خرابی رویه های شنی.....
۱۳۱.....	۱۲-۶- تعمیر و نگهداری.....
۱۳۱.....	۱-۱۲-۶- منابع مورد نیاز جهت انجام تعمیر و نگهداری.....
۱۳۱.....	۲-۱۲-۶- روش تعمیر و نگهداری.....

۱۳۲	۶-۱۲-۳- مرمت خرابی‌های روسازی
۱۳۷	۶-۱۳- آسفالت‌های حفاظتی
۱۳۷	۶-۱۳-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی
۱۴۳	۶-۱۴- بهسازی
۱۴۳	۶-۱۴-۱- استفاده از پلیمر در روکش‌های آسفالتی
۱۴۴	۶-۱۴-۲- استفاده از ژئوسنتتیکها در روکش‌های آسفالتی
۱۴۶	۶-۱۴-۳- استفاده از الیاف در روکش‌های آسفالتی
۱۴۶	۶-۱۴-۴- آسفالت‌های رنده شده
۱۴۶	۶-۱۴-۵- استفاده از بازیافت در روکش‌های آسفالتی
۱۴۸	۶-۱۵- جمع‌بندی
۱۴۹	منابع و مراجع
۱۵۱	۷- فصل هفتم: شاخص‌های کنترل کیفیت راه
۱۵۲	۷-۲- شاخص‌های ارزیابی راه
۱۵۲	۷-۲-۱- عرض جاده
۱۵۲	۷-۲-۲- وجود دست‌انداز و مانع در سطح جاده
۱۵۳	۷-۲-۳- فقدان شانه یا شانه‌های جانبی
۱۵۳	۷-۲-۴- حفاظ‌های جانبی
۱۵۳	۷-۲-۵- سایر پارامترهای مربوط به طرح هندسی
۱۵۳	۷-۲-۶- علائم و خط‌کشی‌ها
۱۵۴	۷-۲-۷- ارزیابی روسازی راه
۱۶۲	۷-۳- روش‌های نوین اندازه‌گیری خرابی راه
۱۶۲	۷-۳-۱- سیستم PINOKIO
۱۶۴	۷-۳-۲- سیستم Video Mapping
۱۶۵	۷-۴- جمع‌بندی
۱۶۶	منابع و مراجع
۱۶۷	۸- فصل هشتم: تعمیر و نگهداری ادوات کنترل ترافیک
۱۶۷	۸-۲- انواع ادوات کنترل ترافیک
۱۶۸	۸-۲-۱- خرابی‌ها
۱۶۸	۸-۲-۱- علائم عمودی
۱۷۱	۸-۲-۲- گارد ریل‌ها- ریل محافظ
۱۷۱	۸-۲-۳- ضربه‌گیرها

۱۷۲	۸-۲-۴- خط کشی ها.....
۱۷۲	۸-۳- انواع فعالیت های تعمیر و نگهداری.....
۱۷۲	۸-۳-۱- فعالیت های جاری.....
۱۷۲	۸-۳-۲- فعالیت های دوره ای.....
۱۷۳	۸-۴- تعمیر و نگهداری.....
۱۷۳	۸-۴-۱- اقدامات اولیه.....
۱۷۳	۸-۴-۲- تابلو گذاری موقت.....
۱۷۸	۸-۴-۳- اجرای کار.....
۱۸۷	۸-۵- دستورالعمل های کلی جهت ذخیره سازی.....
۱۸۸	۸-۶- چالش ها در نگهداری و تعمیرات ادوات کنترل ترافیک.....
۱۸۹	۸-۷- فرصت ها در نگهداری و تعمیرات ادوات کنترل ترافیک.....
۱۸۹	۸-۸- جمع بندی.....
۱۹۰	۸-۳- منابع و مراجع.....
۱۹۱	۹- فصل نهم: تعمیر و نگهداری سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS).....
۱۹۱	۹-۲- سیستم های هوشمند کنترل ترافیک.....
۱۹۲	۹-۳- اهداف سیستم های حمل و نقل هوشمند.....
۱۹۳	۹-۴- سامانه های سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS).....
۱۹۳	۹-۵- سیستم مکان یاب جهانی GPS.....
۱۹۵	۹-۵-۱- سیستم های کنترل هوشمند ترافیک و حمل و نقل.....
۱۹۶	۹-۵-۱-۱- سیستم خودکار.....
۱۹۶	۹-۵-۱-۲- سیستم مدیریت ناوگان.....
۱۹۶	۹-۵-۲-۳- سیستم ناوبری هشداردهنده.....
۱۹۶	۹-۵-۱-۴- سیستم های اکتشافی.....
۱۹۷	۹-۵-۲- انواع گیرنده های GPS.....
۱۹۸	۹-۵-۳- تعمیر و نگهداری سیستم های هوشمند.....
۱۹۸	۹-۵-۴- روش های نگهداری تجهیزات ITS.....
۱۹۹	۹-۵-۴-۱- تعمیر و نگهداری جامع واکنشی.....
۱۹۹	۹-۵-۴-۲- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه.....
۱۹۹	۹-۵-۵- تجهیزات سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS).....
۲۰۰	۹-۵-۶- نگهداری سیستم های شناسایی و کنترل ترافیک (تردد شمار).....
۲۰۰	۹-۵-۶-۱- تعمیر و نگهداری تردد شمار راداری (RTMS).....

۲۰۱	۷-۵-۹- نگهداری دوربین‌های نظارت تصویری
۲۰۲	۸-۵-۹- نگهداری سیستم‌های اطلاعات هواشناسی راه
۲۰۳	۹-۵-۹- نگهداری سیستم‌های تشخیص وسایل نقلیه با ارتفاع غیرمجاز
۲۰۴	۱۰-۵-۹- نگهداری سیستم‌های تشخیص وزن وسایل نقلیه در حال حرکت
۲۰۵	۱۱-۵-۹- نگهداری تابلوهای پیام متغیر (VMS)
۲۰۶	۱۲-۵-۹- تعمیر و نگهداری تابلوهای پیام متغیر قابل حمل
۲۰۶	۱۳-۵-۹- نگهداری تابلوهای کنترل خط عبوری
۲۰۸	۱۴-۵-۹- نگهداری سیستم‌های کنترل رمپ‌های ورودی
۲۰۸	۱۵-۵-۹- تعمیر و نگهداری چراغ‌های راهنمایی
۲۱۰	۱۶-۵-۹- تعمیر و نگهداری سیستم سرعت‌سنج خودرویی
۲۱۱	۱۷-۵-۹- تعمیر و نگهداری سیستم پرداخت الکترونیکی کرایه
۲۱۲	۹-۶- دستاوردهای ITS
۲۱۳	۹-۷- محدودیت‌های کاربرد ITS در ایران
۲۱۳	۹-۸- جمع‌بندی
۲۱۴	منابع و مراجع
۲۱۵	۱۰- فصل دهم: تعمیر و نگهداری سیستم‌های روشنایی معابر
۲۱۵	۱۰-۲- سیستم روشنایی راه‌ها
۲۱۶	۱۰-۳- سرویس سیستم‌های روشنایی
۲۱۷	۱۰-۴- تعمیر و نگهداری سیستم روشنایی
۲۱۸	۶-۴-۱- معرفی ضریب نگهداری
۲۲۰	۱۰-۴-۲- نگهداری چراغ‌ها
۲۲۰	۱۰-۴-۳- تعویض لامپ‌ها
۲۲۳	۱۰-۴-۴- تجهیزات تعمیر و نگهداری
۲۲۳	۱۰-۴-۵- توصیه‌های کلی برای کاهش هزینه‌های نگهداری
۲۲۴	۱۰-۴-۶- دفع لامپ‌ها
۲۲۴	۱۰-۵- سیستم هوشمند روشنایی معابر و خیابان‌ها
۲۲۷	۱۰-۵-۱- مزایای سیستم هوشمند
۲۲۸	۱۰-۶- جمع‌بندی
۲۳۰	منابع و مراجع
۲۳۱	۱۱- فصل یازدهم: تعمیر و نگهداری پل‌ها
۲۳۱	۱۱-۲- اهمیت تعمیر و نگهداری پل‌ها

۲۳۲	۱۱-۳ نکات قابل توجه در نگهداری از پل ها
۲۳۲	۱۱-۴ روشنایی پل ها
۲۳۳	۱۱-۵ خرابی پل ها
۲۳۳	۱۱-۵-۱ خرابی های عرشه
۲۳۳	۱۱-۵-۲ خرابی درزهای انبساط
۲۳۴	۱۱-۵-۳ خرابی های رو سازه
۲۳۷	۱۱-۶ خرابی زیر سازه
۲۳۸	۱۱-۶-۱ خرابی بتن در پایه های میانی و کوله ها
۲۳۸	۱۱-۶-۲ آب شستگی بستر رودخانه و پایه های پل
۲۴۰	۱۱-۷ بازرسی پل
۲۴۰	۱۱-۷-۱ بازرسی دیرش
۲۴۰	۱۱-۷-۲ بازرسی سطح
۲۴۰	۱۱-۷-۳ بازرسی عمود
۲۴۱	۱۱-۷-۴ بازرسی اصولی
۲۴۲	۱۱-۷-۵ بازرسی ویژه
۲۴۳	۱۱-۷-۶ بازرسی زیر آب
۲۴۳	۱۱-۸ شرایط لازم برای پرستل تعمیر و نگهداری
۲۴۳	۱۱-۸-۱ شرایط عمومی
۲۴۳	۱۱-۸-۲ شرایط اختصاصی
۲۴۴	۱۱-۹ فرم های بازرسی و روش های درجه بندی خرابی ها و وسعیت اعضا
۲۴۹	۱۱-۱۰ برنامه کامپیوتری پایگاه داده اطلاعات بازرسی
۲۵۲	۱۱-۱۰-۱ روش های تعمیر و تقویت
۲۵۳	۱۱-۱۰-۲ گزارش گیری از برنامه
۲۵۵	۱۱-۱۱ مدیریت پل ها
۲۵۶	۱۱-۱۲ مدیریت نوین پل ها (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM) BMS
۲۵۶	۱۱-۱۲-۱ مراحل سیستم BMS
۲۵۸	۱۱-۱۳ جمع بندی
۲۵۹	۱۱-۱۴ منابع و مراجع
۲۶۱	۱۲- فصل دوازدهم : تعمیر و نگهداری تونل ها
۲۶۱	۱۲-۱ نگهداری تونل ها
۲۶۱	۱۲-۱-۲ روش های طراحی

۲۶۲	۱۲-۲-۲- نگهداری در زمان ساخت
۲۶۳	۱۲-۲-۳- نگهداری در زمان بهره‌برداری
۲۷۷	۱۲-۳- بازرسی و تعمیرات
۲۷۸	۱۲-۴- سیستم کنترل ترافیک تونل توحید
۲۷۸	۱۲-۴-۱- نظارت تصویری و کنترل ترافیک
۲۸۱	۱۲-۴-۲- سامانه تهویه تونل
۲۸۲	۱۲-۴-۳- پست برق، دیزل ژنراتور و تأمین برق اضطراری
۲۸۲	۱۲-۴-۴- سامانه خاموش کننده آتش
۲۸۳	۱۲-۴-۵- وضعیت روشنایی
۲۸۴	۱۲-۴-۶- امداد تونل توحید
۲۸۴	۱۲-۴-۷- خدمات بهری
۲۸۴	۱۲-۵- جمع بندی
۲۸۶	۱۲-۶- منابع و مراجع
۲۸۹	۱۳- فصل سیزدهم: نگهداری زمستانی
۲۸۹	۱۳-۲- یخبندان
۲۹۰	۱۳-۲-۱- راهکارهای جلوگیری از یخبندان
۲۹۰	۱۳-۲-۲- تعیین عمق یخبندان
۲۹۱	۱۳-۳- عملیات زمستانی
۲۹۲	۱۳-۳-۱- از بین بردن یخ به وسیله مواد شیمیایی
۲۹۵	۱۳-۳-۲- از بین بردن یخ به وسیله ساینده ها
۲۹۶	۱۳-۴- عملیات برف روبی
۲۹۶	۱۳-۵- انواع ماشین های برف روبی
۲۹۸	۱۳-۶- سیستمهای نوین مراقبت زمستانی
۲۹۹	۱۳-۶-۱- سیستمهای الکتریکی
۲۹۹	۱۳-۶-۲- سیستمهای لوله ای
۲۹۹	۱۳-۶-۲- سیستم مکاترونیک Automatic Thawing Agent Spraying System
۳۰۰	۱۳-۷- جمع بندی
۳۰۲	۱۳-۸- منابع و مراجع