

راهنمای مدیریت نگهداری زمستانی راهها

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری - دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

عنوان	: راهنمای مدیریت نگهداری زمستانی راهها
مجری	: شرکت مهندسین مشاور راههای طلایی البرز
مدیر پروژه	: حسن فرضی پور
مسئولین پروژه	: مهران قربانی، محسن رحیمی
ناظر پروژه	: حسین قهرمانی
ویرایش فنی و ادبی	: ناصر پورمعلم
طرح جلد	: لیلا سلوکی
ناشر	: وزارت راه و ترابری - معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری - دفتر مطالعات فناوری و ایمنی
کد انتشار	: ۸۹/BRCM/۲۸۶
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۱۵-۱۳-۵
نوبت چاپ	: اول
تاریخ انتشار	: زمستان ۱۳۸۹
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۳۷۰۰ تومان
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: شامران
نشانی	: میدان آرژانتین - ابتدای بزرگراه آفریقا - ساختمان شهیددادمان - وزارت راه و ترابری - طبقه سیزدهم شمالی - دفتر مطالعات فناوری و ایمنی
	تلفکس ۸۸۶۶۱۳۹
	web:www.rahiran.ir

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

بسمه تعالی

وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزای سیستم حمل و نقل می‌باشد. از این رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز به‌طور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته تا نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردد. معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در صدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخش‌های مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی- کاربردی در زمینه مسایل فنی حمل و نقل و همچنین استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمان‌های علمی و تخصصی ذیربط، به رفع این نیازها پردازد. در همین راستا این معاونت بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخش‌های مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

هدف این راهنما گسترش شیوه‌هایی است که محور اصلی آنها کنترل برف و یخ‌زدگی از طریق رویکرد پیشگیرانه است. علاوه بر پاسخ به وقایع برف و یخ‌زدگی از طریق رفتار به موقع، این راهنما به بیان بهترین شیوه‌های مدیریتی پرداخته است که این امر به پرسنل نگهداری راهها در گسترش بهترین استراتژی‌های کنترل برف و یخ‌زدگی نیز کمک خواهد کرد.

این راهنما بخش‌های مختلفی را شامل می‌شود از جمله: طرح‌های کنترل برف و یخ‌زدگی منطقه‌ای، چگونگی سازماندهی و برنامه‌ریزی برای مقابله با حوادث جوی، اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با منابع دقیق و قابل اطمینان گزارش وضع هوا و پیش‌بینی آن، نحوه گزارش‌نویسی، شرح وظایف ناظر نگهداری راه و گروه کنترل برف و یخ و تجهیزات مورد نیاز، نگهداری تجهیزات، بررسی مواد شیمیایی، برنامه‌ریزی برای استفاده از مواد و تجهیزات و در نهایت اطلاعاتی به منظور نگهداری عرشه پل، درزها، تیرها، ستون‌ها، و سر ستون‌ها.

بدینوسیله از تهیه‌کنندگان این پروژه در شرکت مهندسین مشاور راههای طلایی البرز بخصوص جناب آقای مهندس حسن فرضی پور/مدیر پروژه و همکاران گرانقدر که نهایت همکاری و مساعدت را در تهیه این پروژه داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود. از آقایان مهندس مهران قربانی، مهندس محسن رحیمی /مسئولین پروژه و همچنین آقای دکتر حسین قهرمانی/ ناظر پروژه که در تهیه هر چه بهتر این پروژه نهایت تلاش خود را اعمال داشته‌اند، و همچنین کارشناسان دفتر مطالعات فناوری و ایمنی در ارایه نظرات اصلاحی و تکمیلی تشکر و قدردانی می‌شود.

ناصر پورمعلم^۱

معاون آموزش، تحقیقات و فناوری

۱. معاون وزیر در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری استادیار و عضو هیئت علمی گروه

عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

راهنمای مدیریت نگهداری زمستانی راهها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	تهیه و ارایه راهنمای کاربردی
۵	فصل اول: طرح‌های کنترل برف و یخ‌زدگی منطقه‌ای.....
۷	۱-۱. نگرش کلی
۸	۲-۱. طرح‌های کنترل برف و یخ منطقه‌ای
	فصل دوم: سازماندهی و برنامه‌ریزی جهت کنترل حوادث زمستانی نظیر بهمن،
۱۱	کولاک و غیره
۱۳	۱-۲. نگرش کلی
۱۴	۲-۲. بهمن
۳۰	۳-۲. طوفان
۴۷	فصل سوم: پیش‌بینی وضع هوا.....
۴۹	۱-۳. نگرش کلی
۵۰	۲-۳. مشاوره‌ها و هشدارها.....
۵۱	۳-۳. اطلاعات آب‌وهوایی
۵۶	۴-۳. نقشه‌برداری حرارتی
۵۷	فصل چهارم: مستندسازی و تهیه گزارش عملیات
۵۹	۱-۴. نگرش کلی
۶۰	۲-۴. گزارش نویسی منطقه‌ای
۶۱	۳-۴. گزارش نویسی محلی
۶۲	۴-۴. برقراری ارتباط با رسانه‌ها

۵-۴. ارتباط، هماهنگی و همکاری با کاربران	۶۳
فصل پنجم: پرسنل و نیروی انسانی	۶۹
۱-۵. شرح وظایف ناظر بخش نگهداری	۷۱
۲-۵. زمانبندی و آموزش پرسنل	۷۲
فصل ششم: تجهیزات نگهداری	۷۸
۱-۶. ماشین‌آلات	۸۹
۱-۱-۶. نگرش کلی	۸۹
۲-۱-۶. کامیون کمپرسی	۸۹
۳-۱-۶. گریدر	۹۸
۴-۱-۶. لودر	۱۰۱
۵-۱-۶. برف‌روب	۱۰۳
۶-۱-۶. پخش‌کننده V شکل	۱۲۹
۷-۱-۶. پخش‌کننده دریچه‌ای	۱۳۰
۸-۱-۶. باله برف‌روب	۱۳۲
۹-۱-۶. برف‌خور	۱۳۳
۱۰-۱-۶. پخش‌کننده مواد شیمیایی مایع	۱۳۸
۱۱-۱-۶. دستگاه پیکاپ عملیاتی	۱۳۹
۲-۶. سایر تجهیزات	۱۴۱
۱-۲-۶. نگرش کلی	۱۴۱
۲-۲-۶. حفاظ‌های برفگیر	۱۴۱
۳-۲-۶. نقشه‌برداری حرارتی	۱۴۳

.....	سیستم‌های ضد یخ و یخ‌زدا	۴-۲-۶	۱۴۴
.....	فصل هفتم: مواد		۱۴۷
.....	۱-۷. نگرش کلی		۱۴۹
.....	۲-۷. قابلیت استفاده از مواد شیمیایی جامد		۱۵۰
.....	۳-۷. قابلیت استفاده از مواد شیمیایی مایع		۱۵۱
.....	۴-۷. قابلیت استفاده از مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده		۱۵۲
.....	۵-۷. پیشنهادهایی برای استفاده از مواد شیمیایی مایع		۱۵۲
.....	۶-۷. پیشنهادهایی برای استفاده از مواد شیمیایی جامد خشک		۱۵۴
.....	۷-۷. انواع مواد شیمیایی		۱۵۴
.....	۸-۷. آزمایش		۱۵۷
.....	۹-۷. ملاحظات زیست‌محیطی		۱۵۹
.....	۱۰-۷. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی هر یک از مواد		۱۶۱
.....	۱۱-۷. نرخ استفاده از هر یک از مواد		۱۶۵
.....	۱۲-۷. اولویت‌بندی راهها		۱۶۷
.....	۱۳-۷. ذخیره‌سازی مواد		۱۶۸
.....	فصل هشتم: روش‌های نگهداری و پاکسازی		۱۸۷
.....	۱-۸. نگرش کلی		۱۸۹
.....	۲-۸. کنترل برف و یخ زدگی		۱۹۰
.....	۳-۸. الگوی برف‌روبی انواع راهها		۱۹۶
.....	فصل نهم: نیازمندی‌های نگهداری پل		۲۰۳
.....	۱-۹. نگرش کلی		۲۰۵
.....	۲-۹. عرشه‌های پل		۲۰۵

عنوان

صفحه

۲۰۷.....	۳-۹. درزهای پل.....
۲۰۸.....	۴-۹. تیرهای پل.....
۲۰۹.....	۵-۹. سر ستون‌های پل.....
۲۱۱.....	۶-۹. ستون‌های پل.....
۲۱۳.....	۷-۹. مواد یخ‌زدای مناسب.....
۲۱۴.....	۸-۹. مراجع.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۵۳	شکل ۳-۱. حسگرهای سطح جاده‌ای
۵۵	شکل ۳-۲. پخش‌کننده ثابت مایع
۹۰	شکل ۶-۱. کامیون کمپرسی جمع‌کننده برف
۹۹	شکل ۶-۲. گریدر پاکسازی جاده‌ها
۱۰۱	شکل ۶-۳. لودرهای پاکسازی جاده‌ها
۱۰۳	شکل ۶-۴. نمایی از برف‌روب جاده‌ها
۱۰۷	شکل ۶-۵. نمایی از برف‌روب یکطرفه
۱۰۷	شکل ۶-۶. تیغه یکطرفه در حالت‌های مختلف
۱۰۸	شکل ۶-۷. تیغه دو طرفه متصل به کامیون
۱۰۹	شکل ۶-۸. تیغه دو طرفه در حالت‌های مختلف
۱۱۰	شکل ۶-۹. تیغه برف‌روب فرودگاهی
۱۱۰	شکل ۶-۱۰. برف‌روب فرودگاهی با تیغه دو طرفه
۱۱۰	شکل ۶-۱۱. برف‌روب فرودگاهی با تیغه دو طرفه
۱۱۱	شکل ۶-۱۲. نحوه عملکرد تیغه V شکل
۱۱۱	شکل ۶-۱۳. حالت‌های مختلف تیغه دو طرفه
۱۱۲	شکل ۶-۱۴. برف‌روب جدید با قابلیت تغییر زاویه تیغه
۱۱۳	شکل ۶-۱۵. تیغه بالی شکل نصب شده روی کامیون در دو حالت مختلف
۱۱۳	شکل ۶-۱۶. عملکرد تیغه بالی شکل و ایجاد ابر برفی
۱۱۴	شکل ۶-۱۷. حالت‌های مختلف نصب تیغه زیر بدنه
۱۱۴	شکل ۶-۱۸. تیغه مخصوص نصب در زیر بدنه برف‌روب
۱۱۵	شکل ۶-۱۹. برف‌روب با تیغه عمودی
۱۱۶	شکل ۶-۲۰. برف‌روب جعبه‌ای

شکل ۶-۲۱. نحوه عملکرد برف‌روب جعبه‌ای	۱۱۶
شکل ۶-۲۲. تیغه نصب شده در پشت استیشن	۱۱۷
شکل ۶-۲۳. نمای داخل تیغه	۱۱۷
شکل ۶-۲۴. تیغه C شکل	۱۱۸
شکل ۶-۲۵. برف‌روب‌های دستی	۱۱۹
شکل ۶-۲۶. برف‌خور کوچک	۱۱۹
شکل ۶-۲۷. چراغ‌های جلو در برف‌روب	۱۲۱
شکل ۶-۲۸. محل نصب حفاظ برف‌روب روی تیغه	۱۲۳
شکل ۶-۲۹. منحرف‌کننده برف	۱۲۳
شکل ۶-۳۰. نحوه نصب منحرف‌کننده برف روی تیغه	۱۲۳
شکل ۶-۳۱. علامت‌های انتهای تیغه برف‌روب	۱۲۴
شکل ۶-۳۲. زائده بالای شکل و محل نصب آن	۱۲۵
شکل ۶-۳۳. چراغ‌های ماشین‌آلات برف‌روب	۱۲۵
شکل ۶-۳۴. تجهیزات بخاری ماشین‌آلات برف‌روب	۱۲۶
شکل ۶-۳۵. ابر برفی تشکیل شده توسط برف‌روب	۱۲۷
شکل ۶-۳۶. پخش‌کننده مواد ضدیخ	۱۲۹
شکل ۶-۳۷. نمایی از یک پخش‌کننده دریچه‌ای	۱۳۱
شکل ۶-۳۸. نمایی از یک باله برف‌روب، متصل به گریدر	۱۳۲
شکل ۶-۳۹. نمایی از یک دمنده برف	۱۳۴
شکل ۶-۴۰. برف‌خور در حین انجام عملیات	۱۳۵
شکل ۶-۴۱. غلطک پیچ مانند و قیف برف‌خور	۱۳۶
شکل ۶-۴۲. برف‌خور نصب شده روی لودر	۱۳۶
شکل ۶-۴۳. برف‌خور مجهز به پره‌های هیدرولیکی	۱۳۷

شکل ۶-۴۴. کاربرد برف‌خور در راههای برون شهری	۱۳۷
شکل ۶-۴۵. کاربرد برف‌خور در مناطق شهری	۱۳۸
شکل ۶-۴۶. نمایی از یک پخش‌کننده مواد شیمیایی مایع	۱۳۸
شکل ۶-۴۷. نمایی از یک پیکاپ عملیاتی	۱۴۰
شکل ۶-۴۸. حفاظ برفگیر گیاهی	۱۴۲
شکل ۶-۴۹. حفاظ برفگیر چوبی	۱۴۲
شکل ۶-۵۰ و ۶-۵۱. تراکم حفاظ برفگیر و فاصله نشست برف از لحاظ کنترل ارتفاع	۱۴۲
شکل ۶-۵۲. نقشه حرارتی	۱۴۳
شکل ۷-۱. نمودار فاز مواد مختلف	۱۶۵
شکل ۷-۲. سیلوهای مخصوص نگهداری مواد جهت تسهیل در بارگیری	۱۷۱
شکل ۷-۳. سقف ساده بر روی دیوی مواد شیمیایی	۱۸۵
شکل ۷-۴. سقف گنبدی بر روی دیوی مواد شیمیایی	۱۸۵
شکل ۷-۵. انبار چوبی با درب از بغل	۱۸۶
شکل ۷-۶. انبار چوبی با درب از جلو	۱۸۶
شکل ۷-۷. نوع دیگر از انبار گنبدی شکل	۱۸۶
شکل ۸-۱. برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه باریک	۱۹۷
شکل ۸-۲. برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه پهن	۱۹۷
شکل ۸-۳. گزینه دیگر برای برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه پهن	۱۹۷
شکل ۸-۴. برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه دو طرفه (بدون میانه)	۱۹۸
شکل ۸-۵. برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه تفکیک شده توسط گاردریل	۱۹۸
شکل ۸-۶. برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه با میانه‌ای که بتوان در آن برف را دپو کرد	۱۹۸
شکل ۸-۷. برف‌روبی در راه دو خطه یکطرفه	۱۹۹

- شکل ۸-۸. برف‌روبی در راه دو خطه دو طرفه ۱۹۹
- شکل ۹-۸. برف‌روبی در بن‌بست بدون جزیره میانی ۲۰۱
- شکل ۱۰-۸. برف‌روبی در بن‌بست با جزیره میانی ۲۰۱
- شکل ۱۱-۸. برف‌روبی در مسیرهای بن‌بست مجاور راه ۲۰۱
- شکل ۹-۱. خرابی ناشی از خوردگی که به علت تجمع حلال یخ‌زدا در قسمت زهکش
به وجود آمده است ۲۰۶
- شکل ۹-۲. شکل دیگری از خرابی ناشی از خوردگی که به علت تجمع حلال یخ‌زدا در
قسمت زهکش به وجود آمده است را نشان می‌دهد ۲۰۷
- شکل ۹-۳. نگهداری ضعیف درز پل باعث شده که حلال یخ‌زدا به کلاهک آسیب
برساند ۲۰۸
- شکل ۹-۴. نگهداری ضعیف درز پل باعث شده که حلال یخ‌زدا به لبه پل آسیب برساند.
پوشش ثانویه فولاد و صفحه فولادی روی تیر نیز تخریب شده و صدمه
دیده است ۲۰۸
- شکل ۹-۵. خوردگی حلال شیمیایی موجب خرابی تیر پل شده است که علت این پدیده
ضعف درز و پوشش ضعیف بتنی انتهای پل بوده است ۲۰۹
- شکل ۹-۶. نمایی دیگر از خرابی تیر پل بر اثر خوردگی به دلیل ضعف پوشش بتنی .. ۲۰۹
- شکل ۹-۷. خوردگی باعث ایجاد خرابی در تیر طره پرتنش ۲۱۰
- شکل ۹-۸. ریزش سرستون به علت خرابی ناشی از خوردگی پل ۲۱۰
- شکل ۹-۹. خرابی ستون ناشی از حلال شیمیایی ۲۱۱
- شکل ۹-۱۰. نمایی نزدیک از خرابی ستون نشان داده شده در شکل (۹-۹) ۲۱۲
- شکل ۹-۱۱. نمایی از انبار نمک در مجاورت ستون‌های پل ۲۱۲
- شکل ۹-۱۲. خرابی که بر اثر انبار نمک ایجاد شده است ۲۱۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۶-۱. نحوه تخصیص وسایل نقلیه نگهداری زمستانی راه بر اساس رده عملکردی راه.....	۱۲۸
جدول ۷-۱. مشخصات عمومی نمک‌های کلریدی.....	۱۶۱
جدول ۷-۲. تأثیر کلی یخ‌زدها بر محیط.....	۱۶۲
جدول ۷-۳. دمای مؤثر مواد یخ‌زدا.....	۱۶۴
جدول ۷-۴. نرخ استفاده از پنج ماده شیمیایی کنترل یخ و برف.....	۱۶۶
جدول ۷-۵. مثالی از تبدیل نرخ کاربرد پیشنهادی در راهنما به نرخ پخش ماشین نمک‌پاش.....	۱۶۶
جدول ۷-۶. سطوح خدمات‌رسانی راههای آسفالته برون شهری در فصل زمستان.....	۱۶۷
جدول ۷-۷. برآورد میزان نمک مورد نیاز (بر حسب تن).....	۱۷۶
جدول ۸-۱. شرایط جوی طوفان برف سبک.....	۱۹۱
جدول ۸-۲. شرایط جوی طوفان برف سبک با دوره‌های بارش سنگین یا متوسط برف.....	۱۹۲
جدول ۸-۳. شرایط جوی طوفان برف سنگین یا متوسط.....	۱۹۳
جدول ۸-۴. شرایط جوی : تگرگ یا Blackice.....	۱۹۴
جدول ۸-۵. شرایط جوی : طوفان تگرگ.....	۱۹۵

تهیه و ارائه راهنمای کاربردی

مقدمه

هدف این راهنما گسترش شیوه‌هایی است که محور اصلی آنها کنترل برف و یخ‌زدگی از طریق رویکرد پیشگیرانه است. علاوه بر پاسخ به وقایع برف و یخ‌زدگی از طریق رفتار به موقع، این راهنما به بیان بهترین شیوه‌های مدیریتی پرداخته است که این امر به پرسنل نگهداری راهها در گسترش بهترین استراتژی‌های کنترل برف و یخ‌زدگی نیز کمک خواهد کرد.

راهنمای کنترل برف و یخ‌زدگی از قسمت‌های زیر تشکیل شده است.

- **فصل اول:** به صورت فهرست‌وار به موضوع طرح‌های کنترل برف و یخ‌زدگی منطقه‌ای می‌پردازد. این فصل نکات ابتدایی که در طرح کنترل و برف و یخ‌زدگی آمده‌است را معرفی می‌کند.
- **فصل دوم:** در این فصل با توجه به اهمیت بحث بهمن و طوفان‌های زمستانی نظیر کولاک، به چگونگی سازماندهی و برنامه‌ریزی برای مقابله با این حوادث جوی پرداخته می‌شود.
- **فصل سوم:** این فصل به بیان اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با منابع دقیق و قابل اطمینان گزارش وضع هوا و پیش‌بینی آن می‌پردازد. همچنین مطالبی در ارتباط با

- هشدارها و راهنمایی‌های سیستم هواشناسی و پیش‌بینی هوا در سطح ملی و نقشه‌برداری حرارتی ارائه شده است.
- **فصل چهارم:** در این فصل نحوه گزارش‌نویسی به منظور تحویل آن به مسئولین امر در سطوح ناحیه، منطقه، و کل کشور می‌پردازد.
 - **فصل پنجم:** این فصل به بیان شرح وظایف ناظر نگهداری راه، گروه کنترل برف و یخ، تجهیزات مورد نیاز کارکنان و ایمنی و آموزش ایشان می‌پردازد.
 - **فصل ششم:** موضوع این فصل نگهداری تجهیزات است. این فصل به بیان و شرح قطعات اصلی تجهیزات کنترل برف و یخ‌زدگی به همراه تصویر می‌پردازد. علاوه بر آن لیست کنترل کارهای مربوط به این تجهیزات که باید قبل، در حین وقوع و بعد از طوفان انجام گیرد آورده شده است.
 - **فصل هفتم:** به بررسی مواد شیمیایی می‌پردازد. این فصل به موضوع انواع مختلف مواد استفاده شده در عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی می‌پردازد و پیشنهادهایی را در ارتباط با استفاده آنها بیان می‌کند. همچنین انواع آزمایش‌های مورد نیاز برای هر یک از این مصالح بیان شده و سرانجام ملاحظات زیست‌محیطی در هنگام استفاده از این مصالح آورده شده است.
 - **فصل هشتم:** انجام برنامه‌ریزی برای استفاده از مواد و تجهیزات با توجه به شرایط بارش و دمای سطح جاده، لازمه اجرای موفق عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی است. در این راستا در این فصل به روش‌های مختلف نگهداری و پاکسازی پرداخته می‌شود.
 - **فصل نهم:** در این فصل اطلاعات خاصی به منظور نگهداری عرشه پل، درزها، تیرها، ستون‌ها، و سر ستون‌ها آورده شده است. به دنبال این اطلاعات نحوه استفاده یا نگهداری مواد ضدیخ و یخ‌زدا نیز آورده شده است.

۱

طرح‌های کنترل برف و یخ‌زدگی منطقه‌ای

۱-۱. نگرش کلی

اولویت اقدامات در برابر برف و یخزدگی به شرح زیر است:

۱- نقاط حادثه‌خیز نظیر عرشه پل‌ها، شیب‌های تند، قوس‌های تیز، تقاطع‌ها، و

حریم تقاطع راه و راه‌آهن

۲- بخش‌هایی از راه‌ها که جریان ترافیک عبوری سنگین‌تری دارند.

۳- بخش‌هایی از راه‌ها که جریان ترافیک عبوری سبک‌تری دارند.

کنترل برف و یخزدگی به منظور تأمین امکان تردد سهل، ایمن و مؤثر مردم و کالا

انجام می‌شود که این امر باید با در نظر گرفتن بهترین شیوه‌های مدیریتی انجام شود. سؤالی

که در اینجا مطرح می‌شود، این است که بهترین شیوه‌های مدیریتی به منظور کنترل مؤثر

برف و یخزدگی چه روش‌هایی هستند. هر چند که عوامل زیادی در این امر دخیل هستند،

اما زمانبندی از مهمترین این عوامل است. زمان و میزان تلاشی که به منظور پاکسازی

جاده‌ها از برف و یخ، مورد نیاز است در صورت چسبیدن برف و یخ به سطح راه به

صورت قابل توجهی افزایش می‌یابد. از اینرو بخش‌های مرتبط با نگهداری زمستانی

وزارت راه و ترابری موظف هستند که پیشاپیش برای مقابله با برف و یخ آماده گردند.

اینکار باید از طریق پاسخ به موقع به شرایط پدید آمده و از طریق پرسنل آموزش‌دیده، تجهیزات مناسب و آماده به کار، منابع کافی ماسه، نمک یا سایر مواد شیمیایی اعم از ضدیخ و یخ‌زدا انجام گیرد.

۱-۲. طرح‌های کنترل برف و یخ منطقه‌ای

• اجزای تشکیل‌دهنده طرح کنترل برف و یخ‌زدگی

هر اداره کل راه و ترابری موظف است که یک طرح کنترل برف و یخ‌زدگی مصوب داشته باشد که این طرح لازم است پاییز هر سال به‌هنگام گردد. به دلیل تفاوت زیاد انواع و اقسام وضعیت‌های جوی و طول مدت طوفان‌های زمستانی، هر منطقه لازم است، طرحی را که نیازهای خاصش را مورد توجه قرار می‌دهد، تهیه کند. طرح‌های مناطق باید شامل اجزای زیر باشد:

• هدف طرح

- شرح اهداف،
- توصیف روش‌هایی که قرار است مورد استفاده قرار گیرند،
- معرفی سطوح مختلف سرویس‌دهی که به دلیل طبقه‌بندی راه‌ها تعریف می‌شوند.

• طرح نگهداری

هر بخش مسؤول نگهداری، باید طرح کنترل برف و یخ را در منطقه تحت پوشش خود و با توجه به نیازمندی‌های خود آماده سازد.

• منابع

- پرسنل،
- تجهیزات،
- مواد نگهداری.

• هماهنگی

- هماهنگی با سایر بخش‌های نگهداری در سایر مناطق،
- هماهنگی با بخش مجری قوانین شهرها و استان‌ها،
- هماهنگی با رسانه‌های خبری.

• بهره‌برداری

- ایمنی،
- آموزش،
- پیش‌بینی وضع هوا،
- روند استفاده شیمیایی و هم‌فزون،
- روند اطلاع‌رسانی عموم،
- بررسی پس از طوفان،
- گزارش پس از طوفان،
- پاکسازی پس از طوفان.

۲

**سازماندهی و برنامه‌ریزی
جهت کنترل حوادث زمستانی
نظیر بهمن، کولاک و غیره**

۲-۱. نگرش کلی

بهمن^۱ الزاماً در شرایط هوای بسیار سرد حادث نمی‌شود بلکه عواملی چون، صوت (لرزش توده برف در اثر صوت)، سستی توده برف در اثر گرم شدن هوا، لرزش پوسته‌ای (زمین‌لرزه) و عواملی از این دست موجب ریزش بهممن می‌گردد. در وقوع بهممن توده عظیمی از برف روی دامنه کوه حرکت کرده و در زمانی کوتاه فاصله زیادی را تا رسیدن به شیب ملایم‌تر و اتمام انرژی رانشی می‌پیماید. در این فاصله بهممن راه موجود در دامنه کوهستان را قطع نموده و توده بزرگی از برف را روی سطح راه بر جای می‌گذارد. وقوع ناگهانی و حجم عظیم برف و کوتاه بودن طول بخشی از راه که توسط بهممن پیموده می‌شود از موارد تفاوت میان بهممن و طوفان‌های زمستانی است که در صورت وقوع آنها با انسداد ناشی از بارش برف و یخزدگی سطح راه مواجه خواهیم شد.

با توجه به تفاوت میان بهممن و طوفان‌های زمستانی، در این بخش به دو مقوله بهممن و انواع طوفان به صورت مجزا پرداخته می‌شود.

1. *Avalanche*

۲-۲. بهمن

• سازماندهی پایگاه امداد و تجهیزات

با توجه به مشخصات بهمن که پیش از این بیان شد، فعالیت امدادگران بهمن به دو بخش پیشگیری- هشدار و امداد- نجات تقسیم می‌شود. در بخش پیشگیری- هشدار پایگاه امداد وظیفه شناسایی محل‌های با ریسک بالای ریزش بهمن، علامت گذاری قسمت‌هایی از راه که در مسیر ریزش بهمن احتمالی قرار دارند، تخمین زمان ریزش بهمن، اطلاع‌رسانی عمومی به رانندگان و ساکنین محلی در زمینه وقوع احتمالی بهمن، انسداد راه و انجام عملیات ریزش مصنوعی بهمن و کاهش ریسک ریزش بهمن را برعهده دارد. همچنین در بخش فعالیت‌های امداد- نجات که پس از ریزش بهمن انجام می‌شوند، امدادگران بهمن به نجات افرادی که در بهمن گرفتار شده‌اند، می‌پردازند. از این‌رو تجهیزات پایگاه امداد بهمن در پنج بخش تجهیزات نجات، دستگاه‌های ردیاب، تجهیزات رادیویی، تجهیزات وسایل نقلیه و علایم خلاصه می‌گردد و بازگشایی راه مسدود شده توسط بهمن برعهده راهدارخانه است. لازم به ذکر است که در صورت تجهیز پایگاه امداد بهمن به تجهیزات و ماشین‌آلات راهداری زمستانی، ماشین‌آلات برف‌روب در این پایگاه نگهداری خواهد شد.

الف- تجهیزات نجات^۱

در پایگاه امداد بهمن امدادگران مسؤل انبار کردن و تعمیر و نگهداری تجهیزات نجات و ردیابی در بهمن هستند. از این رو ایشان باید جهت آشنایی با تجهیزات و چگونگی استفاده از آنها در یک دوره آموزشی شرکت کنند. تجهیزات نجات نیز باید به طور مناسب انبار شده و نگهداری شوند و از تجهیزات تنها در هنگام موقعیت‌های اورژانسی یا عملیات نجات باید استفاده شود و با توجه به ناگهانی بودن وقوع بهمن باید تأمین تجهیزات گم یا دزدیده شده و همچنین تعویض تجهیزات خراب یا کهنه از طریق

1. Rescue equipment

اداره کل راه و ترابری استان یا مدیر منطقه‌ای وزارتخانه یا اداره کل در اسرع وقت صورت گیرد.

تجهیزات نجات در برابر بهمن که برای هر منطقه تحت خطر بهمن تأمین می‌شوند بسته به پتانسیل خطر ریزش بهمن برای منطقه ذکر شده، در سه گروه سطح I (بالاترین سطح خطر)، سطح II، و سطح III (پایین‌ترین سطح خطر) طبقه‌بندی می‌شوند. برای تأمین دسترسی مناسب و سریع به تجهیزات نجات، محل قرارگیری و ذخیره تجهیزات نجات باید با علایم استاندارد مشخص شود. این علایم موقعیت این تجهیزات ذخیره را نشان می‌دهند. محل قرارگیری و نصب این علایم حائز اهمیت و به شرح زیر است:

- یک علامت بزرگ نزدیک ورودی ساختمانی که انبار تجهیزات نجات در آن قرار دارد تعبیه می‌شود.

- یک علامت بزرگ در یک موقعیت ذخیره سرد^۱ تعبیه می‌شود.

- یک علامت بزرگ دقیقاً در کنار انبار نجات تعبیه می‌شود. برای مثال بر روی در اتاق نجات یا روی دیوار کنار کمدهایی که تجهیزات ذخیره در آن قرار دارند.

تأمین نور کافی و دسترسی آسان توسط وسایل نقلیه به نزدیکی انبار، اقدام دیگری است که باید به‌طور مداوم انجام شود. همچنین باید از پراکندگی تجهیزات نجات خودداری شود و از این رو کل تجهیزات باید در یک موقعیت خاص و مشخص انبار شوند. جهت کمک به استفاده هر چه بهتر و نظام‌مندتر از تجهیزات، آنها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- دسته اول: این دسته از تجهیزات در بدو امر و برای شروع عملیات جستجو استفاده می‌شوند. هر بسته از تجهیزات دسته اول شامل تمام تجهیزات نجات به‌طور کامل است.

1. Cold Storage Location

- دسته دوم: این دسته از تجهیزات تکمیل‌کننده تجهیزات دسته اول بوده و به عنوان تجهیزات پشتیبانی در هنگام نیاز به پرسنل بیشتر در محل ریزش بهمن، به محل ارسال می‌شوند.

تمامی تجهیزات اعم از تجهیزات دسته اول و دوم، باید در بسته‌های قابل حمل، بسته‌بندی شوند (بجز تجهیزاتی که درون بسته‌بندی‌ها جای نمی‌گیرند مانند بیل‌های دسته بلند و ماشین‌های ردیابی). پس از بسته‌بندی تجهیزات باید برگه‌های شناسایی تجهیزات به قسمت خارجی بسته‌های تجهیزات دوخته یا چسبانده شوند که این امر شناسایی تمامی تجهیزات داخل بسته‌ها را در کوتاهترین زمان ممکن می‌سازد. باید روی تمام برگه‌های شناسایی یا برچسب‌های بسته‌های تجهیزات دسته اول و دوم عبارت‌های «دسته اول» (برای تجهیزات دسته اول) و «دسته دوم» (برای تجهیزات دسته دوم) و «نجات در بهمن» و «رادیوها را فراموش نکنید» نوشته شود. لازم به ذکر است که برای استانداردسازی و جلوگیری از خطاهای احتمالی باید تمامی این برگه‌های شناسایی از سوی وزارتخانه یا اداره کل راه و ترابری استان تهیه و تنظیم شوند. به علاوه لیست تجهیزات داخل بسته نیز باید بر روی برچسب‌ها و برگه‌های شناسایی بسته‌ها درج شود.

انبارهای تجهیزات نباید قفل شوند. می‌توان آنها را مهر و موم کرد که به راحتی قابل باز شدن باشند، مهر و موم نباید مانع استفاده تجهیزات در حین عملیات نجات باشد ولی می‌تواند جهت کنترل تجهیزات و تأمین کمبود انبار تجهیزات مؤثر باشد.

تجهیزات باید در دمای معمولی و در فضای خشک و تمیز انبار شوند. تمیز بودن تجهیزات نیز بسیار حائز اهمیت است چرا که سگ‌های جستجوگر امداد بهمن، برای یافتن وسایل آلوده، خصوصاً آلوده به فرآورده‌های نفتی، دچار مشکل می‌شوند. برای ردیابی انبار تجهیزات پایگاه امداد (در زمانی که پایگاه در زیر بهمن گرفتار شود) باید یک تکه استیل به عنوان هدف ردیابی انبار تجهیزات، خارج از انبار تجهیزات و در یک محوطه سرد و پوشش دار قرار داده شده و حفظ شود. محل هدف ردیابی انبار باید به راحتی قابل دسترس

بوده و در نزدیکی انبار قرار داشته باشد و همچنین باید نشانه تجهیزات نجات بهمن روی آن درج شده باشد.

ب- دستگاه‌های ردیاب^۱

پایگاه امداد بهمن باید به یک یا چند دستگاه ردیاب مجهز باشد. امدادگران مسؤول حفاظت و نگهداری از این دستگاه‌ها هستند و در صورتی که به تعمیر یا تعویض قطعات این دستگاه‌ها نیاز باشد باید دستگاه‌های معیوب از چرخه خارج شده به تکنسین بهمن در وزارتخانه یا اداره کل راه و ترابری استان ارجاع شوند.

دستگاه‌های ردیاب جایگزین شده باید نو بوده و توانایی کار با امواج $457(khz)$ را داشته باشند. مسؤولین پایگاه امداد بر موارد زیر باید نظارت داشته باشند:

- کیفیت دستگاه‌های ردیاب،

- نحوه استفاده از دستگاه‌های ردیاب به طور گروهی یا فردی،

- قدرت سیگنال دستگاه که باید قبل از استفاده نهایی در فصل زمستان، مورد آزمایش قرار گرفته باشد. (قدرت شناسایی دستگاه در حداقل فاصله برابر ۵۰ متر یا طبق نظر تولید کننده دستگاه باید پس از انجام آزمایش قدرت سیگنال توسط تکنسین بهمن وزارتخانه یا اداره کل راه و ترابری استان تأیید شود)،

- آزمایش عملکرد کامل و دریافت و انتقال امواج و شناسایی صحیح توسط دستگاه‌ها باید در ابتدای هر شیفت کاری توسط امدادگران و قبل از شروع کار در منطقه صورت گیرد.

تکنسین بهمن وزارتخانه یا اداره کل راه و ترابری استان آزمایش‌های توانایی و قدرت سیگنال دستگاه ردیاب را انجام داده و دستگاه‌ها را در اختیار پرسنل پایگاه امداد در صورت درخواست می‌گذارد. تکنسین بهمن باید به طور نزدیک با مسؤولین پایگاه امداد

1. Avalanche Rescue Transceivers

همکاری نماید تا توزیع صحیح دستگاه‌های ردیاب میان افراد پایگاه‌ها به شرح زیر صورت گیرد:

- تمامی امدادگران پایگاه‌های امداد سطح I و II باید از این دستگاه برخوردار باشند،
- در مناطقی که انبارهای امداد سطح III وجود دارند، دستگاه گیرنده و فرستنده در هر بسته دسته اول جا داده می‌شوند. تکنسین بهمن وزارتخانه تعداد بسته‌های دسته اول- مورد نیاز در مخزن‌های سطح III را تعیین می‌کند.
- انرژی دستگاه‌های ردیاب از باتری تأمین می‌گردد که تعویض آن برعهده مسئولین پایگاه امداد است. ملاحظات اجرایی در مورد باتری دستگاه‌های ردیاب عبارتند از:
 - باید از باتری‌های آلکالاین استفاده شود (باتری قابل شارژ نباید استفاده گردد)،
 - باتری‌ها باید به طور سالیانه یا طبق دستور تولیدکننده تعویض شوند،
 - تاریخ تعویض باتری باید روی یک برچسب بر روی خود دستگاه ردیاب نیز درج گردد.
- تمامی پرسنل پایگاه امداد که از دستگاه‌های ردیاب استفاده می‌کنند باید در مورد چگونگی استفاده از آنها آموزش دیده باشند. برخی از ملاحظات استفاده از دستگاه‌های ردیاب که پرسنل پایگاه امداد باید رعایت کنند عبارتند از:
 - قسمت بالایی دستگاه‌های ردیاب طبق نظر تولیدکننده دستگاه، باید با پارچه پوشیده شوند،
 - این دستگاه‌ها در صورت عدم استفاده باید خاموش نگه داشته شوند،
 - باتری دستگاه‌ها نیز باید در طول انبار شدن در فصل تابستان از دستگاه خارج شود.

ج- تجهیزات رادیویی

ارتباطات رادیویی در مناطق تحت بهمن بسیار حیاتی است و تجهیزات رادیویی از الزامات عملیات نجات به شمار می‌روند.

تمامی مسئولین امداد، پرسنل تحت نظارت ایشان، وسایل نقلیه یا هر یک از امدادگرانی که در خارج از وسایل نقلیه کار می‌کنند باید به یک رادیوی دو طرفه بر اساس فرکانس از پیش تعیین شده و زاتخانه یا اداره کل راه و ترابری استان مجهز باشند. تحت هیچ شرایطی، پرسنلی که خارج از وسیله نقلیه کار می‌کنند (مانند پرچم‌داران) نباید بدون داشتن ارتباط رادیویی با ناظر عملیات امداد به کار ادامه دهند. در صورت نیاز، بسته به سروصدای عملیات و تجهیزات، رادیوها باید مجهز به بلندگو یا گوشی باشند.

هرگونه تغییری در پیش‌بینی بهمن باید به پرسنل پایگاه امداد و امدادگرانی که در منطقه تحت بهمن کار می‌کنند ابلاغ شود. این اطلاع‌رسانی باید از طریق بردهای مخصوص یا پخش رادیویی انجام شود تا از مطلع شدن تمامی پرسنل موجود از تغییرات، اطمینان حاصل شود.

د- تجهیزات وسایل نقلیه

علاوه بر تجهیزات رادیویی، تمامی وسایل نقلیه یا تجهیزات تعمیر و نگهداری به خدمت گرفته شده در مناطق تحت برف باید به تجهیزات زیر مجهز باشند:

- بیل،
 - جعبه کمک‌های اولیه،
 - چراغ قوه،
 - جلیقه شبرنگ^۱،
 - دستگاہ ردیاب،
 - برگه دستورالعمل عملیات نجات در بهمن.
- تمامی تجهیزات مذکور برای کمک به اپراتور یا وسایل نقلیه دیگر در حوادث ناشی از بهمن لازم هستند.

1. Flagging

ه - علایم

انواع مختلفی از علایم در عملیات امداد در برابر بهمن بکار گرفته می‌شوند که

عبارتند از:

- علایم شناسایی مسیر بهمن^۱،

- علایم هشداردهنده منطقه تحت خطر بهمن^۲،

- علایم هشداردهنده کنترل بهمن^۳،

- علایم پیام متغیر^۴.

هر یک از علایم نام برده شده در بالا در ادامه تشریح شده است.

- علایم شناسایی مسیر بهمن

علایم شناسایی مسیر بهمن، علایم کوچکی به رنگ زرد یا نارنجی، به همراه شماره یا نام هر مسیر بهمن در طول راهها هستند که در کنار منطقه احتمالی بهمن تعبیه می‌شوند. اسامی، شماره و توضیحات مسیر بهمن در اطلس بهمن و در نقشه‌های نوار بهمن برای هر منطقه تحت بهمن ارائه شده‌اند. این علایم مسیرهای بهمن را نشان داده و شناسایی مناطق در خطر بهمن در شرایط طوفانی را آسان می‌سازد.

این علایم در طول سال در محل خود باقی می‌مانند و راهداران مسئولیت تعمیر و نگهداری علایم شناسایی مسیر بهمن را طبق دستور تکنسین بهمن بر عهده دارند.

- علایم هشداردهنده منطقه تحت خطر بهمن

اینگونه علایم مناطق پر خطر را در مسیرهای تحت خطر بهمن مشخص می‌کنند. انتهای منطقه پر خطر با علایم انتهای منطقه بهمن شناسایی می‌شوند. این علایم عموم را از توقف خودرو خود در این مناطق باز داشته و از خطرات و حوادث احتمالی جلوگیری

1. Avalanche Path Identification Signs

2. Avalanche Area Warning Signs

3. Avalanche Control Warning Signs

4. Changeable Message Signs

می‌کنند. این دسته از علائم باید بزرگ و انعکاسی باشند تا در شرایط بد زمستان قابل دیدن باشند به علاوه، تعمیر و نگهداری این علائم بر عهده امدادگران است.

- علائم هشداردهنده کنترل بهمن

تعمیر و نگهداری علائم هشداردهنده مناطقی که هنوز در آنها انفجار صورت نگرفته نیز بر عهده پیمانکار تعمیر و نگهداری می‌باشد.

- علائم پیام متغیر

این علائم در ابتدای بسیاری از مناطق با خطر سقوط بهمن نصب می‌شوند و امکان اطلاع‌رسانی و هشدار به عموم، برای کمک به جلوگیری از انسداد راه، کنترل حوادث ناشی از ریزش بهمن و بهبود روند عبور وسایل نقلیه را در جاده فراهم می‌آورد. تغییرات جملات نمایش داده شده در این علائم با توجه به افزایش شرایط خطرناک بهمن، باید توسط تکنسین بهمن وزارتخانه یا در صورت غیبت وی توسط مدیر منطقه‌ای درخواست شود.

< پرسنل

مهمترین امر در سازماندهی و مدیریت پرسنل امداد، آموزش امدادگران بهمن است چراکه با توجه به ماهیت وقوع بهمن، آمادگی امدادگران و آشنایی و مهارت ایشان در جزئیات عملیات امداد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از اینرو در ادامه، مباحث آموزش پرسنل با تکیه بر آشنا کردن امدادگران به تجهیزات، وظایف امدادی و عملیات نجات بیان می‌شود.

- مباحث آموزش

در امر آموزش باید از اینکه تمامی پرسنل درگیر در فعالیت‌های مربوط به ریزش بهمن آموزش کافی دیده و دانش لازم را برای انجام عملیات نجات داشته باشند اطمینان حاصل گردد و از سوی دیگر باید طرح‌های آموزش هر دو سطح مدیران وزارتخانه و ادارات کل و همچنین پرسنل منطقه‌ای و امدادگران را پوشش دهند.

برای کسب نتیجه بهتر از برگزاری دوره‌های آموزش باید این دوره‌ها به صورت منظم و طبق برنامه مشخص و از پیش تعیین شده برگزار شوند و باید تاریخ، زمان، موقعیت و همینطور دستور جلسه آموزش برای تمامی پرسنل تحت آموزش آماده و ارائه گردد. همچنین باید تمام مراحل آموزش توسط افرادی از وزارتخانه، مربیان کارآمد و مورد تأیید که مطابق با صلاحیت‌های لازم هستند انجام شود.

برای نظارت و کنترل برگزاری این دوره‌ها در صورت درخواست وزارتخانه مربیان باید گزارش‌ها خود از آموزش انجام‌شده به تمامی پرسنل را به وزارتخانه یا اداره کل استان ارائه کنند.

آموزش در سه بخش زیر مورد نیاز است:

- ۱- مشاهده و بررسی بهمن، شرایط جوی و برف که شامل موارد زیر می‌شود:
 - تعمیر و نگهداری تجهیزات دستی ایستگاه هواشناسی (در صورت امکان)،
 - مشاهده و بررسی ایستگاه‌های هواشناسی دستی (در صورت امکان)،
 - مخابره اطلاعات مربوط به پیش‌بینی شرایط جوی و چگونگی تحلیل اطلاعات،
 - ثبت مشاهدات و تهیه گزارش حاصل از مشاهدات ریزش بهمن.

۲- روند ایمنی

تمامی پرسنل امداد که در مناطق با احتمال ریزش بهمن کار یا از آن عبور می‌کنند باید:

- با مناطق خطرناک و با احتمال ریزش بهمن در بخش خود آشنا باشند،
- در صورت قرار گرفتن در بهمن با روش‌های نجات خود آشنا باشند،
- با روند کاری مناسب و ایمن در اجرای عملیات در صورت وجود بهمن روی راه آشنا باشند،
- با تعاریف ۵ گانه سطح بهمن و مراحل عملیاتی آنها آشنا باشند،
- قادر به شناسایی تغییرات جوی منجر به ریزش بهمن باشند و از اهمیت گزارش آنها به پرسنل مربوطه مطلع باشند.

۳- عملیات نجات

تمامی پرسنل امداد که در مناطق با احتمال ریزش بهمن کار یا از آن عبور می‌کنند باید:

- با عملیات نجات از بهمن در صورت نیاز آشنا باشند،
- در صورت نیاز برای شرکت در تمامی مراحل مأموریت نجات و جستجوی بهمن توانا و در دسترس باشند،
- قادر به استفاده صحیح از دستگاه‌های فرستنده-گیرنده برای مشخص کردن قربانبان زیر بهمن باشند،
- قادر به شرکت در خطوط درگیری وسایل نقلیه، مسیرهای شیب‌دار و مسیرهای بسیار باریک باشند.

- تداوم آموزش

مدیر منطقه‌ای یا مسئولین امداد در وزارتخانه یا اداره کل استان مسئول سازماندهی و رهبری جلسات آموزشی ماهیانه و سالیانه هستند. تمامی پرسنل امداد که در منطقه تحت بهمن کار می‌کنند باید در این جلسات شرکت کنند. این جلسات آموزشی به عنوان جلسات پشتیبانی به شکل زیر اجرا می‌شوند:

- ۱- جلسات آموزشی ماهیانه (از آذر تا اسفند)
 - تمرین کار با دستگاه ردیاب،
 - تکنیک‌های جستجو و ردیابی (اختیاری).
- ۲- جلسات آموزشی سالیانه (تنها بیش از شروع فصل زمستان)
 - آشنایی با زمین عملیاتی،
 - آشنایی با طرح نجات.
- ۳- جلسات آموزشی تشخیصی در صورت نیاز (در طول زمستان به تشخیص مسئولین امداد)
 - نجات آزمایشی.

طی جلسات آموزش ماهیانه باید عملیات کار با دستگاه‌های ردیاب به طور اجباری و تکنیک‌های جستجو و ردیابی به طور اختیاری به امدادگران بازآموزی شود و در طی جلسات آموزش سالیانه باید پرسنل امداد با بخش‌هایی از منطقه که احتمال ریزش بهمن در آنها وجود دارد آشنا شوند و همینطور محل‌های ایمن در منطقه خطر که در صورت ریزش بهمن برای کمک به حادثه‌دیدگان قابل دسترسی هستند را شناسایی کنند. در این میان مسئولین امداد باید طبق درخواست وزارتخانه گزارشی از روند تداوم آموزش پرسنل امداد را تهیه کرده و به همراه لیست پرسنلی که در این دوره‌ها شرکت کرده‌اند را به وزارتخانه یا اداره کل استان ارائه کنند. اما در بخش آموزش تشخیصی و انجام عملیات نجات آزمایشی لازم به ذکر است که عملیات نجات آزمایشی توسط تکنسین بهمن وزارتخانه ترتیب داده می‌شود. هدف از برگزاری این دوره آموزشی، ارزیابی آمادگی وزارتخانه و پرسنل امداد برای پاسخگویی مناسب به موقعیت‌های اورژانسی بهمن است. موقعیت و زمانبندی این عملیات نجات آزمایشی توسط تکنسین بهمن وزارتخانه به همراه نظر مسئولین امداد مشخص می‌شود. پس از تصویب برگزاری دوره آموزشی نجات آزمایشی، مسئولین امداد منطقه باید تضمین کنند که تمامی پرسنل به خدمت گرفته شده در مناطق تحت خطر ریزش بهمن در جلسات آموزشی عملیات نجات آزمایشی شرکت می‌کنند.

◀ کنترل بهمن

در این بخش که با عنوان کنترل بهمن نامیده شده است به کلیه اقدامات مربوط به هماهنگی پرسنل امداد، اطلاع‌رسانی، برنامه‌ریزی و انجام عملیات نجات پرداخته می‌شود. اهداف اولیه مسئولین و پرسنل امداد و نجات در برابر بهمن در انجام کلیه اقدامات مربوط به کنترل بهمن عبارتند از:

- ۱- تضمین ایمنی مسافران و استفاده‌کنندگان از راه‌ها و بزرگراه‌ها،
- ۲- به حداقل رساندن دفعات و مدت زمان انسداد جاده بر اثر ریزش بهمن.

در جهت نیل به اهداف فوق در دو بازه زمانی پیش از ریزش بهمن و پس از ریزش بهمن اقداماتی به قرار زیر توسط پرسنل پایگاه امداد در برابر بهمن انجام شود:

- اقدامات در زمینه پیش‌بینی خطر ریزش بهمن،
- اقدامات در جهت رفع انسداد راه‌ها بر اثر ریزش بهمن،
- هدایت جریان وسایل نقلیه.

شرح اقدامات ذکر شده در بالا در ادامه بیان می‌شود.

- اقدامات در زمینه پیش‌بینی خطر ریزش بهمن

در سراسر فصل زمستان مسئولین امداد باید روند عملیات امداد در برابر بهمن را اعم از عملیات عمومی و تخصصی در مناطق تحت بهمن پیگیری کنند. چنین روندی رهبری مؤثر عملیات و ایمنی و کارایی آن را در منطقه تحت بهمن تضمین می‌کند.

لازم به ذکر است که عملیات عمومی فعالیت‌ها و مسئولیت‌هایی هستند که پرسنل امداد در برابر بهمن، باید در تمام طول زمستان انجام دهند و عملیات تخصصی فعالیت‌ها و مسئولیت‌هایی هستند که پرسنل امداد در برابر بهمن بر پایه پیش‌بینی ریزش بهمن باید در طول دوره خطر انجام دهند.

در روند عملیاتی عمومی در فصل زمستان مسئولین امداد موظف هستند که از آگاهی پرسنل مشغول به کار در منطقه تحت بهمن درمورد روند عملیاتی عمومی در فصل زمستان و صحت انجام کار اطمینان حاصل کنند. ایشان باید:

- با مناطق تحت بهمن در حوزه خود آشنا باشند،
- با مشاهده ریزش بهمن مراتب را به اطلاع وزارتخانه یا تکنسین بهمن وزارتخانه در اسرع وقت برسانند،
- شاخص‌های اولیه پایداری توده برف را در حوزه خود بررسی نموده و تحت نظر داشته باشند،
- شرایط جوی حاضر را همواره مورد بررسی قرار دهند،

- اقدامات پاکسازی برف و ایجاد دسترسی به تجهیزات مورد نیاز در برابر بهمن شامل ساختمان‌های عملیاتی، انبارهای نجات را انجام دهند،
 - از اینکه گالری‌های بهمن‌گیر و مسیر برگشت خالی از برف بوده و قفل گالری‌ها یخ نزده باشد اطمینان حاصل نمایند،
 - بلافاصله پس از دریافت اخبار پیش‌بینی بهمن، پرسنل امداد را مطلع ساخته و با استفاده از وسایل ارتباطی از آگاهی پرسنل خارج از پایگاه در خصوص پیش‌بینی بهمن اطمینان حاصل نمایند،
 - با توجه به افزایش فعالیت‌های بهمن و تغییر احتمال ریزش بهمن با تکنسین بهمن وزارتخانه ارتباط برقرار نمایند،
 - از اینکه تجهیزات نجات موجود بوده و آماده استفاده هستند اطمینان حاصل نمایند،
 - از اینکه معیارهای ایمنی در عملیات امداد در برابر بهمن رعایت می‌شوند اطمینان حاصل نمایند،
 - از اینکه امدادگران در حال انجام گشت‌های منظم در منطقه تحت بهمن بوده تا تغییر شرایط را اطلاع داده یا فعالیت‌های مقابله با بهمن را بر حسب درخواست تکنسین بهمن وزارتخانه انجام می‌دهند اطمینان حاصل نمایند،
 - با اخطار قبلی جهت انجام گشت و پاکسازی باقیمانده برف، راه را مسدود نمایند،
 - در هنگام ابلاغ دستور از سوی تکنسین بهمن وزارتخانه شروع به پاکسازی بازمانده‌های بهمن از راه نمایند.
- اما در مدیریت خطر بهمن اقدامات پیش‌بینی بهمن بعنوان ابزاری جهت تأمین ایمنی در طول راهها و بزرگراههای منطقه بکارگرفته می‌شود. این پیش‌بینی در قالب پنج وضعیت احتمال وقوع اعلام می‌گردد که این پنج وضعیت عبارتند از: پایین، معتدل، قابل توجه، بالا و بیش از حد.

پیش‌بینی احتمال ریزش بهمن اساس آمادگی امدادگران و تشخیص ضرورت روند عملیات تخصصی را که امدادگران باید در طول زمان پیش‌بینی بهمن انجام دهند مشخص می‌کند. پس از پیش‌بینی احتمال ریزش بهمن، تهیه و ارایه گزارش وقوع بهمن یک مسؤولیت همیشگی برای مسؤولین امداد است. در این رابطه مسؤولین امداد باید امور زیر را انجام دهند:

- اطلاع رسانی فوری به تکنسین بهمن وزارتخانه از طریق رادیو، تلفن شخصی یا هر روش موجود دیگر،
 - در مناطقی که تکنسین بهمن وزارتخانه ساکن نیست، گزارش وقوع بهمن باید از طریق پر کردن فرم‌های ویژه بر طبق دستورالعمل مربوطه انجام گیرد،
 - اقدامات در جهت رفع انسداد راه‌ها بر اثر ریزش بهمن.
- انسداد راه در صورت بروز سطح بالا (وضعیت شماره ۴) یا بیش از حد (وضعیت شماره ۵) خطر بهمن صورت می‌گیرد. گاهی نیز انسداد برای کنترل انفجار توسط امدادگران و با نظارت مسؤولین امداد انجام می‌شود.
- در طول زمان انسداد، مناطق تحت خطر ریزش بهمن در راه‌ها و بزرگراه‌ها برای تمامی پرسنل به جز افراد زیر بسته است:
- افرادی که ماشین‌های پاکسازی را هدایت می‌کنند،
 - افرادی که مسؤول گشت بهمن هستند،
 - پرسنل کنترل بهمن،
 - پرسنلی که تحت نظارت مستقیم تکنسین بهمن وزارتخانه هستند،
 - مسؤولین امداد باید بر اعزام امدادگران کافی و آشنا با روند انسداد راه در زمان و محل انسداد نظارت داشته باشند. مسؤولین امداد باید روند انسداد راه را طبق موارد زیر هدایت کنند:

- مسئولین امداد باید شخصی آشنا به موقعیت انسداد و روند آن است را مشخص کنند تا او با تکنسین بهمن وزارتخانه در مورد اطلاعات مرتبط به انسداد راه در ارتباط باشد،
- علایم هشدار در مورد انسداد جاده باید در محل نصب شوند،
- در جایی که گالری‌های بهمن‌گیر قرار دارند، باید آنها پایین کشیده شده، قفل شوند و سپس پاکسازی صورت گیرد،
- وسیله‌نقلیه پاکسازی باید به خوبی مجهز باشد تا در شرایط نامناسب جوی کار کرده و با موج رادیویی مشترک به وزارتخانه مرتبط باشد،
- مسئولین امداد باید تضمین کنند که منطقه مسدود شده پس از پاکسازی امن است،
- مسئولین امداد باید موقعیت نهایی انسداد قابل پاکسازی را به تکنسین بهمن وزارتخانه و مدیریت منطقه‌ای اعلام کنند،
- تکنسین بهمن یا مدیریت منطقه‌ای وزارتخانه باید از موقعیت هر وسیله‌نقلیه بدون متصدی‌باخبر باشند. مسئولین امداد باید برگه‌ای روی شیشه این وسیله‌نقلیه به منظور هشدار برای عدم حرکت قرار دهند،
- اگر گالری‌های بهمن‌گیر در طول انسداد، تحت کنترل کسی نباشد باید طبق دستور تکنسین بهمن وزارتخانه قفل شوند،
- تکنسین بهمن وزارتخانه یا نماینده او باید در مورد زمان باز کردن مسیر به مسئولین امداد خبر دهد،
- علامت‌های انسداد راه باید توسط مسئولین امداد برداشته شوند تا نشان دهد که مسیر باز شده است،
- در نشانه‌گذاری و تعیین موقعیت جغرافیایی گالری‌های بهمن‌گیر موقعیت دروازه‌ها باید به تأیید تکنسین بهمن یا مدیر منطقه‌ای وزارتخانه برسد،

- موقعیت گالری‌های بهمن‌گیر باید طوری انتخاب شود که بدون خطر ریزش بهمن و با وجود فضای مناسب برای دور زدن کامیون‌های حمل‌ونقل باشند،
- علایم استاندارد باید در تقاطع‌ها در کنار دروازه‌ها نصب شوند،
- نشانگرهای خطر به طور استاندارد در جلو و عقب پایه‌ها در حدود ۱ متری آنها نصب می‌شوند،
- اگر تعبیه کردن این نشانگرها به دلیل عملیات پاکسازی برف امکان‌پذیر نباشد، باید ستون گیت نشانه‌گذاری شود،
- دو یا سه نوع چراغ چشمک‌زن هشداردهنده (مجهز به باطری) با لنز قرمز باید در هر دو طرف دروازه نصب شوند تا در بدترین شرایط جوی نیز قابل رویت باشند،
- انتهای دروازه‌ها باید با لامپ فلورسنت زرد یا نوار زرد رنگ نشانگر جهت افزایش قابلیت دید مجهز شوند،
- تعمیر و نگهداری تمامی علایم برعهده مسئولین امداد است و همین‌طور پاکسازی، شن‌شویی و رنگ مجدد این نشانگرها بر عهده ایشان است.

- هدایت جریان وسایل نقلیه

- هدف از این هدایت، انتقال ترافیک در وضعیت جاری از منطقه تحت خطر ریزش بهمن به منطقه ایمنی است. هدایت خودروها باید تنها تحت نظر تکنسین بهمن وزارتخانه و در چارچوب زیر صورت گیرد.
- هنگامی که وسایل نقلیه در منطقه انسداد بر اثر بهمن‌گیر افتاده‌اند، برای انتقال آنها به منطقه ایمن،
- در شرایط اورژانسی تحت اختیار مدیر راه منطقه و طبق دستور تکنسین برف وزارتخانه. اگر هدایت خودروها باید بر طبق توصیه و تصویب تکنسین بهمن وزارتخانه و مدیر راه منطقه صورت بگیرد پیمانکار موظف به اجرای امور زیر خواهد بود:

- در حین هدایت وسایل نقلیه، امدادگران باید برای انجام عملیات نجات آمادگی کافی داشته باشند،
- باید در محل انسداد مسیر و موقعیت‌های هدایت ترافیک افراد پرچم‌دار مستقر شوند،
- برای هدایت وسایل نقلیه در یک مسیر کوتاه در مسافت‌هایی که در دید پرچم‌داران است می‌توان مسیر را تنها توسط خود این پرچم‌داران کنترل کرد،
- جایی که هدایت وسایل نقلیه باید در یک مسیر طولانی صورت گیرد باید خودروهایی راهنما در جلو و عقب خودروهایی در حال هدایت قرار گیرند تا از طریق ارتباط رادیویی مسیر را کنترل کرده و وسایل نقلیه را هدایت نمایند،
- پرسنل مسئول هدایت باید مجهز به رادیو با فرکانس وزارتخانه باشند و قادر به استفاده تجهیزات نجات موجود باشند.

۲-۳. طوفان

← راهدارخانه و تجهیزات

راهدارخانه نهادی است که مسئولیت انجام عملیات تعمیر و نگهداری راه را بر عهده دارد و ادوات، تجهیزات و مواد شیمیایی مورد استفاده در عملیات راهداری زمستانی در محوطه آن نگهداری و انبار می‌شوند. این بخش قصد دارد ملاحظات محیطی و مدیریتی را برای طراحی، اجرا و تعمیر و نگهداری این محوطه‌ها ارائه کند. نقش راهدارخانه می‌تواند از موقعیت مرکزی عملیات جاده‌ای شامل عملیات مدیریتی گرفته تا تنها اجرای عملیات جاده‌ای متفاوت باشد.

- طرح‌ریزی تجهیزات و نیروها

در حالیکه بررسی‌های انجام شده در فصل تابستان تا حدی زمینه نیاز به پرسنل را در زمستان مشخص می‌کند، سطوح خدمات‌رسانی مسیرها و زمانبندی انجام عملیات در زمستان، عوامل اصلی در تعیین تعداد نیرو و تجهیزات مورد نیاز هستند. چه پایگاه‌ها و

محوطه‌های راهداری در جای خود ثابت بمانند و چه منتقل شوند، ارتقاء کارایی آنها بسته به بررسی ملاحظات زیادی است و بررسی مجدد وجود یا عدم وجود پایگاه‌های راهداری امکان دستیابی به کاربردی‌ترین طراحی در کنار تأثیرات محیطی مثبت را افزایش می‌دهد.

موقعیت یک پایگاه تعمیر و نگهداری راه در حالت کلی به شرایط زیر وابسته است:

- کنترل انتشار نمک و زهاب آن، سروصدا، گرد و خاک و آشغال برای جلوگیری از تأثیرات محیطی،
- نیاز مسئولین جاده،
- بهینه‌سازی زمانبندی محاسبه شده مسیر برای تطابق با آنچه در سطح خدمات‌رسانی خواسته شده است،
- قابلیت‌ها و توانایی‌های تجهیزات،
- پیش‌بینی زمان و فاصله که تا حد زیادی به ظرفیت ماشین‌های پخش‌کننده و لودرها بستگی دارد،
- ملاحظات محیطی.

ناظر عملیات زمستانی شاید قادر به انجام تغییرات ناگهانی در ناوگان تجهیزات تعمیر و نگهداری خود نباشد ولی در هر حال، پس از گذر زمان و با ارتقاء ناوگان تجهیزات، استفاده از منابع بهینه خواهد شد. این امر به استفاده از حداکثر تأثیر نمک و بهینه‌سازی تعداد پایگاه مورد نیاز کمک بسزایی می‌کند.

- انتخاب محوطه

علاوه بر نزدیکی به شبکه جاده‌ای تحت پوشش، ارزیابی جغرافیای طبیعی و توپوگرافی محوطه نیز در انتخاب موقعیت آن تأثیرگذار است. همچنین چگونگی مدیریت زهاب و شرایط خاک نیز مهم هستند.

برای مثال، برخلاف زمین‌هایی با خاک دانه‌ای، زمین‌های گلی آب حاوی نمک را به سرعت جذب نمی‌کنند و به عکس، خاک‌های نفوذپذیر زهاب حاوی نمک را به

آب‌های زیرزمینی می‌رسانند و اگر آب‌های زیرزمینی مورد نظر به چاه‌های منابع آبی نریزند تأثیر نمک چندان مهم نیست.

محوطه‌ای که دارای زهکشی سطحی و طبیعی است تأثیر بر آب‌های زیرزمینی را کاهش می‌دهد. برای بررسی تأثیرات وجود نمک‌های معدنی، خاک بستر، ویژگی‌های سنگ‌ها، ویژگی‌های آب زیرزمینی در مجاورت جاده و حساسیت آب‌های سطحی باید در نظر گرفته شوند و در هنگام انتخاب محوطه طرح کشاورزی منطقه برای فصول آبی نیز باید بررسی شود. اگر آب‌های زیرزمینی زیر محوطه راهدارخانه قرار داشته باشند احتمال تأثیر آبی مواد شیمیایی انبار شده در محوطه پایگاه به ویژه نمک، بر آب‌های زیرزمینی بسیار زیاد خواهد بود.

بررسی کامل تأثیرات محیطی و تأکید بر خطرات مرتبط با راه‌های اتلاف مواد شیمیایی به تضمین محل مناسب انتخاب شده کمک می‌کند. در هنگام طراحی و ساخت محوطه‌های تعمیر و نگهداری، حساسیت منطقه به مواد شیمیایی نیز باید بررسی شود. محوطه راهدارخانه تا حد امکان باید از مناطق حساس دور شود. اگر امکان دور شدن نباشد، ملاحظات خاصی باید در نظر گرفته شود.

مناطق حساس به مواد شیمیایی به ویژه نمک عبارتند از:

- مناطقی که زهاب نمک به پیکره‌های آبی با حلالیت کم یا دارای گونه‌های حساس به مواد شیمیایی به ویژه نمک وارد می‌شود،
- مناطق مجاور پوشش گیاهی حساس به مواد شیمیایی به ویژه نمک و عملیات کشاورزی،
- مناطقی که زهاب مواد شیمیایی به ویژه نمک وارد منابع آب آشامیدنی (چه سطحی و چه زیرزمینی) می‌شود،
- مناطقی که با داشتن خاک نفوذپذیر در سطح متوسط تا بالا بر منابع آب زیرزمینی یا کم عمق تأثیرگذار هستند.

ارزیابی محوطه‌های مختلف باید احتمال وارد شدن مواد شیمیایی به ویژه نمک به مناطق حساس را به طور کلی بررسی کند. محوطه‌هایی که احتمال تأثیرگذاری منفی بر محیط دارند باید به مرور حذف شوند.

- طراحی

محوطه پایگاه‌های راهداری چندمنظوره بوده و باید از یک طراحی جامع برخوردار باشند. تمامی کاربردهای این محوطه باید در طراحی آن به بهترین شکل در نظر گرفته شوند و در نقشه محوطه پیاده شوند. طراحان این محوطه‌ها باید قبل از ارایه نقشه با افرادی که باید بعدها در این محوطه کار کنند مشورت نمایند. طراحی باید به گونه‌ای باشد که امکان ورود وسایل نقلیه مختلف اعم از ماشین‌آلات راهداری و غیره و همچنین سهولت جابجایی مواد شیمیایی ویژه کنترل برف و یخ‌زدگی کاملاً فراهم گردد. این طراحی همچنین باید به گونه‌ای باشد که امکان گسترش محوطه به دنبال افزایش موقعیت تحت پوشش یا اعمال محوطه‌های جدید وجود داشته باشد.

یک محوطه با داشتن اندازه مناسب و وسیع و با مدیریت کامل زهاب دارای

ویژگی‌های زیر است:

- در هنگام اجرای عملیات ایمن است،
- استفاده از آن مقرون به صرفه است،
- مدیریت زهاب محوطه و زهاب حاصل از شستشوی ماشین‌ها تحت کنترل است،
- حفاظت از مناطق حساس به نمک و سایر مواد شیمیایی در آن لحاظ شده است،
- هزینه‌های اضافی ایجاد نمی‌کند،
- ملاحظات عملی که باید لحاظ شوند در آنها دیده شده است،
- ایجاد فضای سرپوشیده کافی در داخل محوطه برای نمک یا ترکیب نمک و شن به اندازه‌ای که امکان عبور و مرور ماشین‌های پخش‌کننده وجود داشته باشد،

- توجه به جهت غالب باد در زمستان و تأثیر آن در موقعیت استقرار انبار مواد به نحوی که مواد در برابر وزش باد حفاظت شود،
- طراحی محوطه به نحوی است که بارش به دور از درهای ورودی محوطه انباشته شود،
- تجهیزات ویژه تأمین نور کافی برای تضمین ایمنی و دقت عملیات بار کردن ماشین در زمانی که بدلیل شرایط جوی نور کافی وجود ندارد در محوطه نصب شده است،
- طراحی فضای ساختمان و تسهیلات انبار مواد (برای مثال تانکرهای مخصوص برای مواد مایع) برای تسهیل کار و ایمنی بیشتر،
- طراحی دفتر محوطه به طوری که قابلیت نظارت بر نقطه بارگیری وجود داشته باشد، (برای بررسی تعداد کامیون‌ها، اندازه باد و فعالیت‌های کلی محوطه)،
- ساخت تسهیلات انبار روی زیرسازی با نفوذپذیری بسیار کم برای جلوگیری از نفوذ نمک بر خاک،
- ساخت پدهای بارگیری از نوع بتن آسفالتی یا دیگر مواد با قابلیت نفوذپذیری کم در ورودی تسهیلات،
- هدایت زهاب به خارج از تسهیلات و مدیریت زهاب نمک،
- استقرار پارکینگ، محل سوخت‌گیری، و محل بارگیری (تخلیه بار برای عبور و مرور راحت وسایل نقلیه ویژه عملیات)،
- استقرار حوضچه‌های محافظ برای جلوگیری از جاری شدن زهاب نمک به منابع آبی حساس به نمک یا ورود به خاک از طریق خاک بدون پوشش،
- شناسایی انبارهای برف در نزدیکی محوطه برای کاهش تأثیرات نمک موجود در آب حاصل از ذوب برف،
- استقرار یا در نظر گرفتن موقعیت چاه‌های آب در بالای محوطه برای جلوگیری از ورود زهاب نمک در آنها.

- انبار کردن

فله‌های نمک جامد نباید به طور مستقیم در معرض باران یا برف قرار گیرند چرا که نمک حل شده وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود. بنابراین انبار کردن صحیح نمک و ترکیبات شن و نمک و همینطور پوشش مناسب آنها ضروری است.

انواع مختلفی از پوشش وجود دارند، از پوشش‌های فصلی و موقتی گرفته تا سیلوها و پوشش‌های بزرگ دائمی. نمک و سایر مواد شیمیایی هیچگاه نباید خارج از محوطه بدون پوشش رها شوند.

گاهی فله‌های نمک یا ترکیب شن و نمک خارج از محوطه پدهای بتنی یا آسفالتی، و با پوشش نگهداری می‌شوند. در صورت کنار زدن نمک در خارج از محوطه پوشیده، ملاحظات لازم برای جلوگیری از ورود نمک به محیط اطراف باید لحاظ شود.

طرح انبار می‌تواند گنبدی شکل، مکعبی شکل (ساده)، کمانی شکل یا به شکل سیلوهای مرتفع باشد. سازه انبار می‌تواند از مواد مختلفی مانند چوب، فلز، آلومینیوم، فایبرگلاس ساخته شود. روند کلی به سمتی است که محیط انبار فله نمک کاملاً بسته شده و توسط یک دیوار بتنی بدون پایه حفاظت شود و این دیوارها باید طوری طراحی شوند که بتوانند در برابر حرکت لودرها مقاوم باشند. همینطور باید بدون فاصله نصب شوند تا از فرار ذرات نمک جلوگیری شود. ترکیبی از پوشش‌ها نیز می‌تواند بکار گرفته شوند زیر پوشش سقف و قسمت خارجی انبار باید از مواد ضد آب ساخته شوند تا از نفوذ بارش و رطوبت به ساختمان جلوگیری شود.

کمیت موادی که باید ذخیره شوند به نیازهای منطقه تحت پوشش پایگاه در طول زمستان بستگی دارد و باید در بررسی و محاسبه حجم این مواد حوادث غیرمترقبه نیز لحاظ شوند تا در صورت نیاز مواد به اندازه کافی موجود باشند. توجه خاصی نیز باید به کاربرد چندگانه ذخیره شن به همراه نمک یا دیگر مواد مورد استفاده در عملیات زمستانی مبدول شود. انبارها بسته به نوع فله کردن مواد یا استفاده از آنها ظرفیت‌های مختلفی دارند. هدر رفتن نمک در طی فله کردن آن یا بارگیری ماشین‌های پخش‌کننده بالاترین درصد

تلفات را به خود اختصاص می‌دهد. برای کاهش این مشکل باید عملیات زیر سقف انجام شود. در هر حالت ملاحظات خاصی وجود دارد که باید در هنگام انتخاب و طراحی تسهیلات انبار لحاظ شود تا امکان عملیات زیر سقف در محوطه وجود داشته باشد. دو مسأله مهم تهویه و امکان جابجایی در یا سقف است.

حتی موقعیت و اندازه ورودی انبار نیز مهم است. ارتفاع درب ورودی باید به اندازه‌ای باشد که ماشین‌های مخصوص تا انتها وارد ساختمان انبار شوند. در ساختارهای مستطیلی شکل، درب انتهایی مزایای زیادی را ارائه می‌کند. ورودی ساختار انبار باید دارای درب پرده‌ای باشد تا از ورود بارش به داخل جلوگیری کند.

در صورت امکان، تسهیلات ذخیره‌سازی نباید در ورودی و در جهت باد غالب قرار گیرد. این امر از ورود بارش به داخل جلوگیری می‌کند. دسترسی عملیاتی و خروجی انبار نیز باید با توجه به ملاحظات خاص خود طراحی شود.

همچنین بسیاری از مسئولین جاده ترجیح می‌دهند نمک را در یک انتهای انبار و شن ترکیب‌شده را در انتهای دیگر قرار دهند تا فضای کافی میان آنها برای استقرار ماشین مورد استفاده برای ترکیب وجود داشته باشد. این روند نیاز به وجود ورودی در اطراف را نشان می‌دهد تا ماشین‌های پخش‌کننده به راحتی بارگیری کنند. اگر امکان ورود کامل وسایل نقلیه به داخل انبار وجود داشته باشد، سیستم‌های تهویه مناسب باید به خدمت گرفته شوند.

کف انبار هم سطح مورد نیاز برای انجام عملیات را فراهم می‌آورد و هم مانعی برای نفوذ نمک به آب‌های زیرزمینی است. از آنجا که عملیات صورت گرفته فشار زیادی به سطح‌زیرین وارد می‌کند، کف انبار باید به خوبی و به طور مناسب طراحی شود. این سطوح باید دارای نفوذپذیری بسیار کم باشند که با استفاده از موادی چون آسفالت مرغوب یا بتن البته به طور شیب‌دار، برای اهداف زهکشی، طراحی و ساخته شوند. آسفالت و بتن هر دو تا حدی نفوذپذیر بوده و درزهای آنها باید برای به حداقل رساندن نفوذپذیری، پوشیده و بسته شوند.

در بررسی هزینه انواع انبار، ظرفیت واقعی بیشتر از ظرفیت تعریف شده در تئوری طراحی حائز اهمیت است. برای مثال در یک ساختار مخروطی شکل با یک ظرفیت اسمی مشخص، اگر مواد به صورت فله در دو طرف انبار شوند فضا در هر دو طرف به طور بهینه استفاده نخواهد شد. بعلاوه هزینه‌های برآورد شده در چرخه‌های تعمیر و نگهداری مداوم از ابتدا کمتر از مقادیر واقعی در عمل خواهند بود. احتیاط لازم برای مقرون به صرفه بودن هزینه‌های انبار در بلندمدت باید لحاظ شود. به زیان دیگر، هزینه اضافی برای ساخت تسهیلات کاربردی‌تر در برابر کاهش هزینه در انجام عملیات کارآمدتر جبران می‌شود.

دیگر ملاحظات عبارتند از:

- نور کافی،
- تهویه گسترده، به طور برقی یا طبیعی،
- استقرار روش‌های بنا کردن فله برای به حداقل رساندن اتلاف در هنگام وزش باد، ارتفاع کافی برای انتقال به ماشین‌های پخش‌کننده، حفاظت در برابر استفاده از لودرها و ...

- تسهیلات انبار مواد مایع

- طراحان باید با مسئولین محیط‌زیست منطقه در مورد منطقه‌بندی و ملزومات بار در انبار مشاوره کنند،
- ظرفیت مورد نیاز انبار به زمان تولید/ رسیدن بار و نسبت استفاده آن بستگی دارد،
- تأمین منبع آب لازم در طراحی تسهیلات تولید شورآب بسیار مهم است. طراح باید از وجود ظرفیت کافی برای آب جهت تولید شورآب به نسبت عملیات تعمیر و نگهداری مطمئن شود،
- خطوط منابع آب باید طوری مستقر شوند که گرمای لازم برای جلوگیری از یخ‌زدگی آنها وجود داشته باشد،

- در هنگام تعیین نیاز به گرم کردن مواد و تانکرهای ذخیره همینطور لوله‌کشی‌ها نقطه انجماد مایع ذخیره شده و حداقل دمای زمستان باید لحاظ شوند،
- منابع برق اضطراری نیز باید برای تضمین امکان استفاده مواد در صورت قطع شدن برق وجود داشته باشند،
- طراحان باید زمان لازم برای پر کردن ماشین‌های پخش‌کننده را در هنگام انتخاب پمپ و سایز خطوط در نظر بگیرند. پمپ و خطوط بسیار کوچک زمان پر کردن تانکر روی ماشین را افزایش می‌دهند،
- تانکرهای تولید و نگهداری باید طوری طراحی شوند که امکان شستشو و پاکسازی آنها از رسوبات وجود داشته باشند،
- برخی مواد مایع، باید قبل از استفاده جهت جلوگیری از استقرار رسوبات یا تعلیق برخی مواد به طور مداوم هم زده شوند.

- زهکشی محوطه

- محوطه باید طوری طراحی شود که زهاب را تا حد امکان به دور از محوطه و منطقه‌ای غیر حساس در برابر نمک هدایت کند،
- برف پاکسازی شده از محوطه باید به نحوی منتقل یا هدایت شود تا زهاب حاصل از ذوب به دور از چاه‌های زیرزمینی یا مناطق حساس به نمک، ریخته شود،
- آب آغشته به نمک باید جمع‌آوری شده و کاملاً کنترل شود. از آب حاصل باید دوباره بعنوان شورآب استفاده شود یا به فاضلاب هدایت شود.

- عملیات/ تعمیر و نگهداری

علاوه بر طراحی مناسب، عملیات اجرایی مفید نیز برای به حداقل رساندن تلفات مواد و تأثیرات محیطی بسیار مهم است. مسئولین جاده باید تمامی مراحل عملیات مشتمل بر دریافت مواد، انبار، جابجایی، زهکشی محوطه، عملیات هدایت زهاب، شستشوی وسایل نقلیه و را بررسی نمایند و برای تعیین نقاطی که نمک و مواد شیمیایی به هدر می‌رود و به حداقل رساندن تلفات مواد راهکار تعیین نمایند.

- جابجایی نمک

- در صورت امکان، پخش‌کننده‌ها باید درون انبار پر شوند، در غیر این صورت، دیگر سیستم‌ها برای جبران و کنترل نمک ریخته شده در طی بارگیری باید اجرا شوند،
- در صورتی که ماشین‌های پخش مواد خارج از انبار باشند، باید احتیاط لازم برای به حداقل رساندن اتلاف نمک صورت گیرد،
- پخش‌کننده‌هایی که بیش از حد پر شده‌اند مستعد اتلاف نمک در طی عملیات هستند. بنابراین، ماشین‌های پخش مواد نباید بیشتر از ظرفیت خود پر شوند،
- هنگامی که ماشین‌های پخش مواد پس از بارگیری از محوطه خارج می‌شوند، فضای بالای بار باید حداکثر (cm) ۳۰ با سر محفظه فاصله داشته باشد تا از اتلاف و ریزش نمک جلوگیری شود،
- منبع اولیه ورود نمک به آب‌های زیرزمینی اتلاف آنها از طریق برف‌روبی یا شستشوی محوطه تعمیر و نگهداری است. احتیاط لازم جهت به حداقل رساندن اتلاف نمک و مواد شیمیایی در عملیات پاکسازی می‌تواند هزینه این اتلاف را به حداقل برساند،
- در فله‌های نمک عموماً قسمت‌هایی وجود دارند که یخ زده‌اند، این یخ‌زدگی‌ها باید به نحو مناسب کنترل شوند و نباید به داخل ماشین‌های پخش‌کننده ریخته شوند. باید آنها را به گوشه فله هدایت کرد تا ذوب شده و خشک شوند. به محض اینکه خشک و از هم پاشیده شدند باید دوباره به فله برگردانده شوند. در جایی که تولید شورآب در جریان است می‌توان این یخ‌زدگی‌ها را به درون شورآب ریخت،
- تحویل بار جدید نمک باید طوری هماهنگ شود که به محض رسیدن بار، به سرعت در مکان سر پوشیده انبار شود. تحویل بار باید زمانی صورت گیرد که شرایط جوی مناسب باشد،

- تمامی بار رسیده در حین انتقال به محوطه تعمیر و نگهداری باید تحت پوشش باشد،
- ماشین‌های پخش‌کننده باید به خوبی تنظیم شده و به طور دوره‌ای بررسی شوند. این ماشین‌ها باید پس از هر خدمت‌رسانی تنظیم مجدد شوند،
- مسئولین جاده‌ای باید مقدار موادی را که باید تحت نسبت اعمال شوند طبق یک چارچوب مشخص تعریف کنند و در انتهای فصل، مواد مورد استفاده را با جدول مقایسه کرده و اگر طبق پیش‌بینی نباشد علت را بررسی کنند،
- نمک یا ترکیبات نمک / شن که درون تجهیزات انبار یا داخل یا مجاور محوطه تعمیر و نگهداری ریخته می‌شوند باید جمع‌آوری شده و به سرعت پس از اتمام طوفان به انبار بازگردانده شوند،
- مواد ریخته شده باید پاکسازی و به فله بازگردانده شوند. برخی محوطه‌ها از جاروهای مکانیکی استفاده می‌کنند،
- نمک اضافه یا باقیمانده در ماشین‌های پخش، پس از اتمام طوفان باید به انبار بازگردانده شوند و تا حد امکان در نزدیکی در ورودی جا داده شوند. اگر مواد خارج از انبار، تخلیه می‌شوند باید به سرعت به داخل انبار منتقل شوند.

- شستشوی وسایل نقلیه

- پخش‌کننده‌ها باید در جایی شستشو شوند که زهاب ناشی از شستشو به راحتی ترفیق، دفع یا کنترل شود. قبل از شستشو، پخش‌کننده‌ها باید برای پاکسازی مواد جامد باقیمانده و کاهش زهاب حاوی نمک‌ها جارو شوند،
- در صورت امکان وسایل نقلیه باید در زیر سقف شسته شوند تا بتوان زهاب را کنترل کرد. جایی که آب ناشی از شستشو به فاضلاب هدایت شده یا به داخل سیستم زهکشی می‌ریزد، بهتر آنکه این زهاب به انبار هدایت شود که بعد بتوان آن را بعنوان شورآب استفاده کرد یا به فاضلاب‌های دفع کلی منتقل شود. احتیاط لازم باید برای آخرین مقصد این زهاب و محیط آن رعایت شود،

- تمامی زهاب به‌جا مانده از شستشو باید از یک صافی روغن/سنگریزه عبور کند.

- تولید شن/نمک

- شن و نمک باید درون انبار یا روی یک سطح با نفوذپذیری کم تا حد امکان نزدیک به انبار نمک ترکیب شود،
- ترکیب باید با استفاده از روش‌های معتبر و مطمئن انجام شود تا یک ترکیب یکنواخت حاصل شود،
- شن باید تا حد امکان خشک باشد، چرا که باعث کاهش نمک مورد نیاز برای جلوگیری از یخ‌زدگی می‌شود،
- پس از آنکه شن و نمک ترکیب شد ترکیب باید به سرعت به درون انبار منتقل شود سپس منطقه ترکیب مواد باید به سرعت پاکسازی و جارو شود،
- مسئولین جاده که مواد از پیش ترکیب شده را تهیه می‌کنند باید در مورد درصد صحیح ترکیب دو ماده از تولیدکننده مطمئن شوند. حجم بالای نمک به هدر رفته و وجود درصد کمتر نمک باقیمانده در ترکیب، منجر به یخ‌زدگی فله مواد ترکیب شده می‌شود.

- تولید و انبار کردن شورآب

- در جایی که قوانین اجازه می‌دهند، ملاحظات خاصی باید در مورد استفاده از زهاب حاصل از شستشو یا زهاب حاوی نمک برای تولید شورآب اعمال شود.
- در صورت امکان، تکه‌های یخ‌زده به‌جا مانده در انبار باید به درون شورآب ریخته شود،
- در صورت استفاده از تانکرهای انبار شورآب، این تانکر باید بالای زمین و به دور از تأثیرات احتمالی وسایل نقلیه قرار گیرد و همچنین باید به‌طور دوره‌ای بررسی و بازدید شود باید یک تانکر ثانویه نیز تعبیه شود تا در صورت شکستگی یکی از تانکرها از ورود شورآب به محیط جلوگیری کند. می‌توان با استفاده از دیواره‌های دو جداره یا سیستم آب از اتلاف شورآب جلوگیری

کرد. می‌توان با ادارات کل راه و ترابری استانی نیز در مورد نحوه نگهداری و ملزومات آن مشورت کرد،

- بازدیدهای دوره‌ای تانکرها، پمپ و لوله‌ها و شلنگ‌ها باید برای شناسایی نشستی و تعمیر به موقع آن صورت گیرد،
- محل تولید شورآب و انبار باید برای پاکسازی رسوبات به طور دوره‌ای شسته شود. مواد تولیدشده از این شستشو عموماً شن و دانه‌های شنی هستند که می‌توان آنها را با فله‌های شن ترکیب کرد.

- انبارهای مواد جامد

- هرگونه سوراخ، پارگی یا آسیب به ساختار انبار باید در طول زمستان به طور موقتی تعمیر شده تا پس از اتمام زمستان و تا قبل از فصل سرمای بعدی به طور کامل ترمیم شود. چرا که باعث ورود بارش به داخل ساختار انبار می‌شود. در هیچ صورتی نباید سوراخ یا پارگی رها شود،
- زمین و سطح انبار نیز باید به طور سالیانه بررسی شود تا ترک‌های احتمالی تعمیر شوند.

- مناطق آسیب‌پذیر در برابر نمک و مواد شیمیایی

- تا حد امکان، محوطه‌های تعمیر و نگهداری باید به دور از مناطق آسیب‌پذیر در برابر نمک طراحی و ساخته شوند. این امر مستلزم بررسی‌های لازم برای شناسایی مناطق حساس است،
- اگر نمی‌توان از استفاده از این مناطق آسیب‌پذیر در برابر نمک صرف‌نظر کرد، طراحی خاصی باید برای جلوگیری از تأثیرات نمک انجام گیرد.

< پرسنل

- آموزش

آموزش باید با تمرکز بر تربیت عوامل مؤثر در جابجایی و استفاده از مواد شیمیایی

صورت گیرد تا از به حداقل رسیدن تلفات مواد شیمیایی به ویژه نمک و کاهش تأثیر مخرب آنها به محیط اطمینان حاصل شود. قبل از هر زمستان، تمامی پرسنل که با شن و مواد یخ‌زدا سر و کار دارند باید آموزش ببینند. برنامه آموزشی باید بر اهداف یادگیری زیر در محوطه‌های تعمیر و نگهداری و پایگاه‌های راهداری تأکید داشته باشد:

- فهم اینکه نمک در ترکیبات شن/ نمک باید برای به حداقل رساندن تلفات حتماً تحت پوشش قرار گیرد،
- فهم اینکه تلفات نمک برای محیط بسیار مضر است،
- درک درست از فعالیت‌های نمک که باعث تلفات آن در آسیب به محیط می‌شوند.
- فهم چگونگی انجام فعالیت‌های جابجایی به طوری که از نشت مواد شیمیایی و نمک به محیط جلوگیری شود،
- فهم روند پاکسازی نمک در محوطه تعمیر و نگهداری پس از جابجایی،
- فهم لزوم تعمیرات و نگهداری محوطه برای کنترل تلفات نمک،
- فهم اهمیت ثبت گزارش‌ها و چگونگی کامل کردن مدارک مورد نیاز در استفاده از نمک و تعمیر و نگهداری محوطه.

- آموزش باید از طریق روش‌های زیر صورت گیرد:

- جلسات توجیهی قبل از شروع زمستان،
- مشاهدات و روند اصلاحی،
- توجیه غیر رسمی در حین فصل زمستان.

- نظارت

- دانستن آنکه چه مقدار نمک اعمال شده، سرانجام این نمک کجاست و تأثیرات محیطی آن کدامند بسیار مهم است،
- بررسی شرایط بسته محوطه و محدوده اطراف برای مقایسه‌های بعدی در مورد انبارهای جدید باید قبل از استقرار صورت گیرد،

- مقدار مواد بکار گرفته شده در طول سال باید بررسی و در انتهای سال با آنچه انتظار می‌رفته مقایسه شود،
- استفاده از حسگرهای توزین در حال حرکت^۱ (WIM) در ورودی و خروجی محوطه می‌تواند تأییدی بر اندازه دقیق مواد باشد،
- WIM در کنار حسگرهای دیگر بسیار مناسب هستند چرا که اپراتور کنترل مقدار باز(فله) مواد را در دست داشته و تشخیص او تأیید می‌شود،
- مسئولین جاده باید تطابق عملیات اجرایی را با سیاست‌های انبارداری مقایسه و بررسی کنند،
- نظارت از طریق ارایه یک راهنمای انضباطی در مورد سیستم‌های مدیریت تعمیر و نگهداری خصوصاً برای محوطه انبار برای تأکید بر فعالیت‌های مهم و حذف عملیات غیر مهم ضروری است.

- ثبت گزارش‌ها

مواردی که باید دنبال شده و نظارت شوند عبارتند از:

- درصد ترکیب نمک / شن انبار شده،
- درصد نمک انبار شده،
- گزارش بررسی‌ها و تعمیرات،
- گزارش مواد فله،
- گزارش‌ها کنترل کیفیت برای غلظت شورآب،
- سطوح شاخص‌های محیطی (مانند سطوح کلرید).

- ارزیابی عملیات پس از طوفان

می‌توان هم از موفقیت‌ها و هم از شکست‌های عملیات زمستانی تجربیاتی آموخت. در این میان نیز عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی از این امر مستثنی نیست. بهبود در نحوه

1. Weight In Motion: WIM

عملیات و حتی ارتقاء تجهیزات می‌تواند نتیجه ارزیابی عملیات انجام شده باشد. شرکت تمامی پرسنل از ناظرین گرفته تا اپراتورهای تجهیزات در این ارزیابی بسیار مهم است. بسیاری از مواقع مواردی که توسط ناظر در طی طوفان مشاهده شده به نظر اپراتور تجهیزات نرسیده است و بالعکس. به عنوان بخشی از ارزیابی پس از طوفان پیشنهاد می‌شود مسئولین عملیات نگهداری زمستانی راه‌ها مقرون به صرفه بودن برنامه‌های کنترل برف و یخ‌زدگی را ارزیابی کنند و در صورت امکان آنرا با حوزه‌های مختلف مقایسه کنند. این روند باید شامل ارزیابی تأثیر عملیات به عنوان منافع و بررسی هزینه‌ها باشد.

هزینه عملیات زمستانی را می‌توان بر حسب هزینه‌های کلی مواد (شیمیایی و ساینده‌ها)، کارگران و تجهیزات به خدمت گرفته شده محاسبه کرد. برای مواد شیمیایی، هزینه شامل قیمت خرید، حمل به انبار، نگهداری، بارکردن به کامیون‌ها، کنترل و ترکیب مواد شیمیایی جامد و آماده‌سازی محلول می‌شود. برای ساینده‌ها هر دو هزینه خرید و پاکسازی باید در نظر گرفته شود. ساعات کاری کارگران باید به همراه اضافه‌کاری محاسبه شود و هزینه تجهیزات نیز باید بر حسب ساعات استفاده محاسبه شوند. دیگر هزینه‌ها نیز در صورت لزوم باید در نظر گرفته شوند. مانند هزینه ماشین‌های پخش‌کننده هزینه تجهیزات مخصوص و گشت‌ها و

معیارهای مقرون به صرفه بودن عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی باید به طور جداگانه برای هر مسیر یا قسمت بزرگراهی محاسبه شود. در ادامه می‌توان هزینه صرف‌شده برای عملیات در هر خط عبوری را به دست آورد.

در حالیکه اعمال فعالیت‌های سیستماتیک جلوگیری از یخ‌زدگی باید به عنوان وسیله‌ای برای تعمیر و نگهداری جاده‌ها در بهترین شرایط ممکن در طول فصل زمستان محسوب شود از طرف دیگر باید به آنها به عنوان روشی برای ارتقاء و کاهش هزینه‌های کلی نگاه کرد. مهمتر از همه آنکه، تکنیک‌های جلوگیری از یخ‌زدگی پتانسیل لازم برای نگهداری جاده‌ها را در بهترین شرایط ممکن در طول طوفان‌های زمستانی پدید می‌آورد.

- صرفه‌جویی به نوع فعالیت‌ها بستگی دارد. برای مثال:
- چه سطحی از خدمات‌رسانی مورد قبول است؟
 - چه موادی استفاده می‌شوند؟
 - هدف عملیات، بیشتر یخ‌زدایی است یا جلوگیری از یخ‌زدگی و چه منابع اطلاعاتی به کار می‌روند؟
- مثال‌هایی از موفقیت می‌تواند به دست آوردن سطح بالاتری از خدمت‌رسانی با صرف همان هزینه پایه یا رسیدن به سطح دلخواه با صرف هزینه کمتر باشد. همانطوری که این مثال‌ها نشان می‌دهند، برای آنهایی که هزینه و موفقیت عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی را ارزیابی می‌کنند، بررسی هر دو مقوله هزینه‌ها و سطح تأثیرگذاری مهم هستند.

۳

پیش‌بینی وضع هوا

۳-۱. نگرش کلی

- اهمیت پیش‌بینی درست و دقیق

تصمیم‌گیری در مورد شروع اقدامات کنترل برف و یخ‌زدگی همزمان با پیش‌بینی دقیق هوا و آگاهی از شرایط آب‌وهوایی حاکم بر منطقه آغاز می‌شود. ناظرین بخش نگهداری به روش‌های مختلفی می‌توانند اطلاعات دقیق مربوط به پیش‌بینی‌های آب‌وهوایی منطقه را به دست آورده و از این اطلاعات به منظور تعیین زمان شروع اقدامات کنترل برف و یخ‌زدگی استفاده کنند.

اولین هشدارهای مربوط به اینکه وضعیت آب‌وهوایی شدید در راه است توسط ایستگاه‌های خبر محلی منتشر می‌شود که این هشدارها بیان‌کننده نیاز به شروع برنامه‌ریزی است. این مراکز می‌توانند اطلاعات ضروری را به منظور آگاهی از زمان آغاز تدارکات و کسب آمادگی فراهم آورند.

در این فصل منابع اضافی برای کسب اطلاعات آب‌وهوایی مناسب و دقیق معرفی

می‌شود.

۲-۳. مشاوره‌ها و هشدارها

• تعاریف

- ۱- هشدار:
 - عبارت است از وضعیت آب‌وهوایی که تهدید کننده زندگی کسانی است که در هوای آزاد به سر می‌برند.
- ۲- راهنمایی:
 - وضعیت آب‌وهوایی که برای مردم حاضر در هوای آزاد نا مطلوب بوده یا موجب ایجاد دشواری در انجام سفر می‌شود.
- ۳- راهنمایی برای طوفان زمستان:
 - هنگامی بیان می‌شود که اوضاع برای گسترش آب‌وهوای زمستانی خطرناک مساعد است. این وضعیت ممکن است یا به تنهایی یا به صورت ترکیبی با دیگر وضعیت‌های آب‌وهوایی رخ دهد. این وضعیت معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت قبل بیان می‌شود.
- ۴- هشدار طوفان زمستان:
 - هنگامی بیان می‌شود که اوضاع آب‌وهوای زمستانی که تهدیدکننده زندگی است در شرف وقوع بوده یا احتمال رخ دادن آن وجود دارد، شامل وقوع ترکیبی از برف، یخ، باد و سرما است.
- ۵- هشدار کولاک:
 - باد دائمی یا تندبادهای متوالی با سرعت (kg/hr) ۵۵ و بیشتر،
 - بارش قابل ملاحظه برف و وزش متوالی باد که موجب کاهش یک چهارم مایلی دید یا بیشتر می‌شود،
 - شرایطی که به مدت سه ساعت یا بیشتر به طول بیانجامد.

۶- راهنمایی برای آب‌وهوای زمستانی برای برف‌ابه، باران فوق‌العاده سرد یا

بارش برف:

- انتظار می‌رود که میزان نشست برف‌ابه کمتر از یک و نیم اینچ باشد،
- میزان بارش برف طی ۱۲ ساعت ۲ تا ۵ اینچ باشد،
- بارش نم نم یخ یا برف،
- وزش تناوبی برف که موجب کاهش مسافت دید به میزان یک چهارم در هر مایل می‌شود.

۳-۳. اطلاعات آب‌وهوایی

• وبسایت‌های اینترنتی

همگام با دسترسی به فناوری، وبسایت‌های اینترنتی نیز پیشرفت می‌کنند. آشنایی با موضوعات و اطلاعاتی که در دسترس هستند به منظور کسب آمادگی پیشین همزمان با فرا رسیدن ماههای فصل زمستان از اهمیت ویژه برخوردار هستند. آگاهی از نحوه دستیابی به این سایت‌ها در سایر اوقات سال می‌تواند مفید باشد.

• سیستم‌های اطلاعاتی هواشناسی جاده^۱ (RWIS)

اطلاعات مربوط به شرایط سطح جاده و آب‌وهوا برای تصمیم‌گیری‌های مربوط به عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی بسیار مفید است. برای مثال، درک رابطه میان شرایط آب‌وهوایی موجود و دمای سطح جاده و شرایط آبی می‌تواند به اخذ تصمیمات مناسبی جهت استفاده یا عدم استفاده از مواد شیمیایی، انتخاب مواد شیمیایی مناسب و تشخیص نرخ کاربرد کمک کند. اگر دمای سطح جاده بالای صفر بود، عموماً نیازی به استفاده از مواد شیمیایی نمی‌باشد. بنابراین برای اتخاذ تصمیمات مناسب، مسئولین و مدیران باید از آخرین اطلاعات رسیده از وضعیت جاری و پیش‌بینی شرایط آبی استفاده

1. Road Weather Information Systems: RWIS

کنند. درک الگوهای هواشناسی پیش‌بینی‌شده به مسئولین تصمیم‌گیری اطلاعاتی را آرایه می‌کند که منجر به تصمیم‌گیری با آمادگی قبلی می‌شود.

پیش‌بینی شرایط سطح جاده و آب‌وهوا باید برای برنامه و عملیات ادارات کل راه و ترابری استانی سازماندهی شود. چنین پیش‌بینی‌هایی اغلب نیاز به امضاء قرارداد با مراکز خدمات هواشناسی دارد. این مراکز قادرند جزئیات لازم را که از طریق رسانه‌ها و خدمات پیش‌بینی عمومی قابل دسترسی نیستند در اختیار مدیران مسئول تصمیم‌گیری‌ها قرار دهد. از ابتدای دهه ۱۹۷۰ ابزاری برای نظارت بر شرایط داخل و اطراف باندهای فرودگاه‌ها جهت کمک به انتخاب روش‌های مناسب کنترل و مهار یخ‌زدگی استفاده شد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ این فناوری به فضای کاری راه نیز معرفی شد. در اواخر دهه ۱۹۸۰ واژه «سیستم‌های اطلاعاتی هواشناسی جاده» به وجود آمد که شامل تجهیزات زیر است:

- یکسری تجهیزات نظارت بر شرایط سطح جاده و شرایط جوی (حسگرها)،
 - سیستم‌های جمع‌آوری و ارسال داده‌های حسگرها،
 - تجهیزاتی برای نمایش و آرایه گزارش ارزیابی،
 - پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی و شرایط سطح جاده بر اساس داده‌های حسگرها.
- حسگرها را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد: سطح جاده‌ای و هواشناسی.
- حسگرهای سطح جاده‌ای عموماً در سطح جاده یا در عمق مشخصی زیر سطح جاده قرار می‌گیرند. حسگرهای سطحی عموماً دمای سطح جاده را اندازه‌گیری کرده و ویژگی‌های سطح جاده (خیس، خشک، یخ‌زده) را مشخص می‌کنند. همچنین میزان مواد شیمیایی ضدیخ در سطح جاده را تعیین می‌کنند. برخی از این حسگرها شاخصی از ترکیب مواد شیمیایی محلول در یخ در سطح را نشان می‌دهند. در شکل (۳-۱) نمونه‌ای از حسگرهای سطح جاده‌ای نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: حسگرهای سطح جاده‌ای.

دمای سطح جاده را همچنین می‌توان با استفاده از ابزار دستی مانند رادیومترهای مادون قرمز اندازه‌گیری کرد. البته توجه لازم برای اندازه‌گیری صحیح باید اتخاذ شود. پیشرفت‌های اخیر در تخمین نشان می‌دهد که اندازه‌گیری سیار شرایط جاده نیز ممکن است. روش اندازه‌گیری دمای سطح جاده به طور سیار با استفاده از حسگرهای نصب شده در کامیون‌ها نیز در حال حاضر قابل اجرا است. فناوری قدیمی‌تر استفاده از ترموکوپل هنوز هم روش ارزانی برای اندازه‌گیری دمای سطح جاده به شمار می‌رود (قابلیت اندازه‌گیری تا فاصله ۳۰۰ متری از محل نصب ایستگاه).

حسگرهای قرارگرفته در سطح زیرین جاده در عمق ۰/۵ تا ۰/۶ متر زیر سطح جاده نصب می‌شوند. ردیابی دمای زیر جاده نیز برای تشخیص اینکه آیا گرما وجود دارد یا نه حائز اهمیت است. اگر سطح زیر جاده گرم باشد زمان بیشتری طول می‌کشد تا سطح جاده سرد شود. بالعکس اگر سطح زیر جاده سرد باشد، سطح جاده با سرعت بیشتری یخ زده یا با سرعت کمتری گرم می‌شود.

دمایی که توسط حسگرها قرائت می‌شود خطایی به اندازه ± 0.6 درجه سانتیگراد دارد. بهترین دقت حسگرها در قرائت دما زمانی حاصل می‌شود که تغییرات دما در سطح روسازی شدید نباشد و آسمان ابری باشد. در هوای آفتابی اغلب حسگرها، دمای سطح روسازی را ۰/۸ درجه سانتیگراد بیشتر از مقدار واقعی دما قرائت می‌کنند. علت این خطا این است که حسگرها جنس و رنگ متفاوتی نسبت به روسازی دارند. این حسگرها همچنین غلظت نمک را در سطح روسازی اندازه‌گیری می‌کنند. این عمل با اندازه‌گیری

مقاومت الکتریکی انجام می‌شود. اگر مقدار نمک کم باشد، مقاومت زیاد می‌شود و بالعکس. تعیین غلظت شیمیایی زمانی از دقت بالاتری برخوردار است که رطوبت زیادی در سطح راه وجود داشته باشد. علاوه بر این موارد، از حسگرها برای بررسی شرایط راه استفاده می‌شود. شرایط راه با توجه به پارامترهای اندازه‌گیری توسط حسگرها در هفت گروه بیان می‌شود: خشک، نم‌دار، خیس، خیس همراه با ماده شیمیایی کافی برای جلوگیری از یخ‌زدگی، برفک، فراهم بودن شرایط برای یخ‌زدن سطح روسازی و کم بودن ماده شیمیایی ضدیخ و در نهایت یخ‌زدگی.

حسگرهای هواشناسی عموماً در راهها برای اندازه‌گیری پارامترهای جوی نصب می‌شوند. اندازه‌گیری‌ها عموماً شامل دمای هوا، رطوبت نسبی (برای تشخیص دمای شب‌نم)، سرعت و جهت وزش باد، وجود بارش، اندازه و نوع بارش، فشار جوی (بارومتر)، شدت نور خورشید و قابلیت دید می‌شود.

حسگرها عموماً به طور مستقیم به وقایع‌نگار داده‌ها، که یک واحد یا ایستگاه خارجی پردازش از راه دور نامیده می‌شوند، متصل هستند. با توجه به پیشرفت‌های اخیر جمع‌آوری داده‌های حسگرها از راه دور نیز ممکن شده است. اغلب، حسگرها در مکان‌های خاص نصب می‌شوند تا از مزیت ارتباطات یا نیروی برق موجود استفاده کنند.

سپس داده‌های به دست آمده از وقایع‌نگارها از طریق ترکیبی از ارتباطات تلفنی، فیبر نوری یا رادیویی به یک رایانه جمع‌آوری مرکزی منتقل می‌شوند که به این مراکز، واحد یا پایگاه پردازش مرکزی می‌گویند. سازمان‌هایی که ایستگاه‌های خارجی *RWIS* دارند باید به استفاده‌کنندگان نزدیک باشند تا بتوانند تأثیر را به حداکثر و هزینه را به حداقل برسانند. تصمیم‌گیرندگان می‌توانند از طریق مودم تلفنی یا شبکه رایانه‌ای برای دسترسی به داده‌های رایانه مرکزی استفاده کنند. ناظرین حوزه، مدیران و ناظرین دفتری می‌توانند از طریق پایگاه‌های رایانه‌ای ثابت یا سیار به داده‌ها دسترسی پیدا کنند. اگر پردازشگرهای مرکزی به شبکه رایانه‌ای یک سازمان متصل باشند، می‌توان از ترمینال‌های شبکه‌ای استفاده کرد. همچنین می‌توان از اینترنت برای توزیع داده‌ها و دسترسی به آنها استفاده کرد.

عوامل مؤثر بر تعیین بهترین مکان برای ایستگاه هواشناسی جاده عبارتند از متوسط ترافیک روزانه، مکان ایستگاه‌های موجود، شرایط آب‌وهوایی در منطقه، عوارض طبیعی زمین مانند جنگل، رودخانه، دریا و ... فاصله تا نزدیک‌ترین پایگاه نگهداری جاده، دانش و تجربه افراد باسابقه.

نمونه‌ای از کاربرد اطلاعات هواشناسی، در سیستم خودکار پیشگیری از یخ‌زدگی^۱ (*FAST*) است که در نقاط حساس و مهم نظیر پل‌ها استفاده می‌شود. این سیستم که در شکل (۲-۳) نشان داده شده است هم به صورت تمام خودکار و هم به صورت کنترل دستی وجود دارد. در این سیستم توسط سنسورهایی که در زیر سطح روسازی جاسازی شده‌اند اطلاعات مربوط به وضعیت روسازی نظیر دما، مقدار رطوبت و ... تعیین شده و برای یک ساعت آینده پیش‌بینی صورت می‌گیرد که آیا سطح روسازی در خطر یخ‌زدن قرار دارد یا خیر. در صورتی که جواب مثبت باشد به طور خودکار مواد ضدیخ با غلظت مناسب بر روی سطح رویه پاشیده شده تا از یخ‌زدگی رویه جلوگیری شود.



شکل ۲-۳: پخش‌کننده ثابت مایع.

1. Fixed Anti-icing Spray Technology (FAST) System

۳-۴. نقشه‌برداری حرارتی

- کاربردهای نقشه‌برداری حرارتی

به منظور پیش‌بینی شرایط راه‌ها از ابزار دیگری که نقشه‌برداری حرارتی نامیده می‌شود، استفاده می‌گردد. ترکیبی از عوارض محلی و نحوه برخورد با شرایط آب‌وهوای غالب، ویژگی‌هایی را برای هر راه ایجاد می‌کند. از نقشه‌برداری حرارتی به منظور کمک به ناظر بخش نگهداری در جهت کمیت بخشی و مشخص کردن تغییرات دمای درون شبکه جاده‌ای استفاده می‌شود.

از نقشه‌برداری حرارتی در تقاطع‌ها به همراه ایستگاه‌های *RWIS* و سنسورهای روسازی به منظور پیش‌بینی و تخمین درجه حرارت راه و شناسایی نواحی که نیازمند ملاحظات پیشین هستند، استفاده می‌شود. نقشه‌برداری حرارتی به ایجاد رابطه میان متغیرها و نحوه اثرگذاری آنها روی یکدیگر تحت سناریوهای آب و هوایی مختلف می‌پردازد.

۴

**مستندسازی و تهیه گزارش
عملیات**

۴-۱. نگرش کلی

- اهمیت گزارش‌ها

یکی از قسمت‌های بسیار مهم در برنامه کنترل برف و یخ‌زدگی که اغلب از آن چشم‌پوشی می‌شود، گزارش‌نویسی است. یکی از مهمترین وظایف اداره، توانایی فراهم کردن اطلاعات دقیق و کافی در خصوص نحوه اجرای عملیات و تهیه تدارکات است. گزارش خوب اهداف مختلفی را پوشش خواهد داد:

- توانایی فراهم کردن اطلاعات دقیق و به موقع برای عموم. آگاهی مردم از شرایط موجود راه‌ها می‌تواند موجب نجات زندگی آنها شود،
- اطلاعات جمع‌آوری شده در این گزارش هنگام پاسخگویی اداره به رسانه‌ها، شکایات و دادخواهی می‌تواند با ارزش باشد،
- ناظران و مدیرانی که برای وقایع برف و یخ‌آتی برنامه‌ریزی می‌کنند از این اطلاعات می‌توانند به عنوان مرجع استفاده کرده یا به عنوان مرجعی برای

درخواست کمک به منظور تعمیر خسارات وارده به راهها به علت طوفان‌های برف و یخ شدید، استفاده کنند.

گزارش‌نویسی دارای سطوح مختلفی است که اینکار هنگام بروز واقعه برف و یخ باید انجام شود. در این فصل هر یک از این سطوح و اهداف آنها نیز تشریح می‌گردد.

۴-۲. گزارش‌نویسی منطقه‌ای

• گزارش‌های بخش‌های نگهداری

گزارش‌نویسی در سطح منطقه‌ای معمولاً در برنامه کنترل برف و یخ منطقه‌ای آورده می‌شود. نیازهای اطلاعاتی هر منطقه باید از طریق گزارش نیازمندی‌های منطقه معرفی و شناسایی شود. یک گزارش معمول منطقه‌ای مشتمل بر اطلاعات جزئی هر بخش نگهداری راه است که از این اطلاعات می‌توان به منظور پاسخ به شکایات مردم و درخواست اطلاعات در حین طوفان برف و یخ استفاده کرد. علاوه بر این اداره نگهداری منطقه‌ای از این اطلاعات به منظور هماهنگ کردن جابجایی و انتقال پرسنل و تجهیزات به مناطقی که در طوفان به شدت آسیب دیده‌اند، استفاده می‌کند.

• اطلاعاتی که در گزارش آورده می‌شود

گزارشی که بخش نگهداری راه به اداره نگهداری راه ارسال می‌کند باید شامل

اطلاعات زیر باشد:

- زمان شروع و زمان خاتمه عملیات مقابله با برف و یخ‌زدگی،
- چه کارها و اقداماتی انجام شده است؟ به عنوان نمونه آیا پرسنل راه‌داری از مواد کنترل یخ‌زدگی استفاده کرده‌اند؟ آیا پرسنل راه‌داری عملیات برف‌روبی انجام داده‌اند؟ آیا پرسنل راه‌داری هم برف‌روبی کرده و هم از مواد کنترل یخ‌زدگی استفاده کرده‌اند؟
- بیان میزان برف موجود روی سطح راه از نظر عمق و بیان وضعیت عمومی راه.

اطلاعات مورد نیاز همزمان با طولانی شدن دوره آب‌وهوای زمستانی ممکن است افزایش یابد که در این حالت اطلاعاتی نظیر تجهیزات مورد نیاز و نیروهای کاری مورد انتظار نیز لازم است در گزارش آورده شوند.

۴-۳. گزارش نویسی محلی

گزارش نویسی در سطح محلی باید شامل تمام گزارش‌های معمول باشد. یک گزارش معمول باید بخش‌های زیر را شامل شود:

- گزارش‌های بازرسی و نظارت پیش از سفرها در مورد کامیون‌ها، برف‌خورها، پخش‌کننده‌ها، برف‌روب‌ها، گریدرها، لودرها و وسایل نقلیه،
 - گزارش‌های فعالیت‌های روزانه که شامل ساعت کاری، مسافت پیموده شده، ساعت استفاده از تجهیزات و مصالح استفاده شده در حین طوفان است،
 - بخش‌های نگهداری باید میزان ذخیره هر یک از پخش‌کننده‌های نمک را در نظر گرفته و میزان عملکرد آنها را در حین طوفان مورد توجه قرار دهند.
- تلاشی منظم در جهت نگهداری اطلاعات روزانه که به صورت دقیق ضبط شده است، باعث می‌گردد تا پاسخ به استعلام‌های منطقه‌ای بسیار آسانتر انجام شود.
- سایر موارد که باید در گزارش‌های محلی درج شوند عبارتند از:
- پاسخ به استعلام‌های رسانه‌های محلی، تقاضای عمومی برای شرایط راه‌ها و تقاضای سرویس توسط ساکنانی که در مسیر راه‌های منطقه ساکن هستند،
 - نقشه مسیر حمل نمک و نقشه اولویت‌بندی راه‌ها که به استفاده‌کنندگان این اطمینان را می‌دهد که تلاش منظم و سازماندهی شده‌ای به منظور پاکسازی راه‌ها در دست اقدام است.

۴-۴. برقراری ارتباط با رسانه‌ها

برقراری ارتباط مؤثر با رسانه‌ها دارای ارزش بالایی است. رسانه می‌تواند وجهه سازمان مسئول تعمیر و نگهداری را تخریب کند یا موجه و منظم معرفی کند. با استفاده از رسانه‌ها به عنوان بخشی از گروه کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی (در کنار فعالیت‌های تعمیر و نگهداری و ساخت‌وساز)، اطلاعات مربوط به شرایط جاده در فصل زمستان، داده‌های هواشناسی و عملیات جاده‌ای به راحتی در اختیار عموم مردم قرار می‌گیرد. همکاری با رسانه‌ها در زمینه‌های زیر بسیار مؤثر ارزیابی می‌شود:

- استفاده از لاستیک‌های یخ‌شکن،
- آماده‌سازی وسایل نقلیه برای عبور و مرور در فصل زمستان،
- تکنیک‌های رانندگی در فصل زمستان،
- آشنایی با تجهیزات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی،
- سیاست‌های جاده‌ای،
- سیاست پاکسازی پیاده‌روها،
- آسیب وارد آمده بر اثر عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی،
- سیاست پاکسازی برف،
- روند اجرای عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی،
- اولویت‌بندی در سیاست‌ها،
- فناوری‌های جدید،
- مسئولیت و احترام به راننده.

مردم باید از سیاست‌ها و عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی به خوبی مطلع باشند که البته از طریق برنامه‌های تصویری، روزنامه‌ها، اجرای فعالیت‌های فرهنگی تفریحی، اطلاع‌رسانی قبل از فصل زمستان، شرکت در تصمیم‌گیری‌ها و برقراری ارتباط به موقع برای کسب اطلاعات مربوط به هواشناسی، شرایط جاده و روند عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی امکان‌پذیر خواهد بود. سخنگوی سازمان باید برای توضیح و تفسیر فعالیت‌های

تعمیر و نگهداری در طول سال و نه فقط در زمان بارش برف آماده پاسخگویی باشد. اگر یک مرکز عملیاتی در حال انجام عملیات باشد، اجازه دادن به رسانه‌ها برای دستیابی به ضبط تصاویر زنده ویدیویی از شرایط جاده باعث ارتقاء سطح ارتباطات می‌گردد. البته در اختیار قرار دادن تمامی داده‌ها ممکن است سازمان‌ها و کاربران را متوجه مشکلاتی کند. با این وجود، یک سازمان مسئول تعمیر و نگهداری که دارای سیاست موجه و نوشته شده‌ای برای انتشار داده‌های خود باشد، باید مراتب قانونی را نیز طی کند.

۴-۵. ارتباط، هماهنگی و همکاری با کاربران

پیش از انتخاب روش برقراری ارتباط، هماهنگی و همکاری با کاربران، یک سازمان باید اهداف و کاربران خود را مشخص کند. از جمله این کاربران می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مسافران همیشگی جاده،
- مسافران اتوبوس‌های مدرسه، سیستم‌های راه‌آهن و ترانزیت،
- خدمات اورژانسی از جمله پلیس، آتش‌نشانی و مراکز پزشکی،
- مسئولین عملیات نگهداری زمستانی در مناطق مجاور،
- مسافریین تجاری،
- شرکت‌های حمل‌ونقل و باربری،
- صنعت بیمه وسایل نقلیه موتوری،
- مسافریین درون حوزه‌ای،
- صنعت حمل‌ونقل مواد غذایی،
- مسافریین تفریحی،
- رسانه‌ها،
- باشگاه‌های اتومبیل و موتورسواری.

این گستردگی کاربران نیازمند برقراری ارتباطات مؤثر است. یک روش خوب برای شروع، دخالت دادن نمایندگان این گروه‌ها در روند تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها است.

• نظر سنجی از مسافران

به دست آوردن اطلاعات از عموم مسافری در مسیر بسیار مشکل است. برای مشخص شدن نظر مسافران عموماً از پرسشنامه‌ها (از طریق تلفن، شفاهی، پست الکترونیکی یا کتبی) استفاده می‌شود. سؤالات این پرسشنامه‌ها باید توسط افراد مجرب تهیه و مطرح گردد. هدف از تهیه این اطلاعات، بررسی نظر عموم مردم و در واقع عکس‌العمل آنها با توجه به سطح خدمت و هزینه صرف‌شده، سیاست‌های عملیاتی و ارتباطات است. از دیگر ابزارهای تحقیقاتی می‌توان به کانال‌های تلویزیونی و رادیویی محلی، خطوط تلفن و فعالیت‌های آموزشی-تفریحی اشاره کرد. ملاقات با نمایندگان هر کدام از گروه‌های مخاطب قبل و بعد از فصل سرما نیز می‌تواند نظریات جدید و ارزشمندی را به ارمغان آورد.

از دیگر ایده‌های مفید می‌توان به استفاده از سفر مردم به عنوان جزئی از عملیات نگهداری زمستانی اشاره کرد. به عنوان مثال، مردم با عدم استفاده از جاده‌های برفی می‌توانند به عملیات مهار برف و یخ‌زدگی کمک کنند. همچنین این گروه از کاربران می‌توانند شرایط جاده، شرایط آب‌وهوایی، درخواست خدمات و شکایتهای خود را از طریق خطوط تلفن، سایت‌های اینترنتی و دیگر ابزار موجود اعلام کنند. در صورت استفاده از این ابزار، بررسی اطلاعات رسیده و پیگیری پاسخگویی به شکایتهای یا خدمات به موقع بسیار حائز اهمیت خواهد بود. همچنین می‌توان از عموم مردم به طور داوطلبانه برای رسیدگی به این شکایتهای و خدمات درخواست کمک کرد.

• تحلیل تصادفات

آمار تصادفات یک مقیاس مشخص در ارزیابی اجرایی عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی به شمار می‌رود. از آنجا که تصادفات از نظر آماری اتفاقات نادری هستند

تحلیل آنها نیز بسیار مشکل است. در بسیاری از ایالت‌های آمریکا یک آستانه مالی برای گزارش تصادف وجود دارد البته بسیاری از حوادث ناشی از یخبندان و بارش برف زیر این آستانه قرار گرفته و گزارش نمی‌شوند. تصادفاتی که گزارش می‌شوند عموماً بسیار جدی هستند که باعث آسیب‌ها و زیان‌های مالی و جانی می‌شوند. داده‌های تصادفات ناشی از یخبندان و بارش برف بر حسب گزارش شرایط سطح جاده که تصادف در آن رخ داده است (نظیر بارش برف، یخبندان، وجود برفاب و ...) دسته‌بندی می‌شوند. تحلیل تصادفات باید جدای از بررسی فاکتورها و عوامل دیگری نظیر استفاده از مواد مخدر یا الکل و ناتوانی‌های جسمی یا دیگر تخلفات ترافیکی انجام شوند. تحلیل تصادفات خصوصاً در هنگام انتخاب اولویت‌ها جهت ارائه خدمات و ارزیابی تغییرات در سیاست‌ها و روند کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی مؤثر می‌باشد.

• جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

تحلیل سرمایه‌گذاری انجام شده، نوع طوفان و مدت آن و نتایج آنها در بهبود و ارتقاء مداوم فعالیت افراد و دیگر واحدها، سیاست استفاده از مواد، روند امداد رسانی و سطح استفاده از منابع بسیار مفید می‌باشند و این تحلیل می‌تواند یک ابزار مدیریتی مهم باشد چرا که داده‌ها در سطح افراد ارزیابی و بررسی شده و از موقعیت اجرای فعالیت‌ها جمع‌آوری می‌شود. این اطلاعات از طریق کانال‌های موجود در دست سازمان‌های تعمیر و نگهداری قرار می‌گیرد. داده‌هایی که به این طریق جمع‌آوری می‌شود در قضاوت و بررسی عملکرد واحدهای مختلف، پیمانکاران، مدیران و ناظرین بسیار مهم و مفید می‌باشند.

• مدیریت انتشار اخبار

هر شخصی که در عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی مسئولیتی دارد باید بخشی از سیستم اطلاع‌رسانی قبل از بارش، پس از بارش و پس از اتمام فصل باشد. شرکت‌کنندگان در این روند عبارتند از:

- مدیران دفاتر مرکزی و محلی،
- پلیس،

- مراکز خدمات اورژانسی مانند آتش نشانی و اورژانس،
- ادارات استان‌های مجاور،
- گروه‌های مسافرین جاده‌ای،
- مراکز تجاری.

نکات ضعف و قوت و نتیجه عملیات را می‌توان در قالب پیشنهادهایی برای ارتقاء نتیجه، مورد بحث قرار داد. اگر منابع اضافی در دسترس نیستند استفاده بهینه از منابع موجود و هماهنگی و همکاری با دیگر سازمان‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. نقش تمامی سازمان‌ها در حوادث جدی و معمولی نیز باید به خوبی مشخص شده و سازمان‌ها باید به خوبی مسایل پیش‌آمده را پیگیری کنند. انجام عملیات مداوم در تمرینات می‌تواند افراد را برای عملیات واقعی آماده کند.

• اطلاع‌رسانی به عموم

داده‌های تحلیلی اجرایی باید برای اطلاع‌رسانی به رسانه‌ها و عموم مردم بکار گرفته شوند. درصد استفاده از منابع و شاخص‌های اجرایی مختلف باید به طور دوره‌ای گزارش شده و همچنین در گزارش‌های سالانه یا جزوات فصلی قید گردد. در این زمینه ارزیابی اطلاعات به طوری که قابل فهم و قابل اثبات باشند، بسیار مهم است. هر تغییری که در نتیجه تحلیل سیاستگذاری یا اجرای عملیات انجام می‌شود نیز باید به اطلاع عموم مردم برسد. از آنجا که نمی‌توان با وجود تمامی وسایل ارتباط جمعی با تمام کاربران ارتباط برقرار کرد اطلاع‌رسانی به عموم کمی مشکل به نظر می‌رسد. به جز رسانه‌ها می‌توان به دیگر وسایل برقراری ارتباط با عموم از جمله اطلاع‌رسانی از طریق اینترنت، گروه‌های مختلف کاربران، رادیو پیام، تابلوهای اطلاع‌رسانی با پیام متغیر، رایانه و بانه‌های اطلاع‌رسانی اشاره کرد.

• حفظ اطلاعات و گزارش‌ها

تصمیم‌گیری مدیران بر پایه داده‌ها و تحلیل آنها صورت می‌گیرد. در عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی، حفظ و تحلیل داده‌های خدمات، موقعیت، زمان، شرایط جاده یا

پل، شرایط آب‌وهوا، مواد بکار رفته، تجهیزات استفاده شده، درصد همکاری افراد، مشکلات عملیاتی، هزینه‌ها، انواع سیاست‌های انتخابی (و دلایل آن) و ارزیابی تأثیرگذاری، به طور مداوم بسیار مهم است. البته در مواردی که نیروهای خود منطقه عملیات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی را انجام می‌دهند نیازی به ثبت تمامی این موارد نیست.

در کنترل‌کننده‌های اتوماتیک پخش مواد و سیستم‌های *GPS/GIS* امکان ثبت خودکار گزارش‌ها وجود دارد ولی این گونه ماشین‌آلات هنوز به صورت گسترده استفاده نمی‌شوند. جمع‌آوری و مدیریت مناسب داده‌ها به نتایج زیر کمک می‌کند:

- توسعه سیاست‌ها و برنامه‌های کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی،
- ثبت ادعاهای مسئول آسیب‌رسانی،
- نظارت بر نحوه اجرای عملیات،
- روند ارزیابی،
- توسعه برنامه‌های آموزشی.

• نظارت بر موجودی مواد

در عمل‌شن‌های مناسب فصل زمستان باید قبل از شروع زمستان در محل مناسب قرار گیرند. موادی که در خلال زمستان ترکیب می‌شوند بالطبع بر اثر رطوبت فصل زمستان دارای رطوبت بیشتری بوده و مشکلات حمل‌ونقل و کاربرد بیشتری نسبت به ترکیبات آماده شده قبل از فصل زمستان به همراه خواهد داشت. تحقیقات کشور سوئیس همچنین نشان‌دهنده این است که ساینده‌هایی که مدت زمان بیشتری نگهداری شده‌اند (جایی که مواد شیمیایی موقعیت حل شدن و پوشش دادن ذره‌های شن را پیدا می‌کنند) از نظر شکنندگی و دوام مؤثرتر هستند.

ارایه گزارش‌های دقیق و به موقع از مواد بکار رفته در جاده‌ها جهت کنترل موجودی مواد بسیار حائز اهمیت است. این گزارش‌ها باید جهت تحلیل و کمک به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در یک پایگاه اطلاعاتی رایانه‌ای وارد شوند.

بسیاری از ادارات کل راه و ترابری استانی برای حفظ گزارش‌ها، از یک پایگاه اطلاعاتی استفاده می‌کنند. داده‌های نمونه‌ای که گزارش شده و ثبت می‌شوند عبارتند: از تاریخ، شماره مسیر، نوع و اندازه مواد بکار رفته و موقعیت انبار، نوع طوفان و مقدار بارش. این اطلاعات حداقل باید به طور هفتگی وارد پایگاه اطلاعاتی رایانه‌ای شود. برخی ادارات گزارش‌ها را به طور دستی ثبت می‌کنند در حالی که برخی دیگر به سمت سیستم خودکار روی آورده‌اند.

۵

پرسنل و نیروی انسانی

۵-۱. شرح وظایف ناظر بخش نگهداری

• هماهنگی

ناظران بخش نگهداری موظف به ایجاد هماهنگی میان تمام فعالیت‌های تعریف شده در حوزه جغرافیایی مسئولیت خود هستند.

تحت شرایط جوی شدید، ناظران بخش نگهداری باید وضعیت هوا را با استفاده از ابزار موجود به دقت مشاهده کنند. وضعیت جاده‌ها باید توسط آنها از نزدیک مشاهده و ارزیابی گردد تا از پاسخ به موقع گروه راهدار اطمینان حاصل شود.

ناظران بخش نگهداری باید در هنگامی که درخواست نیرو و کمک از خارج از بخش نگهداری خود دارند، مهندسان حوزه استحفاظی خود و اداره نگهداری منطقه را مطلع سازند. در صورتی که نیاز به هماهنگی باشد لازم است با مهندسان ناحیه مجاور و اداره نگهداری آن منطقه مشورت شود.

تمامی وقایع طوفانی در زمستان مشابه هم نیستند. تغییرات درجه حرارت، میزان بارش برف، شرایط موجود، و طول دوره طوفان همه عواملی هستند که دست به دست هم می‌دهند که راهها و پل‌ها از این وقایع تأثیر پذیرند. ناظران بخش نگهداری باید تمام

جوانب طوفان را بررسی کرده و هرگونه تعدیلات و تغییرات لازم نسبت به روش‌ها و رویه‌های مقابله با وقایع طوفانی در زمستان را قبل از واقعه بعدی انجام دهند.

۵-۲. زمانبندی و آموزش پرسنل

• ردیابی کارمندان

در حین دوره‌های کنترل برف و یخزدگی، ناظر باید به منظور سرکشی و هماهنگی فعالیت‌های محیطی در محل حضور داشته باشد.

• آموزش

تمامی پرسنل قبل از تخصیص وظایف باید به صورت صحیح آموزش ببینند. هنگامی که فعالیت‌های کاری تخصیص داده می‌شود بسیار مهم است که میزان تجربه کارکنان شناسایی شود. لازم است کارهای مهمتر به کارکنان با تجربه‌تر تخصیص داده شود.

در دست داشتن یک نیروی توانا نیازمند به خدمت‌گیری و آموزش افراد شایسته است. به خدمت‌گیری افراد شایسته در کنار برنامه آموزشی قوی بهترین راه به وجود آوردن یک گروه با کفایت برای اجرای عملیات کنترل برف و یخزدگی می‌باشد.

نیروی کارآمد و مؤثر را در ابتدا می‌توان با درخواست سطح تحصیلات و تجربه شناسایی کرد و سپس از طریق برنامه‌های آموزشی جامع که بر پایه مهارت‌ها تدوین شده است می‌توان به یک نیروی کاری مفید در راستای اهداف سازمان دست یافت. سازمان‌ها باید با مراکز آموزشی منطقه برای پرورش افراد و آموزش پیش از ورود به بازار کار همکاری داشته باشند.

در ادامه کلیاتی پیرامون اهمیت آموزش و روش‌های مرسوم در کشورهای مورد مطالعه ارائه می‌گردد.

• مزایای آموزش

مزایای زیادی از جمله ارتقاء سطح ایمنی، زمان کمتر بلااستفاده بودن تجهیزات، توجه بیشتر به محیط زیست و ذخیره بودجه در داشتن یک نیروی کاری خوب آموزش دیده نهفته است. علاوه بر ادارات مسؤول نگهداری زمستانی راه‌ها، مسافرین و صاحبان زمین‌های اطراف جاده نیز از وجود افراد آموزش دیده سود می‌برند. افرادی که به خوبی آموزش دیده‌اند خطاهای کمتری نسبت به افراد کم آموزش دیده انجام می‌دهند بنابراین باعث کاهش تعداد و شدت تصادفات شده و زیان‌های کمتری به جاده وارد می‌شود. همچنین افرادی که در مورد استفاده صحیح از مواد شیمیایی، ساینده‌ها و روش برف‌روبی آموزش لازم دیده‌اند جاده ایمن‌تری را فراهم می‌کنند.

افراد آموزش دیده استفاده صحیح از تجهیزات، بازرسی و ارزیابی قبل و پس از عملیات، روند تعمیر و نگهداری تجهیزات، زمان کمتر بلااستفاده بودن تجهیزات و هزینه کلی کمتر تعمیرات را تضمین می‌کنند. عملیات صحیح و دقیق منجر به تصادفاتی کمتر شده و خسارات کمتری به تجهیزات وارد می‌شود. در حالی که ارزیابی‌های قبل و پس از عملیات به راحتی مشکلات قابل حل را قبل از آنکه بزرگ شده و منجر به تعمیرات پرهزینه تعمیر و نگهداری شود، برطرف می‌کند. همچنین سرویس مداوم و به موقع تجهیزات، از جمله روغنکاری می‌تواند به کاهش زمان بلااستفاده بودن تجهیزات کمک به سزایی کند.

آموزش مناسب در تمامی سطوح سازمانی منجر به استفاده کمتر از مواد شیمیایی، ساینده‌ها و سوخت موتورها می‌شود. بیشتر مواد شیمیایی کنترل‌کننده یخ‌زدگی بر پوشش گیاهی اطراف جاده، آب‌های سطحی و زیرزمینی تأثیر سوء می‌گذارند. ساینده‌ها باعث آلودگی هوا و تشکیل لجن در منابع آبی می‌شوند. خروجی آگروزها، نشت گریس و نشت محموله بر محیط اطراف تأثیرگذار هستند. یک گروه عملیاتی آموزش دیده که مسؤول نگهداری زمستانی راه‌ها می‌باشد از مواد، تجهیزات و نیروهای انسانی کمتری برای رسیدن به سطح دلخواه خدمات استفاده می‌کند که در واقع کلاً در هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌شود.

مسئولین شهر تورنتو کانادا توانستند از سال کاری ۲۰۰۱-۲۰۰۲ تا ۲۰۰۰-۲۰۰۱ میزان مصرف نمک را به اندازه ۳۷۰۰۰ تن کاهش دهند. این میزان نمک ارزشی معادل ۱/۹ میلیون دلار دارد. راهکاری که مسئولین بکار بستند صرف مبلغ ۱۰۷ هزار دلار برای آموزش و تجهیز افراد بود که منجر به کاهش مصرف ۳۷۰۰۰ تن نمک گردید. این امر مسئولین را تشویق کرد تا در سال‌های بعد مبلغ بیشتری را برای تحقیقات، آموزش و بکارگیری فناوری صرف کنند.

• جلسات آموزشی

برای اداره یک دوره آموزشی مؤثر راههای زیادی وجود دارد. انتخاب جلسات مناسب و شنوندگان مورد هدف تا حد بسیار قابل توجهی به منابع مالی و اهداف آموزشی بستگی دارد. سازمان‌های تعمیر و نگهداری بزرگ می‌توانند برنامه‌های آموزشی جامعی را با استفاده از مربیان تمام وقت فراهم کنند که به ایجاد گروهی ماهر و آموزش‌دیده منجر می‌شود که برای اعزام به موقعیت‌های اورژانسی یا رسیدگی به تصادف و سایر مسایل جاده‌ای آماده هستند. مثال‌هایی از جلسات آموزشی در زیر آمده است.

- دانشگاه‌ها و آموزشکده‌های فنی

دوره‌هایی که در این مراکز برگزار می‌شود معمولاً خارج از محل کار برگزار می‌شود. چنین دوره‌هایی به دلیل فراهم‌سازی غذا و مسکن دانشجویان و حضور تعداد زیادی از مربیان، پرهزینه و گران هستند. به طور کلی اندازه کلاس کوچک بوده و نسبت دانشجویان به مربیان کم است. اگر مکان و بودجه محدود باشند بهترین روش اینست که گروه‌های دانشجویان به نوبت آموزش داده شوند. اگر چه این دوره‌ها پرهزینه و گران هستند، فرستادن تمامی نیروهای سازمان تا حد امکان بسیار مطلوب خواهد بود.

- آموزش در محل کار

آموزش در محل کار عموماً نسبت به دوره‌های خصوصی کم‌هزینه‌تر است چرا که نسبت دانشجویان به مربیان عموماً بالاتر بوده و آموزش به طور معمول در مجاورت محل کار

صورت می‌گیرد. برقراری این کلاس‌ها به طور قابل توجهی از هزینه‌های معیشتی می‌کاهد چرا که تنها مربیان دور از مرکز خود تدریس می‌کنند. به طور کلی آموزش در محل کار تأثیر کمتری به همراه دارد چرا که برانگیختن علاقه دانشجویان در محیط بسته کمی سخت است. در این موارد انتخاب مربیان مطلع و ماهر می‌تواند به تأثیر بیشتر این کلاس‌ها بیافزاید. برای دستیابی به سطح بالاتری از اجرای عملیات، به خدمت گرفتن یک مربی واحد برای کلاس‌های برگزار شده در سطح یک سازمان منطقی به نظر می‌رسد.

- آموزش به کمک افراد با تجربه

در این نوع آموزش، اعضاء رده بالای سازمان در گروه‌های کوچک به طور انفرادی با افراد کم تجربه کار می‌کنند. این برنامه عموماً داوطلبانه است اگر چه می‌تواند از سوی مقامات بالا هم مشخص شود. در این مقطع مربیان بر اساس یک برنامه مدون با شاگردان خود ملاقات کرده و محدوده‌ای از مسایل مربوط به کار از جمله مسایل تجاری در امر مهار برف و یخ‌زدگی را تحت بررسی قرار می‌دهند. این روش از آنجا که بر مبنای روش آموزشی تک به تک انجام می‌پذیرد بسیار مؤثر است. مربیان باید از روی یک دفترچه راهنمای واحد کار کنند تا آموزش یکنواخت گردد.

- آموزش در رده‌های مشابه

کارگران با تجربه‌تر در همان حیطه کاری می‌توانند کارگران کم تجربه را تعلیم دهند. از آنجا که افراد هم رتبه با یکدیگر راحت‌تر هستند و به یکدیگر باور بیشتری دارند (خصوصاً اگر از سازمان‌های دیگر به محل کار آمده باشند) این روش بسیار مؤثر است. همچنین در خلال این روش این امکان به وجود می‌آید که کارگران آموزش دیده اطلاعات خود را در اختیار دیگران قرار دهند. برای اطمینان از یکنواختی آموزش باید از دفترچه‌های آموزش یکسان استفاده گردد.

- آموزش در حین کار

آموزش همراه با عملیات شاید رایج‌ترین و مؤثرترین روش آموزش باشد. در هر حال، افراد بی‌تجربه تا وقتی که صلاحیت انجام فعالیت‌ها را پیدا کنند باید تحت نظر ناظرین یا افراد باتجربه کار کنند. در این روش ارزیابی دوره‌ای باید مورد توجه قرار گیرد.

- آموزش انجام عملیات در ساعت‌های تاریک شب

در موقعیت‌هایی که بارش برف و احتمال یخ‌زدگی وجود دارد، افراد عموماً برای کار در طول روز یا شب مشخص می‌شوند. بنابراین برقراری امکان آموزش و تمرین در شرایط تاریک می‌تواند بسیار مؤثر باشد. بسیاری از برنامه‌های آموزشی را که قبلاً بحث شد تا جایی که با توجه به برنامه قابل تغییر باشند می‌توان در طول شب انجام داد.

- برنامه‌های تأیید فرد آموزش‌دیده

بسیاری از سازمان‌های تعمیر و نگهداری از یک سیستم تأییدیه استفاده می‌کنند تا شایستگی یک پیمانکار یا افراد داخلی را جهت اجرای یک عملیات یا استفاده از یک وسیله خاص تشخیص دهند. ترکیبی از آموزش، تجربیات عملی و درستی عملیات انجام شده اساس این تأیید هستند.

- تمرین در شرایط خشکی

رانندگان تجهیزات باید رانندگی خود را قبل از شروع فصل زمستان در مسیرهای تحت مسئولیت خود امتحان کنند. اگر راننده مسؤول، تازه وارد است، یک نفر از مسؤولین با تجربه باید او را همراهی کند. مسایلی که باید مورد نظر قرار گیرند و حتی روی نقشه مسیر هم مشخص گردند عبارتند از:

- موانع موجود در طول راه (مشخص کردن آنها در صورت امکان)،
- پل‌ها،
- موقعیت دوربرگردان‌ها،
- لوله‌ها، ورودی زهکشی‌ها، آبگذرها،

- ساختارهای مرتفع بر روی یا در طول راه از جمله میانه راه، جداول، برآمدگی‌های کنترل سرعت، نرده‌ها، ...
- موقعیت‌های خاص نیازمند برف‌روبی و روش‌های کنترل آنها،
- ساختارهایی مانند سیم‌های برق که بر اثر بارش برف خم شده و پایین می‌آیند،
- موقعیت‌های در اولویت نیازمند رسیدگی،
- موقعیت‌هایی که نیاز به توجه ویژه دارند از جمله پیچ‌های افقی با شیب عرضی زیاد،
- تلفن‌های عمومی،
- مکان امن جهت استفاده در طول بارش.

مدیران و ناظرین باید همچنین تمرینات نمونه‌ای را جهت ارزیابی استفاده از اطلاعات هواشناسی، دستورالعمل‌های سازمان و سیستم‌های کنترلی، قبل از بروز اتفاقات واقعی انجام دهند.

- برنامه‌های تفریحی آموزشی

اجرای برنامه‌های تفریحی و آموزشی که اغلب *Roadeos* نامیده می‌شوند یا مسابقات برف‌روبی قبل از شروع عملیات زمستانی می‌تواند ارزش آموزشی فراوانی داشته باشد. در این برنامه‌ها می‌توان جهت ارزیابی افراد از همان شرایط واقعی استفاده کرد. در این برنامه، مهارت‌هایی همچون بازرسی تجهیزات قبل و پس از عملیات، ارتفاع بیل ماشین در هنگام عملیات، ایمنی، روند پشتیبانی و دقت در سرعت پخش مواد باید مورد بررسی قرار گیرند. امتحانات شفاهی یا کتبی از سیاست سازمان، روند اجرایی و دستورالعمل‌های ایمنی نیز باید بخشی از رقابت‌ها باشد.

تا حد امکان، این رقابت‌ها باید در فضای باز و در کنار دیگر فعالیت‌ها انجام شوند تا برای مردم جذاب باشند. نیروهای درجه دوم سازمان نیز باید انتخاب و دعوت شوند. همچنین باید از رسانه‌ها برای برقراری ارتباط بهتر با عموم و اطلاع‌رسانی استفاده گردد. این رقابت‌ها را می‌توان معیاری برای ارزیابی برنامه آموزشی سازمان در نظر گرفت،

نمره‌های هر دو دروس عملی و تئوری به راحتی موفقیت دوره یا نیازها را مشخص می‌کنند.

- جلسات بحث و گفتگو

استفاده از جلسات بحث و گفتگو به عنوان یک ابزار آموزشی و وسیله‌ای برای ارتقاء پیشنهاد می‌گردد. چنین جلساتی باید برای کمک به اجرایی شدن پیشنهادها صورت پذیرد. جلسات مربوط به بررسی طوفان‌ها برای تشخیص مشکلات و راه حل‌ها بسیار مفید و مؤثر هستند. جلسات برگزار شده در انتهای هر فصل نیز می‌تواند به سیاستگذاری‌های جدید و تغییرات احتمالی کمک کند. در جلسات برگزار شده پس از فصل زمستان تمامی نمایندگان مسؤول در زمینه نگهداری زمستانی راهها از جمله پلیس، آتش‌نشانی، مدیریت اورژانس، مراقبت‌های پزشکی، تاجران، کاربران راه، پیمانکاران و خدمات‌دهندگان پیش‌بینی شرایط آب‌وهوا باید حضور داشته باشند.

- کنفرانس‌ها و کارگاه‌های آموزشی

کنفرانس‌ها و کارگاه‌های متعددی در طول سال برگزار می‌شوند که البته نیاز به سفر و صرف هزینه دارند. البته اطلاعات ارایه شده در این گونه جلسات ارزش این صرف هزینه را دارند.

• عناوین آموزشی

این مسأله حائز اهمیت است که آموزش ارایه شده به اعضاء سازمان کامل و مناسب باشد. در مباحث آموزشی هم سیاستگذاران و هم نیروهای عملیاتی باید در نظر گرفته شوند. بخش‌های زیر عناوین پیشنهادی هر گروه را فراهم می‌آورد.

- عناوین آموزشی برای کارگران و کارمندان

گزینه‌های زیر فهرستی از عناوین مربوط به مبحث کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی است که برای کارگران و مسؤولین تجهیزات پیشنهاد می‌گردد. راهنماهای سازمان‌ها و همینطور کمبودهای آنها اولویت‌بندی این عناوین را مشخص می‌کند.

- سیاست‌های ایمنی سازمان،
- تنظیم، بررسی و عملکرد تجهیزات،
- مسایل خاص مسیرها،
- راهنماها و سیاست‌های کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی سازمان،
- نظریات پایه‌ای فعالیت‌های کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی،
- سیاست‌های عملیاتی تجهیزات سازمان،
- ملاحظات و مسؤولیت‌های زیست‌محیطی،
- شایستگی مسؤولین تجهیزات از لحاظ سلامت ذهنی و جسمی که در فعالیت‌های پاکسازی برف لازم است،
- عملیات نجات در مناطق برون‌شهری در فصل زمستان،
- بالا بردن درک اعضاء خانواده افراد در مورد ساعات کاری هر شخص در عملیات پاکسازی برف،
- برقراری ارتباطات رادیویی و دیگر روش‌ها،
- مسؤولیت‌ها و حقوق قانونی،
- سیاست‌های انتخاب افراد از نظر بررسی اعتیاد به الکل یا مواد مخدر.

- عناوین آموزشی برای مدیران و ناظرین

- موارد زیر عناوین آموزشی مربوط به فعالیت‌های کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی است که برای مدیران و ناظرین پیشنهاد می‌گردد. راهنماها و کمبدهای سازمان اولویت‌بندی این عناوین را مشخص می‌کند:
- روند سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌ها (با استفاده از اطلاعات جاده و شرایط آب‌وهوایی)،
 - مفاهیم پایه‌ای کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی،
 - روند مدیریت بلایای طبیعی و موارد اورژانسی،
 - سیاست‌های عملیاتی تجهیزات سازمان،

- سیاست‌های مدیریت نیروهای سازمان،
- سیاست مصرف الکل و مواد مخدر سازمان،
- برقراری ارتباط با رسانه‌های عمومی،
- آموزش و دستورات رسمی در طول حادثه،
- برقراری ارتباط با دیگر سازمان‌ها،
- سیستم مدیریت و گزارش.

- مسایل مربوط به مدیریت افراد

تعداد افراد مورد نیاز به بزرگی و ویژگی‌های سیستم جاده‌ای، ساختار سازمانی، سطح خدمت، تجهیزات، ایمنی عملیات، موارد اورژانسی، و بلایای طبیعی بستگی دارد. در نتیجه، ایجاد یک برنامه مناسب برای جذب نیرو می‌تواند امر مشکلی باشد که نیازمند در نظر گرفتن فاکتورهای بسیار است.

- بزرگی و ویژگی‌های شبکه راهها

هر چه شبکه راهها گسترده‌تر باشد، نیروی انسانی و تجهیزات بیشتری لازم است. جنبه‌های مختلف شبکه از جمله توقفگاه‌ها، بن‌بست‌ها، پیچ‌وخم‌های مسیر، سرایشی‌ها، موقعیت‌های مرتفع‌تر مسیر کاملاً بر روند فعالیت‌ها و نیاز به نیروهای انسانی و تجهیزات تأثیرگذار هستند.

- ساختار سازمانی

سازمان‌های تعمیر و نگهداری بزرگتر معمولاً برای انجام عملیات به نسبت بیشتری از مدیر، ناظر و نیروی فنی به افراد اجرایی نیاز دارند. سطح خصوصی‌سازی نیز بر ملزومات تأثیرگذار است. سازمان‌هایی که مسؤول مناطقی با درصد کمتر بارش برف و مستعد حوادث در سطح پایین‌تر هستند نباید مشابه سازمان‌های مسؤول مناطق پر بارش تجهیز شوند.

- سطح خدمت

اگر تمامی فاکتورهای دیگر برابر فرض شوند، سطح خدمت و زمان چرخه (زمان بین تکرار دو عملیات) به هم مرتبط هستند. زمان چرخه به تعداد افراد و تجهیزات موجود به ازاء هر واحد جاده بستگی دارد. هر چه زمان این چرخه کوتاهتر باشد، سطح خدمت بالاتر است. در بررسی سطح خدمت باید موقعیت جغرافیایی انبار مواد و مسایل کنترل مواد نیز لحاظ شوند.

- تجهیزات

هنگامی که سطح خدمت مشخص می‌شود، مقدار تجهیزات مورد نیاز برای حمایت از زمان چرخه مناسب نیز مشخص می‌شود. در ادامه تعداد افراد کافی برای اداره این تجهیزات نیز تعیین می‌شود.

- ملاحظات عملیاتی

در مناطقی با بارش شدید و مداوم برف، اگر سیاست سازمان مشخص کرده باشد که هر کارگر باید در کنار ۱۲ ساعت کار، به ۱۲ ساعت استراحت بپردازد، باید ۲ نفر با دوره‌های کاری ممکن مسئولیت تجهیزات را بر عهده گیرند. این روند همچنین امکان انجام بدون توقف عملیات را ایجاد می‌کند. در مناطقی که بارش باران سبک‌تر است، سازمان‌ها می‌توانند برای هر قطعه از تجهیزات یک نفر را انتخاب کرده یا برای استفاده از تجهیزات یک بازه زمانی مشخص تعریف کنند.

اگر سازمان‌ها از دوره‌های کاری ۱۲ ساعته استفاده کنند، بعضی از تجهیزات بلااستفاده می‌مانند. با تغییر دوره کاری به ۱۶ ساعت کار مداوم و ۸ ساعت استراحت در طول شبانه‌روز این امکان را به وجود می‌آورد که تجهیزات به طور پیوسته مورد استفاده باشند. برخی سازمان‌ها ۲ نفر را برای هر کامیون کنترل‌کننده برف و یخ‌زدگی به خدمت می‌گیرند. در برخی سازمان‌ها هم برای تجهیزات حتماً به ازای هر وسیله یک نفر تخصیص می‌دهند. در بعضی سازمان‌ها هم تمامی رانندگان کامیون‌ها مسئول وسیله خود و بارگیری آن هستند. این ملاحظات بر استخدام کارمندان مؤثر است.

- منابع انسانی برای عملیات کنترل و مهار برف و یخزدگی

روش‌های مختلفی برای استخدام افراد وجود دارد. هنگامی که افراد استخدام شدند، باید کاملاً برای انجام عملیات مربوطه آموزش ببینند:

- استخدام نیروی دائم

تعداد افراد لازم برای عملیات کنترل و مهار برف و یخزدگی عموماً از تعداد افراد ثابت تجاوز می‌کند اگر چه برخی سازمان‌ها نیروی ثابت به تعداد کافی برای اجرای عملیات در اختیار دارند. نیروی دائم معمولاً خیلی خوب و مؤثر کار می‌کند چرا که با تجهیزات، سیاست‌ها، روند کاری سازمان و همچنین ویژگی‌های شبکه راه‌های تحت مسئولیت سازمان آشنایی کامل دارند. این آشنایی شامل تجربیات گوناگون از شرایط خاص شبکه راه‌ها هم می‌شود. سازمان باید سیاستی هم برای اداره تعطیلات زمستانی افراد در نظر بگیرد تا از وجود تعداد نیروی کافی برای اجرای عملیات زمستانی اطمینان حاصل شود.

- افراد به خدمت گرفته شده از دیگر سازمان‌ها

بسته به سیاست سازمان، گاهی کارگران برای انجام یکسری عملیات تعمیر و نگهداری در فصل زمستان از دیگر سازمان‌ها قرض گرفته می‌شوند. تقسیم بخش‌های مختلف شبکه راه‌ها و تخصیص مسئولیت آنها به یک گروه خاص نسبت به واگذاری مسئولیت آنها به ترکیبی از کارگران جدید و افراد دائم نتیجه بهتری بدنبال خواهد داشت.

- کارگران فصلی و موقت

نیروی موقت را می‌توان برای یک دوره زمانی مشخص برای مثال طی فصل سرما و زمستان استخدام کرد. افراد موقت از آنجا که مزایا و حقوق کمتری دریافت می‌کنند با هزینه کمتری به خدمت گرفته می‌شوند. هنگامی که عملیات کنترل و مهار یخزدگی در حال اجرا نباشد می‌توان از این افراد موقت برای امور دیگر استفاده کرد. به دلیل اینکه

حقوق قانونی کمتری متوجه این کارگران موقتی است می‌توان ساعت کاری و حجم کاری را برای آنها مشخص کرد.

- کارگران پاره‌وقت یا ساعتی

کارگران پاره‌وقت تنها در مواقع ضروری به خدمت گرفته می‌شوند. چنین نیرویی کمتر از افراد ثابت مزایا و حقوق دریافت کرده و به ندرت اضافه کار می‌گیرند و در نتیجه هزینه کمتری نسبت به افراد ثابت سازمان دارند. بسته به سطح کار، گاهی افراد کافی وجود نداشته و سازمان باید تمامی نیروی خود را از طریق جذب همین کارگران نیمه‌وقت به خدمت گیرد. این کارگران نیمه‌وقت نسبت به نیروی ثابت آموزش کمتری دریافت می‌کنند.

• برنامه‌ریزی و گزارش عملیات انجام شده

برنامه‌ریزی و ارایه گزارش اجرایی که در این بخش آمده است مربوط به نیروی کاری ثابت خود سازمان است. در مورد کاری که به پیمانکار سپرده می‌شود این گزارش‌ها و برنامه‌ریزی‌ها باید به عنوان جزئی از قرارداد قید شوند. مفاد برنامه‌ریزی برای ارایه خدمات مداوم یا غیر مداوم در بالا ذکر شد. در این برنامه‌ریزی‌ها معمولاً به ازاء هر قطعه از تجهیزات از یک یا دو نفر استفاده می‌شود. روش‌های مختلف و متنوعی برای به حداقل رساندن مشکلات اجرایی به کار گرفته می‌شوند که برخی از این شرایط عبارتند از:

- تغییر دوره کاری در صورت نیاز: این شرایط هنگامی بکار گرفته می‌شود که ۱/۵ نفر یا بیشتر برای هر قطعه تجهیزات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی وجود داشته باشد. در این موقعیت کل افراد به طور روزانه در شرایط خوب جوی کار می‌کنند. هنگامی که شرایط بارش برف و یخبندان پیش‌بینی می‌شود نیمی از افراد برای کار در یکی از ۲ دوره کاری کاملاً مجزا از هم تخصیص داده می‌شوند. هنگامی که شرایط جوی دوباره مساعد می‌شود دوباره به طور روزانه به کار خود ادامه می‌دهند.

- تغییر دوره کاری به طور روزانه: در این روش، نیروی عملیاتی برای هر روز هفته به طور دوره‌ای به خدمت گرفته می‌شود. در ایام تعطیل دوره کاری

طوری تقسیم می‌شود که $\frac{5}{v}$ نیروی روز عادی حضور داشته باشد. در هنگام بروز طوفان‌های شدید به تمامی افراد به طور کامل نیاز است.

- تغییرات با توجه به تقاضا: تغییرات در برنامه کاری بسته به تقاضا عموماً در جایی بکارگرفته می‌شود که تخصیص افراد به گونه‌ای است که یک نفر برای اداره هر قطعه از تجهیزات کنترل و مهار برف و یخ‌زدگی در نظر گرفته می‌شود. در شرایطی که طوفان پیش‌بینی می‌شود، برنامه کاری عادی افراد باید متناسب با طوفان تغییر یابد.

- رعایت عدالت برای افراد: این مسأله باید در هنگام برنامه‌ریزی کلی و تخصیص افراد در نظر گرفته شود. بیشتر مجامع حقوقی مربوط به کار تصریح می‌کنند که اضافه کاری باید به طور مساوی میان افراد توزیع گردد. برنامه‌ریزی مناسب باید برای لزوم تساوی حقوق اضافه کاری میان افراد انجام شود تا تأثیر عملیات به حداکثر برسد. برای مثال در یک منطقه شهری، شاید بهترین زمان تعویض نوبت‌ها و دوره کاری همان ساعت اوج ترافیک باشد.

• آماده‌باش^۱ در هنگام اعلام خطر^۲

با توجه به ماهیت مهم و حیاتی عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی، سازمان‌ها باید قوانینی را برای محدود کردن زمان آماده‌باش اتخاذ کنند.

در موارد نیاز، سازمان اغلب کارمندان را ملزم می‌کند تا خود را در زمان محدود، حدوداً ۳۰ دقیقه تا یک ساعت پس از اعلام نیاز، در اختیار سازمان قرار دهند. این مسایل عموماً در زمان استخدام نیروی جدید عنوان می‌شود.

در حالت عادی، به کارگران امر می‌شود که در ساعت مقرر در دوره کاری خود حضور پیدا کنند. عدم حضور به موقع در محل کار می‌تواند مطابق قانون منجر به تنبیه شود.

1. Alert
2. Call Out

تکنیک‌های بسیاری برای فراخواندن کارمندان به پست‌های خود وجود دارد. معمولاً یک ناظر یا مسئول اعزام نیروها، فهرستی از افراد را در اختیار دارد که در هنگام مأموریت وضعیت افراد را از طریق تلفن بررسی کرده تا به تعداد نیروی لازم دست یابد. ابزار متعددی مانند پیجو وجود دارند تا کارگران بتوانند برای اعلام وضعیت یا ارزیابی مسأله ارتباط برقرار کنند. روش‌های هر می متعددی نیز وجود دارند تا بتوان با کارگران ارتباط برقرار کرد، البته در این نوع ارتباط هر نفر می‌تواند تنها با تعداد کمی ارتباط برقرار کند.

در هنگام بکارگیری این روش‌ها، باید راه‌حلهایی نیز برای کنترل ارتباطات در صورت خرابی یا قطع شدن ارتباط وجود داشته باشد. در حال حاضر روش‌های اعلام خطر اتوماتیک و خودکار محبوبیت زیادی کسب کرده‌اند. در این روش رایانه‌ها همان کار اطلاع‌رسانی فیزیکی به کارگران به وسیله تلفن را انجام می‌دهند. از جمله وسایل مورد استفاده در این روش خودکار می‌توان به ماشین‌های پاسخگوی خودکار پست صوتی^۱ اشاره کرد. معمولاً یک مکانسیم بازخورد^۲ نیز وجود دارد که گرفتن پیغام و ارسال آن به بخش مسئول را تأیید می‌کند.

عموماً بهترین راه برای قدردانی از کارگران در امر پاسخگویی به اعلام خطر پاداش نقدی است. برای تخصیص این پاداش، سازمان‌ها زمانی را برای پاسخگویی افراد بلافاصله پس از دریافت اعلام خطر تعیین می‌کنند. برخی سازمان‌ها در انتهای فصل، بن‌هایی را به عنوان پاداش به کارگران خود ارایه می‌دهند. در برخی سازمان‌ها رقابتی بین بخش‌های مختلف برای دریافت جایزه یا پاداش به بهترین و سریع‌ترین پاسخگویی برگزار می‌شود. پاداش نقدی تا به حال مؤثرترین روش برای برانگیختن انگیزه کارگران شناخته شده است. در زمانی که کارگران باید در حالت آماده‌باش یا on-call باشند حتی اگر کارگر مجبور به پاسخگویی به اعلام خطر هم نباشد، پاداش به او تعلق می‌گیرد. در نقطه مقابل

1. Voice Mail

2. Feedback

اگر به کارگر آماده‌باش اعلام خطر شده و او به امور رسیدگی نکند، طبق قوانین با او رفتار خواهد شد.

• مسایل مربوط به مصرف الکل و مواد مخدر

هیچ عضو و کارمندی نباید تحت تأثیر مصرف الکل یا مواد مخدر به کار خود ادامه دهد. قانون ارزیابی کارمندان بخش حمل‌ونقل^۱ (OTETA) که در سال ۱۹۹۱ توسط دولت فدرال آمریکا وضع شد، مقیاس ارزیابی مصرف الکل و مواد مخدر است. این قانون محدوده مجاز مصرف الکل و ملزومات ارزیابی و عواقب پس از تشخیص مصرف بیش از حد الکل یا مواد مخدر را مشخص می‌کند. بخش خصوصی می‌تواند پس از انتخاب کارمندان آزمایش‌های لازم در این رابطه را انجام دهد. در اختیار گرفتن پیمانکار مشترک برای کارفرمایان می‌تواند به کاهش هزینه‌ها کمک کند. کارمندانی که باید در شرایط آماده‌باش قرار گیرند نیز تحت آموزش‌های خاص جهت آگاهی از تأثیر الکل بر فعالیت‌های خود قبل و پس از زمان کار قرار می‌گیرند. سازمان‌ها نیز باید سیاست خاصی برای کنترل مصرف الکل کارمندان قبل و در طول دوره کاری اتخاذ کنند.

1. Omnibus Transportation Employee Testing Act: OTETA

۶

تجهیزات نگهداری

۱-۶. ماشین آلات

۱-۱-۶. نگرش کلی

به منظور تأمین سطح سرویس قابل قبول برای مردم، هماهنگی شمار زیادی از تجهیزات و پرسنل کاری ضروری است. هنگام وقوع برف و یخزدگی به منظور پاسخ به کوچکترین هشدارها، این تجهیزات باید آماده بهره‌برداری و استفاده باشند. نگهداری صحیح تجهیزات قبل، در حین و بعد از بروز طوفان در زمستان به منظور اطمینان از آمادگی برای مواجه شدن با طوفان‌های بعدی بسیار با اهمیت است. این بخش برخی از تجهیزات متفاوت برف‌روبی که نیاز است تا در عملیات نگهداری زمستانی راه‌ها مورد استفاده قرار گیرند را نشان می‌دهد و نحوه نگهداری صحیح آنها را نیز شرح می‌دهد.

۲-۱-۶. کامیون کمپرسی^۱

شکل (۱-۶) کامیون کمپرسی را نشان می‌دهد. تیغه برف‌روبی در جلوی کمپرسی‌ها

1. Dump Truck

نصب می‌شود و کامیون‌های کمپرسی با هل دادن برف سطح راه را پاکسازی می‌کنند. بیل‌های پخش‌کننده به منظور تسهیل پخش مواد نیز روی این کامیون نصب می‌گردند.



شکل ۶-۱: کامیون کمپرسی جمع‌کننده برف.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

- قبل از بروز طوفان لازم است که از موارد زیر اطمینان حاصل گردد:
- آماده نگه‌داشتن کامیون کمپرسی با کنترل لیست بازرسی روزانه کامیون‌های کمپرسی به منظور بهره‌برداری از آنها،
- گیریس‌کاری تمامی نقاط اتصال و نصب تجهیزات،
- اضافه کردن تجهیزات مورد نیاز نظیر تیغه برف‌روب و پخش‌کننده،
- کنترل تمامی شیلنگ‌های هیدرولیکی و نصب دقیق تجهیزات کاربردی،
- کسب اطمینان از محکم بودن نقاط اتصال و نصب،
- کسب اطمینان از در محل بودن و آماده بودن تمامی تجهیزات ایمنی،

- بررسی و کنترل تمامی اجزاء الکتریکی برای عملکرد صحیح آنها،
- تماس با مرکز به منظور کسب اطمینان از عملکرد صحیح ایستگاه رادیویی،
- اطمینان از پر بودن باک تجهیزات قبل از تخصیص به عملیات.

• **فعالیت‌های در حین طوفان**

هنگامی که از تجهیزات، در طول طوفان استفاده می‌شود لازم است اقدامات زیر انجام شود:

- بررسی نشانگرها و عقربه‌ها،
- انجام بازدیدهای محلی به منظور شناسایی مشکلاتی نظیر نور، لاستیک، و...
- توجه به روزه‌های هوا.

• **فعالیت‌های پس از طوفان**

پس از پایان طوفان باید موارد زیر رعایت شوند:

- تمیز کردن و برداشتن مواد اضافی از روی و زیر ماشین (کامیون)،
- تعمیر و سرویس کردن کامیون و آماده‌سازی آن برای مأموریت‌های بعدی.

- **محاسبه تعداد باربرهای مورد نیاز**

در روش سنتی^۱ تعیین تعداد باربرهایی که از یک لودر سرویس می‌گیرند، بدین قرار است که همواره باید تعداد ماشین‌ها را بطریقی در نظر گرفت که در هر لحظه یک ماشین باربر برای بارگیری موجود باشد. به عبارت دیگر هیچگاه لودر بیکار نمی‌ماند. باید توجه داشت که این یک دترمینیستیک بوده و فرض می‌شود که مدت زمان لازم برای بارگیری و تخلیه و حمل مواد کاملاً قابل پیش‌بینی است.

واضح است که در عملیات واقعی، این مدت زمان (یا سیکل حمل مواد) دارای یک واریانس^۲ است. بنابراین گاه پیش می‌آید که هیچ ماشین باربری برای بارگیری در نزدیک

1. Rational (or Traditional) Method

2. Variance

لودر وجود ندارد و گاه برعکس صافی از کامیون برای بارگیری از لودر تشکیل می‌شود. استفاده از یک تکنیک ریاضی به نام تئوری صف^۱، باعث می‌شود که ما بتوانیم اثر متغیر بودن مدت زمان سفر و بارگیری باربرها را در محاسبات وارد کنیم و به نتایج واقع‌بینانه‌تری نسبت به روش دترمینیستیک دست یابیم.

در روش سنتی (دترمینیستیک)، تعداد ماشین‌های برابر مورد نیاز برای سرویس گرفتن از یک لودر از رابطه زیر محاسبه می‌شوند:

$$(1-6) \quad \text{مدت زمان سیکل حمل و تخلیه مواد} \\ \text{مدت زمان بارگیری} = (N) \text{ تعداد ماشین‌های برابر مورد نیاز}$$

معمولاً حاصل رابطه فوق به عدد صحیح بالاتر گرد می‌شود تا اطمینان حاصل آید که همواره حداقل یک ماشین برابر در کنار لودر موجود است. اگر تعداد ماشین‌ها از N کمتر باشد این مسأله در میزان کارکرد و تولید اثر می‌گذارد که اثر آن شرح داده خواهد شد. میزان کار این سیستم تخلیه، مساوی خواهد بود با میزان تولید لودر. البته میزان تولید لودر با در نظر گرفتن ضریب راندمان کار لودر تعیین خواهد شد. بنابراین میزان تولید کلی سیستم برابر خواهد بود با تولید لودر با در نظر گرفتن ضریب راندمان کار لودر. ولی برای تعیین تعداد باربرها از مدت زمان بارگیری با در نظر گرفتن راندمان ۱۰۰٪ برای لودر استفاده خواهد شد.

در عمل، مخارج هر واحد باربری عامل مهمی در تعیین تعداد ماشین‌های برابر مورد نیاز است. قیمت تمام شده عملیات^۲ توسط روابط زیر تعیین می‌شوند:

$$(2-6) \quad \text{مخارج ماشین‌های حمل در واحد زمان} \\ \text{میزان تولید در واحد زمان} = \text{مخارج عملیات (فقط حمل مواد)} \\ \text{در واحد حجم عملیات}$$

1. *Queuing Theory*
2. *Cost Performance*

$$(۳-۶) \quad \text{مخارج کلیه ماشین‌آلات در واحد زمان} = \frac{\text{مخارج عملیات (بارگیری و حمل)}}{\text{میزان تولید در واحد زمان}}$$

در واحد حجم عملیات

با در نظر گرفتن انواع مختلف ماشین‌های باربر و تغییر اندازه‌ها و تعداد آنها در برنامه‌ریزی یک سیستم حمل‌مواد، می‌توان مخارج حمل توسط یک ماشین بارکن به خصوص را حداقل نمود. این روش آزمون و خطا است که در صورت استفاده نکردن از کامپیوتر، روش وقت‌گیری است. در روش تئوری صف که در قسمت بعدی توضیح داده می‌شود، مخارج عملیات به صورت یک عامل مستقیماً در محاسبه تعداد بهینه باربری‌های لازم به حجم معین برای یک بارکن مشخص بکار می‌رود. روش‌های شبیه‌سازی^۱ هم می‌تواند در طرح یک سیستم حفاری و حمل‌ونقل مواد بسیار مفید واقع شود.

- روش تئوری صف‌بندی

در ۱۹۴۷، پالم^۲ روشی بر مبنای تئوری صفوف محدود^۳ ارائه کرد که به کمک آن می‌توان توزیع بهینه تعمیرکارانی را که برای سرویس ماشین‌های اتوماتیک در نظر گرفته شده بودند، تعیین کرد. انواع مختلف این مدل که معمولاً مدل ماشین سوئدی^۴ خوانده می‌شود، در حل تعدادی از مسایل مختلف بکار رفته و موفقیت‌آمیز بوده است. اسپاف^۵ این مدل را برای اولین بار در یک عملیات حفاری و حمل‌ونقل بکار برده است. در این روش فرض بر این است که مدت زمان‌های بارگیری و حمل مواد به محل تخلیه و بازگشت به محل بارگیری تابع یک توزیع آماری (پواسون یا اکسیونانسیل) هستند. مشاهدات در محل کارگاه‌ها نشان می‌دهد که گرچه این مدت زمان‌ها کاملاً از این توزیع‌های آماری تبعیت

-
1. Simulation
 2. Palm
 3. Finite Queues
 4. Swedish Machine Model
 5. Spaugh

نمی‌کنند ولی میزان تولید محاسبه شده توسط این روش به میزان حقیقی تولید به اندازه کافی نزدیک است.

- کاربرد تئوری صف

سمبل‌های زیر در کاربرد تئوری فوق در عمل حفاری و حمل مواد مورد استفاده واقع می‌شوند.

- n : تعداد باربر سیستم،
- a : متوسط تعداد دفعاتی که یک کاربر (کامیون) به محل بارگیری رجوع می‌کند (بر حسب تعداد دفعات ورود در ساعت)،
- I : متوسط تعداد باربرهایی که توسط یک بارکن (بار می‌شوند) (بر حسب تعداد باربر بار شده در ساعت)،
- R : نسبت a به i ،
- P_0 : احتمال اینکه در یک لحظه به خصوص باربری برای گرفتن بار در محل بارگیری موجود نباشد،
- P_1 : احتمال اینکه یک یا بیش از یک باربر در محل بارگیری وجود داشته باشد.

با توجه به تعریف P_0 و P_1 خواهیم داشت:

$$P_1 = 1 - P_0 \quad (۶-۴)$$

برای یافتن P_0 و P_1 ، لازم است نسبت r تعیین شود.

$$a = \text{زمان سفر} \div ۱ = \text{تعداد دفعات ورود به محل بارگیری} \quad (۶-۵)$$

$$(۶-۶)$$

$$I = \frac{\text{ظرفیت کامیون}}{\text{تولید لودر}} \div ۱ = \text{زمان بارگیری} \div ۱ = \text{تعداد دفعات بارگیری در ساعت}$$

$$r = \frac{\text{زمان بارگیری}}{\text{تولید لودر} \times \text{زمان سفر}} = \frac{\text{ظرفیت کامیون}}{\text{تولید لودر} \times \text{زمان سفر}} \quad (۶-۷)$$

مقدار P_0 و P_1 علاوه بر رابطه با r ، به n یعنی تعداد باربرهای (کامیون) موجود در سیستم نیز بستگی دارد. برای راحتی کار جداولی برای تعیین P_1 تهیه شده‌اند. برای دقت بیشتر، می‌توان مقدار P_0 را از رابطه زیر تعیین نمود:

$$P_0 = \left[\sum_{i=0}^n \frac{n!}{(n-i)!} (r)^i \right]^{-1} \quad (۸-۶)$$

- تعداد بهینه باربرها (کامیون‌ها)

میزان تولید عبارتست از حاصلضرب تولید نرمال حفار در P_1 با توجه به تعداد کامیون موجود در سیستم.

$$P_1 \times \text{تولید عادی حفار} = \text{تولید سیستم} \quad (۹-۶)$$

وقتی که از تئوری صف استفاده می‌شود، تعداد بهینه کامیون‌های یک پروژه خاص طوری انتخاب می‌شود که مجموعه حاصل کمترین هزینه را برای تولید ایجاد نماید. قیمت تمام شده برای تعداد مختلفی از کامیون‌ها محاسبه شده و تعداد کامیونی که با آن این هزینه حداقل می‌شود، انتخاب می‌گردد. یک مقدار تقریبی برای n عبارتست از عکس r . بنابراین مقادیری برای n در اطراف مقدار $\frac{1}{r}$ انتخاب شده هزینه مربوط به هر کدام محاسبه شده و حداقل آنها تعیین می‌شود.

- تعیین ظرفیت باربرها

در قسمت‌های قبل، دو روش برای بررسی تعیین تعداد باربرها به اندازه معین در یک سیستم حفاری - حمل مواد شرح داده شد. باید توجه داشت که غیر از مطالب یاد شده عوامل دیگری را هم باید برای طرح یک سیستم اقتصادی مد نظر قرار داد. این عوامل شامل ابعاد کامیون‌ها، پیش‌بینی واحدهای یدکی و مدیریت صحیح کل سیستم می‌شود.

یک عامل پیچیده عبارت است از تأثیر ابعاد باربند کامیون (که در حقیقت هدفی برای بیل بارکن به شمار می‌رود) در میزان تولید حفار یا لودر. معلوم شده است که استفاده از یک کامیون خیلی کوچک هم باعث طولانی شدن سیکل کار بارکن و هم باعث ریخته

شدن مواد زیادی در اطراف باربند می‌شود. مطالعه عملیات نشان می‌دهد که این تقلیل در تولید به ۱۰٪ تا ۲۰٪ می‌رسد. یک قاعده سرانگشتی می‌گوید که ظرفیت برابر باید لااقل ۴ برابر ظرفیت جام بارکن باشد. در ضمن بهتر است ظرفیت کامیون طوری انتخاب شود که ظرفیت آن مضرب صحیحی از ظرفیت جام بارکن باشد چون استفاده از جام‌های نیمه پر غیر اقتصادی است.

• نحوه برنامه‌ریزی جهت استفاده از کامیون

یکی از مسایل مهم در برنامه‌ریزی استفاده از کامیون، اداره ماشین‌های برابر است. برای به دست آوردن حداکثر تولید، باید کار حفاری و حمل مواد دقیقاً هماهنگ گردد. در حالت ایده‌آل کامیون‌های یک سیستم با فاصله مساوی از یکدیگر و با سرعت یکسان حرکت کرده و در زمان معین و مطلوب در محل بارگیری حاضر می‌شوند. در چنین سیستم ایده‌آلی، حفار در همه حال مشغول کار مؤثر خواهد بود. در عمل وضعیت با وضعیت ایده‌آل فوق فرق دارد. ولی تلاش مدیران باید این باشد که تا حد ممکن به وضعیت فوق نزدیک شوند. در زیر راهنمایی‌هایی در این زمینه عرضه می‌شود.

۱- کامیون‌ها باید در حد ممکن به میزان مجاز بار شوند. بارگیری بیش از میزان مجاز باعث ایجاد نقص فنی و هزینه‌های مربوطه می‌گردد و از سوی دیگر بارگیری کمتر از میزان مجاز غیراقتصادی است. وضعیت بد راههای ارتباطی بین محل بارگیری و تخلیه باعث می‌شود که کامیون‌ها نتوانند با ظرفیت کامل حرکت کنند. معمولاً اقتصادی است که این راهها ترمیم گردند به طوری که ماشین‌ها قادر باشند از تمام ظرفیت خود استفاده کنند.

۲- سیستم کمپرسی باید تمیز و در شرایط خوب نگهداری شود تا تخلیه به سادگی صورت گیرد.

۳- کامیون‌ها باید با حداکثر سرعت مجاز و قانونی حرکت کرده و فاصله بین آنها حفظ شود. واحدهای کندرو باید با واحدهای یدکی تعویض گردند. اگر

واحدهای یدکی موجود نیست، بهتر است واحدهای کندرو را کمتر از میزان حداکثر مجاز بار کرد تا سرعت آن زیاده‌تر شود و بتواند همپای سایر ماشین‌های سیستم حرکت کند. از سرعت‌گیری غیرمجاز باید جلوگیری شود. سرعت زیاد نه تنها خطرناک است، بلکه باعث استهلاک سریع ماشین شده و نظم ماشین‌ها و فواصل بین آنها را بهم می‌زند.

۴- در صورت امکان بهتر است جاده رفتن به محل تخلیه و بازگشت به محل بارگیری جدا باشد. استفاده از دو جاده مختلف باعث تقلیل تصادفات احتمالی شده و امکان بالا رفتن سرعت مجاز را فراهم می‌کند.

۵- برای کنترل کار کامیون‌ها در محل تخلیه و بارگیری باید یک طرح دقیق ترافیک تهیه شود، استفاده از دنده عقب و بی‌نظمی کامیون‌ها در این دو محل باید به حداقل ممکن برسد.

۶- از کامیون‌ها در پراکنده کردن مواد در حین تخلیه باید استفاده شود، یعنی کامیون‌ها باید در حال حرکت آهسته مواد حمل‌شده را تخلیه نمایند.

مسئله مهم دیگر در برنامه‌ریزی جهت استفاده از کامیون، تعیین محل بارگیری کامیون‌ها است. معلوم شده است که عدم توجه در انتخاب موضع صحیح برای کامیون‌ها در حین بارگیری راندمان را خیلی کم می‌کند. محل توقف کامیون در حین بارگیری باید با دقت طوری تعیین شود که سیکل کار لودر را حداقل کند. مثلاً، کاستن از زاویه چرخش یک بیل به میزان ۳۰ درجه، تولید را حدود ۱۵٪ بالا می‌برد. استفاده از یک چرخش ۱۸۰ درجه به جای یک چرخش ۹۰ درجه، تولید بیل را حدود یک سوم تقلیل می‌دهد. برای بارگیری توسط لودر، کامیون‌ها باید تا حد امکان نزدیک به لودر بارگیر موضع بگیرند به طوری که در شعاع عمل جام واقع شوند. برای بالا بردن راندمان می‌توان دو موضع بارگیری در دو طرف لودر تعیین نمود و در همان زمان که یکی از کامیون‌ها در حال بارگیری است، کامیون دیگر در طرف دیگر لودر مستقر می‌گردد. بارگیری کامیون‌ها به طور متوالی و در امتداد یک خط هم در مواقعی که وضعیت و نقشه کارگاه اجازه دهد، ممکن

است اقتصادی و مؤثر باشد. در بعضی موارد استفاده از یک نفر مسئول برای تعیین جای کامیون‌ها و فرمان دادن به کامیون‌ها ممکن است به صرفه نزدیکتر باشد. هزینه‌های ثابت کامیون‌های یدکی در مقایسه با هزینه ثابت لودر کم است، معمولاً از کامیون‌های یدکی استفاده می‌کنند تا مطمئن شوند همواره لودر امکان کار کردن را دارا است کامیون‌های یدک برای گرفتن جای کامیون‌هایی که به علت نقص فنی نمی‌توانند بکار ادامه دهند یا آنهایی که نمی‌توانند به طور هماهنگ با سایر واحدها فعالیت کنند بکار گرفته می‌شوند. توصیه شده که کامیون‌های یدک به نسبت یک به پنج نسبت به کامیون‌های فعال در نظر گرفته شوند. این نسبت در مورد سیستم‌های بزرگ تخلیه مواد می‌تواند کمتر از میزان فوق باشد. نسبت‌های فوق در مورد عملیاتی مصداق دارد که در آنها بیش از یک لودر فعالیت می‌کند برای عملیات یک لودر و یک سیستم حمل کوچک نسبت فوق یک به چهار خواهد بود. در صورتی که امکان اجاره کامیون در مدت زمان کوتاه موجود باشد می‌توان از تعداد کمتری کامیون استفاده نمود. در هر حال تعیین دقیق تعداد کامیون‌های یدکی باید بر مبنای تجربه عملیات اجرایی، آمار موجود در مورد امکان به وجود آمدن نقص فنی در کامیون‌ها و در پی یک تجزیه و تحلیل از وضعیت کارگاه صورت گیرد.

۳-۱-۶. گریدر^۱

شکل (۲-۶) یک گریدر را نشان می‌دهد. این وسیله هیچگونه ادوات اتصالی به منظور انجام کار خود نیاز ندارد. این وسیله به خودی خود کامل بوده و همواره آماده انجام کار است.

1. Grader



شکل ۶-۲: گریدر پاکسازی جاده‌ها.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

قبل از وقوع طوفان لازم است از موارد زیر مطمئن باشید:

- بررسی و کنترل تمام سطوح مایع،
- کنترل و بررسی تجهیزات به ازای هر لیست کنترل و بازرسی گریدر،
- کنترل و بررسی تیغه گریدر و تخته قالب از نظر آسیب‌دیدگی،
- روغن‌کاری صفحه چرخش و تمامی اتصالات با هدف عملکرد آزادانه تجهیزات،
- اطمینان از اینکه تمام تجهیزات ایمنی در محل بوده و قابل بهره‌برداری هستند،
- کنترل و بررسی اجزای الکتریکی،
- تماس با پایگاه به منظور حصول اطمینان از عملکرد درست ایستگاه رادیویی،
- اطمینان از پر بودن مخزن بنزین.

- **فعالیت‌های در حین طوفان**

- بازدید پوشش روی تیغه گیردر به منظور جلوگیری از وارد شدن آسیب به تخته قالب،
- بازدید تمام عقربه‌ها با هدف ممانعت از بروز مشکلات آینده،
- انجام بازدیدهای محل در مقاطع زمانی با هدف بررسی مسایلی نظیر نور، لاستیک، نشت مایع و ... ،
- بررسی کنترل سطوح مایع در حین انجام کار گیردر.

- **فعالیت‌های پس از طوفان**

- تمیز کردن تجهیزات،
- روغن کاری صفحه چرخش و تمامی اتصالات،
- بررسی و کنترل تمام فیلترهای هوا،
- بررسی و کنترل تیغه و صفحه تخته قالب برای خسارت‌های وارده به آنها،
- انجام بازدید محلی به منظور شناسایی خسارات عینی.

- **نحوه برنامه‌ریزی جهت استفاده از گیردر**

- در رابطه با مدیریت کار با گیردر، توصیه‌های زیر برای بالا بردن مقدار تولید هنگام کار با گیردر باید مورد توجه قرار گیرد:
- ۱- همواره از حداقل تعداد گذر برای پایان کار استفاده می‌شود. در این مورد برنامه‌ریزی دقیق نظارت هوشیارانه و رانندگان ماهر مورد نیاز است.
 - ۲- تا حد امکان پیچ‌ها و دورزدن‌های گیردر باید حذف شود. معمولاً در گذرهای کمتر از ۳۰۰ متر بهتر است گیردر از دنده عقب استفاده نماید و مبادرت به دور زدن نکند. هنگامی که راننده ماهر است حتی در گذرهای طولانی هم می‌توان از دنده عقب استفاده نمود. این امر به خصوص در شرایطی که دور زدن مشکل یا غیر ممکن است لزوم پیدا می‌کند.

۳- از گریدرهای دوتایی (پهلوی به پهلوی) هم می‌توان به صورت مؤثر استفاده نمود. به شرطی که اولاً ماشین به اندازه کافی موجود باشد و در ثانی وسعت محل کار اجازه بدهد. از این تکنیک به خصوص در تراز کردن سطح زمین و پخش مواد و مخلوط کردن مواد استفاده می‌شود.

۴-۱-۶. لودر^۱

شکل (۳-۶) یکی از تجهیزات حیاتی در زمان بروز واقعه برف و یخ‌زدگی، یعنی لودرها را نشان می‌دهد. از لودرها برای بار زدن مواد به درون کامیون‌ها به منظور مقابله با انباشت برف و یخ استفاده می‌شود. علاوه بر این از لودرها برای تمیز کردن تقاطع‌ها و راههای کم اهمیت از برف و یخ نیز استفاده می‌شود.



شکل ۳-۶: لودرهای پاکسازی جاده‌ها.

1. Loader

- **فعالیت‌های پیش از طوفان**

- تکمیل لیست بازرسی لودر،
- روغن کاری لودر با توجه به پیشنهادهای کارخانه تولید کننده آن،
- اطمینان از در محل بودن تجهیزات ایمنی،
- بررسی و کنترل قطعات الکتریکی،
- تماس با پایگاه به منظور اطمینان از عملکرد درست ایستگاه رادیویی،
- اطمینان از پر بودن مخزن بنزین (باک لودر).

- **فعالیت‌های در حین طوفان**

- انجام بازدیدهای کارگاهی در مقاطع زمانی با هدف بررسی مسایلی نظیر نور، لاستیک، نشت مایع و ... ،
- بازدید تمام عقبه‌ها باهدف ممانعت از بروز مشکلات آینده.

- **فعالیت‌های پس از طوفان**

- تمیز کردن تجهیزات،
- سرویس تجهیزات در صورت نیاز،
- روغن کاری تمام اتصالات لودر.

- **نحوه برنامه‌ریزی جهت استفاده از لودر**

عواملی که در برنامه‌ریزی کار با لودرها باید در نظر گرفته شود عواملی نظیر مسایل زهکشی، قابلیت دسترسی به محل کار، شرایط سطح کار و شرایط جبهه حفاری هستند. تعیین تعداد بهینه کامیون‌ها نسبت به لودرها مورد نیاز است تا اینکه حداقل اتلاف وقت رخ دهد. در حین کار با مواد چسبنده معمولاً استفاده از یک جام چند پارچه مؤثرتر از استفاده از یک جام یک پارچه (صلب) است. میزان تولید در مواد سخت معمولاً با انفجار مواد قبل از بارگیری بالا می‌رود. مسأله قابل توجه دیگر در این زمینه، میزان بار مجاز لودر است. تحت استاندارد *SEA*، بارمجاز لودر با چرخ لاستیکی در حین عملیات نباید هیچگاه

از ۵۰٪ بار استاتیک واژگونی در حالتی که لودر در حال گردش کامل است تجاوز کند، این مقدار برای لودر با چرخ زنجیری ۳۵٪ بار استاتیک واژگونی می‌باشد. البته بار واژگونی را می‌توان با استفاده از سربار یا افزودن ملحقات به انتهای ماشین بالا برد و لذا مشاهده می‌شود که وزن ماشین هم علاوه بر قدرت بالابردن بار در تعیین حجم جام مؤثر است.

۶-۱-۵. برف‌روب^۱

شکل (۶-۴) یک برف‌روب را نشان می‌دهد. از این وسیله برای پاک کردن برف از سطح جاده‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۶-۴: نمایی از برف‌روب جاده‌ها.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

- تکمیل لیست کنترل بازرسی برف‌روب،
- بازرسی و کنترل تیغه و تخته قالب متصل به برف‌روب،

- نصب بر روی کامیون جهت اطمینان از کارکرد درست آن،
- بازرسی و کنترل شیلنگ هیدرولیکی و اتصالات آن،
- بازرسی و کنترل ملحقات برف‌روب جهت اطمینان از محکم بودن آنها،
- بازدید محلی از برف‌روب به منظور آگاهی از هر گونه نشتی،
- کنترل سطوح موجود بر روی تانک هیدرولیکی،
- کنترل و بازرسی کلید حرکتی با هدف اطمینان از حرکت کردن تیغه به منظور برداشتن آسان برف از سطح راه،
- نصب چراغ به منظور افزایش توانایی دید در حین برف‌روبی،
- تنظیم زنجیر سفر بر روی بیل ماشین برف‌روب.

• فعالیت‌های در حین طوفان

- انجام بازدیدهای محلی در مقاطع زمانی مختلف به منظور شناسایی بروز مشکلات احتمالی نور، نشت، لاستیک‌ها و ... ،
- بازدید مداوم از پوشش تیغه به منظور محافظت از تخته قالب،
- مشاهده سطوح هیدرولیکی به منظور اطمینان از کارکرد صحیح برف‌روب.

• فعالیت‌های بعد از طوفان

- تمیز کردن تجهیزات در صورت نیاز،
 - اطمینان از آماده بودن تجهیزات برای مقابله با وقایع بعدی،
 - بازرسی و کنترل تمام خطوط هیدرولیکی و اتصالات از نظر پوشش یا نشت،
 - نصب تیغه جدید روی برف‌روب در صورت نیاز،
 - بازرسی و کنترل برف‌روب از لحاظ ترک‌های ناشی از خستگی.
- به طور کلی به هر وسیله‌ای که مجهز به تیغه برف‌روبی باشد، برف‌روب گفته می‌شود. ماشین برف‌روب با توجه به نوع و جنس تیغه و محل نصب آن دارای انواع مختلفی است.

به طور کلی برف‌روب را بر اساس محل نصب تیغه می‌توان به انواع زیر

دسته‌بندی کرد:

- برف‌روب با تیغه جلو^۱،
- برف‌روب با تیغه عقب،
- برف‌روب با تیغه زیر بدنه^۲،
- برف‌روب با تیغه‌های بالی شکل^۳.

برف‌روب‌ها بر اساس جنس تیغه‌ها به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- تیغه‌های فولادی،
- تیغه‌های با مغزی‌های کاربیدی،
- تیغه‌های با مغزی‌های سرامیکی،
- تیغه‌های لاستیکی،
- تیغه‌های پلیمری.

بسیاری از تیغه‌های برف‌روبی از فولاد ساخته می‌شوند (به این تیغه‌ها، تیغه‌های معمولی^۴ گفته می‌شود). مواد دیگری نیز برای افزایش عمر تیغه برای انجام عملیات در محل‌های خاص به کار برده می‌شوند. تیغه‌های فولادی در محیط‌های پربرف خیلی زود فرسوده می‌شوند و از بین می‌روند. تیغه‌های فولادی با مغزی‌هایی از جنس سرامیک یا کاربید تنگستن دیرتر فرسوده می‌شوند و ممکن است فقط یک بار در طول هر فصل تعویض شوند. تیغه‌های کاربیدی دو برابر تیغه‌های فولادی معمولی قیمت دارند، ولی دوام آن تقریباً ۳ برابر است. مشکل تیغه‌های کاربیدی موانع سخت مانند دریچه منهول است که موجب می‌شوند این تیغه‌ها زودتر از تیغه‌های معمولی بشکنند. تیغه‌های فولادی رایج‌ترین نوع تیغه‌ها هستند.

-
1. *Front Plow*
 2. *Under Body Plow*
 3. *Wing Plow*
 4. *Regular Blade*

تیغه‌های لاستیکی و پلیمری روز به روز محبوبیت بیشتری کسب می‌کنند. این تیغه‌ها برای کمینه کردن خسارات وارده به مفصل‌های انبساطی پل‌ها^۱ خط‌کشی‌های وسط جاده، چشم‌گربه‌ای‌ها در مسیر و مواردی نظیر آنها بکار می‌روند. این تیغه‌ها برای برف‌روبی برف سنگین و برفاب مناسب هستند تیغه‌های لاستیکی درمقابل رطوبت، مواد شیمیایی و خاکستر مقاوم هستند و همچنین از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردارند که این خصوصیت آنها موجب می‌شود که در برخورد با موانع مثل ضربه‌گیر عمل کنند و لطمه‌ای به آنها وارد نکنند.

نوع خاصی از تیغه‌ها به نام تیغه‌های یخ‌شکن^۲ برای بریدن توده‌های برف فشرده و یخ که امکان برش و جابجایی آنها با تیغه‌های معمولی وجود ندارد، استفاده می‌شوند. این تیغه‌ها اکثر اوقات روی برف‌روب‌های با فشار کم نصب می‌شوند.

تیغه‌های برف‌روب برحسب شکل ظاهری به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. انواع برف‌روب شامل برف‌روب با تیغه یکطرفه، برف‌روب با تیغه دوطرفه، برف‌روب‌های فرودگاهی، برف‌روب با تیغه V شکل، برف‌روب با تیغه بالی شکل، برف‌روب با تیغه زیر بدنه، برف‌روب با تیغه‌های عمودی، برف‌روب جعبه‌ای، برف‌روب با تیغه عقب وسیله، برف‌روب با تیغه C شکل و برف‌روب‌های دستی و کوچک و در نهایت برف‌خور می‌باشند که در ادامه معرفی خواهند شد.

• برف‌روب با تیغه یک‌طرفه^۳

این برف‌روب‌ها که برف را به سمت راست جاده انتقال می‌دهند، کاراترین تیغه موجود برای برف‌روبی را دارند و طرح‌های جدیدی از این نوع برف‌روب وجود دارند که با کمینه کردن پخش برف در هوا (که باعث ایجاد ابر برفی^۴ می‌شود) باعث افزایش ایمنی

1. Bridge Expansion Joints

2. Ice Blade

3. One-Way Plow

4. Snow Cloud

در رانندگی می‌شوند. شکل (۵-۶) نمایی از این برف‌روب را نشان می‌دهد. شکل (۶-۶) تیغه یکطرفه را در حالت‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶: نمایی از برف‌روب یکطرفه.



شکل ۶-۶: تیغه یکطرفه در حالت‌های مختلف.

از این نوع برف‌روب‌ها برای انتقال برف، برف‌اب و برف فشرده شده با سرعت بالا استفاده می‌شود. این نوع برف‌روب‌ها قادرند مقادیر زیاد برف را (در حدود ۵۰ سانتیمتر عمق) با سرعت‌های بالا پاکسازی کنند. تیغه‌های یکطرفه می‌توانند زاویه ثابت یا قابل تنظیم داشته باشند.

تیغه‌های یکطرفه فلزی بزرگ و سنگین هستند، بنابراین کامیون‌ها به تناسب آن باید دارای محور جلو با ظرفیت بالا و چرخ‌ها و تایرهای سنگین باشند. سایز بزرگ وسیله برای این نوع تیغه‌ها و در نتیجه عدم کارایی آنها در برف‌روبی تقاطع‌های شهری نقاط بن‌بست و غیره از معایب آن محسوب می‌شود.

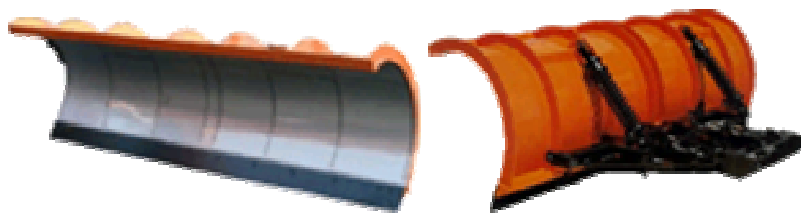
برای آشنایی رانندگان با تنظیمات این وسیله برای بیشینه کردن مقدار جابجایی برف و ملاحظات ایمنی آن در شرایط کاملاً کاربردی، لازم است کلاس‌های آموزشی کاملی قبل از استفاده برگزار شود.

• برف‌روب با تیغه دو طرفه^۱

از این نوع برف‌روب برای انتقال برف به سمت راست یا چپ کامیون استفاده می‌شود. علاوه بر این از آن برای پاکسازی خطوط واقع در سمت چپ (به خصوص در مجاورت میانه راه) و رمپ‌ها از آن استفاده می‌شود. این نوع تیغه‌ها بخاطر قابلیت تغییر و تطبیق زیاد، به طور وسیعی در مناطق شهری استفاده می‌شوند. شکل‌های (۶-۷) و (۶-۸) تیغه دو طرفه متصل به کامیون و تیغه مجزا را در حالت‌های مختلف نشان می‌دهند.



شکل ۶-۷: تیغه دو طرفه متصل به کامیون.



شکل ۶-۸: تیغه دو طرفه در حالت‌های مختلف.

از آنجا که این تیغه‌های برف‌روبی می‌توانند در هر دو جهت زاویه‌دار باشند، انتهای تیغه به دلیل محدودیت فضا باید عمودی‌تر باشد. معمولاً تیغه‌های برف‌روبی دو طرفه ارتفاع و ظرفیت کمتری برای حفظ برف روی انتهای تیغه دارند. این برف‌روب‌ها در سرعت‌های عملکردی پایین بسیار خوب کار می‌کنند، ولی برای سرعت‌های بالا نسبت به تیغه‌های یک‌طرفه زیاد مناسب نیستند. از آنجا که شکل این برف‌روب‌ها تأثیر کمتری نسبت به برف‌روب یک‌طرفه دارد، به موتورهایی با قدرت بیشتر و سرعت پایین‌تر نیاز است. عموماً این برف‌روب‌ها به دلیل پراکندگی برف هنگام برف‌روبی با سرعت بالا، مشکل زیادی ایجاد می‌کنند. زیرا شکل این تیغه باعث می‌شود برف بیشتری در هوا پخش شده و در نتیجه در اطراف کامیون ابر برفی تشکیل شود. تیغه‌های برف‌روبی دو طرفه کوچکتر که روی وسایل نقلیه کوچک نصب می‌شوند، برای مکان‌هایی مانند مسیرهای بن‌بست که انجام عملیات در آنها مشکل است قابلیت مانور بیشتری، ایجاد می‌کنند و می‌توانند کار برف‌روبی را تسهیل کنند.

• برف‌روب‌های فرودگاهی

تیغه‌های برف‌روبی در سایزهای مختلفی تهیه می‌شوند. در مورد تیغه‌های بزرگ و طویل می‌توان به تیغه‌های برف‌روب فرودگاهی اشاره کرد که دارای طول تقریبی ۱۰ متر است و برای عملیات در سطح وسیع به کار می‌روند. تیغه‌های برف‌روب فرودگاهی معمولاً

تیغه‌های دو طرفه هستند. شکل‌های (۶-۹) تا (۶-۱۱) انواع مختلف برف‌روب‌های فرودگاهی را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۹: تیغه برف‌روب فرودگاهی.



شکل ۶-۱۰: برف‌روب فرودگاهی با تیغه دو طرفه.



شکل ۶-۱۱: برف‌روب فرودگاهی با تیغه دو طرفه.

• برف‌روب با تیغه V شکل

این تیغه یکی از انواع تیغه‌های با قابلیت تغییر زاویه تیغه است. برف‌روب V شکل قادر است انباشت‌های عظیم برف را انتقال دهد. همچنین این برف‌روب برای پاک‌سازی دپوهای بزرگ برف و متعادل‌سازی دو طرف جاده (از لحاظ میزان برف جمع شده)، با هل دادن برف به هر دو طرف طراحی شده است. اشکال (۶-۱۲) و (۶-۱۳) نحوه عملکرد و حالت‌های مختلف تیغه را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۲: نحوه عملکرد تیغه V شکل.



شکل ۶-۱۳: حالت‌های مختلف تیغه دو طرفه.

امروزه این نوع برف‌روب در نواحی دارای ریزش برف زیاد و همچنین در حین طوفان‌های شدید به عنوان واحد پشتیبان برای بازکردن جاده‌های مسدود شده، استفاده می‌شود.

تیغه برف‌روبی جدیدی که قابلیت تغییر زاویه دارد، دارای انتهای تیغه‌ای از جنس پلیمر است که می‌تواند توسط جک‌های هیدرولیکی تغییر شکل بدهد تا با تیغه‌های برف‌روبی یک‌طرفه‌ای که در هر جهت زاویه‌دار می‌شوند، هماهنگی کند. شکل (۶-۱۴) نمایی از این برف‌روب جدید را نشان می‌دهد. این تیغه‌ها از محبوبیت زیادی برخوردارند اما بسیار گران هستند.



شکل ۶-۱۴: برف‌روب جدید با قابلیت تغییر زاویه تیغه.

• برف‌روب با تیغه‌های بالی شکل

تیغه‌های بالی شکل معمولاً در نواحی که با برف سنگین پوشیده می‌شوند، استفاده می‌شوند. بال‌ها می‌توانند در جلو، وسط و عقب کامیون نصب شوند. همچنین بال‌ها بر حسب نیاز، به تمام انواع ماشین‌آلات متصل می‌شوند. شکل (۶-۱۵) تیغه بالی شکل نصب شده روی کامیون را نشان می‌دهد. بال‌ها بار جانبی زیادی را به کامیون وارد می‌کنند بنابراین گاهی لازم است بدنه کامیون تقویت شود.



شکل ۶-۱۵: تیغه بالای شکل نصب شده روی کامیون در دو حالت مختلف.



شکل ۶-۱۶: عملکرد تیغه بالای شکل و ایجاد ابر برفی.

این تیغه‌ها می‌توانند در هر دو طرف یا در یک طرف وسیله برف‌روبی نصب شوند و بنابراین عرض مسیر برف‌روبی شده را به طور مؤثری افزایش می‌دهند. تیغه‌های بالای شکل قادرند میزان برف بیشتری را انتقال دهند و بنابراین از آنها در پاکسازی جاده‌های چندخطه و با سرعت بالا استفاده می‌شود. این تیغه‌ها برای پاکسازی تقاطع‌ها نیز به کار می‌روند. با استفاده از بال‌ها هیچ توده برفی روی مسیر باقی نمی‌ماند و با یک بار انجام عملیات مسیر کاملاً پاکسازی می‌شود. معمولاً زاویه عمودی تیغه که می‌تواند توسط کابل،

زنجیر یا به طور هیدرولیکی تنظیم شود، به تیغه‌های بالی شکل اجازه می‌دهند که برای پاکسازی شانه‌های راه هم استفاده شوند. یکی از معایب این تیغه‌ها محدود کردن میدان دید راننده است. شکل (۶-۱۶) نحوه عملکرد تیغه بالی شکل و ایجاد ابر برفی که باعث محدودیت میدان دید راننده می‌شود را نشان می‌دهد.

• برف‌روب با تیغه زیر بدنه

برف‌روب با تیغه زیر بدنه را می‌توان در خیابان‌های شلوغ شهری و بزرگراه‌های شهری برای برف‌روبی با سرعت بالا استفاده کرد. این نوع برف‌روب توده‌های برف را تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتر پاکسازی می‌کنند. ارتفاع برفی که می‌تواند از زیر قسمت جلویی عبور کند عملکرد این تیغه را محدود می‌کند. اشکال (۶-۱۷) و (۶-۱۸) حالت‌های مختلف نصب تیغه زیر بدنه و شکل تیغه به تنهایی را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۱۷: حالت‌های مختلف نصب تیغه زیر بدنه.



شکل ۶-۱۸: تیغه مخصوص نصب در زیر بدنه برف‌روب.

تیغه‌های زیر بدنه در حالت عادی با تیغه‌های بالی شکل استفاده نمی‌شوند، بنابراین مسیر برف‌روبی شده توسط این تیغه‌ها محدود شده و باعث ایجاد تلی از برف در خطوط کناری می‌شود. این برف‌روب‌ها می‌توانند در پاکسازی برف و یخ متراکم، به طور مؤثر مورد استفاده قرار گیرند. برای انجام این عملیات، فشار متغیر کمی لازم است تا تأثیر عملیات را به حداکثر برساند.

• برف‌روب با تیغه عمودی^۱

پیشرفت‌های اخیر در زمینه ساخت برف‌روب‌ها منجر به ساخت برف‌روب‌هایی با تیغه‌های عمودی شده است. تیغه‌های عمودی دارای سطحی صاف هستند که در دو موقعیت (در یک سوم و دو سوم تیغه) دارای مفصل است. از این نوع تیغه برای هل دادن برف به جلو، چپ یا راست یا برداشتن و جابجا کردن برف استفاده می‌شود. شکل (۶-۱۹) برف‌روب با تیغه عمودی را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۹: برف‌روب با تیغه عمودی.

این برف‌روب‌ها معمولاً روی لودر یا تراکتور نصب می‌شوند و معمولاً در مناطقی با هندسه خاص یا در نقاطی که دسترسی محدود است، استفاده می‌شوند.

1. Vertical Blade

• برف‌روب‌های جعبه‌ای^۱

این نوع برف‌روب‌ها که معمولاً به آنها برف‌روب‌های محفظه‌ای^۲ هل‌دهنده^۳ برف یا برف‌روب‌های جعبه‌ای شکل گفته می‌شود، برای هل دادن برف به‌طور مستقیم به طرف جلو بدون به جا گذاشتن تل برف در کنار جاده یا آسیب به روسازی بکار می‌روند. برف‌روب‌های جعبه‌ای برای جمع‌آوری و هل دادن توده‌های بزرگ برف در نواحی وسیع مثل پارکینگ‌ها بکار می‌روند. شکل‌های (۶-۲۰) و (۶-۲۱) برف‌روب جعبه‌ای و نحوه عملکرد آن را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۲۰: برف‌روب جعبه‌ای.



شکل ۶-۲۱: نحوه عملکرد برف‌روب جعبه‌ای.

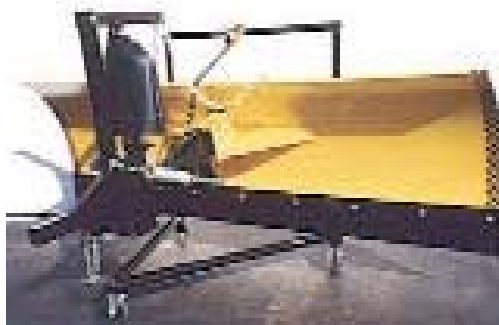
-
1. Box Plow
 2. ContainmEnt Plow
 3. Snow Pusher

• برف‌روب‌های با تیغه نصب‌شده در عقب وسیله

امروزه تیغه‌های برف‌روب چرخشی و نیرومندی تولید شده است که در عقب وسیله‌نقلیه نصب می‌شود. این تیغه‌ها تقریباً روی تمام استیشن‌های معمول به طور مؤثر و مفید کار کرده و به آسانی نصب و برداشته می‌شوند. اشکال (۶-۲۲) و (۶-۲۳) تیغه نصب‌شده در پشت استیشن و نمای داخل تیغه را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۲: تیغه نصب‌شده در پشت استیشن.



شکل ۶-۲۳: نمای داخل تیغه.

تیغه‌ها به جلو و عقب حرکت کرده و برف را به سمت چپ یا راست منحرف می‌کنند. انقباض فنرها، به خصوص در سواره‌روهای با عرض کم، عملیات برف‌روبی را به طور کامل انجام خواهد داد.

• برف‌روب‌های با تیغه C شکل

این تیغه جدید عملیات هر دو سیستم تیغه برف‌روب معمول و تیغه برف‌روب کششی از عقب را در یک طرح یا مجموعه انجام می‌دهد. این برف‌روب در حالت برف‌روبی به سمت جلو، با زاویه‌بندی هیدرولیک معمول و انتهای تیغه فنری و گردشی، به عنوان یک برف‌روب معمولی کار می‌کند. برای کشیدن برف‌روب از عقب، سه چهارم بالایی انتهای تیغه تا شده و باعث ایجاد تیغه‌ای پشت و رو می‌شود و به سمت عقب کشیده می‌شود. لبه برنده ثانویه‌ای که به قسمت بالایی انتهای تیغه وصل شده است، نقطه تماس برف‌روب با سطح زمین را تشکیل می‌دهد. این طرح جدید به خاطر زاویه رو به عقب تیغه، پاکسازی سطح سواره‌رو را بهتر انجام می‌دهد. افزایش پاکسازی بدنه برف‌روب، ظرفیت بیشتری برای کشش از عقب ایجاد کرده و میدان دید بهتری نسبت به برف‌روب‌های نصب شده در عقب فراهم می‌کند. شکل (۶-۲۴) تیغه C شکل را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۴: تیغه C شکل.

انتهای هر یک از جعبه‌های گیردار به وسیله دو پین به هم متصل می‌شوند که مجموعاً یک تیغه برف‌روب را تشکیل می‌دهد تا کارایی پاکسازی را در دو حرکت رفت و برگشت بیشتر کند. برف‌روب C شکل حدود ۱/۵ متر عرض دارد و روی بیشتر وانت‌های یک تنی دو دیفرانسیل سوار می‌شود.

• برف‌روب دستی و کوچک

در مکان‌هایی که قدرت مانور زیادی وجود ندارد یا به عبارتی فضا برای انجام عملیات کم است مثل پیاده‌روها، کوچه‌ها و خیابان‌های کم عرض، از تجهیزات کوچک و دستی برای برف‌روبی و پاکسازی مسیر استفاده می‌شود. شکل (۶-۲۵) برف‌روب‌های دستی و شکل (۶-۲۶) یک برف‌خور کوچک را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۲۵: برف‌روب‌های دستی.



شکل ۶-۲۶: برف‌خور کوچک.

- انتخاب نوع برف‌روب

- برف‌روب و تیغه آن باید به طور مناسب انتخاب شوند، تا بتوانند به‌سادگی روی وسایل نصب شده و عملکرد مطلوب و قابل انتظاری را در عملیات پاکسازی برف نشان دهند.
- در انتخاب نوع برف‌روب باید به نکات زیر توجه شود:
- انتخاب نوع مناسب برف‌روب و تنظیم دقیق آن، هزینه‌ها و استفاده از نمک را برای پاکسازی جاده کاهش خواهد داد.
- برف‌روب باید با وزن مناسب بر روی تیغه عمل کند تا بتواند برش‌های مؤثری نزدیک به سطح روسازی در حین عملیات برف‌روبی ایجاد کند. که البته این امر باعث کاهش استفاده از نمک در پاکسازی کامل سطح روسازی می‌گردد.
- برف‌روب‌ها برای داشتن سرعت عملکردی بالاتر باید با کفشک‌های ماشین متناسب باشند، تا از افتادن آنها در سوراخ‌ها و گرفتار شدن در موانع جلوگیری شود.
- برف‌روب‌ها باید برای کمینه کردن مقدار وزن حمل شده روی کفشک‌ها تنظیم شوند. اما کفشک‌ها هم باید به اندازه کافی به سطح روسازی نزدیک باشند تا وزن برف‌روب را در هنگام برخورد با موانع جذب کنند.
- برف‌روب‌های با زاویه در حدود ۵۵° درجه بین تیغه و جاده بالاترین کارایی را در حرکت و انتقال مقادیر زیاد برف دارند.
- آزمایش‌ها نشان می‌دهند که زاویه ۷۵° درجه بین تیغه و جاده دارای بالاترین کارایی در برش برف و یخ فشرده شده است.

- ملاحظات ویژه در زمینه کاربرد برف‌روب‌ها

این قسمت به معرفی انواع لوازم جانبی تیغه‌های برف‌روبی خواهد پرداخت. این لوازم شامل کفشک‌ها، غلطک‌ها، چرخ‌ها، چرخک‌ها، حفاظ برف‌روب، وسایل منحرف‌کننده برف، علامت‌های انتهای تیغه برف‌روب، زائده‌های بالی شکل و چراغ‌ها و بخاری‌ها هستند. همچنین در پایان این قسمت ماشین‌آلات برف‌روبی شرکت بوشونگ در ایران معرفی خواهند شد.

✓ چراغ‌های ماشین‌آلات برف‌روب

- چراغ‌های جلو

انعکاس نور در برف بطرف راننده در شرایط نامساعد آب‌وهوایی، باعث درخشندگی^۱ زیاد و کاهش دید راننده خواهد شد. بنابراین در برنامه‌ریزی جهت استفاده از ماشین‌آلات برف‌روب باید به این موضوع توجه خاصی شود. شکل (۶-۲۷) استفاده از چراغ جلو در برف‌روب را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۲۷: چراغ‌های جلو در برف‌روب.

میزان اثر نور انعکاسی از برف روی قابلیت دید راننده، مربوط به خصوصیات منبع نور (چراغ‌ها) مثل محل نصب، زاویه تابش، نحوه انتشار پرتوهای نور و غیره وابسته است.

- چراغ‌های عقب و علامت‌دهی

چراغ‌های عقب وسایل برف‌روب دو نوع کاربرد مجزا دارد. کاربرد اول آن دادن علامت به سایر رانندگان برای نشان دادن اینکه برف‌روب در جاده است و کاربرد دوم نشان دادن سرعت عملکردی برف‌روب و فاصله نسبی آن با سایر وسایل است.

1. Glare

لازم به ذکر است که تشخیص عواملی که به عملکرد ایمن تر برف‌روب در حین عملیات کمک می‌کنند، امری ضروری است. بهبود قابلیت دید برای رانندگان وسایل نقلیه برف‌روب و سایر وسایلی که در نزدیکی این وسایل در حال کار هستند یکی از وظایف سازمان‌های راهداری است.

✓ کفشک‌ها، غلطک‌ها، چرخ‌ها و چرخک‌ها

بسیاری از تیغه‌های برف‌روبی با انواعی از کفشک‌ها یا غلطک‌ها، چرخ‌ها یا چرخک‌ها مجهز می‌شوند که وزن برف‌روب را تحمل کرده، اصطکاک بین تیغه و سطح سواره‌رو را کاهش داده و ضربات وارده را از بین می‌برند. این مسأله به خصوص در صورت نامناسب بودن شرایط راه و وجود موانع بسیار مفید است.

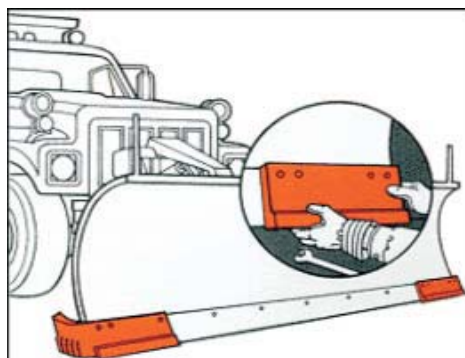
چدن، فولاد، لاستیک و ترکیبی از این مواد در ساخت این لوازم استفاده می‌شوند. این لوازم می‌توانند عمر لبه برنده را افزایش داده، از انتهای تیغه محافظت کرده و از خراشیدگی سطح سواره‌رو جلوگیری کنند. علاوه بر این با کاهش میزان اصطکاک بین برف‌روب و سطح سواره‌رو، بیشتر نیروی کامیون به کار برف‌روبی اختصاص می‌یابد.

چرخ‌ها می‌توانند از جنس لاستیک سخت یا بادی باشند. چرخک‌ها نیز می‌توانند از فولاد با نوعی پلیمر ساخته شوند. بعضی کفشک‌ها یا غلطک‌ها دارای لایه‌های پوششی از مواد مختلف هستند. بعضی دیگر نیز دارای مغزی‌های کاربیدی برای تأمین دوام بیشتر هستند.

✓ حفاظ برف‌روب‌ها

حفاظ برف‌روب‌ها و حفاظ کناره تیغه برف‌روب در طرح‌های متعدد و از مواد مختلفی ساخته می‌شوند.

این حفاظ‌ها از گوشه تیغه برف‌روب محافظت کرده و در صورت برخورد با هر مانع از صدمات وارده به آن جلوگیری می‌کند. این حفاظ‌ها در عین حفاظت از گوشه تیغه برف‌روب، جهت پاکسازی نواحی نزدیک به جداول کناره راه نیز طراحی شده‌اند. شکل (۶-۲۸) محل نصب حفاظ برف‌روب را روی تیغه برف‌روب مشخص می‌کند.



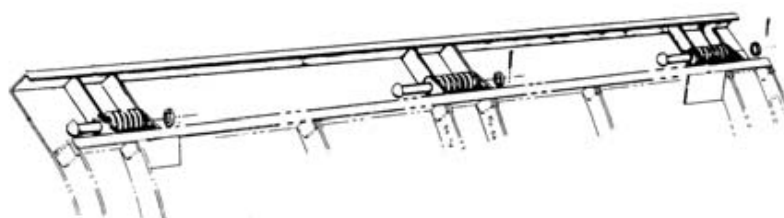
شکل ۶-۲۸: محل نصب حفاظ برف‌روب روی تیغه.

✓ منحرف‌کننده‌های برف

اگر چه بعضی تیغه‌های برف‌روبی طرح‌هایی را برای جلوگیری از ریزش برف در قسمت بالایی تیغه کامیون طراحی کرده‌اند، اما انواع مختلفی از سپرهای برف‌گیر نیز وجود دارند که این عملیات پیشگیری‌کننده را بهبود می‌بخشند. شکل (۶-۲۹) و (۶-۳۰) منحرف‌کننده‌های برف و نحوه نصب آنها را روی تیغه نشان می‌دهند.



شکل ۶-۲۹: منحرف‌کننده برف.



شکل ۶-۳۰: نحوه نصب منحرف‌کننده برف روی تیغه.

عملیات پیشگیری از ریزش برف و ایجاد ابر برفی در قسمت بالایی تیغه، از مسدود شدن سوراخ‌های رادیاتور وسیله نقلیه جلوگیری کرده و میدان دید راننده را بهبود می‌بخشد.

✓ علامت‌های انتهای تیغه برف‌روب

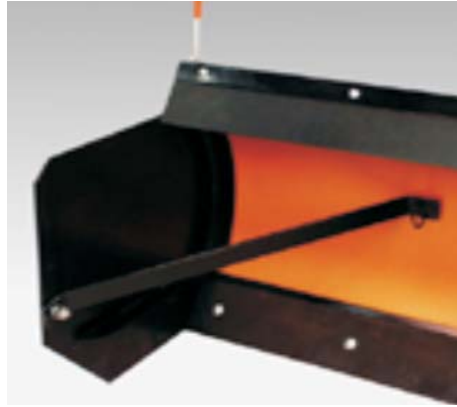
علامت‌ها یا راهنماهای انتهای تیغه برف‌روب جهت کمک به متصدی در مکان‌یابی انتهای برف‌روب طراحی شده‌اند. امروزه انواع مختلفی از راهنماهای انعکاسی، فلورسنت یا نورپردازی شده توسط سازندگان تولید شده‌اند. این راهنماها به عنوان قطعات قابل رویت برای سایر رانندگان نیز عمل می‌کنند. شکل (۶-۳۱) علامت‌های انتهای تیغه برف‌روب را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۳۱: علامت‌های انتهای تیغه برف‌روب.

✓ زائده‌های بالی شکل

زائده‌های بالی شکل، برف‌روب را به یک برف‌روب هل‌دهنده تبدیل کرده و حجم جابجایی برف را ۲ تا ۳ برابر افزایش می‌دهند. شکل (۶-۳۲) زائده بالی شکل و محل نصب آن را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۳۲: زائده بالای شکل و محل نصب آن.

✓ بخاری‌ها و چراغ‌ها

مجموعه چراغ‌ها و بخاری برف‌روب‌ها دو مورد از لوازم جانبی اختیاری با طرح‌های مختلف و متعدد هستند. شکل‌های (۶-۳۳) و (۶-۳۴) چراغ‌ها و بخاری ماشین‌آلات برف‌روب را نشان می‌دهند.



شکل ۶-۳۳: چراغ‌های ماشین‌آلات برف‌روب.



شکل ۶-۳۴: تجهیزات بخاری ماشین‌آلات برف‌روب.

- نحوه استفاده و کاربرد تجهیزات برف‌روب

در این بخش نحوه استفاده و کاربرد انواع برف‌روب شامل برف‌روب با تیغه یکطرفه، برف‌روب با تیغه دوطرفه، برف‌روب‌های فرودگاهی، برف‌روب با تیغه V شکل، برف‌روب با تیغه بالی شکل، برف‌روب با تیغه زیر بدنه، برف‌روب با تیغه‌های عمودی، برف‌روب جعبه‌ای، برف‌روب با تیغه عقب وسیله، برف‌روب با تیغه C شکل و برف‌روب‌های دستی و کوچک و در نهایت برف‌خور تشریح خواهند شد.

- نحوه برنامه‌ریزی جهت استفاده از تجهیزات برف‌روب

یکی از مشکلات موجود برای استفاده بهینه از ماشین‌آلات موجود، برنامه‌ریزی نادرست در استفاده از آنها است. بنابراین در این بخش به بررسی این موضوع و ذکر نکاتی در مورد آن پرداخته خواهد شد. همچنین در پایان این بخش پیشنهادی در زمینه استفاده بهتر از این ماشین‌آلات ارائه خواهد شد.

✓ استفاده از برف‌روب‌های با تیغه جلو

یکی از مشکلات عمده در استفاده از برف‌روب‌های با تیغه جلو، مسأله سر ریز برف^۱ (ریختن برف از بالای تیغه برف‌روب) است که باعث اختلال دید در سرتاسر شیشه جلو ماشین می‌شود.

1. Plow Over

بنابراین برای عملکرد بهتر در هنگام عملیات برف‌روبی لازم است در این زمینه اقداماتی انجام شود. برای رفع این مشکل می‌توان از استفاده از وسایل منحرف‌کننده^۱ که از ریختن برف روی شیشه جلو و آینه‌ها جلوگیری می‌کنند، استفاده کرد یا شکل هندسی برف‌روب را بهبود داد تا مقدار برف سرریز شده از بالای آن کاهش یابد. در برنامه‌ریزی جهت استفاده از این برف‌روب باید با توجه به امکانات موجود یکی از گزینه‌های پیشنهادی بالا را برای جلوگیری از این مشکل به‌کار گرفت.

✓ استفاده از برف‌روب‌های با تیغه بالی شکل

هنگامی که یک برف‌روب با تیغه بالی شکل در یک عملیات برف‌روبی استفاده می‌شود، ذرات برف پخش شده در هوا (در مسافت بین برف‌روب‌های تیغه جلو و تیغه بالی شکل) تشکیل یک ابر برفی می‌دهد. استفاده از وسایل خاص برای پوشش فاصله بین برف‌روب‌های تیغه جلو و تیغه بالی شکل، موجب کاهش پتانسیل پرتاب ذرات برف و تشکیل ابر برفی می‌شود. شکل (۶-۳۵) ابر برفی تشکیل شده توسط برف‌روب را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۳۵: ابر برفی تشکیل شده توسط برف‌روب.

✓ استفاده از برف‌روب‌های با تیغه عقب

ذرات برف پخش شده در هوا (ابر برفی) که معمولاً پشت برف‌روب‌ها ایجاد می‌شود، باعث کاهش دید سایر رانندگان می‌شوند. ترکیب‌های مختلف از منحرف‌کننده‌ها و مقاطع آیرودینامیکی، اندازه ابر برفی تشکیل شده در پشت برف‌روب را کاهش می‌دهد. این ترکیبات معمولاً شامل تیغه‌های منحنی شکل و منحرف‌کننده‌هایی با لبه‌های صاف است که در طرفین عقب برف‌روب نصب می‌شوند. فاصله بین تیغه‌ها و برف‌روب معمولاً کم است تا مانع دیدی برای آینه‌های بغل برف‌روب نباشد.

در جدول زیر مقادیر پیشنهادی توسط اداره راه نیویورک آمریکا برای تخمین تعداد برف‌روب و نمک‌پاش برحسب رده عملکردی راه نشان داده شده است.

جدول ۶-۱: نحوه تخصیص وسایل نقلیه نگهداری زمستانی راه بر اساس رده عملکردی راه.

تعداد خط-کیلومتر به ازاء استفاده از هر دستگاه نمک‌پاش	تعداد خط-کیلومتر به ازاء استفاده از هر دستگاه برف‌روب و نمک‌پاش	رده عملکردی راه
۷۰	۳۰	شریانی درجه ۱ با سرعت عملکردی پایین
۷۰	۵۰	شریانی درجه ۱ با سرعت عملکردی بالا
۷۰	۵۰	شریانی درجه ۲ اصلی (حجم ۲۰۰ الی ۵۰۰ وسیله در ساعت در هر خط عبوری)
۷۰	۵۰	شریانی درجه ۲ فرعی (حجم کمتر از ۲۰۰ وسیله در ساعت در هر خط عبوری)
۷۰	۵۰	راههای محلی

۶-۱-۶. پخش‌کننده V شکل^۱

شکل (۶-۳۶) نمایش یک پخش‌کننده V شکل است. این وسیله یکی از ملحقات کامیون است. از این وسیله برای پخش صحیح مواد ضدیخ روی پل‌ها و نقاط در معرض یخبندان استفاده می‌شود. نکته آنکه پخش‌کننده‌ها یا هیدرولیکی هستند یا بنزینی.



شکل ۶-۳۶: پخش‌کننده مواد ضدیخ.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

- انجام لیست کنترل بازرسی پخش‌کننده V شکل،
- برای نوع بنزینی پخش‌کننده انجام ملاحظات بنزین، برق، کمربند رانندگی، صافی‌های بنزین و روغن موتور،
- کنترل و بررسی نصب قاشقک محور اتصال و صفحه قاشقک،
- کنترل و بازرسی سیستم حمل‌کننده (تسمه نقاله و کمربند نقاله)،

- کنترل و بازرسی تمام هیدرولیک‌ها،
- کنترل و بازرسی PTO و مجموعه رانندگی.

• فعالیت‌های در حین طوفان

- کنترل و بازرسی از پخش دقیق مصالح و مواد،
- انجام بازدید محلی از تجهیزات در حین کارکرد آنها به منظور کنترل و بازرسی هر گونه مشکل،
- کنترل و بازرسی درجه روغن برای تعیین سطح سیال.

• فعالیت‌های پس از طوفان

- پاک کردن و برداشتن مواد از روی جعبه پخش‌کننده و تمیز کردن و شستن کامل آن،
- کنترل و بازرسی برای هر گونه نشی و پوشش روی شیلنگ‌ها (سیستم هیدرولیکی)،
- کنترل و بازرسی صافی بنزین و اطمینان از اینکه تجهیزات برای وقایع بعدی آماده به کار هستند،
- اطمینان از اینکه تمام چراغ‌های روی پخش‌کننده آماده به کار هستند،
- کنترل سیستم نقاله (تسمه و زنجیرها).

۶-۱-۷. پخش‌کننده دریچه‌ای^۱

شکل (۶-۳۷) یک پخش‌کننده دریچه‌ای را نشان می‌دهد. از این نوع پخش‌کننده به منظور استفاده از مواد یخ‌زدا و ضدیخ استفاده می‌شود. اینها از نوع قاشق‌کی بوده و بر اساس سیستم هیدرولیکی کار می‌کنند:

1. Tail Gate Spreader



شکل ۶-۳۷: نمایی از یک پخش‌کننده دریچه‌ای.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

- کنترل و بازرسی تمام خطوط هیدرولیکی و اتصالات از نقطه نظر نشت و پوشش،
- کنترل و بازرسی یاتاقان‌های درون قاشقک،
- کنترل و بازرسی روغن درون موتور هیدرولیکی،
- کنترل و بازرسی سکوها‌ی نصب که موجب اتصال پخش‌کننده به کامیون می‌شوند،
- روغن‌کاری تمام قسمت‌های حرکتی،
- نصب بر روی کامیون جهت اطمینان از عملکرد صحیح.

• فعالیت‌های در حین طوفان

- انجام بازدید از محل با هدف کنترل و بازرسی هر گونه مشکل،
- کنترل و بازرسی جهت آگاهی از صحت موادی که باید استفاده شوند.

• فعالیت‌های پس از طوفان

- تمیز کردن تجهیزات،
- کنترل و بازرسی برای هر گونه نشست هیدرولیکی،
- روغن کاری تمام نقاط روی یاتاقان‌ها و قسمت‌های حرکتی،
- کنترل و بازرسی تمام شیلنگ‌های هیدرولیکی و اتصالات از نظر پوشش،
- کنترل و بازرسی تمام جوش‌ها از نظر ترک‌های ناشی از خستگی.

۸-۱-۶. باله برف‌روب^۱

شکل (۶-۳۸) یک باله برف‌روب است. باله برف‌روب وسیله‌ای است که عرض برف‌روبی پهن‌تری را برای گریدر یا کامیون برف‌روب ایجاد می‌کند و بدین طریق می‌توان دو خط عبور یا یک خط عبور و شانه راه را همزمان با هم برف‌روبی کرد.



شکل ۶-۳۸: نمایی از یک باله برف‌روب، متصل به گریدر.

1. Snow Wing

- **فعالیت‌های پیش از طوفان**

- روغن‌کاری تمامی اتصالات و نقاط متحرک باله برف‌روب،
- کنترل و بازرسی نقاط از نظر محکم بودن (این نقاط باید صلب باشند)،
- کنترل و بازرسی تیغه و تخته قالب از نظر آسیب‌دیدگی و جایگزین کردن تیغه جدید در صورت نیاز،
- کنترل و بازرسی تمام اتصالات و انشعابات هیدرولیکی،
- اتصال به گریدر یا کامیون جهت حصول اطمینان از کارکرد درست باله برف‌روب.

- **فعالیت‌های در حین طوفان**

- انجام بازدیدهای محلی در مقاطع زمانی مختلف جهت حصول اطمینان از عدم نشت یا بروز مشکلات و مسایل دیگر،
- کنترل و بازرسی مکرر تیغه از نظر پوشش.

- **فعالیت‌های پس از طوفان**

- تمیز کردن تجهیزات،
- روغن‌کاری تمامی اتصالات و قسمت‌های متحرک،
- کنترل و بازرسی تیغه و تخته قالب از نظر نوع پوشش و آسیب‌دیدگی،
- جایگزین کردن تیغه در صورت نیاز به منظور آماده‌سازی باله برف برای طوفان‌های آتی،
- کنترل و بازرسی تمامی جوش‌ها برای ترک‌های ناشی از خستگی.

۶-۱-۹. برف‌خور^۱

شکل (۶-۳۹) یک برف‌خور را نشان می‌دهد که یکی از وسایل اتصالی است که از آن برای جابجایی برف در حجم زیاد استفاده می‌شود.

1. Snow Blower



شکل ۶-۳۹: نمایی از یک دمنده برف.

• فعالیت‌های پیش از طوفان

- سرویس موتور،
- روغن کاری تمامی اتصالات،
- بازرسی تمامی قطعات الکتریکی،
- نصب برف‌خور روی لودر و بازرسی عملکرد آن،
- روشن کردن ماهانه برف‌خور به منظور شارژ نگهداشتن سیستم،
- اطمینان از پر بودن مخزن بنزین.

• فعالیت‌های در حین طوفان

- روغن کاری به ازای هر ۸ ساعت کار،
- بازرسی تمامی نقاط اتصال (دو ساعت به دو ساعت)،
- انجام بازدید محلی در طول عملیات به منظور شناسایی مشکلات.

- فعالیت‌های پس از طوفان

- تمیزکردن تجهیزات،
- روغن‌کاری تمام اتصالات و نقاط متحرک،
- بازرسی عملکرد تجهیزات قبل از برداشتن آن از روی لودر با هدف اطمینان از عملکرد صحیح آن،
- سرویس تجهیزات در صورت نیاز.

برف‌خور که به آن برف‌روب چرخنده یا برنده نیز گفته می‌شود، یکی دیگر از ماشین‌آلات معمول مورد استفاده در برف‌روبی راه‌ها است که با توجه به شرایط می‌تواند بجای برف‌روب استفاده شود. اما باید توجه داشت که برف‌خورها نسبت به برف‌روب‌ها وسایل کندتری هستند و بنابراین به طور معمول برای عملیات پاکسازی راه‌ها بعد از طوفان به کار می‌روند. شکل (۶-۴۰) نمایی از یک برف‌خور در حین انجام عملیات را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۰: برف‌خور در حین انجام عملیات.

یک برف‌خور شامل غلتکی پیچ مانند است که با سرعت می‌چرخد و برف را از طریق یک قیف به قسمت بالا منتقل می‌کند و با دمیدن هوا با فشار و سرعت زیاد برف را به جای مناسب پرتاب می‌کند. شکل (۶-۴۱) غلتک پیچ مانند و قیف برف‌خور را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۱: غلتک پیچ مانند و قیف برف‌خور.

این ماشین‌آلات برای برف‌رویی با عمق‌های زیاد بهتر از برف‌روب عمل می‌کنند. استفاده از برف‌خور با کامیون‌های بارگیر برای جابجایی برف در مناطق شهری و در طول جاده‌هایی که فضایی برای انبار کردن برف ندارند، توصیه می‌شود. برف‌خورها را معمولاً روی کامیون، تراکتور و لودر نصب می‌کنند. شکل (۶-۴۲) برف‌خور نصب شده بر روی لودر را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۲: برف‌خور نصب شده روی لودر.

رانندگان این ماشین‌آلات باید از جهت باد و محدودیت دیدی که ترافیک می‌تواند با آن روبرو شود آگاه باشند. آلودگی صوتی، آلودگی هوا و همچنین مصرف زیاد انرژی از معایب استفاده از این ماشین‌آلات است.

ماشین‌های بزرگی با پره‌های هیدرولیکی وجود دارند که مستقیماً برف‌خورها را در دپوهای برف و یخ، هدایت و کنترل می‌کنند. شکل (۶-۴۳) ماشین مجهز به پره‌های هیدرولیکی را در دو حالت نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۳: برف‌خور مجهز به پره‌های هیدرولیکی.

در راه‌های برون‌شهری، برف‌خورهای بزرگ می‌توانند برف را تا مسافت زیادی پرتاب کنند. ترجیحاً جهت پرتاب برف باید کمترین زاویه را با جهت وزش باد داشته باشند. شکل (۶-۴۴) کاربرد برف‌خور را در راه‌های برون‌شهری نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۴: کاربرد برف‌خور در راه‌های برون‌شهری.

در مناطق شهری، برف را به کامیون‌ها منتقل کرده تا آن را در مکانی دیگر تخلیه کنند. در این مورد باید تعدادی کامیون در دسترس باشد تا عملیات برف‌خورها به طور مداوم انجام شده و کارایی عملیات بیشتر شود. شکل (۶-۴۵) کاربرد برف‌خور را در مناطق شهری نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴۵: کاربرد برف‌خور در مناطق شهری.

۶-۱-۱۰. پخش‌کننده مواد شیمیایی مایع

شکل (۶-۴۶) یک پخش‌کننده مواد شیمیایی مایع را نشان می‌دهد. از این وسیله به منظور پخش مایعات ضدیخ قبل از شروع طوفان استفاده می‌شود. همچنین از این وسیله برای پخش مواد یخ‌زدا در حین طوفان نیز استفاده می‌شود.



شکل ۶-۴۶: نمای از یک پخش‌کننده مواد شیمیایی مایع.

- فعالیت‌های پیش از طوفان

- تکمیل لیست کنترل نگهداری پیشگیرانه،
- تنظیم دستگاه به منظور پخش مایع یخ‌زدا،
- شستشوی تانکر برای جلوگیری از آلودگی،
- سرویس موتور یدک،
- شستن پمپ به منظور عملکرد درست آن،
- به کار انداختن تمامی سیستم‌ها جهت اطمینان از عملکرد درست آنها،
- بازرسی تمامی قطعات الکتریکی جهت اطمینان از عملکرد درست آنها،
- به کار انداختن آزمایشی سیستم با آب، به منظور اطمینان از نرخ صحیح پخش مواد مایع.

- فعالیت‌های در حین طوفان

- انجام بازدیدهای محلی در مقاطع زمانی مختلف به منظور شناسایی مشکلات،
- در صورت نیاز تعمیر و برطرف کردن مشکلات به منظور اطمینان از عملکرد صحیح سیستم.

- فعالیت‌های پس از طوفان

- شستشوی سیستم،
- شستن تمام تجهیزات بکار گرفته شده،
- بازرسی قطعات برای اطمینان از عملکرد مناسب آنها قبل از وقوع حادثه بعدی،
- در صورت نیاز، سرویس تجهیزات به منظور آماده‌سازی آنها برای استفاده قبل از وقوع حادثه بعدی.

۶-۱-۱۱. دستگاه پیکاپ عملیاتی

شکل (۶-۴۷) یک دستگاه پیکاپ را نشان می‌دهد. از این ماشین برای پخش کردن مایع ضدیخ قبل از شروع طوفان استفاده می‌شود. علاوه بر این از این وسیله برای پخش

مواد یخزدا در حین طوفان نیز استفاده می شود.



شکل ۶-۴۷: نمایی از یک پیکاپ عملیاتی.

• **فعالیت‌های پیش از طوفان**

- شستشوی پمپ،
- بازرسی تمامی قطعات الکتریکی،
- اجرای آزمایشی سیستم با آب به منظور اطمینان از نرخ پخش مناسب مواد.

• **فعالیت‌های حین طوفان**

- انجام بازدیدهای محلی در مقاطع زمانی مختلف به منظور شناسایی مشکلات،
- در صورت نیاز، برطرف کردن مشکلات به منظور اطمینان از عملکرد درست تجهیزات.

• **فعالیت‌های پس از طوفان**

- شستشوی سیستم،
- شستن تمام تجهیزات بکار گرفته شده،
- کنترل و بازرسی تجهیزات برای آگاهی از عملکرد مناسب آنها قبل از طوفان بعدی،
- در صورت نیاز، سرویس تجهیزات به منظور آماده‌سازی آنها برای طوفان بعدی.

۶-۲. سایر تجهیزات

۶-۲-۱. نگرش کلی

- روش‌های کنش‌گرایانه

برنامه نگهداری زمستانی راه‌ها بر حسب وسعت حوزه عملکردی که باید پوشش داده شود از قسمت‌های متفاوتی تشکیل شده است که هر کدام اهمیت خاص خود را دارند. روش قدیمی (کلاسیک) که در آن پس از بارش برف، برف و یخ موجود در سطح جاده را با هل دادن به کنار جاده منتقل می‌کردند امروزه دیگر پذیرفته نیست.

فناوری تا بحال روش‌های جایگزین متعددی را به منظور تمیز نگهداشتن راه‌ها از برف و یخ در شرایط آب‌وهوایی شدید فراهم آورده است. هزینه‌های نصب و هزینه‌های سالیانه نگهداری، هردو به پیچیدگی نوع سیستم انتخاب‌شده بستگی دارد، در نتیجه به منظور تعیین میزان سوددهی سیستم لازم است سطح سرویس مورد نیاز راه ارزیابی و در نظر گرفته شود.

این فصل تعدادی از روش‌های جایگزین که به صورت موفقیت‌آمیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند را ارائه می‌دهد.

۶-۲-۲. حفاظ‌های برفگیر

- ممانعت از رانش برف به درون راه‌ها

هدف اصلی استفاده از حفاظ برفگیر جلوگیری از رانش برف به درون راه‌ها است. بسیاری از مشکلات و مسایل مربوط به رانش برف در یک مکان و طی سال‌های متمادی رخ می‌دهد. استفاده از حفاظ‌های برفگیر که در نقاط استراتژیک نصب شده‌اند می‌تواند مفید باشد.

- مکان مناسب

اثبات شده است که استفاده از حفاظ‌های برفگیر برای نواحی که میزان ریزش برف در آنها زیاد است، مقرون به صرفه است.

• تنوع و شکل حفاظ‌های برفگیر

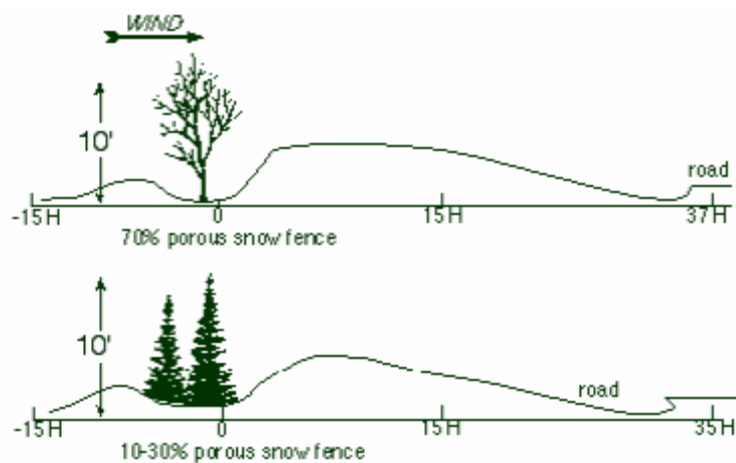
حفاظ‌های برفگیر در انواع و شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند. می‌توان به نوع قدیمی چوبی، از جنس پلی‌پروپیلن با چگالی بالا، و حفاظ‌های برفگیر گیاهی نیز اشاره کرد. در طراحی حفاظ‌های برفگیر گیاهی از درختان، درختچه‌ها یا گیاهان محلی که در کنار جاده یا اطراف محل زندگی یا مزارع رشد می‌کنند، استفاده می‌شود. طراحی صحیح و کاشتن این حصارها در مکان مناسب موجب می‌شود برف قبل از رسیدن به راه، آبراه، مزرعه و محل زندگی در پشت این حفاظ‌های برفگیر انباشته شود و در نتیجه به درون راهها نفوذ نکند.



شکل ۶-۴۹: حفاظ برفگیر چوبی.



شکل ۶-۴۸: حفاظ برفگیر گیاهی.



شکل ۶-۵۰ و ۶-۵۱: تراکم حفاظ برفگیر و فاصله نشست برف از لحاظ کنترل ارتفاع.

همانطور که در شکل (۶-۵۰) و (۶-۵۱) دیده می‌شود هر چه میزان تخلخل حفاظ برفگیر بیشتر باشد فاصله نشست طولانی‌تر خواهد شد.

۶-۲-۳. نقشه‌برداری حرارتی

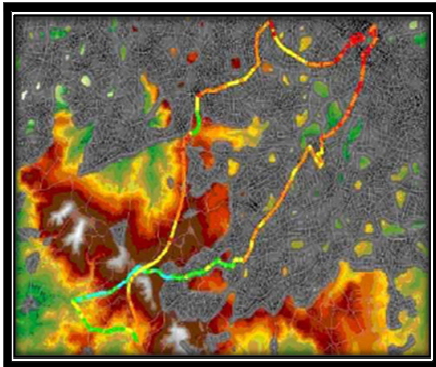
• پیش‌بینی مناطق یخبندان

درون شبکه راه‌ها برخی قسمت‌ها گرم‌تر یا سردتر از سایر قسمت‌ها خواهند بود. با استفاده از نقشه‌برداری حرارتی می‌توان این بخش‌ها را شناسایی نمود و بدین طریق نواحی که احتمال بروز یخبندان در آنها وجود دارد را مشخص کرد. نقشه‌های حرارتی از محیط فیزیکی اطراف نظیر بریدگی‌ها، خاکریزها، حرارت درخت‌ها و ساختمان‌ها و الگوی آب‌وهوایی غالب تأثیر می‌گیرند.

• کاربردهای نقشه‌برداری حرارتی

از نقشه‌برداری حرارتی به راه‌های مختلفی می‌توان بهره‌گرفت که برخی از آنها در زیر آورده شده است:

- شناسایی نقاط مطلوب برای نصب سنسورهای شناسگر یخ،
- برون‌یابی الگوی حرارتی از روی شبکه نقشه حرارتی برای مکان‌های مجاور با فاصله کم،



- کمک به طراحی راه‌های امدادی.
- هدف درازمدت نقشه‌برداری حرارتی تشکیل سیستم پیش‌بینی یخ‌زدگی است که این سیستم تمام بخش نگهداری را پوشش خواهد داد.

شکل ۶-۵۲: نقشه حرارتی.

۶-۲-۴. سیستم‌های ضد یخ و یخ‌زدا

• تعاریف

دو استراتژی کنترل برف و یخ‌زدگی وجود دارد که دارای بیشترین محبوبیت بوده و قابلیت اطمینان خوبی در زمینه استفاده از مواد شیمیایی از خود نشان داده‌اند. استراتژی ضد یخ و استراتژی یخ‌زدا. از ضد یخ‌ها به منظور جلوگیری از شکل‌گیری و گسترش برف و یخ‌زدگی استفاده می‌شود. در حالیکه از یخ‌زداها به منظور شکستن توده برف و یخ شکل‌گرفته و از بین بردن آنها از سطوح راه‌ها استفاده می‌شود. به منظور کسب اطلاعات بیشتر در زمینه این مواد به فصل (۲) مراجعه شود.

• ضد یخ

استفاده از ضد یخ به معنای اقدام پیش‌گیرانه برای جاده قبل از فرا رسیدن آب‌وهوای سرد و طوفان و یخبندان است که هدف از انجام اینکار ممانعت از شکل‌گیری لایه یخ در سطح جاده است. موفقیت‌آمیز بودن طرح استفاده از مواد ضد یخ به عوامل متعددی وابسته است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: زمانبندی دقیق و قضاوت خوب در مورد اینکه چه زمانی و در چه مکانی اقدامات باید شروع شود، پیش‌بینی وضع هوا، سنسورهای موجود در محل، مشاهدات محلی در مورد اینکه طوفان چه زمانی آغاز خواهد شد و شدت آن چقدر خواهد بود.

• منافع

- جلوگیری از شکل‌گیری برف روی سطح جاده باعث می‌شود پاک‌سازی و کنترل آن آسانتر باشد،
- موادی که پیش از بروز طوفان استعمال می‌شوند، شرایط را برای اپراتورها و فعالیت تجهیزات ایمن‌تر می‌سازد،
- کاهش نرخ استفاده از مواد با عملکرد مواد یخ‌زدا،
- نیاز به استفاده از ماسه و سایر مواد ساینده کاهش می‌یابد،

- نیاز به تمیز کردن سطح جاده‌ها از ماسه و سایر مواد ساینده نیز کاهش می‌یابد،
- کاهش اثرات زیست‌محیطی.

• انواع سیستم‌های پخش

سیستم‌های ضدیخ را می‌توان به دو صورت سیستم تریلر پخش‌کننده نصب‌شده بر روی کامیون، که در این وضعیت نواحی وسیعی را می‌توان پوشش داد، یا سیستم پخش‌کننده ثابت (که مشکل مکانیابی وجود دارد)، مورد استفاده قرار داد. در هر دو سیستم از مواد شیمیایی استفاده می‌شود که نقطه انجماد آب را پایین می‌آورند، البته برای نگهداری این مواد تانکر مورد نیاز است. معمولاً از تانکر ۶۰۰۰ گالنی که قابلیت چرخش مواد درون آن وجود دارد استفاده می‌شود. البته با توجه به نوع شرایط از تانکرهایی با ظرفیت‌های دیگر نیز می‌توان استفاده کرد.

• سیستم‌های پخش متحرک

تجهیزات سیستم متحرک برای پخش مواد از تانکر نصب شده روی کامیون به همراه بوم پخش‌کننده و کنترلر برای تنظیم دقیق تشکیل شده است. واحدهای دوگانه پخش مواد ضدیخ و تریلر که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه هستند نیز ساخته شده‌اند. در سیستم‌های دوگانه این چینی، موادی که از آنها به عنوان ضدیخ استفاده می‌شود ممکن است در طول زمان موجب خوردگی شوند که در این صورت لازم است سیستم بین فصول تمیز شود.

• سیستم‌های پخش ثابت

طی سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه سیستم‌های ضدیخ ثابت پدید آمده است. سیستم‌های ثابت در مکان‌های اخذ عوارضی، پل‌های قوس‌دار و شیب‌های تند به عبارت بهتر جاهایی که کنترل وسایل نقلیه بسیار مهم است نصب می‌شوند. مواد مصرفی در این نوع سیستم‌ها مشابه مواد مصرفی در سیستم‌های متحرک است. این نوع سیستم‌ها طراحی و در مکان‌هایی که مسأله‌ساز هستند نصب می‌شوند. سپس

می‌توان آنها را با *RWIS* مرتبط کرده و از آن برای پیش‌بینی شرایط مورد نظر به منظور مقابله با برف و یخ‌زدگی بهره برد. برحسب میزان پیچیدگی تجهیزات *RWIS* می‌توان سیستم را به صورت کنترلی یا خودکار فعال کرد.

• یخ‌زدا

روش یخ‌زدایی روشی است که عموماً در آن از مواد شیمیایی به منظور تسریع ذوب برف پس از ریزش برف یا ذوب یخ پس از شکل‌گیری یخ روی سطح جاده استفاده می‌شود. از مواد شیمیایی مایع همراه با تجهیزات پخش مشابه می‌توان به منظور یخ‌زدایی بهره برد لذا متعاقباً می‌توان این مواد را با اعمال فشار مناسب در توده برف و یخ استفاده کرد. از آنجاکه پخش مواد شیمیایی مایع بر روی توده برف موجب لغزندگی سطح جاده می‌شود باید هنگام استفاده از این مواد جوانب احتیاط را رعایت کرد. استفاده از مواد جامد خشک و مواد جامد از پیش مرطوب شده همزمان با مواد یخ‌زدا روند ذوب شدن توده برف و یخ را تسریع می‌کند در واقع اینکار موجب بهبود روند یخ‌زدایی و کاهش زمان ذوب می‌شود.

۷

مواد

۱-۷. نگرش کلی

هنگامی که تصمیماتی جهت مقابله با وقایع زمستانی لحاظ می‌گردد لازم است، عوامل متعددی در این تصمیم‌گیری در نظر گرفته شود. پرسنل نگهداری زمستانی راهها پس از بررسی و ارزیابی عوامل مرتبط و مؤثر، ترکیبات کاربردی از محصولات را انتخاب می‌کنند. برخی از این عوامل عبارتند از:

- دمای هوا،
- دمای سطح راه،
- میزان رطوبت هوا،
- دمای اشباع (دمای شبنم)،
- در معرض تشعشعات خورشید بودن،
- نوع و نرخ رسوبات،
- پیش‌بینی وضع هوا،
- داده‌های ماهواره‌ای وضع هوا.

ملاحظات کاربردی به صورت مداوم قبل، در حین و بعد از طوفان برف و یخ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نگهداری از راه و نحوه انجام آن در حین تمام مراحل طوفان برف و یخ با توجه به تحلیل دقیقی که از شدت، مدت زمان و نوع رسوب انجام می‌شود، اصلاح می‌گردد.

عملیات استفاده از ضدیخ به منظور ممانعت از شکل‌گیری یا گسترش توده برف و یخ انجام می‌شود. در حالی که عملیات یخ‌زدایی به منظور از بین بردن توده برف و یخ تشکیل شده و موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای پرسنل نگهداری راه‌ها درک کاربردها و محدودیت هر یک از مواد شیمیایی و تکنیک‌هایی که در این فصل تشریح می‌شود، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

۷-۲. قابلیت استفاده مواد شیمیایی جامد

• نیاز به رطوبت قبل از استفاده

استفاده از مواد شیمیایی جامد خشک نظیر ضدیخ‌ها تحت شرایط زیادی می‌تواند مؤثر باشد. نکته قابل توجه این است که این مواد در جایی که رطوبت کافی وجود دارد یا توده‌هایی از برف و یخ روی جاده موجود است کاربردی هستند. وجود رطوبت به دو دلیل ضروری است:

- جلوگیری از هدر رفتن مواد از روی سطح جاده‌ای که خشک است،
 - کمک به حل شدن مواد شیمیایی به منظور مقابله با برف و یخ.
- در آغاز عملیات، استفاده از مواد شیمیایی جامد هنگامی که گروه نگهداری راه به منابع مواد شیمیایی دسترسی داشته و بتوانند به سرعت بعد از اینکه ریزش برف به اندازه کافی انجام شد از مواد شیمیایی استفاده کنند، مؤثر خواهد بود. لازم به ذکر است اینکار باید قبل از چسبیدن یخ به سطح روسازی انجام شود. برای عملیات بعدی، استفاده از مواد شیمیایی جامد معمولاً مؤثر خواهد بود آنهم در زمانی که رطوبت کافی در محیط وجود داشته یا توده برف و یخ در دوره‌های زمانی بعد از طوفان وجود داشته باشد.

چه برای عملیات اولیه و چه برای عملیات بعدی هنگامی که رطوبت کافی یا توده برف و یخ وجود ندارد، احتمال هدر رفتن مواد شیمیایی جامد از سطح جاده بسیار زیاد است. علت هدر رفتن مواد شیمیایی جامد، پراکنده شدن این مواد بر اثر عبور وسایل نقلیه، خصوصاً عبور وسایل نقلیه تجاری با سرعت بالا یا پراکندگی مواد از روی سطح روسازی هنگام پخش آنها است.

۷-۳. قابلیت استفاده از مواد شیمیایی مایع

• زمان مناسب استفاده از مواد شیمیایی مایع

هنگامی که دمای روسازی راه بیشتر از ۵- درجه سانتی‌گراد است استفاده از مواد شیمیایی مایع سودمند خواهد بود و مزایایی در بر خواهد داشت که به شرح زیر است:

- قابلیت استفاده یکنواخت این مواد بر روی روسازی،
- قابلیت قراردادن این مواد بر روی روسازی خشک به عنوان اقدامی پیش از طوفان با هدف جلوگیری از شکل‌گیری توده برف یا یخ.

این بدان معناست که قبل از اینکه برف به اندازه کافی سطح راه را بپوشاند به نحوی که مانع رسیدن مواد شیمیایی به سطح روسازی شود یا قبل از اینکه موجب رقیق شدن مواد شود باید مواد شیمیایی روی سطح راه پخش شوند. در بعضی از موارد بهتر است که برف و برفاب از سطح راه پاک شود که بدین منظور می‌توان از روش‌های مکانیکی قدیمی استفاده کرد.

از مواد شیمیایی مایع حتی در شرایطی که دمای روسازی راه کمتر از ۵- درجه سانتی‌گراد است نیز می‌توان استفاده کرد. بدین منظور ضروری است که به نرخ پیشنهادی کارخانه تولیدکننده برای استفاده از مواد در شرایط مختلف توجه شود. لازم است که میزان تأثیر استفاده از مواد شیمیایی مایع برای دماهای پایین‌تر، برای هر نمونه، جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرد.

۷-۴. قابلیت استفاده از مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده

از پیش مرطوب کردن مواد شیمیایی جامد قبل از پخش کردن آنها، اثر استفاده از این مواد را در بسیاری از موارد افزایش می‌دهد. ماده شیمیایی جامد به منظور حل شدن به انرژی نیاز دارد و ذرات ماده شیمیایی جامد خشک تا زمانی که لایه (نوار) مایع شکل بگیرد به صورت خنثی و بدون واکنش باقی خواهند ماند. چنانچه مواد جامد پیش از استفاده مرطوب شوند روند انحلال سریعتر انجام خواهد شد. این فقط یکی از مزایای استفاده از این نوع مواد است. سایر مزایای آن به ترتیب عبارتند از:

- مواد شیمیایی جامد به صورت یکنواخت‌تری پخش می‌شوند چرا که با از پیش مرطوب‌سازی، هدر رفتن مواد ناشی از پراکندگی یا عبور جریان ترافیک کمتر می‌شود،
- ریزدانه‌های تر بهتر از ریزدانه‌های خشک به سطح جاده می‌چسبند،
- اثر سریعتر و درازمدت‌تری دارند،
- سرعت پخش مواد شیمیایی افزایش می‌یابد،
- در بعضی موارد، سطح جاده سریعتر خشک می‌شود.

نتیجه عملی بکارگیری مواد از پیش مرطوب‌شده صرفه‌جویی در منابع ضروری مورد استفاده برای نگهداری راه است چراکه این روش موجب می‌شود تا با نرخ کمتر کاربری تجهیزات و ماشین‌آلات پخش‌کننده، نواحی بیشتری از راه پوشش داده شود.

۷-۵. پیشنهادهایی برای استفاده از مواد شیمیایی مایع

- از این مواد در طوفان‌های یخ استفاده نکنید

استفاده از مواد شیمیایی مایع هنگام تگرگ یا بارش برفاب، پیشنهاد نمی‌گردد. چرا که در این صورت به مقادیر زیادی از این مواد به منظور حفظ غلظت (تراکم) مؤثر، نیاز است. میزان مورد نیاز، معادل میزان ماده شیمیایی خشکی است که توسط کارخانه تولیدکننده پیشنهاد می‌شود.

- استفاده برای طوفان‌های برف

برای طوفان برف استعمال اولیه ماده شیمیایی را می‌توان به عنوان یک اقدام پیشگیرانه، قبل از طوفان یا به عنوان راهکاری در شروع وقوع طوفان استفاده کرد یعنی بلافاصله پس از آغاز بارش برف یا زمانی که دمای سطح راه تا نزدیکی دمای یخ‌زدگی (انجماد) افت می‌کند.

- ماده پیشگیر

همانطور که بیان شد ماده پیشگیر را می‌توان قبل از طوفان برف استفاده کرد تا زمانی که دمای طوفان برف کمتر از دمای یخ‌زدگی (انجماد) باشد و باران مواد شیمیایی را نشوید.

اصطکاک بیشتر و شرایط روسازی بهتر در اوایل طوفان برف از جمله مزایایی هستند که می‌توان برای مواد پیشگیر برشمرد که البته این مزایا کوتاه‌مدت هستند. مرحله بعدی استفاده از مواد شیمیایی بلافاصله پس از بدتر شدن شرایط طوفان است. مواد پیشگیر موجب صرفه‌جویی زمان در مراحل اولیه طوفان می‌شوند تا مواد شیمیایی پخش شده در مرحله بعدی فرصت یافته و شروع به اثرگذاری کنند.

- ملاحظات در اوایل طوفان برف

در اقداماتی که در اوایل طوفان برف انجام می‌شود، اقدامات باید برای شرایط روسازی خشک، خیس، برفابی ضعیف و کم، یا پوشیده از برف کم انجام شوند. با دیرتر انجام گرفتن این اقدامات بر روی روسازی‌های پوشیده از برفاب یا برف، مواد شیمیایی رقیق می‌شوند که نتیجه آن کاهش میزان کارایی این مواد شیمیایی است.

- جلوگیری از تشکیل یخ سیاه

به منظور ممانعت از شکل‌گیری برفک یا یخ سیاه که به علت سرد شدن تابشی آسفالت، در هوای با رطوبت بالا صورت می‌گیرد، مواد شیمیایی پیش از شکل‌گیری یخ باید استفاده شوند که در این صورت اجزای آبی مواد شیمیایی مصرفی تبخیر شده یا با

عبور ترافیک از بین خواهند رفت و در پایان اینکار موجب می‌گردد در شرایطی که برفک یا یخ سیاه رخ می‌دهد مواد شیمیایی با غلظت بیشتری روی سطح راه باقی بماند.

۶-۷. پیشنهادهایی برای استفاده از مواد شیمیایی جامد خشک

- زمانبندی موضوع مهمی است

زمانبندی مصرف اولیه مواد شیمیایی خشک برای وقایع طوفانی بسیار مهم است. چراکه به منظور جلوگیری از تلفات، باید این مواد بلافاصله پس از اینکه ریزش برف به میزان کافی انجام گرفت روی سطح راه پخش شوند و اینکار باید قبل از اینکه یخ به سطح جاده بچسبد انجام شود.

- از این مواد به عنوان مواد پیشگیر استفاده نکنید

استفاده از مواد شیمیایی جامد خشک بر روی سطح راه خشک پیشنهاد نمی‌گردد و در نتیجه این حالت از مواد شیمیایی نباید به عنوان مواد پیشگیر استفاده شوند.

۷-۷. انواع مواد شیمیایی

- کلرید سدیم^۱، (نمک طعام)

از اوایل قرن نوزدهم از کلرید سدیم، به عنوان یک ماده شیمیایی کنترل یخ بر روی سطح راهها استفاده شده است. این ماده از سه طریق زیر تولید می‌شود:

- سنگ نمک توسط تجهیزات حفاری معدن و تکنیک‌های مربوطه استخراج می‌شود.
- نمک خورشیدی از طریق تبخیر آب دریا تولید می‌شود که ممکن است حاوی ناخالصی‌های بسیار کمی باشد.

1. NaCl

- نمک تبخیری، انحلالی یا مکیده شده که بسیار خالص است و از طریق خشک کردن محلول به دست آمده از تزریق آب به لایه‌های زیرین زمین در شرایط خلاء به دست می‌آید.

• کلرید منیزیم^۱

یکی از موادی که در کنترل یخ مورد استفاده قرار می‌گیرد کلرید منیزیم است. هر چند که این ماده به شکل جامد در دسترس است، در کنترل یخ از حالت مایع آن استفاده می‌شود. کمترین دمایی که کلرید منیزیم می‌تواند برف یا یخ را در آن دما ذوب کند، در حدود ۳۳- درجه سانتیگراد با میزان غلظت ۲۱/۶٪ است. توانایی کلرید منیزیم در ذوب یخ، ۴۰٪ بیشتر از نمک طعام است. لازم به ذکر است که ترکیبات خاصی حاوی ۲۰ تا ۲۵٪ کلرید منیزیم به همراه افزودنی‌های ضد خوردگی وجود دارد. این محلول‌ها یکی از عوامل ذوب یخ هستند که برای درجه حرارت‌های بالاتر از ۷- درجه سانتیگراد کاربردی هستند. با در نظر گرفتن قیمت رقابتی و نقطه انجماد پایین، کلرید منیزیم برای مصارف ضد یخ و یخ‌زدایی بسیار مناسب است. به علاوه کلرید منیزیم دارای اثرات خوردگی کمتر است که باعث می‌شود، این ماده در مقایسه با سایر مواد به بتن و فولاد آسیب کمتری وارد کند. همچنین این ماده در مقایسه با کلرید سدیم و کلرید کلسیم اثرات زیست‌محیطی کمتری دارد.

• استات منیزیم^۲

در حال حاضر فقط یک منبع تجاری برای تهیه استات منیزیم وجود دارد و آن هم واکنش اسید استیک با سنگ آهک دولومیت است. اسید استیک که قیمتی‌ترین جزء ترکیب است از گاز طبیعی یا بنزین و البته مقادیر کمی نیز از تجزیه ضایعات کشاورزی به دست می‌آید. در حال حاضر این ترکیب به صورت پودر یا کلوخه‌ای وجود دارد. هر چند که این

1. $MgCl_2$

2. CMA

ترکیب نظیر کلرید سدیم و کلسیم در آب انحلال‌پذیر نیست، اما از این ماده می‌توان به صورت ماده از پیش مرطوب‌شده یا ماده شیمیایی مستقیم استفاده کرد.

این ماده به شکل جامد به علت تمایل زیاد به جذب آب و سبک بودن ذرات جامد آن، به عنوان مواد شیمیایی یخ‌زدا چندان مؤثر نیست. در حقیقت فایده این ماده آن است که برف را چنان خشک می‌کند که نمی‌تواند فشرده شود.

استات ترکیبی از کلسیم و استات منیزیم است که نسبت ترکیبی بهینه معرفی شده برای آن، نسبت ۳ به ۷ در دمای یوتکتیک حدود ۲۸- درجه سانتیگراد با میزان غلظت ۳۲/۵٪ است. استات برای گیاهان و محصولات کنار جاده‌ای یا آبهای سطحی حساس بسیار مناسب است اما از آنجا که خاصیت خوردگی استات از نمک کمتر است، برای عرشه پل‌ها، پارکینگ‌ها، پیاده‌روها و سطح جاده‌های خاص از استات می‌توان استفاده کرد.

• استات پتاسیم^۱

استات پتاسیم از واکنش شیمیایی اسید استیک با کربنات پتاسیم تولید می‌شود. منابع اسید استیک مشابه منابعی هستند که از آنها استات منیزیم تولید می‌شود.

کربنات پتاسیم یکی از گروه‌های نمک است که اسم تجاری آن پتاس است. کربنات سدیم را با عبور آب از میان خاکستر چوب و سپس جوشاندن آن درون ظرف بزرگ آهنی تولید می‌کنند. ماده‌ای که بدین طریق حاصل می‌شود پتاس نامیده می‌شود.

امروزه کربنات پتاسیم را با استفاده از کلرید پتاسیم - که یکی از نمک‌های خانواده پتاس است - تولید می‌کنند. استات پتاسیم ماده‌ای است سفیدرنگ، کریستالی و پودری شکل که در آب حل شده و دارای طعم نمک است. این ماده در آب و الکل حل می‌شود و محلول‌های حاصل از آن دارای خاصیت قلیایی هستند.

کربنات پتاسیم خشک احتراق‌پذیر است ولی از آن به عنوان یک عامل آبگیر استفاده می‌شود. درجه یوتکتیک استات پتاسیم و محلول آبی آن ۶۰- درجه سانتیگراد با غلظت

1. KAc: $KC_2H_3O_2$

۴۹٪ است. فرم تجاری استات پتاسیم مایع، حاوی درجه غلظت ۵۰٪ است که حاوی بازدارنده خوردگی نیز است. استات پتاسیم مایع به عنوان عامل پیش مرطوب‌کننده با نمک خشک یا مستقیماً به عنوان یک ماده شیمیایی استفاده می‌شود.

• ماسه

اقتصادی‌ترین ماده‌ای که در کنترل برف و یخ استفاده می‌شود ماسه است. یادآوری می‌شود که ماسه باید پس از اتمام عملیات و رفع مشکل، از سطح جاده جمع‌گردد و جاروب کردن آن هزینه‌بر است و دیگر آنکه ماسه می‌تواند به بدنه خودرو یا شیشه جلوی آن آسیب وارد کند.

۷-۸. آزمایش

به منظور اطمینان از کیفیت مواد ضدیخ و یخ‌زدا، مواد قبل از اینکه بکار گرفته شوند لازم است که با توجه به استانداردهای تعریف شده مورد آزمایش قرار گیرند. خصوصیات زیر باید در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گیرند:

- خوردگی،
- درصد مواد سولفاتی،
- درصد مواد جامد و درصد مواد جامد قابل ته‌نشین،
- وزن مخصوص،
- PH.

این آزمایش‌ها با هدف اطمینان از مناسب بودن مواد از لحاظ زیست‌محیطی انجام می‌شود و باید در زمان سفارش مواد خصوصیات مواد نیز ارسال گردد. تمامی مواد باید دارای مدارک زیر باشند:

- برگه داده ایمنی^۱ مواد که به صورت شفاف و بهنگام شده باشد،

- مدرکی مستند از میزان غلظت کلرید منیزیم،
- جدول نرخ مصرف که نرخ پیشنهادی مصرف برای شرایط مختلف بیان می‌کند،
- زمان مجاز نگهداری مواد،
- گزارش تحلیل اصطکاک تمامی محصولات که باید شامل اطلاعات زیر باشد:
 - اطلاعات ثبت شده،
 - تحلیل گرافیکی،
 - اطلاعات کاملی از محصول که عمدتاً شامل اطلاعات مقایسه‌ای نیز می‌شود.

- اطلاعات مربوط به تأثیر دماهای پایین بر نحوه ذخیره‌سازی مواد مایع،
- مدارک شفاف در مورد ذخیره‌سازی صحیح مواد مایع،
- گواهینامه‌ای که نشان می‌دهد کارایی ماده شیمیایی موردنظر با استانداردهای مشخص شده مطابقت دارد.

به محض رسیدن مواد به محل باید یک ناظر در محل حضور داشته و به صورت چشمی محموله مواد را بررسی و کنترل کند تا در صورت مشاهده هرگونه ایرادی در مواد آنها را عودت دهد. به عنوان مثال برای مواد مایع میزان رسوب بیشتر از مقدار تعیین شده پذیرفته نیست. در صورتی که مواد حمل شده به محل، دارای مشکل باشند باید بلافاصله توسط مهندس یا ناظر در محل بازگردانده شوند.

علاوه بر بررسی مواد شیمیایی مایع که باید از خواص آنها اطمینان حاصل شود دو آزمایش دیگر نیز باید انجام شود که عبارتند از: آزمایش گرانروی و آزمایش وزن مخصوص. آزمایش گرانروی میزان غلظت ماده شیمیایی مایع را نشان می‌دهد در حالیکه آزمایش وزن مخصوص، یک آزمایش سریع و آسان به جهت بررسی اولیه مواد است. این دو آزمایش، دو آزمایش ساده و ارزان‌قیمت هستند که تعیین می‌کند آیا مواد رسیده به محل قابل اطمینان هستند یا خیر.

۷-۹. ملاحظات زیست‌محیطی

• اثرات زیست‌محیطی در مقابل منافع آن

هر ساله مطالب زیادی در مورد اثرات زیست‌محیطی مواد شیمیایی ضدیخ و یخ‌زدا بیان و چاپ می‌گردد. در حالیکه مطالب اندکی در مورد منافع که برای کیفیت سفر به همراه دارد بیان می‌شود. واقعیت این است که مواد شیمیایی ضدیخ و یخ‌زدا نقش مهمی در جابجایی ایمن کالا و مردم دارند. زمانی که این مواد بارها و به میزان زیادی استفاده شوند می‌توانند موجب آلودگی آبهای مصرفی شوند. البته توجه شود که میزان خسارتی که وارد می‌شود بستگی به نوع و کاربری آب مصرفی دارد و در ضمن به سیستم زهکشی طراحی شده جهت تخلیه آبهای سطحی نیز وابسته است.

آبهای سطحی به اندازه آبهای زیرزمینی نسبت به مواد شیمیایی حساس نیستند به این دلیل که جریانی که در این آبها وجود دارد باعث می‌شود مواد شیمیایی مایع بلافاصله پس از ورود به آبهای سطحی با آن ترکیب شده و در نتیجه رقیق شوند. مواد شیمیایی از طریق خاک به سفره آب زیرزمینی نفوذ می‌کنند و چون در آبهای زیرزمینی جریان وجود نداشته یا کند است لذا مواد شیمیایی درون این نوع آبها حل نمی‌شوند.

استات منیزیم کلسیم و استات پتاسیم از جمله موادی هستند که کمترین آسیب را به محیط زیست وارد می‌کنند، زیرا این مواد حاوی اسیدهای تجزیه‌پذیر ضعیفی هستند. کلرید سدیم و کلرید کلسیم و کلرید منیزیم موادی هستند که یون‌های آنها بر روی سطح جاده باقی می‌ماند و در نتیجه این یونها نه فقط موجب آلودگی آبهای زیرزمینی می‌شوند بلکه موجب خوردگی سازه‌های پل‌ها و وسایل نقلیه موتوری نیز می‌شوند.

• نوسان اثرات

اثر مواد شیمیایی بر روی آبهای مصرفی با توجه به استفاده کاربردی و ساختار سلامت منطقه‌ای (محلی) تغییر می‌کند. در بعضی از موقعیت‌ها، آبی که میزان غلظت سدیم آن زیاد باشد برای مصرف مناسب است در حالیکه همین آب برای برخی از مصارف صنعتی نامناسب است.

اثرات میزان شوری بالای آب بر روی زندگی ماهی‌ها بر حسب میزان مقاومت گونه‌های ماهی‌ها تغییر می‌کند. بعضی از ماهی‌ها حتی تاب تحمل غلظت (ppm) ۴۰۰ را هم ندارند در حالیکه سایر ماهی‌ها می‌توانند در غلظت‌هایی که بیشتر از غلظت آب دریا یعنی (ppm) ۳۰۰۰۰ دوام آورند. میزان نمک در رواناب‌های سطحی راهها بر حسب میزان مواد شیمیایی مصرف شده و همچنین شدت طوفان‌های بعدی تغییر می‌کند. میزان نمک در رواناب‌های بزرگ حتی به سطح (ppm) ۱۰ هم می‌رسد که این موضوع در نواحی که مواد شیمیایی استفاده نمی‌شود قابل مشاهده است.

مطالعات اخیر بر روی مسیرهای حرکتی (انتقالی) مواد شیمیایی نشان می‌دهد در جاهایی که رواناب سطحی از طریق سیستم زهکشی باز تخلیه می‌شود غلظت مواد شیمیایی یخزدا در قسمت پایین دست راه به میزان قابل توجهی بیشتر از قسمت بالادست جاده است. عموماً مواد شیمیایی با ذرات دیگر ترکیب می‌شوند تا از خورده شدن مواد ممانعت شود. این مواد ممکن است برای زیست ماهی‌ها، حیوانات و انسانها سمی باشند. بازخورندهای خوردگی ممکن است حاوی ترکیبات فسفر باشند که این مواد می‌توانند موجب رشد گیاهان آبی، علف‌های هرز، خزدهای دریایی در دریاچه‌ها شوند.

• مواد شیمیایی در رواناب‌های سطحی راهها منبع اصلی آلودگی کلریدی نیستند

باید به این موضوع توجه شود که مواد شیمیایی موجود در رواناب‌های بزرگ منبع اصلی آلودگی کلریدی نیستند. تخلیه فاضلاب‌ها و رواناب پسماند صنعتی و محصولات کشاورزی نیز دارای غلظت کلرید بالایی هستند که می‌توانند آب دریافتی را تحت تأثیر قرار دهند. باران و برف می‌توانند سالانه ۸۵ الی ۱۰۰ کیلوگرم کلرید را در هر هکتار بجای بگذارند که این اتفاق حتی در غیاب مواد شیمیایی یخزدا نیز اتفاق می‌افتد. نواحی که در امتداد کرانه‌های آبی گسترانیده شده‌اند ممکن است میزان غلظت کلرید بیشتری را مشاهده کنند. به این دلیل که به صورت طبیعی کلرید در آب دریا، آب نمک طبیعی و آب‌های طبیعی که از درون لایه‌های نمکین عبور می‌کنند تشکیل می‌شود. بنابراین مواد یخزدا به عنوان تنها مواد آلاینده مطرح نمی‌باشند.

مواد شیمیایی یخ‌زدا و ضدیخ مایع برای محیط زیست بسیار بهتر از سایر مواد یخ‌زدا و ضدیخ نظیر نمک و ماسه است. علاوه بر این میزان استفاده از ساینده را که به گیاهان کنار جاده لطمه می‌زند نیز کاهش داده است.

۷-۱۰. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی هر یک از مواد

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی هر ماده نشانگر عملکرد آن در شرایط مختلف است که می‌توان بر اساس این ویژگی‌ها، ماده متناسب با شرایط محیطی را انتخاب نمود. در جدول (۷-۱) مشخصات عمومی مواد مورد استفاده در یخ‌زدایی نشان داده شده است.

جدول ۷-۱: مشخصات عمومی نمک‌های کلریدی.

منابع معمول برای تهیه	دمای یونکتیک بهینه (درجه سانتیگراد در درصد غلظت محلول)	نحوه استفاده	فرمول شیمیایی	نوع ماده
استخراج از منابع طبیعی، در معرض آفتاب قرار دادن شورآب‌های طبیعی	-21 @ 23/3%	در استفاده محدود: به حالت جامد؛ در صورت استفاده گسترده: به حالت مایع	NaCl	کلرید سدیم
شورآب چاه‌های طبیعی، استفاده از فرآیندهای شیمیایی	-51 @ 29/8%	معمولاً به صورت آب نمک و گاهی به صورت پودر جامد	CaCl ₂	کلرید کلسیم
در معرض آفتاب قرار دادن شورآب‌های طبیعی، شورآب چاه‌های طبیعی، روش ذوب فلزات	-33 @ 21/6%	معمولاً به صورت آب نمک و گاهی به صورت پودر جامد	MgCl ₂	کلرید منیزیم
از واکنش اسید استیک غلیظ با آهک دولومیتی	-27/5 @ 32/5%	بیشتر به حالت مایع و گاهی به حالت جامد	CMA	استات منیزیم کلسیم
از واکنش اسید استیک غلیظ با هیدرات پتاسیم؛ از این واکنش آب و استات پتاسیم تولید می‌شود	-60 @ 49%	فقط مایع	KA	استات پتاسیم

در جدول (۷-۲) نیز تأثیرات زیست‌محیطی مواد یخ‌زدا نشان داده شده است.

جدول ۷-۲: تأثیر کلی یخ‌زداها بر محیط.

محیط اطراف	کلرید سدیم (NaCl)	استات کلسیم منیزیم (CaMgC ₂ H ₃ O ₂)	شن (SiO ₂)	کلرید کلسیم (CaCl)
خاک‌ها	کلر توسط خاک جذب نمی‌شود، به دانه‌های خاک نمی‌چسبد، ساختار خاک را بهم می‌ریزد و نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد. کلر همچنین می‌تواند ترکیباتی را با فلزات سنگین خاک تشکیل داده و آنها را در محیط آزاد کند.	کلسیم و منیزیم می‌توانند با فلزات سنگین خاک تبادل شوند و آنها را در محیط آزاد کنند.	به تدریج باعث تراکم خاک می‌شود.	کلر توسط خاک جذب نمی‌شود. پتاسیم نیز می‌تواند با فلزات سنگین خاک تبادل کرده و آنها را در محیط آزاد کند و همچنین نفوذپذیری خاک را افزایش دهد.
پوشش گیاهی	پاشش نمک می‌تواند باعث سوختن و قهوه‌ای شدن برگ‌ها گردد یا باعث مرگ گیاهان تازه رسته تا فاصله ۱/۳۰ متری از جاده گردد. از طریق بالا کشیدن کلرید سدیم فشار اسمزی افزایش می‌یابد. گیاهان علفی در تحمل این فشار نسبت به گیاهان چوبی از مقاومت بیشتری برخوردارند.	تأثیرات محدود	می‌تواند بر روی کناره پوشش‌های گیاهی کوتاه جمع شده و باعث افزایش فشار آنها گردد.	مشابه کلرید سدیم.
آب‌های زیرزمینی	کلر و سدیم می‌توانند به سهولت به آب‌های زیرزمینی رسیده و غلظت آنها در مناطق با جریان کم به صورت موقتی در هنگام آب شدن برف در بهار بالا رود. جاهای کم‌عمق در نزدیکی جاده‌ها بیشترین تأثیرپذیری را دارند.	باعث آزاد شدن فلزات سنگین از خاک و وارد شدن آنها در آب‌های زیرزمینی می‌گردد.	بدون تأثیر	مشابه کلرید سدیم. همچنین کلسیم می‌تواند باعث آزاد شدن فلزات سنگین از خاک و وارد شدن آنها در آب‌های زیرزمینی گردد.

جدول ۷-۲: تأثیر کلی یخ‌زدها بر محیط. (ادامه)

محیط اطراف	کلرید سدیم (NaCl)	استات کلسیم منیزیم (CaMgC ₂ H ₃ O ₂)	شن (SiO ₂)	کلرید کلسیم (CaCl)
آب‌های سطحی	می‌تواند باعث تراکم لایه‌بندی در دریاچه‌های کوچک که دارای حوزه آبرگیری کوچک هستند شود، که این مسئله باعث کمبود اکسیژن در کف دریاچه می‌شود.	باعث خالی شدن اکسیژن دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در هنگام پایین آمدن می‌شود.	بدون تأثیر.	مشابه کلرید سدیم.
جانداران آبی	بدون تأثیر در آب‌های روان و وسیع برای مقدار معمول استفاده نمک. در جریان‌های کوچک غلظت‌های آسیب رساننده کلر دریافت می‌شوند. کلر حاصل از کلرید سدیم تا زمانیکه به سطح ppm ۱۰۰۰-۳۶۰۰۰ نرسد خطرناک نیست.	می‌تواند باعث تقلیل اکسیژن شود.	ذرات رسوبی در پایین دست رودها باعث تنزل کیفیت بوم‌زیست آبریان می‌شود.	مشابه کلرید سدیم.
استفاده انسان	باعث سوزش ملایم پوست و چشم. اثرات منفی بر آب آشامیدنی در صورتی که مقدار کلر و سدیم توصیه شده تجاوز نماید.	باعث سوزش ملایم پوست و چشم. کلسیم و منیزیم باعث افزایش سختی آب می‌شوند.	وجود ذرات معلق در هوا می‌تواند باعث مشکلات تنفسی گردد.	اثرات منفی بر آب آشامیدنی در صورتی که مقدار کلر و سدیم از حد توصیه شده تجاوز نماید. کلسیم نیز باعث افزایش سختی آب می‌شود.

برای هر ماده یخ‌زدا دمایی وجود دارد که بالاتر از آن دما، ماده یخ‌زدا مؤثر عمل می‌کند. البته به این معنی نیست که نمی‌توان در زیر این دما از ماده یخ‌زدا استفاده کرد بلکه

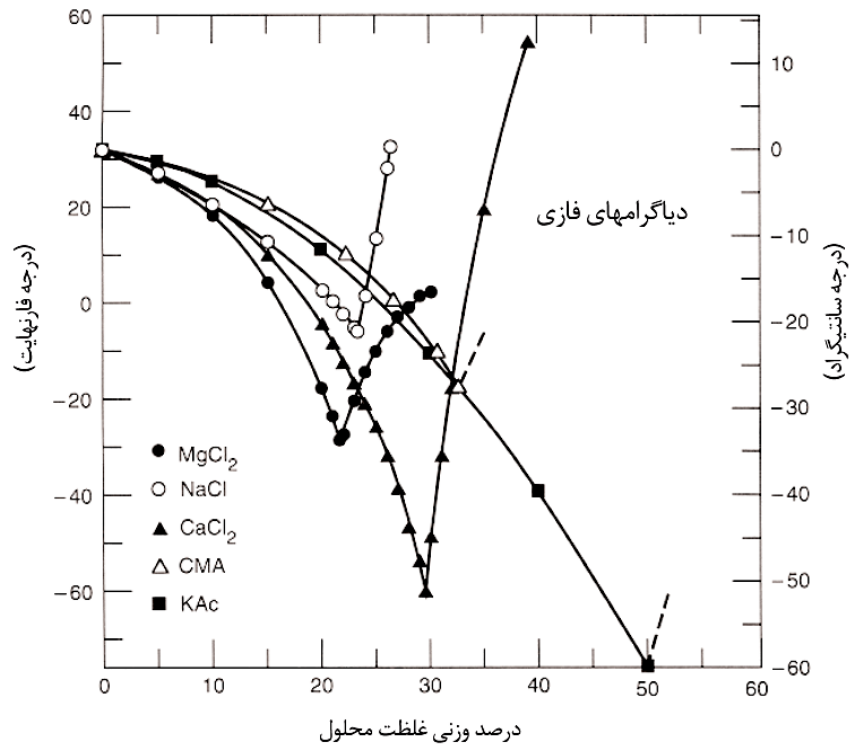
به این معناست که استفاده از یخزدا بهینه نمی‌باشد. در جدول (۳-۷) دمای مؤثر و نقطه انجماد چند ماده یخزدا نشان داده شده است.

جدول ۳-۷: دمای مؤثر مواد یخزدا.

نقطه انجماد (C°)	دمای مؤثر (C°)	ماده یخزدا	
-۲۱	-۹	NaCl	کلرید سدیم
-۵۱	-۲۹	CaCl ₂	کلرید کلسیم
-۳۳	-۱۵	MgCl ₂	کلرید منیزیم
-۶۰	-۲۶	KAc	استات پتاسیم
-۲۷	-۱۷	CMA	استات منیزیم کلسیم
-۱۲	-۴	Urea	اوره

هر ماده شیمیایی که به عنوان ضدیخ استفاده می‌شود یک غلظت بهینه دارد که در آن غلظت نقطه انجماد محلول حداقل می‌گردد. اما نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که با توجه به دمای روسازی چه غلظت‌هایی قابل قبول است. یک ابزار مناسب برای نشان دادن اثر ضدیخ در دما و غلظت‌های متفاوت نمودار فاز است.

در شکل (۱-۷) نمودار فاز مواد مختلف نشان داده شده است. محور عمودی دمای محلول (بر روی سطح راه) را نشان می‌دهد و محور افقی چگالی وزنی محلول را نشان می‌دهد. هر نقطه‌ای روی منحنی‌ها غلظت محلول و دمای مربوط به آن را که محلول در آن شروع به یخ زدن یا سخت شدن می‌کند را نشان می‌دهد. نقطه مینیمم هر منحنی پایین‌ترین دما و غلظتی است که محلول در آن نقطه منجمد یا سخت نخواهد شد.



شکل ۷-۱: نمودار فاز مواد مختلف.

۷-۱۱. نرخ استفاده از هر یک از مواد

در جدول (۷-۴) نرخ استفاده از مواد مختلف در دماهای گوناگون نشان داده شده است. برای هر ماده ستون اول به معنی استفاده به صورت جامد و ستون دوم به معنی استفاده به صورت مایع (در غلظت بهینه) است.

در هنگام استفاده از ماشین‌آلات نمک‌پاش باید به یک نکته خیلی دقت نمود. معمولاً نرخ کاربرد نمک در دستورالعمل‌های مختلف بر حسب کیلوگرم به ازاء هر خط-کیلومتر است اما نرخ‌ی که ماشین‌آلات بر حسب آن نمک را بر سطح جاده می‌پاشند عبارت است از کیلوگرم بر کیلومتر. بنابراین باید هنگام استفاده از ماشین‌آلات نرخ پیشنهادی در راهنما را در تعداد خطوط ضرب نمود تا نرخ پخش توسط نمک‌پاش به دست آید. در جدول (۷-۵) نمونه‌ای از تبدیل نرخ کاربرد به نرخ پخش نشان داده شده است.

جدول ۷-۴: نرخ استفاده از پنج ماده شیمیایی کنترل یخ و برف.

CMA		KAc		MgCl ₂		CaCl ₂		NaCl		دما (درجه سانتیگراد)
%۲۵	%۱۰۰	%۵۰	%۱۰۰	%۲۷	%۵۰	%۲۲	%۹۲	%۲۳	%۱۰۰	
Lit/ L.Km	Kg/ L.Km	Lit/ L.Km	Kg/ L.Km	Lit/ L.Km	Kg/ L.Km	Lit/ L.Km	Kg/ L.Km	Lit/ L.Km	Kg/ L.Km	
۱۶۲	۴۵	۷۱	۴۵	۷۳	۲۵	۷۵	۳۱	۱۰۶	۲۸	-۱۸
۱۶۹	۴۵	۷۳	۴۵	۷۵	۲۶	۷۵	۳۱	۱۰۸	۲۸	-۱۸
۱۶۷	۴۴	۷۱	۴۴	۷۵	۲۶	۷۸	۳۱	۱۱۰	۲۸	-۱۸
۱۷۴	۴۵	۷۳	۴۵	۷۸	۲۷	۷۸	۳۰	۱۱۳	۲۸	-۱۸
۱۸۶	۴۴	۷۳	۴۴	۷۸	۲۶	۸۰	۳۱	۱۱۵	۲۸	-۱۹
۱۹۰	۴۳	۷۳	۴۳	۷۸	۲۶	۸۰	۳۱	۱۲۲	۲۸	-۱۹
۲۰۲	۴۳	۷۳	۴۳	۸۰	۲۵	۸۲	۳۱	۱۲۷	۲۸	-۱۹
۲۲۳	۴۵	۷۸	۴۵	۸۵	۲۷	۸۰	۲۹	۱۳۲	۲۸	-۲۰
۲۵۴	۴۷	۸۲	۴۷	۸۲	۲۸	۸۰	۲۹	۱۳۴	۲۸	-۲۰
۲۶۸	۴۷	۸۲	۴۷	۹۶	۲۹	۸۹	۳۰	۱۴۳	۲۸	-۲۰
۲۷۵	۴۶	۸۲	۴۶	۹۶	۲۹	۹۶	۳۲	۱۴۶	۲۸	-۲۱
۲۸۴	۴۵	۸۲	۴۵	۹۹	۲۹	۹۶	۳۱	۱۵۳	۲۸	-۲۱
۲۹۴	۴۴	۸۲	۴۴	۹۹	۲۸	۹۴	۳۰	۱۶۰	۲۸	-۲۱
۳۰۳	۴۲	۸۰	۴۲	۹۹	۲۸	۹۹	۳۰	۱۶۵	۲۸	-۲۲
۴۰۰	۴۰	۸۰	۴۰	۱۰۳	۲۷	۱۰۳	۲۹	۲۱۲	۲۸	-۲۳
۶۲۳	۳۹	۸۲	۳۹	۱۱۰	۲۷	۱۱۵	۲۸	۲۸۲	۲۸	-۲۵
۱۴۸۱	۳۹	۸۷	۳۹	۱۲۰	۲۷	۱۳۴	۲۹	۳۸۸	۲۸	-۲۶

جدول ۷-۵: مثالی از تبدیل نرخ کاربرد پیشنهادی در راهنما به نرخ پخش ماشین نمک پاش.

نرخ کاربرد پیشنهادی در راهنما			نرخ پخش (کیلوگرم بر کیلومتر)
تعداد خطوط			
۳	۲	۱	
۹	۱۴	۲۸	۲۸
۲۸	۲۸	۵۶	۵۶
۳۷	۴۷	۸۴	۸۴
۴۷	۵۶	۱۱۲	۱۱۲

۱۲-۷. اولویت‌بندی راه‌ها

اینکه عملیات برف‌روبی و یخ‌زدایی در چه زمانی شروع شود بستگی به اهمیت جاده دارد. اهمیت جاده معمولاً از روی حجم عبوری آن معلوم می‌شود. همچنین باید عملیات در یک بازه زمانی قابل قبول به اتمام برسد. در جدول (۶-۷) این موارد نشان داده شده است.

جدول ۶-۷: سطوح خدمات‌رسانی راه‌های آسفالت‌ه برون شهری در فصل زمستان.

رتبه‌بندی راه براساس حجم عبوری	متوسط سالیانه ترافیک روزانه (AADT)	حداکثر زمان مجاز برای عکس‌العمل گروه عملیات* (ساعت)	حداکثر زمان مجاز صرف شده برای تأمین شرایط بهینه رانندگی در وضعیت زمستانی راه** (ساعت)	مدت زمان قابل قبول برای عکس‌العمل تیم عملیات (ساعت)
A	>۱۵۰۰۰	۲	۶	۱
B	۷۰۰۰-۱۵۰۰۰	۴	۶	۱
C	۵۰۰۰-۷۰۰۰	۴	۸	۲
D	۲۰۰۰-۵۰۰۰	۴	۸	۲
E	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۶	۱۲	۳
F	۵۰۰-۱۰۰۰	۸	۱۲	۳
G	۱۰۰-۵۰۰	۱۲	۱۸	۴
H	<۱۰۰	۱۶	۲۴	۵

* حداکثر زمان مجاز برای عکس‌العمل گروه عملیات که تجهیزات شروع به کار کنند عبارت است از مدت زمان لازم برای انباشتگی برف به ضخامت ۳ سانتیمتر. این مقدار حداکثر زمان برای پاسخگویی به یک طوفان زمستانی متوسط را نشان می‌دهد. عموماً تجهیزات در طول طوفان شروع به کار کرده و جاده قبل از زمان مقرر پاکسازی می‌شود. لازم به توضیح است که یک طوفان برف زمستانی متوسط با شرایطی از قرار:

- ◀ بارش برف از ۳ تا ۸ سانتیمتر،
- ◀ دمای هوا کمتر از ۱۰- درجه سانتیگراد،
- ◀ سرعت باد کمتر از ۱۵ کیلومتر در ساعت،
- ◀ یخ‌زدگی سطح جاده تعریف می‌شود.

** شرایط بهینه برای رانندگی در زمستان هنگامی وجود دارد که برف و یخ از خطوط عبوری پاکسازی شود و شلاب از قسمت مرکزی و کناره‌ها پاک شده باشد. نوارهای باریکی از برف یا یخ ممکن است در میان مسیرهای عبور یا مرکز به جا ماند که قابل قبول است.

• جمع‌آوری ساینده‌ها (شن و ماسه)

در صورت امکان توصیه می‌شود تا مواد ساینده پس از اتمام عملیات از سطح راه جمع‌آوری شوند. این موضوع از ورود این مواد به سیستم زهکشی آبهای سطحی و همچنین آلودگی هوا جلوگیری کرده و از خطرات احتمالی ناشی از پرتاب ساینده‌ها به اطراف پیشگیری می‌کند.

۷-۱۳. ذخیره‌سازی مواد

در این بخش به بررسی ذخیره‌سازی مواد کنترل یخ و برف پرداخته می‌شود. مواردی نظیر شرایط انبار، ایمنی، هزینه و ... مورد بررسی قرار می‌گیرند.

• محل ذخیره‌سازی

۶ مورد در انتخاب مکان ذخیره‌سازی حائز اهمیت است: امنیت، قابلیت دسترسی، مطابقت با قانون، پاکیزگی، ملاحظات اقتصادی و شرایط زهکشی.

نیمی از این ۶ مورد جوانب محیطی اطراف راه را در نظر می‌گیرند. مکان‌های ذخیره‌سازی باید طوری انتخاب شوند که حداقل آسیب را به محیط اطراف وارد کرده و سروصدایی برای همسایگان نداشته باشند.

سایر موارد در این راهنما درباره ترافیک کامیون‌های حامل مواد به و از جاده می‌باشد. این کامیون‌ها بیشترین ترافیک را باعث می‌شوند. گاهی نیز بخشی از ترافیک ناشی از عبور و مرور یدک‌کش‌های حامل مواد مهار یخ و برف از سوی تولیدکنندگان یا فروشندگان می‌باشد. بنابراین، ترافیک کامیون‌ها در ورودی محوطه و در مجاورت محل انبار مواد باید به خوبی بررسی، نظارت و قانون‌گذاری شود تا امنیت محل ذخیره‌سازی حفظ گردد. انبار مواد باید جایی قرار گیرد که فضای کافی برای مانور کامیون‌های یدک‌کش بزرگ وجود داشته باشد. برخی ادارات تعمیر و نگهداری محوطه‌های ذخیره‌سازی خود را طوری طراحی کرده‌اند که حمل عمده مواد مهار برف و یخ‌زدگی به

صورت ریلی صورت گیرد. در یکی از محوطه‌های ذخیره‌سازی در ویسکانسین، هزینه حمل نمک از طریق ریل یک سوم هزینه حمل آن با کامیون تخمین زده شده است. علاوه بر این موارد، محل ذخیره‌سازی باید از شرایط زیر برخوردار باشد:

- ایمنی

همیشه تأمین ایمنی کارکنان باید مد نظر باشد. متصدیان ماشین‌آلات به فضایی که قابلیت دید را در تمام جهات افزایش دهد، نیاز دارند. راه‌های دسترسی نباید مستقیماً به مسیرهایی با ترافیک سنگین باز شوند. باید اطمینان حاصل کرد که ناحیه مورد نظر ایمن است، این ناحیه باید ترجیحاً دارای حفاظ باشد تا افراد غیرمجاز وارد آن نشوند. ممکن است دپوی نمک، توجه کودکان را به خود جلب کند، این موضوع می‌تواند برای آنها خطرناک باشد. همچنین باید ناحیه را طوری ایمن کرد که محیط زیست اطراف نیز مصون بماند.

- محیط اطراف

انبارها و تجهیزات ذخیره‌سازی، به خصوص در نواحی مسکونی، در صورت امکان باید با محیط اطراف هماهنگ شوند. این انبارها و تجهیزات باید به خوبی نگهداری شوند، چرا که در غیر این صورت باعث آلودگی محیط و از بین رفتن یا اتلاف مواد می‌گردند و در نتیجه ممکن است مواد خارجی به داخل شن و نمک‌پاش‌ها وارد شوند.

- صرفه‌جویی اقتصادی

محل احداث انبارهای ذخیره‌سازی در طول راه‌ها طوری انتخاب و طبقه‌بندی شود که کامیون‌ها مجبور نشوند برای بارگیری مجدد مسافت زیادی را بپیمایند. این عامل موجب کاهش هزینه‌ها شده و عملیات پخش مواد را سرعت می‌بخشد.

• تعداد مکان‌های ذخیره‌سازی

تعداد محوطه‌های ذخیره‌سازی مواد در یک جاده با توجه به ملاحظات زیر تعیین

می‌گردد:

- حداکثر زمان چرخه مجاز برای عملیات پخش مواد،

- سطح خدمت مورد نیاز راه،
- عملیات ویژه جهت پل‌ها، تونل‌ها و تقاطع‌ها،
- ظرفیت ماشین‌های پخش‌کننده،
- فضای در دسترس برای احداث انبار،
- روش و فناوری جدید.

تعداد و موقعیت جغرافیایی این انبارهای ذخیره جهت هماهنگی با روش و فناوری جدید مانند جلوگیری از یخ‌زدگی، باید در دوره‌های مختلف مورد بازبینی قرار گیرد. برای مثال این امکان وجود دارد که تعداد نقاط مورد نیاز ذخیره‌سازی مواد از طریق انجام اقدامات برای جلوگیری از یخ‌زدگی کاهش یابد.

• بارگیری مواد

بارگیری مواد در کامیون‌ها باید طوری صورت گیرد که از سررفتن آنها در محیط اطراف جلوگیری شود. سطح زیر ماشین حامل باید غیرقابل نفوذ و به راحتی پاکسازی باشد. یک سیستم محدودکننده باید حول محدوده بارگیری کامیون‌ها وجود داشته باشد تا از پخش شورآب‌ها به دلیل بار زدن مواد شیمیایی جلوگیری کند.

اداره فدرال جاده‌های کشور سوئیس ذخیره نمک در سیلوها را پیشنهاد می‌کند. استفاده از این سیلوها باعث تسریع امر بارگیری ماشین‌های پخش‌کننده می‌شود چرا که چندین کامیون در یک زمان بارگیری شده و رانندگان می‌توانند بدون وجود تجهیزات یا کمک اضافی بارگیری نمایند. چنین سیستمی همچنین بروز خطراتی مانند سررفتن مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد. در شکل (۷-۲) نمونه‌ای از این سیلوها نشان داده شده است.

خطرات احتمالی و بالقوه زیادی در بارگیری مواد در ماشین‌های پخش‌کننده وجود دارد. موارد زیر راهنمای کلی است که باید در زمان کار در منطقه بارگیری مد نظر قرار گیرد:

- بارگیری در حالی که ماشین روی سطح تراز قرار گرفته است صورت پذیرد،
- از بارگیری بیش از اندازه کامیون پرهیز شود،

- بارگیری و توزیع بار به طور یکنواخت صورت گیرد،
- مواد نباید با استفاده از بیل مکانیکی به کامیون پرت شوند،
- جلوگیری از برخورد کامیون با لودر یا بیل مکانیکی،
- هرگز وسیله نقلیه بارگیر بدون مراقب رها نشود،
- در نظر گرفتن قوانین در زمان بارگیری،
- بیل مکانیکی در پایین‌ترین حالت ممکن قرار گیرد،
- هیچکس مجاز به حضور روی دستگاه در حین بارگیری نمی‌باشد،
- از سرریز شدن مواد جلوگیری شود،
- پس از اتمام عملیات بارگیری، محل پاکسازی شود،
- از چسبیدن مواد روی لبه‌ها، جلو یا عقب ماشین پخش‌کننده خودداری شود.



شکل ۷-۲: سیلوهای مخصوص نگهداری مواد جهت تسهیل در بارگیری.

• نظارت بر موجودی مواد

در عمل شن‌های مناسب فصل زمستان باید قبل از شروع زمستان در محل مناسب قرار گیرند. موادی که در خلال زمستان ترکیب می‌شوند بالطبع بر اثر رطوبت فصل زمستان دارای رطوبت بیشتری بوده و مشکلات حمل و نقل و کاربرد بیشتری نسبت به ترکیبات آماده شده قبل از فصل زمستان به همراه خواهد داشت. تحقیقات کشور سوئیس همچنین نشان‌دهنده این است که ساینده‌هایی که مدت زمان بیشتری نگهداری شده‌اند (جایی که مواد شیمیایی موقعیت حل شدن و پوشش دادن ذره‌های شن را پیدا می‌کنند) از نظر شکنندگی و دوام مؤثرتر هستند.

ارایه گزارش‌های دقیق و به موقع از مواد مورد استفاده در جاده‌ها جهت کنترل موجودی مواد بسیار حائز اهمیت است. این گزارش‌ها باید جهت تحلیل و کمک به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در یک پایگاه اطلاعاتی رایانه‌ای وارد شوند.

بسیاری از ادارات کل راه و ترابری استانی برای حفظ گزارش‌ها، از یک پایگاه اطلاعاتی استفاده می‌کنند. داده‌های نمونه‌ای که گزارش شده و ثبت می‌شوند عبارتند: از تاریخ، شماره مسیر، نوع و اندازه مواد مورد استفاده و موقعیت انبار، نوع طوفان و مقدار بارش. این اطلاعات حداقل باید به طور هفتگی وارد پایگاه اطلاعاتی رایانه‌ای شود. برخی ادارات گزارش‌ها را به طور دستی ثبت می‌کنند در حالی که برخی دیگر به سمت سیستم خودکار روی آورده‌اند. سیستم‌های مختلفی برای تخمین و محاسبه مقدار مواد استفاده شده به کار می‌روند که عبارتند از:

- بیل‌های مکانیکی و لودرهایی با حجم معین،
- قیف‌ها و کامیون‌هایی با حجم معین،
- عقربه‌دار بودن میل لنگ حرکت انتقالی در ماشین پخش‌کننده یا میل لنگ برای باز شدن دروازه‌ها در هنگام ورود مواد.

سیستم‌های کنترل ماشین‌های پخش‌کننده ساینده‌ها یا مواد شیمیایی جامد، امکان واقع‌نگاری و ثبت مسیر وسیله‌نقلیه را دارند و در حال حاضر مورد استفاده و در دسترس

هستند. این گزارش‌های ثبت شده قابلیت انتقال هفتگی از یک کارت هوشمند به داخل رایانه شخصی را دارند. این سیستم اشکالات و خطاهای ناشی از ثبت دستی اطلاعات را کاهش می‌دهد. سیستم‌های جدیدتر کنترل ماشین‌های پخش‌کننده مواد همچنین مجهز به سیستم‌های موقعیت‌یابی جهانی (GPS) هستند که امکان ارتباط فعالیت‌های ماشین‌ها را در مناطق مختلف ایجاد می‌کند. این تجهیزات تا حدی امکان اطلاع از وقایع و مکان آنها را فراهم می‌آورند. سیستم‌های کنترل موجودی اتوماتیک و خودکار نیز در آینده نه چندان دور در کنار GPS و سیستمی شامل اطلاعات جغرافیایی و شبکه راه‌ها و موقعیت انبار مواد به ماشین‌های پخش‌کننده مواد اضافه خواهند شد.

• ملاحظات ویژه مربوط به مواد و مصالح خاص

با توجه به اینکه نمک هنوز هم بیشترین استفاده را در نگهداری زمستانی راه‌ها بر عهده دارد در این قسمت توضیحات ویژه‌ای پیرامون ذخیره‌سازی نمک ارائه می‌گردد.

نمک ماده یخ‌زدای ایده‌آلی است زیرا:

- به راحتی در دسترس می‌باشد،
- ارزان است،
- ذخیره‌سازی و جابجایی آن آسان است،
- پخش آن راحت می‌باشد،
- غیر سمی است و اثر مخرب بر روی پوست بدن و لباس ندارد،
- و اگر به نحو صحیحی ذخیره‌سازی و استفاده شود، نسبت به محیط‌زیست نیز بی‌ضرر می‌باشد.

نمک، صرف نظر از اینکه چه مدت است ذخیره شده یا چقدر از عمر آن می‌گذرد، هرگز قدرت ذوب خود را از دست نمی‌دهد. هر ساله هزاران تن نمک ذخیره و منتقل می‌شود تا در سال آینده استفاده شود. نمک در هنگام مصرف به گونه‌ای است که بنظر می‌رسد تازه تولید یا استخراج شده است. اگر نمک به درستی ذخیره شود، رطوبت هوا هیچگونه ضرری به آن وارد نمی‌سازد. نمک تا زمانی که درجه رطوبت هوا به ۷۵٪ نرسد،

رطوبت را به خود جذب نمی‌کند. رطوبتی که جذب می‌شود بعداً تبخیر می‌شود، اما ممکن است پوسته نازکی روی سطح دپو ایجاد شود که آن هم به راحتی از بین می‌رود. تسهیلات ذخیره‌سازی مناسب با ظرفیت کافی می‌تواند در تضمین وجود نمک کافی در مواقع نیاز برای حفظ سطح خدمت راهها در عملیات راهداری زمستانی، به منظور ایمنی تردد استفاده‌کنندگان از راه و روانی ترافیک نقش مهمی داشته باشد. با توجه به ضرورت بکارگیری نمک باید ذخیره‌سازی آن به صورت صحیح و در انبارهای سرپوشیده انجام شود تا نمک را از محیط طبیعی دور نگه داشته و از آلوده نمودن محیط زیست خودداری شود. ذخیره‌سازی صحیح به همراه تمهیدات مناسبی که در اطراف محوطه ذخیره‌سازی به کار گرفته می‌شود، مؤثر خواهد بود.

به هر حال، نمک می‌تواند توسط باران یا جریان آب شسته شده و از بین برود. دپوی ذخیره‌سازی نمک چه در حجم اندک یا انبوه، هرگز نباید در فضای باز و در معرض برف و باران قرار بگیرد. ذخیره‌سازی مسقف و دائمی برای حفاظت از نمک بهترین تسهیلات به شمار می‌رود. اگر دستیابی به این امکانات ممکن نباشد، دپوهای خارج از انبارهای سرپوشیده باید روی بسترهای نشسته‌ناپذیر که از مواد پوششی موقتی، مانند برزنت، پلی‌اتیلن، پلی‌اورتان، پلی‌پروپیلن، یا بسترهایی که با قیر و آسفالت ایزوله ساخته شده‌اند، نگهداری شوند.

نمک ذاتاً رطوبت جذب می‌کند لذا در هنگام انبارداری و وقتی به صورت دپو قرار گرفته باشد، ممکن است دچار چسبندگی شود. این عامل باعث ایجاد توده‌های سخت در دپوی نمک می‌شود که پس از بارگیری در کامیون‌های شن‌پاش، در سیستم شن‌پاش‌های معمولی گیر کرده و حرکت نمی‌کنند. افزودنی‌های متعددی وجود دارند که به عنوان عوامل ضد چسبندگی استفاده می‌شوند. رایج‌ترین این مواد، فروسیانید سدیم و دیگری فروسیانید آهن می‌باشد که به عنوان یک ماده آبی پُررنگ نیز شناخته می‌شود. این مواد معمولاً به مقدار ۲۰ تا ۱۰۰ (PPM) (یک ذره در میلیون) افزوده می‌شوند. اداره غذا و دارو (Food & Drug Administration) این مواد را به عنوان یک افزودنی ضد چسبندگی

برای نمک خوراکی معرفی کرده است. این ماده در جوهر چاپ آبی‌رنگ استفاده می‌شود. هر دو این مواد برای حیات گیاهان و حیوانات غیرسمی می‌باشند.

پوشاندن دپوهای نمک برای جلوگیری از اثرات سوء زیست‌محیطی و زیان‌آور، امری ضروری است. همچنین فاضلاب‌ها نیز باید به درستی کنترل و از محدوده نگهداری نمک دور شوند.

ممکن است انبارهای سرپوشیده ذخیره‌سازی نمک در بدو امر گران به نظر برسند اما هزینه آن در درازمدت و در مقایسه با هزینه‌های تحمیلی ناشی از نگهداری و دپوی نمک در فضای باز، کمتر است. نمک باید در یک محوطه مسقف ذخیره شود تا:

- از تشکیل توده‌های نمک به صورت کلوخ که جابجایی آنها توسط لودر مشکل است جلوگیری شود،
- به راحتی در شن‌پاش‌ها قابل استفاده باشد،
- از آلودگی نهرها، چاه‌ها یا سفره‌های آب زیرزمینی (در اثر پخش نمک) جلوگیری شود،
- از ورود نمک به صورت محلول در فاضلاب‌ها و جاری شدن در محیط جلوگیری شود.

با ذخیره‌سازی نمک در محیط سرپوشیده، چسبیدگی دانه‌های نمک، شسته شدن و پوسته پوسته شدن آن به حداقل ممکن می‌رسد. با این کار دیگر ضرورت ندارد برای رهایی از تکه‌های بزرگ در نمک آن را مجدداً آسیاب نمود. بعضی از ادارات راه‌وترابری دارای آسیاب (کوبیت) می‌باشند؛ با این وجود، آسیاب‌ها همیشه به راحتی در دسترس نبوده و گران‌قیمت هستند.

ذخیره‌سازی مناسب، تضمین‌کننده وجود نمک برای مقابله با طوفان‌های زمستانی و حمل بدون مشکل آن در طول ماه‌های زمستان به محل مصرف می‌باشد. از جدول (۷-۷) برای تخمین مقدار تقریبی نمک مورد نیاز برای راه‌های حوزه استحفاظی می‌توان استفاده کرد.

جدول ۷-۷: برآورد میزان نمک مورد نیاز (بر حسب تن).

(بر اساس ۴ مرتبه نمک‌پاشی در طی هر بارش و هر بار به میزان ۱۵۰ کیلوگرم برای هر کیلومتر جاده دو خطه)							
طول جاده دو خطه به کیلومتر (با استاندارد سطح روبه عاری از یخ و برف)							تعداد بارش‌ها
۷۰۰Km	۶۰۰Km	۵۰۰Km	۴۰۰Km	۳۰۰Km	۲۰۰Km	۱۰۰Km	
۱۶۸۰	۱۴۴۰	۱۲۰۰	۹۶۰	۷۲۰	۴۸۰	۲۴۰	۴
۲۵۲۰	۲۱۶۰	۱۸۰۰	۱۴۴۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۳۶۰	۶
۳۳۶۰	۲۸۸۰	۲۴۰۰	۱۹۲۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۴۸۰	۸
۴۲۰۰	۳۶۰۰	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۶۰۰	۱۰
۵۰۴۰	۴۳۲۰	۳۶۰۰	۲۸۸۰	۲۱۶۰	۱۴۴۰	۷۲۰	۱۲
۵۸۸۰	۵۰۴۰	۴۲۰۰	۳۳۶۰	۲۵۲۰	۱۶۸۰	۸۴۰	۱۴
۶۷۲۰	۵۷۶۰	۴۸۰۰	۳۸۴۰	۲۸۸۰	۱۹۲۰	۹۶۰	۱۶
۷۵۶۰	۶۴۸۰	۵۴۰۰	۴۳۲۰	۳۲۴۰	۲۱۶۰	۱۰۸۰	۱۸
۸۴۰۰	۷۲۰۰	۶۰۰۰	۴۸۰۰	۳۶۰۰	۲۴۰۰	۱۲۰۰	۲۰

توجه: حداقل نمک انبار شده باید نصف مقدار نمک مورد نیاز سالانه باشد. این جدول بر اساس ۴ بار نمک‌پاشی در طی هر بارش و هر بار به میزان ۱۵۰ کیلوگرم نمک تنظیم شده است (برای هر بارش جمعاً ۶۰۰ کیلوگرم نمک در یک کیلومتر جاده دو خطه)

توجه: این اعداد میانگین ارقام بوده و جنبه برآورد دارد، چرا که در بعضی از شرایط و برای برخی از سطوح، باید چندین بار نمک‌پاشی نمود. منظور از طول جاده، طول منطقه برفگیر محور می‌باشد که نیاز به برف‌روبی و نمک‌پاشی دارد.

• نحوه ذخیره‌سازی نمک در انبار

رایج‌ترین روش پر کردن داخل انبار ذخیره‌سازی، تخلیه مستقیم نمک داخل انبار یا تخلیه در جلوی انبار و هل دادن آن به داخل انبار به وسیله لودر می‌باشد. گاهی اوقات از تسمه نقاله به خصوص مدل‌های جدید و پرسرعت آن، استفاده می‌شود.

- تغییرات مجاز

در صورت نمونه‌برداری از کلرید سدیمی که به خریدار تحویل داده شده است، محدوده تغییرات مقادیری که در بالا ذکر شد باید به صورت زیر باشد:

- دانه‌بندی $\pm 5/0\%$ در هر اندازه الک، به جز $12/5$ میلی‌متری و $9/5$ میلی‌متری برای درجه ۱ و $19/0$ میلی‌متر برای درجه ۲.
- ترکیب شیمیایی $\pm 5/0\%$.

- نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از دپو به طور اتفاقی، نباید کمتر از ۳ بار انجام شود. هر نمونه باید با کنار زدن لایه رویی مواد و رسیدن به عمق ۲۵ میلی‌متری (۱ اینچی) و برداشتن ۵۰۰ گرم (تقریباً ۱ پوند) کلرید سدیم تا عمق حداقل ۱۵۰ میلی‌متری (۶ اینچ) انجام شود. نمونه‌برداری باید با وسیله مخصوص نمونه‌برداری انجام شود. تمام نمونه‌ها باید کاملاً مخلوط شوند تا ترکیب نمونه‌ای از کل دپو به دست بیاید.

- ملاحظات ویژه مربوط به ذخیره و انبار کردن به صورت فله و با حجم بالا

مواد شیمیایی را می‌توان در هر دو صورت مایع و جامد ذخیره کرد. ساینده‌ها عموماً به طور فله‌ای نگهداری می‌شوند در حالی که مواد شیمیایی جامد در کیسه‌ها یا محفظه‌های خاص ذخیره می‌شوند. مواد شیمیایی مایع نیز در مخزن‌های مخصوص نگهداری می‌شوند. در زیر به بررسی شرایط لازم جهت نگهداری و ذخیره ساینده‌ها، مواد شیمیایی جامد در کیسه‌ها، مواد شیمیایی جامد به طور فله پرداخته می‌شود.

جهت جلوگیری از یخ‌زدن ساینده‌ها در انبار، روان بودن در ماشین پخش‌کننده و کمک به ماندگاری آنها در سطح جاده، ساینده‌ها به همراه نمک نگهداری می‌شوند. عموماً ساینده‌های مورد استفاده یا به اصطلاح شن و ماسه زمستانی، با داشتن ۳٪ تا ۵٪ نمک شرایط روانی در هنگام پخش را دارا هستند. حتی در سردترین مناطق درصد نمک ساینده‌ها لازم نیست که از ۱۰٪ بیشتر شود.

در طول فصل زمستان، شن معمولاً در محیط باز و روی یک لایه رطوبت‌ناپذیر و تا حد امکان پوشیده شده نگهداری می‌شود. پس از اتمام فصل زمستان بازمانده‌های شن زمستانی باید دوباره جمع و ذخیره شود. مواد شیمیایی فله‌ای باید در اولین اولویت ذخیره‌سازی در محل سرپوشیده قرار گیرند. هر مقدار شنی که نمی‌توان در محیط سرپوشیده ذخیره کرد باید روی یک لایه با پوشش ضد رطوبت نگهداری شود.

مواد شیمیایی جامد باید در یک فضای سرپوشیده و زیر یک پوشش ضد رطوبت، ترجیحاً روی یک لایه رطوبت‌ناپذیر نگهداری شود. مواد شیمیایی در مواجهه با آب و رطوبت باعث تولید مایعی می‌شوند که به منابع آبی و آبخیزها نفوذ نموده و آنها را آلوده می‌کند. همچنین باعث ایجاد یک پوسته خارجی می‌شود که باید دور ریخته شود یا دوباره در فرآیند تولید قرار گیرد.

مواد شیمیایی که در کیسه‌ها حمل می‌شوند باید در فضای خشک و ترجیحاً سرپوشیده ذخیره شوند. ذخیره مواد بیش از یکسال توصیه نمی‌شود. ذخیره‌سازی باید طوری انجام شود که کیسه‌های قدیمی‌تر زودتر استفاده شوند. گاهی ذخیره کیسه‌ها در محیط‌های روباز نیز مجاز است در این صورت کیسه‌ها باید روی سطحی با پوشش ضد رطوبت و بسته‌بندی مناسب نگهداری شوند. مراقبت ویژه‌ای در مورد ذخیره هر نوع ماده شیمیایی نمگیر مانند کلرید کلسیم ضروریست چرا که این مواد رطوبت را جذب کرده و باعث خوردگی و زنگ‌زدگی سطوح فلزی بدون پوشش می‌شوند.

برخی از مشکلات محیطی مربوط به مواد شیمیایی جامد از ذخیره غیراصولی مواد شیمیایی فله‌ای ناشی شده‌اند. از آنجا که ادارات کل راه و ترابری استانی باید مواد شیمیایی کافی برای پوشش دادن نیازهای احتمالی فصل زمستان داشته باشند، ذخیره فله‌ای مواد شیمیایی ضروری می‌باشد. از خطرات بالقوه ذخیره غیراصولی مواد شیمیایی به صورت فله‌ای می‌توان به جاری شدن شورآب بر اثر بارش و در نتیجه نفوذ در منابع آبی و آبخیزها و صدمه به پوشش گیاهی اشاره کرد. ذخیره این مواد در یک محیط سرپوشیده می‌تواند این خطرات احتمالی را به حداقل برساند.

انواع مختلفی از انبارها و سیلوها از تنها یک پوشش سقف مانند گرفته تا یک ساختمان کامل برای ذخیره مواد شیمیایی، وجود دارند. ممکن است در این انبارها، ماشین‌های پخش‌کننده نیز در همان شرایط نگهداری شوند. ساختمان انبار باید با در نظر گرفتن معیارهای زیر طراحی شوند:

- سقف دائمی،
- محافظت کامل در برابر بارش مستقیم برف و باران،
- فضای کافی برای بارگیری یا تخلیه مواد شیمیایی،
- حفاظ در برابر وزش باد،
- سطح و کف غیرقابل نفوذ و شیب‌دار به سمت داخل و خارج ساختمان،
- برخورداری از یک سیستم بازدارنده و محدودکننده برای جلوگیری از جاری شدن هر گونه مایعات حاوی مواد شیمیایی.

حفظ و ذخیره فله‌ای مواد شیمیایی در فضای روباز در طول زمستان و در مناطقی که انبارهای سرپوشیده محدود هستند، مجاز می‌باشد. در این موارد مواد شیمیایی فله باید روی سطح غیرقابل نفوذ و با پوشش ضد رطوبت نگهداری شوند. لایه زیر مواد باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که فضای لازم جهت بارگیری یا تخلیه مواد را نیز فراهم سازد. پوشش ضد رطوبت نیز باید دور تا دور را پوشانده و محکم شده باشد تا از نفوذ هر گونه بارش یا حتی رطوبت به همراه باد جلوگیری شود. در صورت رعایت تمامی ملزومات قید شده احتمال راه افتادن شورآب به حداقل می‌رسد. در صورتی که دفتر تعمیر و نگهداری بخواهد کاملاً از تأثیرات راه افتادن شورآب جلوگیری کند باید یک سیستم نگهدارنده و محدودکننده دور تا دور فله ساخته شود. این سیستم محدودکننده باید دور تا دور را پوشش دهد. پس از جمع‌آوری شورآب، می‌توان آن را برای از پیش مرطوب کردن مواد شیمیایی جامد و ساینده‌ها در عملیات مهار برف و یخ‌زدگی استفاده کرد. شورآب جمع‌آوری شده را همچنین می‌توان از طریق سیستم مکش یا انتقال به یک سایت دفع مواد

زاید از محیط انتقال داد. به طور کلی کنترل شورآب نسبت به جمع‌آوری و دفع آن، روش برتر و مؤثرتری جهت جلوگیری از آلودگی شیمیایی می‌باشد.

• ملاحظات ویژه مربوط به ساختمان انبارها و مخازن

- زهکشی

انبارها و محل‌های ذخیره‌سازی باید طوری انتخاب شوند که زهکشی دپوها به طرز مناسبی انجام شود. بستر انبارها یا محل‌های ذخیره‌سازی باید دارای شیبی حدود دو سانتی‌متر در هر متر (شیب ۰.۲٪) باشند. بستر، محوطه بارگیری و سایر نواحی کاری مجاور باید قادر به تحمل وزن ناشی از دپوهای نمک و ماشین‌آلات باشند.

آب- نمک جمع‌آوری شده می‌تواند دوباره به دپو برگردانده شود یا قبل از مصرف نمک، به مخزن شن‌پاش‌ها اضافه شود.

باید کاملاً مطمئن شد که آب ناحیه ذخیره‌سازی وارد آب انبارها، چاه‌ها یا منابع آب زیرزمینی نمی‌شود. گاهی اوقات باید دور تا دور ناحیه ذخیره‌سازی جداولی کار گذاشته شوند تا آب‌های سطحی به خارج هدایت شود.

- بستر مناسب

همیشه ذخیره‌سازی به صورت سرپوشیده و دائمی توصیه می‌شود، اما بعضی ادارات هنوز نمک را به صورت دپوهای در فضای آزاد و روی بسترهای قیری یا سیمانی ذخیره می‌کنند. این روش کم هزینه، بیشترین فضای ذخیره‌سازی و دسترسی آسان را ایجاد می‌کند، اما نمک چه در انبار سرپوشیده ذخیره شود و چه در فضای باز، باید روی یک بستر رطوبت‌ناپذیر قرار داشته باشد. اگر ذخیره‌سازی در فضای باز انجام می‌شود، نمک باید به طرز صحیحی پوشانده شود. برای ذخیره‌سازی نمک در فضای باز که روی بستر زمین قرار می‌گیرد، دپو باید به شکل ردیفی با کناره‌های شیب‌دار قرار بگیرد تا تمام آب‌ها از دپو خارج شده و از آن دور شوند. باید هنگام تعیین ارتفاع و اندازه کلی فله، سهولت ایجاد پوشش دوباره در طول فصل زمستان را در نظر گرفت.

محل بستر باید از چاه‌ها، آب انبارها و منابع آب زیرزمینی به دور باشد. اگر بسترها از جنس بتن هستند، باید از کیفیت بالایی برخوردار بوده و با عایق آسفالتی ترمیم شده باشند. ضخامت بستر از نوع آسفالتی به وضعیت زیرسازی و وزنی که قرار است روی آن قرار گیرد بستگی دارد. بستر باید شیب‌دار باشد تا آب سطحی از دپو خارج شود. حداقل شیب، ۱٪ یا ۲٪ است. نمکی که در سیلوها یا روی زمینی در خارج از انبار ذخیره می‌شود، می‌تواند با پوشش‌های مختلفی مثل موارد زیر پوشیده شود:

- پلی‌اتیلن،
- پلی‌پروپیلن،
- اسفنج پلی‌اورتان،
- برزنت‌های ضد آب،
- هر نوع پوشش ضد آب مناسب.

انبارهای ذخیره‌سازی باید طوری طراحی شوند که مقدار برف حدود ۱۲۲ کیلوگرم یا بیشتر در هر متر مربع از سقف و بادهای ۱۳۲ کیلومتر در ساعت را تحمل کنند.

- تهویه

اگر انبار نگهداری نمک به درستی تهویه نشود، دود خروجی از وسایل نقلیه می‌تواند ناخوشایند و خطرناک باشد. تهویه باید به طرز مناسب انجام شود تا دستگاه‌های سنگین نظیر لودر و کامیون بتوانند در انبار ذخیره‌سازی بزرگ و مسقف به راحتی کار کنند. در تمام انبارهایی که درب آنها از عرض کلی سازه کوچکتر است، باید تهویه تحت فشار انجام شود.

• ظرفیت انبارها و مخازن

یکی از مسایل رایج و مرتبط به این مکان‌ها «مسأله مقدار ظرفیت ذخیره مواد» در هر محوطه است. در انگلستان و کشورهای اروپایی، مواد تا حداکثر یک و نیم برابر میانگین مصرف سالیانه ذخیره می‌شود. در هر حال، ظرفیت ذخیره‌سازی در محوطه‌های تعمیر و نگهداری محدود بوده و نیروهای این بخش باید حداکثر استفاده بهینه را از محوطه خود داشته باشند.

- کنترل موجودی قبل از فصل سرما و حمل مواد شیمیایی

سفارش مواد شیمیایی باید در اواسط یا اواخر فصل تابستان یا اوایل پاییز صورت گیرد تا از تحویل به موقع آن قبل از فصل زمستان اطمینان حاصل شود. برخی ادارات راه سیاست سفارش ۱/۲۵ برابر میانگین نیاز خود را پیش می‌گیرند. مفاد مناقصه می‌تواند تأمین‌کننده را ملزم کند تا از تحویل به موقع قبل از فصل زمستان اطمینان حاصل شود. درخواست مواد شیمیایی خصوصاً نمک پس از شروع فصل زمستان، فشار بزرگی را بر صنعت حمل‌ونقل که باید مواد را از محل تولید به ادارات برساند تحمیل می‌کند. نظارت بر موجودی مواد شیمیایی در طول مدت زمستان و درخواست به موقع (همانطور که در قرارداد ذکر شده است) به طوری که موجودی، قبل یا در حین رسیدن سفارش‌های جدید به اتمام نرسد، اهمیت بسیاری دارد.

باید از سفارش فوری برای جبران کمبودها اجتناب شود چرا که چنین سفارشی عموماً هزینه‌های گزافی در پی داشته و ممکن است تحویل آنها به دلیل افزایش سطح تقاضا در فصل سرما، دیرتر از زمان پیش‌بینی شده به طول بیانجامد.

- فضای اشغال شده توسط نمک

با توجه به محدودیت‌های ظرف و مظروف و اطلاعات مربوط به خصوصیات فیزیکی نمک، می‌توان از قبل مشخص کرد که یک مقدار معین از نمک، چقدر فضا را اشغال خواهد کرد. وقتی نمک به صورت آزاد دپو می‌شود، به صورت مخروطی در می‌آید که اطراف آن دارای شیبی با زاویه تقریبی ۳۲ درجه (زاویه قرارگرفتن طبیعی نمک) می‌باشد. زاویه قرار گرفتن انواع نمک با دانه‌بندی‌های متفاوت به میزان اندکی با هم تفاوت دارند و حدود آن حداکثر تا ۲ درجه در نوسان می‌باشد.

چگالی نمک از ۱۱۶۷ کیلوگرم در هر مترمکعب در حالت غیرمتراکم، تا ۱۳۶۲ کیلوگرم در هر متر مکعب در حالت متراکم، متغیر می‌باشد. هنگام محاسبه احتیاجات فضای ذخیره‌سازی از رقم ۱۳۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب استفاده می‌شود. بنابراین، یک تن نمک، ۷۷٪ متر مکعب فضای ذخیره‌سازی نیاز دارد.

- نکاتی در مورد توزیع نمک

نمک صرف نظر از چگونگی ذخیره آن، در اغلب انبارها با کامیون توزیع می‌شود. روش‌های متعددی وجود دارند که می‌توانند تکمیل عملیات توزیع نمک را تسریع کنند. باید فضای کافی برای مانور اختصاص داده شود. میانگین طول کامیون‌های بزرگ که نمک را حمل می‌کنند ۱۴/۶ متر می‌باشد و بعضی از کامیون‌ها نیز ۱۶/۸ متر طول دارند. فضای دور زدن و عقب رفتن باید حداقل دو برابر طول طولانی‌ترین کامیونی که وارد محوطه‌های ذخیره‌سازی می‌شود باشد. ارتفاع تاج کامیون‌های کمپرسی، ممکن است هنگام تخلیه تا ۹/۱ متری از سطح زمین برسد بنابراین هنگام احداث انبارها و هنگام جاسازی سیم‌های برق و چراغ‌ها، این مورد باید در نظر گرفته شود.

در کل در کشور آمریکا از اوایل و اواسط دهه ۹۰، کاربرد مواد شیمیایی مایع در خلال عملیات نگهداری زمستانی راه‌ها خصوصاً در خلال عملیات جلوگیری از یخ‌زدگی از محبوبیت بالایی برخوردار گشت. در این دوره زمانی آگاهی کلی نسبت به مزایای استفاده از مواد شیمیایی مایع در عملیات جلوگیری از یخ‌زدگی بر اساس اعلام برنامه تحقیقاتی استراتژیک راه^۱ (SHRP) و تحقیقات مرکز مدیریت جاده‌ای فدرال افزایش یافت. توجه ادارات مسئول تعمیر و نگهداری در فصل زمستان در کاربرد مواد شیمیایی مایع برای عملیات جلوگیری از یخ‌زدگی، چه به طور مایع و به صورت مستقیم و چه برای از پیش مرطوب کردن مواد شیمیایی جامد، باعث اضافه کردن تجهیزات لازم برای انبار و ذخیره این مواد شده است.

تصمیم‌گیری در این مورد که محلول‌های شیمیایی در انبارهای سرپوشیده یا روباز نگهداری شوند، بستگی به دمای انجماد محلول یا پایین‌ترین دمای احتمالی در آن منطقه دارد. اگر پایین‌ترین دمای منطقه برابر یا پایین‌تر از نقطه انجماد محلول باشد باید از انبارهای سرپوشیده استفاده نمود. اما اگر این امکان وجود نداشته باشد، برای رساندن دمای محلول

1. Strategic Highway Research Program: SHRP

به بالاتر از نقطه انجماد باید از وسایل گرماده در انبارهای روباز استفاده نمود. بعضی از ادارات کل راه و ترابری استانی اقدام به دفن مخازن نگهداری و استفاده از دمای زمین برای نگهداشتن دمای محلول در بالاتر از دمای انجماد نموده‌اند. مخازن دفن شده باید تمامی خصوصیات لازم را دارا باشند.

شکل و نوع مخزن نگهداری بستگی به محلول درون آن دارد و ممکن است که دو جداره باشد. اگر محلول خورنده باشد یا قرار باشد که بعداً در مخزن محلولی خورنده ریخته شود باید آن مخزن از ماده‌ای مقاوم در برابر خوردگی مانند فولاد ضدزنگ، فایبرگلاس یا پلی اتیلن ساخته شود.

بسته به نوع محلول‌های شیمیایی، قبل از بارگیری مواد از ظرف ذخیره به مخزن آب- نمک پاش، ممکن است به منظور همگن نمودن محلول نیاز باشد که از موتور همزن یا پارو استفاده شود. این امر به ویژه در مورد محلول‌هایی که برای کاهش خوردگی به آنها افزودنی اضافه می‌شود صدق می‌کند. عموماً اگر این عمل حدوداً ۱۵ دقیقه قبل از بارگیری انجام شود، کافی است.

برخی ادارات راه ایالتی در خلال ساختن ساختمان، اقدام به نصب تجهیزات تولید محلول CMA و آب- نمک در مکان‌های تعمیر و نگهداری کرده‌اند. از آنجا که حدود ۷۵٪ محلول آب- نمک را آب تشکیل می‌دهد، ادارات راه ایالتی پی برده‌اند که تولید آب- نمک در خود محوطه به نسبت حمل آن با کامیون به محوطه بسیار اقتصادی‌تر است. اندازه و مقدار مواد در انبارها را نیز می‌توان از طریق تقسیم کردن آنها به شکل‌های هندسی که حجم آنها قابل محاسبه است به دست آورد. در خصوص محاسبه وزن فله باید افزایش چگالی که گاهی اتفاق می‌افتد نیز مورد توجه قرار گیرد.

• قابلیت دسترسی به مصالح در انبارها و مخازن

نقاط ذخیره‌سازی باید به گونه‌ای باشد که کامیون‌ها و سایر ماشین‌آلات، در طول مدت زمان برف و بوران که توأم با کاهش میدان دید است، به راحتی وارد این نواحی شده و از آنها خارج شوند و نهایتاً دسترسی آسانی به این نواحی داشته باشند.

سطح نقاط ذخیره‌سازی باید به قدر کافی وسیع باشد تا دستگاه‌ها بتوانند به راحتی و با ایمنی در آن مانور دهند. ابعاد درب‌ها و ورودی‌های انبار باید به اندازه کافی وسیع باشند تا عملیات بارگیری و تخلیه با هم تداخل ایجاد نکنند. با در نظر گرفتن باد غالب و شرایط جوی مناسب، باید قابلیت دسترسی آسانی برای کامیون‌های توزیع کننده مواد فراهم شود. محوطه‌های ذخیره‌سازی مواد در یک منطقه باید جایی در نظر گرفته شوند که در دسترس کامل راه و وسایل نقلیه حامل این مواد باشند. همچنین محوطه‌های ذخیره‌سازی باید جایی قرار گیرند که زمان رفت و آمد افراد مسؤول تعمیر و نگهداری حداقل باشد و آسیب به محیط اطراف به حداقل برسد و آلودگی صوتی برای ساکنین اطراف راه ایجاد نگردد. در شکل‌های زیر نمونه‌هایی از انبار نگهداری مواد شیمیایی جامد نشان داده شده است.



شکل ۳-۷: سقف ساده بر روی دپوی مواد شیمیایی.



شکل ۴-۷: سقف گنبدی بر روی دپوی مواد شیمیایی.



شکل ۵-۷: انبار چوبی با درب از بغل.



شکل ۶-۷: انبار چوبی با درب از جلو.



شکل ۷-۷: نوع دیگر از انبار گنبدی شکل.



روش‌های نگهداری و پاکسازی

۸-۱. نگرش کلی

انجام برنامه‌ریزی برای استفاده از مواد و تجهیزات با توجه به شرایط بارش و دمای سطح جاده، لازمه اجرای موفق عملیات کنترل برف و یخ‌زدگی است که شامل مراحل زیر می‌باشد:

- عملیات اولیه،
 - عملیات متعاقب،
 - ملاحظات ویژه،
 - ارزیابی عملیات پس از طوفان.
- در این بخش پیشنهادهای خاص و مؤثری برای عملیات جلوگیری از یخ‌زدگی برای
- ۶ وضعیت جوی مختلف (زیر) ارائه می‌شود که عبارتند از:
- طوفان برف سبک،
 - طوفان برف سبک که گاهی معتدل یا سنگین می‌شود،
 - طوفان برف متوسط یا سنگین،

- سرمازدگی^۱،

- تگرگ،

- بوران.

- عملیات اولیه

راهکار اولیه جلوگیری از یخزدگی قبل از آنکه برف روی جاده انباشته شود عموماً استفاده از مواد شیمیایی کاهش‌دهنده نقطه انجماد بر روی سطح جاده است. ولی پیش از استعمال این مواد، ویژگی‌ها و طبیعت طوفان پیش‌بینی شده باید در کنار هم گذاشته شده و تصمیم صحیحی در مورد عملیات اولیه گرفته شود. این مراحل در ادامه تشریح می‌شوند.

- عملیات متعاقب

یک عملیات ابتدایی استفاده از مواد، برای برخی از شرایط و در کوتاه‌مدت می‌تواند جوابگو باشد ولی برای شرایط جوی نامناسب طولانی‌تر در طول طوفان نیز باید عملیاتی انجام شود. در بسیاری از موارد، عملیات در حین طوفان با عملیات اولیه تفاوت نمی‌کند و اقداماتی نیز مانند برف‌روبی سطح راه باید به طور همزمان در نظر گرفته شود.

۸-۲. کنترل برف و یخزدگی

همانطور که گفته شد، پیاده‌سازی عملیات کنترل برف و یخزدگی در دو مرحله پیگیری می‌شود: عملیات اولیه و عملیات متعاقب. با توجه به اینکه وضعیت روسازی و آب‌وهوایی به چه صورت است، باید در هر یک از این مراحل از استراتژی و روش‌های مناسب استفاده نمود. در ادامه در جداولی که ارائه می‌شوند برای هر یک از شرایط احتمالی، روش کنترل برف و یخزدگی پیشنهاد شده است.

1. Black Ice

جدول ۸-۱: شرایط جوی طوفان برف سبک.

نظرات/ ملاحظات	عملیات متعاقب		عملیات اولیه				محدوده دمای سطح جاده و تمایل آن	
	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین- کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)	عملیات تعمیر و نگهداری	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم لاین- کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)		عملیات تعمیر و نگهداری	در سطح جاده در زمان عملیات اولیه		
			جامد یا از پیش مرطوب شده	مایع				جامد یا از پیش مرطوب شده
۱- نظارت دقیق بر دمای سطح جاده برای کاهش تا دمای 0°C یا زیر آن ۲- در صورت لزوم از مواد شیمیایی با نسبت ۲۸ کیلوگرم /لاین-کیلومتر (۱۰۰ پوند/لاین-مایل) استفاده شود، برف‌روبی در صورت نیاز			به ملاحظات مراجعه شود.			به ملاحظات مراجعه شود.	خشک، خیس، گل و شل یا پوشش گیاهی	بالاتر از 0°C (32°F) ثابت یا در حال افزایش
۱- دفعات استعمال باید در دمای پایتیر یا نسبت بارش بالاتر بیشتر باشد. ۲- استعمال مواد شیمیایی مایع در شرایط سطح جاده با دمای کمتر از 5°C یا 23°F پیشنهاد نمی‌شود. ۳- مواد شیمیایی مایع نباید به انبوه برف سنگین یا انباشته شده اعمال گردد.	۲۸ (۱۰۰)	۲۸ (۱۰۰)	برف‌روبی در صورت نیاز، استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد در صورت نیاز	۲۸ (۱۰۰)	۲۸ (۱۰۰)	استعمال ماده شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	خشک	بالای 0°C یا (32°F) همینطور 7°C تا 23°C (32°F) در طول بازه
اگر رطوبت کافی وجود دارد، مواد شیمیایی جامد را بدون از پیش مرطوب شدن می‌توان بکار برد.	۵۵ (۲۰۰)		برف‌روبی در صورت نیاز، استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد در صورت نیاز.	۵۵ (۲۰۰)		استعمال مواد شیمیایی از پیش مرطوب شده	خیس، گل و شل یا پوشش کم برف	10°C تا -7°C (15°F تا 20°F) در طول بازه
۱- در این محدوده دما استعمال مواد شیمیایی پیشنهاد نمی‌شود. ۲- می‌توان از ساینده‌ها برای افزایش اصطکاک استفاده کرد.			برف‌روبی در صورت نیاز			برف‌روبی در صورت نیاز	پوشش خشک یا سبک برف	10°C - (15°F) ثابت یا در حال کاهش

نکته‌ها: استعمال مواد شیمیایی: ۱- زمان استعمال مواد شیمیایی در عملیات اولیه و متعاقب آن جهت جلوگیری از بدتر شدن شرایط در نظر گرفته شوند. ۲- مواد شیمیایی باید قبل از دوره شلوغی ترافیک در طول طوفان اعمال شوند.

برف‌روبی در صورت نیاز، قبل از استعمال مواد شیمیایی برف‌روبی باید صورت گیرد تا برف اضافه، گل و شل یا یخ از سطح جاده پاک شود و در هنگام استعمال مواد سطح جاده خیس با گل و شل یا پوشش کمی از برف باشد.

جدول ۸-۲: شرایط جوی طوفان برف سبک با دوره های بارش سنگین یا متوسط برف.

نظرات / ملاحظات	عملیات متعاقب				عملیات اولیه				محدوده دمای سطح جاده و تمایل آن	
	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین-کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)				عملیات تعمیر و نگهداری	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین-کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)		عملیات تعمیر و نگهداری		در سطح جاده در زمان عملیات اولیه
	جامد یا از پیش مرطوب شده		مایع			جامد یا از پیش مرطوب شده	مایع			
	برف سبک تر	برف سبک	برف سنگین تر	برف سبک						
۱- نظارت دقیق بر دمای سطح جاده برای کاهش یا دمای ۰°C یا زیر آن ۲- در صورت لزوم از بسته های یخی در مواد شیمیایی با نسبت ۲۸ کیلوگرم بر لاین-کیلومتر (۱۰۰ پوند//لاین-مایل) استفاده شود. برف رویی در صورت نیاز					به ملاحظات مراجعه شود.			به ملاحظات مراجعه شود.	خشک، خیس، گل و شل یا پوشش کم برف	بالای ۰°C تا ۳۲°F (۰°C تا ۳۲°F) یا در حال افزایش
۱- دفعات استعمال باید در دمای پایین تر یا نسبت بارش بالاتر بیشتر باشد. ۲- مواد شیمیایی مایع نباید به انبوه برف اعمال شود. ۳- پس از دوره بارش سنگین در طول بارش سبک استعمال به ۲۸ کیلوگرم بر لاین-کیلومتر (۱۰۰ پوند بر لاین-مایل) کاهش یابد؛ برف رویی و استعمال مواد اولیه (در صورت نیاز)	۵۵ (۲۰۰)	۲۸ (۱۰۰)	55 (200)	۲۸ (۱۰۰)	در صورت نیاز به برف رویی، استعمال محدود مواد شیمیایی جامد یا مایع در صورت نیاز	۲۸ (۱۰۰)	۲۸ (۱۰۰)	استعمال مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	خشک	بالای ۰°C تا ۳۲°F (۰°C تا ۳۲°F) یا در حال افزایش
۱- اگر رطوبت کافی وجود دارد، می توان ماده شیمیایی جامد را بدون تر کردن اعمال کرد. ۲- نسبت استعمال پس از حذف برف سنگین در طول بارش سبک به ۵۵ کیلوگرم بر لاین-کیلومتر (۲۰۰ پوند بر لاین-مایل) کاهش می یابد؛ برف رویی و استعمال مواد در صورت نیاز ادامه یابد.	۷۰ (۲۵۰)	۵۵ (۲۰۰)			برف رویی در صورت نیاز استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۵۵ (۲۰۰)		استعمال مواد شیمیایی از پیش مرطوب شده	خیس، گل و شل یا پوشش کم برف	۱۰°C تا -۷°C (۲۰°F تا ۲۰°F) در طول بازه
۱- استعمال مواد شیمیایی در این محدوده دما پیشنهاد می شود. ۲- ساینده ها برای افزایش اصطکاک مؤثر هستند.					برف رویی در صورت نیاز			برف رویی در صورت نیاز	پوشش خشک یا سبک برف	۱۰°C تا -۱۵°F (۱۵°F تا -۱۰°C) در حال کاهش

نکته ها: استعمال مواد شیمیایی ۱- زمان استعمال مواد شیمیایی در عملیات اولیه و متعاقب آن جهت جلوگیری از بدتر شدن شرایط در نظر گرفته شود. ۲- چنانچه افزایش شدت بارش پیش بینی شود نسبت بیشتر مواد باید قبل از شروع بارش سنگینتر یا در ابتدای آن جهت جلوگیری از توسعه و ایجاد پیوستگی و انباشتگی برف اعمال شود. ۳- مواد شیمیایی باید قبل از شروع زمان شلوغی ترافیک در طی طوفان اعمال شود. برف رویی: برف رویی در صورت نیاز، قبل از استعمال مواد شیمیایی برف رویی باید صورت گیرد تا برف اضافه، گل و شل یا یخ از سطح جاده پاک شود و در هنگام استعمال مواد سطح جاده خیس با گل و شل یا با پوشش کمی از برف باشد.

جدول ۸-۳: شرایط جوی طوفان برف سنگین یا متوسط.

محدوده دمای سطح جاده و تمایل آن	عملیات اولیه		عملیات متعاقب		نظرات ملاحظات	
	در سطح جاده در زمان عملیات اولیه	عملیات تعمیر و نگهداری	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین- مایل)	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین- کیلومتر یا (پوند بر لاین- مایل)		عملیات تعمیر و نگهداری
بالتر از ۰°C (۳۲°F) یا در حال افزایش	به ملاحظات مراجعه شود.	به ملاحظات مراجعه شود.			۱- نظارت دقیق بر دمای سطح جاده برای کاهش تا دمای ۰°C یا زیر آن ۲- در صورت لزوم از مواد شیمیایی با نسبت ۲۸ کیلوگرم بر لاین- کیلومتر (۱۰۰ پوند بر لاین- مایل) استفاده شود. برف‌روبی در صورت نیاز	
بالای ۰°C (۳۲°F) یا همینطور تا ۷°C (۴۵°F) در طول بازه	خشک	خشک	۲۸ (۱۰۰)	۲۸ (۱۰۰)	۱- اگر امکان برف‌روبی و دفعات دلخواه پخش مواد شیمیایی وجود داشته باشد، نسبت پخش مواد باید تا ۵۵ کیلوگرم بر لاین- کیلومتر (۲۰۰ پوند بر لاین- مایل) افزایش یابد تا چرخه طولانی‌تر تا استعمال مواد بعدی به وجود آید مواد شیمیایی مایع نباید بر توده برف اعمال شوند.	
۱۰- تا ۴°C (۵۰- تا ۴۰°F) در محدوده مجاز	خشک	خشک	۴۵-۵۵ (۱۵۰-۲۰۰)	۴۵-۵۵ (۱۵۰-۲۰۰)	۱- اگر امکان برف‌روبی یا دفعات دلخواه پخش مواد وجود نداشته باشد، نسبت پخش مواد تا ۱۱۰ کیلوگرم لاین- کیلومتر (۴۰۰ پوند/ لاین- مایل) قابل افزایش است تا چرخه استعمال مواد بعدی به وجود آید. ۲- مواد شیمیایی نباید به توده برف اعمال شود.	
۱۰- تا ۷°C (۵۰- تا ۴۵°F) در طول بازه	خشک، یخ، خشک، گل یا پوشش کم برف	خشک، یخ، خشک، گل یا پوشش کم برف	۵۵ (۲۰۰)	۵۵ (۲۰۰)	۱- اگر امکان برف‌روبی یا دفعات دلخواه پخش مواد امکان‌پذیر نبود نسبت پخش مواد تا ۱۴۰ کیلوگرم/ لاین- کیلومتر (۵۰۰ پوند/ لاین- مایل) قابل افزایش است تا چرخه طولانی‌تر از استعمال مواد به وجود آید. ۲- اگر رطوبت کافی وجود دارد مواد شیمیایی جاده را می‌توان بدون مرطوب کردن اعمال کرد.	
۱۰- تا ۱°C (۱۵°F) یا در حال کاهش	خشک یا پوشش کم برف	خشک یا پوشش کم برف	۵۵ (۲۰۰)	۵۵ (۲۰۰)	۱- استعمال مواد شیمیایی در این شرایط پیشنهاد نمی‌شود. ۲- استعمال ساینده‌ها برای ارتقاء سطح اصطکاک مؤثر است.	

نکته‌ها: استعمال مواد شیمیایی: ۱- زمان استعمال اولیه و متعاقب مواد شیمیایی جهت جلوگیری از بدتر شدن شرایط محسوب در نظر گرفته شوند. زمانبندی و دفعات استعمال ابتدا با نیاز به برف‌روبی مشخص می‌شود=۲ استعمال مواد باید قبل از شروع زمان شلوغی ترافیک در طول طوفان انجام شود.

برف‌روبی: برف‌روبی در صورت نیاز، قبل از استعمال مواد شیمیایی برف‌روبی باید صورت گیرد تا برف اضافه، گل و شل یا یخ از سطح جاده پاک شود و در هنگام استعمال مواد سطح جاده خیس یا گل و شل یا با پوشش کمی از برف باشد.

جدول ۸-۴: شرایط جوی: تگرگ یا Blackice.

نظرات ملاحظات	عملیات متعاقب		عملیات اولیه		در سطح جاده در زمان عملیات اولیه	محدوده دمای سطح جاده و تمایل آن و همبند ارتباط با نقطه شبنم		
	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین - کیلومتر یا (پوند بر لاین - مایل)	عملیات تعمیر و نگهداری	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین - کیلومتر یا (پوند بر لاین - مایل)	عملیات تعمیر و نگهداری				
							جامد یا از پیش مرطوب شده	مایع
نظارت دقیق بر دمای جاده بسیار مهم است، در صورت 0°C (32°F) یا کمتر استعمال مواد صورت گیرند.			به ملاحظات مراجعه شود.		به ملاحظات مراجعه شود.	هر سطحی	بالتر از 0°C (32°F) ثابت یا در حال افزایش	
۱- نظارت دقیق بر سطح جاده اگر سطح جاده خیس شده یا تکه های یخ شکل گرفتند، استعمال مجدد مواد شیمیایی با نسبت بالاتر پیشنهاد می‌شود. ۲- مواد شیمیایی مایع روی یخ ضخیم (به طوری که سطح جاده قابل دیدن نیست) نباید اعمال شوند.	7-18 (25-65)		استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۷-۱۸ (۲۵-۶۵)		استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	نسبت ترکیب کمتر از ۱۰۰ وسیله در هر ساعت	از ۲- تا ۲ درجه سانتیگراد مساوی و مساوی یا زیر نقطه شبنم
	7-18 (25-65)	۱۱-۳۲ (۴۰-۱۱۵)	استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	۷-۱۸ (۲۵-۶۵)	۷-۱۸ (۲۵-۶۵)	استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	نسبت ترافیک بیشتر از ۱۰۰ وسیله در ساعت	
۱- سطح جاده باید به دقت مورد نظارت قرار گیرد در صورت تشکیل یخ استعمال مجدد مواد شیمیایی با نسبت بالاتر پیشنهاد می‌شود. ۲- در سطوح بالای غلظت استعمال مواد باید در دفعات بیشتر انجام شود اگر حجم ترافیک بیشتر انجام شود اگر حجم ترافیک برای پخش کردن مواد کافی نباشد باید دفعات پخش افزایش یابد. ۳- استعمال مواد شیمیایی مایع با نسبت مشخص شده هنگامی که دمای سطح جاده به کمتر از 5°C (23°F) می‌رسد پیشنهاد می‌شود.	18-36 (65-130)	۱۸-۳۶ (۶۵-۱۳۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	۱۸-۳۶ (۶۵-۱۳۰)	۱۸-۳۶ (۶۵-۱۳۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	هر سطحی	از ۱۰- تا ۷- درجه سانتیگراد و مساوی یا زیر نقطه شبنم
۱- نظارت دقیق بر سطح جاده ضروریست اگر یخ نازک شکل گرفت، باید مواد شیمیایی در نسبت بالاتر دوباره اعمال شوند. ۲- در سطوح بالاتر غلظت استعمال باید به دفعات بیشتری صورت گیرد. اگر حجم ترافیک به اندازه کافی برای پخش این غلظت نباشد باز نیاز به افزایش دفعات وجود دارد.	36-55 (130-200)		استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۳۶-۵۵ (۱۳۰-۲۰۰)		استعمال مجدد مواد شیمیایی مایع یا جامد از پیش مرطوب شده	هر سطحی	از ۱۰- تا ۷- درجه سانتیگراد، و مساوی یا زیر نقطه شبنم
پیشنهاد می‌شود که مواد شیمیایی در این محدوده دما استفاده نشوند.			در صورت نیاز استعمال ساینده‌ها			استعمال ساینده‌ها	هر سطحی	زیر 10°C ثابت یا در حال کاهش

نکته ها: زمانبندی: ۱- عملیات اولیه باید قبل از یخزدگی صورت گیرد. می‌توان از مواد شیمیایی مایع تا ۳ ساعت در ابتدا استفاده کرد. در هنگامی که حجم ترافیک پایین است از زمان بیشتری برای استعمال مواد برای تأثیر بر سطح خشک استفاده شود از ماده شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده ۱ تا ۲ ساعت قبل استفاده شود ۲- در غیبت بارش، مواد شیمیایی مایع با نسبت ۲۱ کیلوگرم/لاین-کیلومتر (۷۵ پوند/لاین- مایل) برای یخ‌زدایی سطح پل‌ها ۴ روز قبل از یخ‌زدگی در جاده‌های پر ترافک و ۷ روز قبل برای جاده‌های کم ترافک مؤثر است.

جدول ۸-۵: شرایط جوی: طوفان تگرگ.

نظرات ملاحظات	عملیات متعاقب		عملیات اولیه		محدوده سطح جاده و تمایل آن
	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین-کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)	عملیات تعمیر و نگهداری	نسبت پخش مواد شیمیایی خشک بر حسب کیلوگرم بر لاین-کیلومتر یا (پوند بر لاین-مایل)	عملیات تعمیر و نگهداری	
۱- نظارت دقیق بر سطح جاده و توجه به کاهش دما به 0°C (32°F) و زیر آن بسیار مهم است. ۲- در صورت لزوم مواد شیمیایی از پیش مرطوب شده به نسبت ۲۱ تا ۲۸ کیلوگرم بر لاین-کیلومتر (۱۰۰-۷۵ پوند بر لاین-مایل) استعمال گردد.		به ملاحظات مراجعه شود.		به ملاحظات مراجعه شود.	بالتر از 0°C (32°F) ثابت یا در حال افزایش
نظارت دقیق بر دمای سطح جاده و بارش الزامیست.	۲۱-۲۸ (۷۵-۱۰۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۲۱-۲۸ (۷۵-۱۰۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده	بالای 0°C (32°F) یا هم‌منظور 7°C تا 0°C (33°F تا 32°F) زیر این درجه محتمل است
۱- بارش بادی به دقت تحت نظر باشد. ۲- با افزایش حجم و شدت تگرگ باید حجم بیشتری از مواد شیمیایی استفاده شوند. ۳- در صورت کاهش شدت بارش تگرگ حجم کمتری از مواد شیمیایی استفاده شود.	۲۱-۷۰ (۷۵-۲۵۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۲۱-۷۰ (۷۵-۲۵۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده	۷- تا 0°C (20°F تا 32°F) باقیمانده در همین دما
۱- دمای سطح جاده و بارش باید به دقت تحت نظر باشند. ۲- در صورت کاهش دمای سطح جاده یا افزایش شدت تگرگ از نسبت بیشتر مواد شیمیایی استفاده شود. ۳- در صورت افزایش دمای سطح جاده و کاهش شدت بارش از نسبت کمتری از مواد شیمیایی استفاده شود.	۷۰-۱۱۰ (۲۵۰-۴۰۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز	۷۰-۱۱۰ (۲۵۰-۴۰۰)	استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده	۱۰- تا 0°C (15°F تا 20°F) در طول بازه
در این محدوده دما استعمال ساینده‌ها پیشنهاد نمی‌شود.		استعمال مجدد مواد شیمیایی جامد از پیش مرطوب شده در صورت نیاز		استعمال ساینده‌ها	0°C (15°F) ثابت یا در حال کاهش

نکته‌ها: استعمال مواد شیمیایی: ۱- استعمال مواد شیمیایی اولیه و متعاقب باید برای جلوگیری از شرایط سرمازدگی زمانبندی شود. ۲- استعمال مواد شیمیایی باید قبل از ساعت شلوغی ترافیک در طول طوفان انجام گیرد.

۸-۳. الگوی برف‌روبی انواع راهها

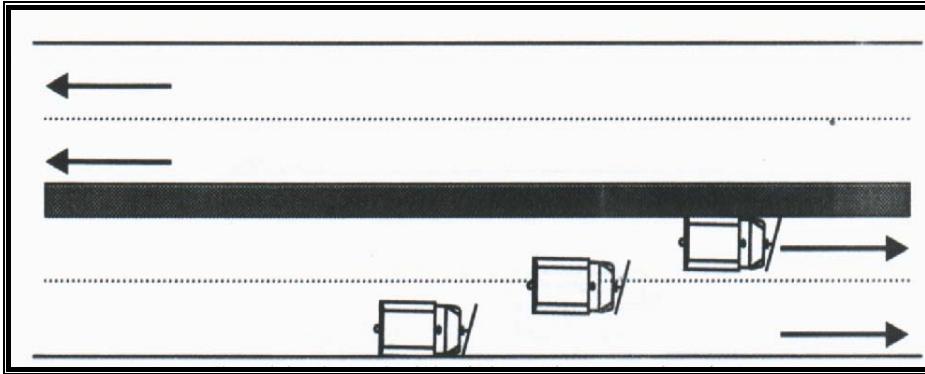
• راههای چندخطه و بزرگراهها

مدیریت برف‌روبی شده از روی سطح راه، میزان و شدت بارش برف و وزش باد فاکتورهای اساسی در چگونگی برف‌روبی راههای چندخطه هستند. در برف‌روبی راههای چندخطه بهترین روش برف‌روبی پلکانی با استفاده از تعداد کافی ماشین‌های برف‌روب است که در این صورت با وجود جلوگیری از تردد وسایل نقلیه در عرض تمام خطوط راه، تمام عرض راه را در یک عملیات برف‌روبی پاکسازی می‌نماید. در این روش پس از عملیات برف‌روبی، برف‌روبی شده به کناره‌ها توسط لودر و کامیون، حمل و منتقل می‌شود. در این روش در دسترس بودن محلی برای ذخیره برف‌روبی شده از سطح راه، جهت باد غالب و توان جمع‌آوری و پراکنده‌سازی برف توسط ماشین‌های برف‌روب، موقعیت تجمع برف‌روبی شده یا دپوی برف را مشخص می‌سازد. به طوری که اگر عرض میانه راه کافی باشد برخی از برف‌روب‌ها برف را با در نظر گرفتن جهت باد به میانه راه می‌روند زیرا باید برف در جهت باد رویده شود. البته در صورتی که برف‌روب تنها به قادر به رویدن برف در یک جهت باشد، دیگر گریزی نیست و باید برفی که در خلاف جهت باد ذخیره شده است پس از عملیات برف‌روبی با لودر و کامیون منتقل شود.

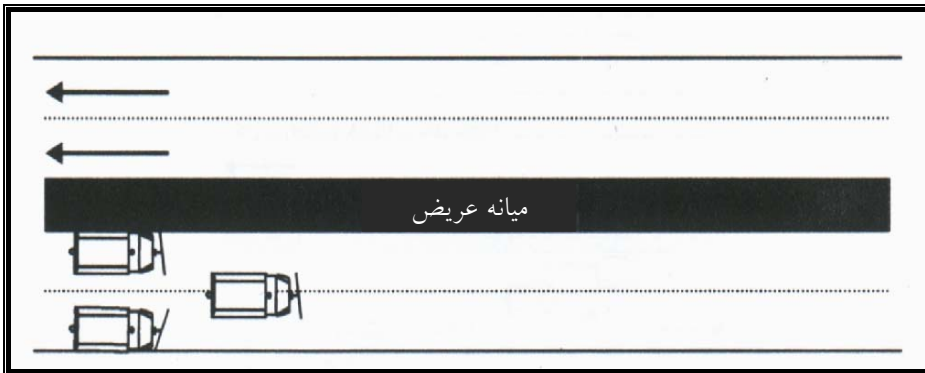
در روش دیگر که به برف‌روبی دوتایی معروف است، که اغلب در راههای چندخطه محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، فاصله‌ای میان برف‌روب‌ها برای عبور وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود. این امر در شرایط خاص و بارش کم برف امکان‌پذیر است و در غیر این صورت عبور وسیله نقلیه از توده برف‌روبی شده مجاز نیست. در راههای چندخطه و بزرگراهها پاکسازی تقاطع‌ها و رمپ‌ها در اولویت است به ویژه در رمپ‌ها برای جلوگیری از لغزش وسایل نقلیه.

در صفحه روبرو روش‌های برف‌روبی پلکانی و دوتایی برای شرایط مختلف نشان

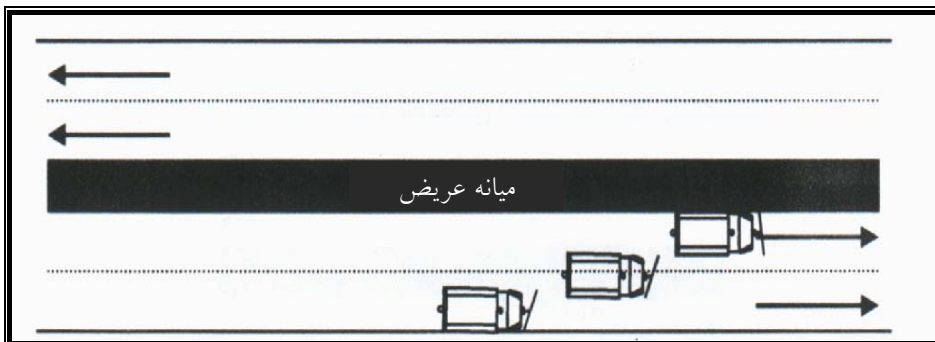
داده شده است.



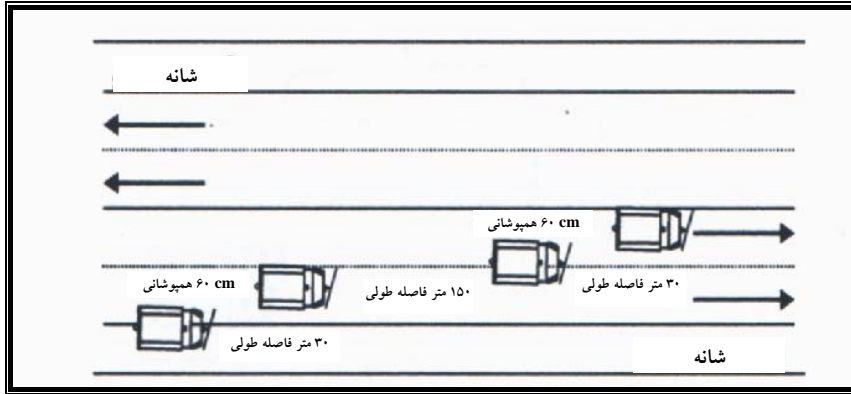
شکل ۸-۱: برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه باریک.



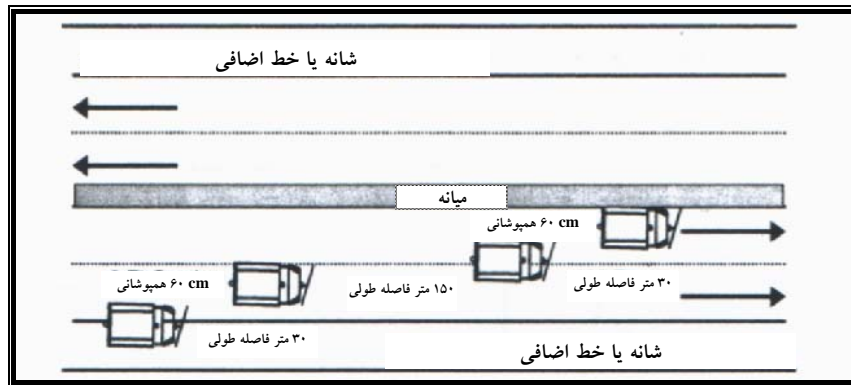
شکل ۸-۲: برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه پهن.



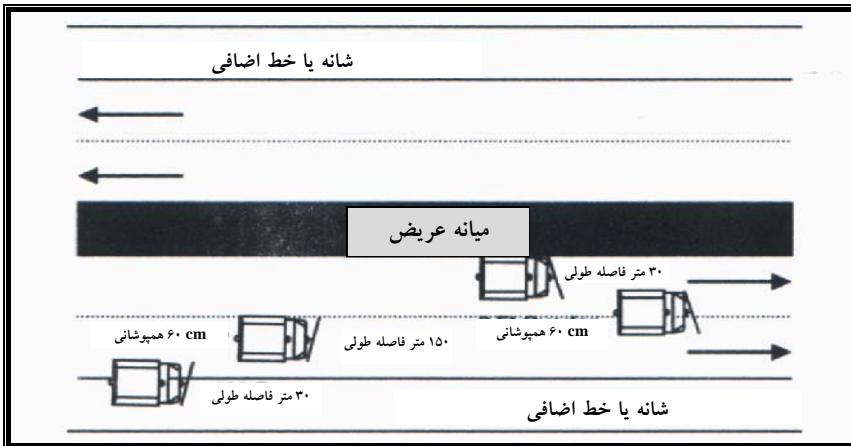
شکل ۸-۳: گزینه دیگر برای برف‌روبی پلکانی در راه چند خطه با میانه پهن.



شکل ۸-۴: برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه دو طرفه (بدون میانه).



شکل ۸-۵: برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه تفکیک شده توسط گاردریل.

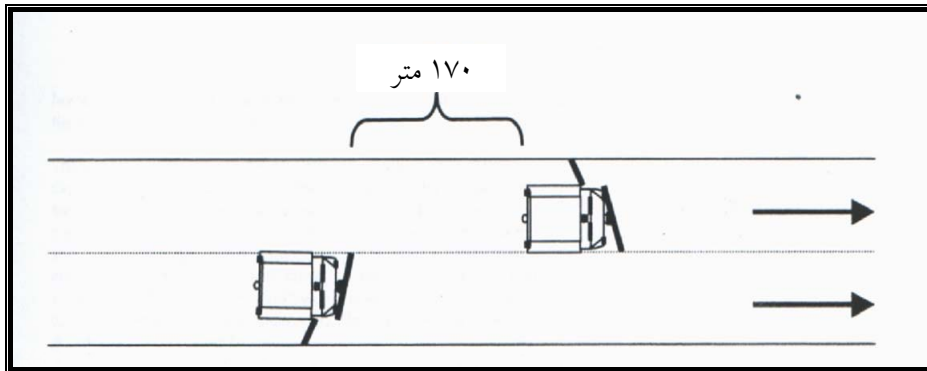


شکل ۸-۶: برف‌روبی دوتایی در راه چند خطه با میانه‌ای که بتوان در آن برف را دپو کرد.

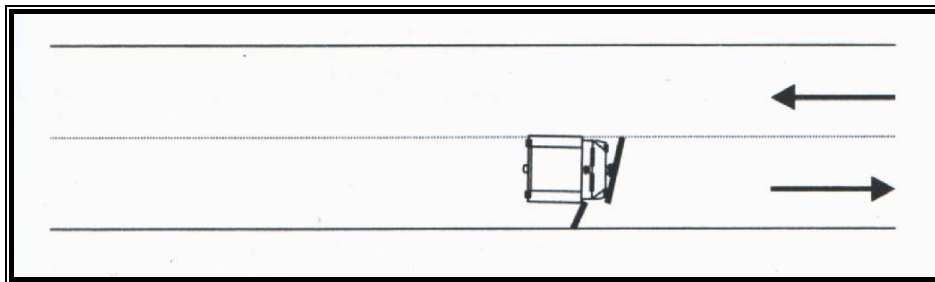
همانطور که شکل‌های فوق نشان می‌دهند در الگوی برف‌روب دوتایی فاصله طولی برف‌روب‌ها در هر گروه دوتایی ۳۰ متر و بین هر دو گروه ۱۵۰ متر توصیه شده است. همچنین عرض همپوشانی تیغه‌های برف‌روب ۶۰ سانتی‌متر پیشنهاد شده است.

• راههای دو خطه

روش‌های محدودی برای برف‌روبی راههای دوخطه انجام‌پذیر است. در این راهها برف باید در راستای خط مرکزی راه به سمت راست راه روئیده شود. در تقاطع‌های این دسته از راهها نیز باید برف در گرداگرد مرکز تقاطع به سمت راست روئیده شده و در صورت ممانعت از دید رانندگان در تقاطع، به سرعت از حاشیه تقاطع جمع‌آوری و منتقل شود. در صورت در دسترس بودن ماشین‌آلات به تعداد کافی بهتر است پس از برف‌روبی اولیه، تقاطع با استفاده از سایر ماشین‌آلات کاملاً پاکسازی شود.



شکل ۸-۷: برف‌روبی در راه دو خطه یکطرفه.



شکل ۸-۸: برف‌روبی در راه دو خطه دو طرفه.

• راههای بن‌بست

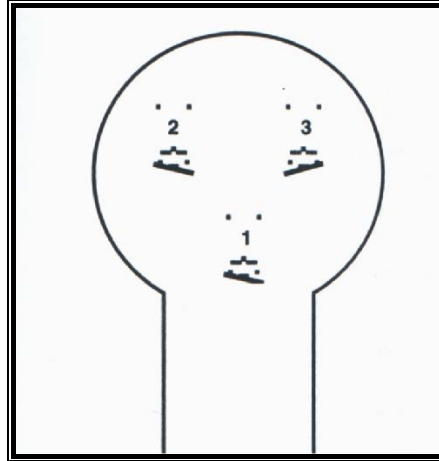
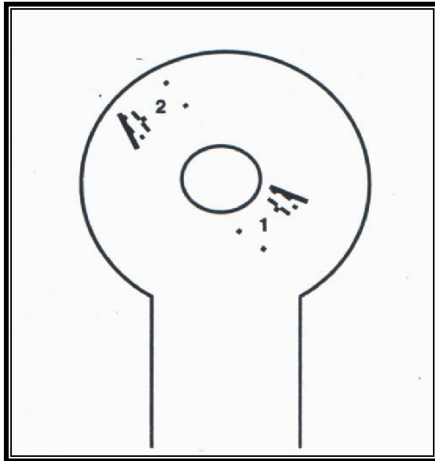
برف‌روبی راههای بن‌بست که در انتهای بن‌بست عریض‌تر و فراخ می‌شوند به چند روش امکان‌پذیر است.

- برای بن‌بست‌هایی که در انتهای آنها میدان قرار دارد ابتدا مسیر مستقیم منتهی به میدان برف‌روبی می‌شود، سپس برف سمت چپ خط مرکزی میدان به سمت جزیره وسط میدان روئیده شده و پس از آن برف سمت راست خط مرکزی میدان نیز به بیرون میدان روئیده می‌شود. در این روش در بن‌بست‌هایی که دارای میدان نیستند تمام برف به صورت مرحله به مرحله به منتهی‌الیه سمت راست روئیده می‌شود.

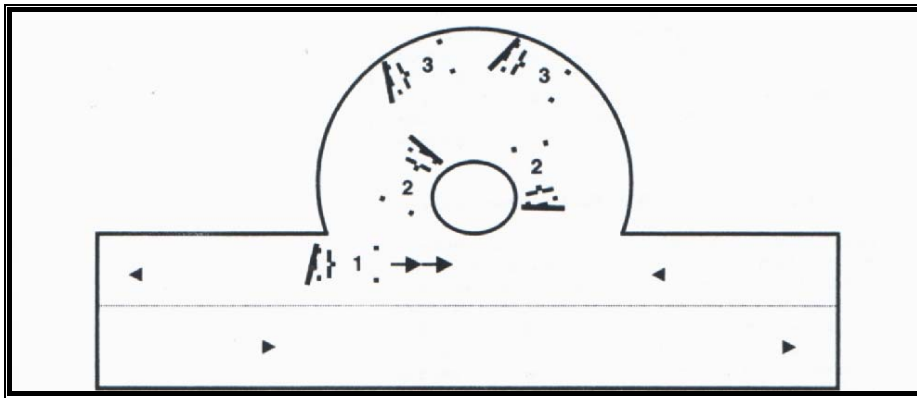
- در روش دیگر برای بن‌بست‌هایی که در انتهای آنها میدان قرار ندارد برف‌روبی در خلاف جهت حرکت در مسیر منتهی به میدان صورت گرفته و مقدار باقیمانده برف پس از عملیات برف‌روبی به حداقل می‌رسد. در این روش ابتدا برف مرکز و یک نیمه به صورت پلکانی به منتهی‌الیه همان نیمه روئیده شده و پس از آن برف نیمه باقیمانده به سمت دیگر روئیده می‌شود.

- برای برف‌روبی مسیرهای برگشتی جنب راه مانند روش اول ابتدا مسیر اصلی و سپس گرداگرد جزیره میدان در جهت حرکت برف‌روبی می‌شود به طوری که برف گرداگرد جزیره به داخل آن روئیده می‌شود و در نهایت برف باقیمانده در اطراف مسیر حرکت در میدان، با حرکت در خلاف جهت به بیرون میدان روئیده می‌شود.

در شکل‌های روبرو موارد فوق نشان داده شده است.



شکل ۸-۹: برف‌رویی در بن‌بست بدون جزیره میانی. شکل ۸-۱۰: برف‌رویی در بن‌بست با جزیره میانی.



شکل ۸-۱۱: برف‌رویی در مسیرهای بن‌بست مجاور راه.

۹

نیازمندی‌های نگهداری پل

۹-۱. نگرش کلی

عرشه پل‌ها معمولاً اولین سازه‌های حمل‌ونقلی هستند که در هوای سرد یخ می‌زنند. جدی‌ترین خطری که در استفاده از مواد شیمیایی در پل‌ها وجود دارد، خوردگی فولاد و خرابی بتن است. پل‌ها سازه‌هایی هستند که از دو قسمت زیرسازه (سرستون‌ها، ستون‌ها، پی) و روسازه (تیرها، عرشه پل‌ها و ریل) تشکیل شده‌اند. هر کدام از این المان‌ها با توجه به مواد یخ‌زدایی که استفاده می‌شوند به شکلی در معرض خطر خوردگی و تخریب قرار می‌گیرند. مطالعه اجزایی از پل که در معرض بیشترین خطر و آسیب‌دیدگی قرار می‌گیرند، در قسمت‌های بعدی آورده شده است.

۹-۲. عرشه‌های پل

• خطرات آسیب مواد شیمیایی

عرشه پل، خصوصاً کلاهک‌ها و درزها، از قسمت‌هایی است که در معرض خطر آسیب‌دیدگی ناشی از استعمال مواد یخ‌زدا قرار دارد. هنگام بارگذاری در طراحی سازه پل، کلاهک‌ها جاهایی هستند که بیشترین میزان تنش را در عرشه پل تحمل می‌کنند. علاوه بر

آن، کلاهک‌ها جاهایی هستند که برف‌روبی شده توسط برف‌روب‌ها در آنجا جمع می‌شود. برفی که توسط برف‌روب به جلو رانده می‌شود عموماً آغشته به مواد یخ‌زدا است، لذا این نقاط دارای بیشترین خطر ناشی از خوردگی توسط مواد شیمیایی هستند. در این حالت سرعت زنگ‌زدگی یا خوردگی فولاد افزایش می‌یابد. در نتیجه جمع‌کردن برف روی کلاهک‌ها وضعیت ایده‌آلی نیست.

آسیب زمانی شروع می‌شود که برف شروع به ذوب‌شدن کرده و این حالت موجب تمرکز نیروهای خورنده ناشی از عوامل یخ‌زدای موجود در کلاهک‌ها می‌شود.

• شستن عرشه

به منظور کاهش هرچه بیشتر آسیب به عرشه، لازم است عرشه پل را هنگامی که درجه حرارت افزایش یافته و فصل سرما و بارش برف به اتمام رسیده است، بشویند. شستن عرشه به دو دلیل مفید است.

- از بین بردن مواد شیمیایی بر جای مانده،
- رقیق کردن مواد شیمیایی باقیمانده که موجب کاهش پتانسیل خوردگی این مواد می‌شود.



شکل ۹-۱: خرابی ناشی از خوردگی که به علت تجمع حلال یخ‌زدا در قسمت زهکش به وجود آمده است.



شکل ۹-۲: شکل دیگری از خرابی ناشی از خوردگی که به علت تجمع حلال یخ‌زدا در قسمت زهکش به وجود آمده است.

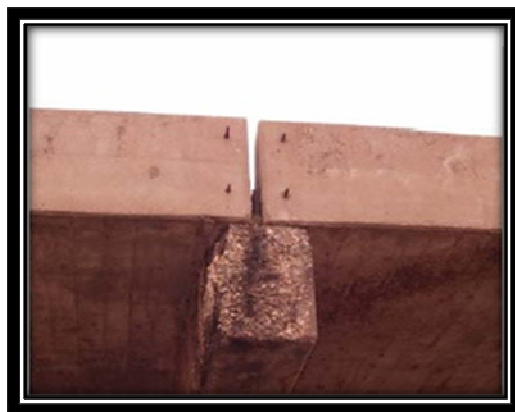
۹-۳. درزهای پل

- **خطرات خرابی ناشی از مواد شیمیایی**

درزها مکان‌هایی برای انقباض و انبساط حرارتی پل‌ها هستند. چنانچه این درزها به خوبی نگهداری نشوند رواناب‌های سطحی به درون آنها سرازیر خواهند شد. معمولاً رواناب سطحی، ناشی از ذوب برف در قسمت پایینی سازه جمع می‌شود. در این میان ذوب برف پدیده بسیار مهمی است زیرا رواناب سطحی ناشی از ذوب برف با عوامل شیمیایی که در یک نقطه جمع شده‌اند ترکیب شده و سپس در طول دوره ذوب برف جاری می‌شود. این جریان تدریجی که با عوامل خورنده شیمیایی همراه است باعث خوردگی شده و خرابی ناشی از آن آغاز و شروع به پیشرفت می‌کند.

- **بازرسی و تمیز کردن درز پل**

بهتر است که بازرسی از درزهای پل و تمیز کردن آنها در فصل بهار انجام شود و بازرسی مجدد آنها قبل از آغاز فصل سرما و بارش برف انجام شود.



شکل ۹-۳: نگهداری ضعیف درز پل باعث شده حلال یخ‌زدا به کلاهک آسیب برساند.



شکل ۹-۴: نگهداری ضعیف درز پل باعث شده حلال یخ‌زدا به لبه پل آسیب برساند. پوشش ثانویه فولاد و صفحه فولادی روی تیر نیز تخریب شده و صدمه دیده است.

۹-۴. تیرهای پل

- خطرات ناشی از خوردگی مواد شیمیایی

خطرات ناشی از خوردگی در پل‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار هستند. در پل‌ها به علت تمرکز حلال شیمیایی در نواحی انتهایی تیرها که آب‌بندی درزها از بین می‌رود، خوردگی باعث کاهش پوشش فولاد و ضعف در آن می‌شود.

• تعمیر سیستم‌های درز

پرسنل نگهداری باید سیستم‌های درز را نگهداری و تعمیر کرده تا از محافظت آنها از طریق آب‌بندی سیستم درز اطمینان حاصل شود.



شکل ۹-۵: خوردگی حلال شیمیایی موجب خرابی تیر پل شده است که علت این پدیده ضعف درز و پوشش ضعیف بتنی انتهای پل بوده است.



شکل ۹-۶: نمایی دیگر از خرابی تیر پل بر اثر خوردگی به دلیل ضعف پوشش بتنی.

۹-۵. سرستون‌های پل

• خطرات ناشی از آسیب مواد شیمیایی

سرستون‌ها اجزایی هستند که نگهدارنده روسازه‌ها بوده و المان‌هایی هستند که تیرها را نگهداری می‌کنند. خسارات ناشی از مواد شیمیایی هنگامی به وجود می‌آید که درزهای انبساط آب‌بندی شده از بین بروند و حلال شیمیایی جمع شده در محل درز، یا از

طریق درزهای عرشه یا از طریق درزهایی که در زیر ستون‌ها وجود دارند، به سرستون‌ها نفوذ کند. خسارت وارده بر سرستون‌ها هنگامی که شستشوی سرستون‌ها پایان یافته است و حلال شیمیایی روی آنها جمع می‌شود تسریع می‌گردد.

• نگهداری سیستم درزها

پرسنل نگهداری باید از سیستم درزها نگهداری کنند و احتمال اشباع شدن سیستم درزها از حلال شیمیایی را از بین ببرند. در صورتی که سیستم درزها کارایی خود را از دست بدهد یا به صورت سیستم باز طراحی گردد، لازم است در پایان فصل سرما و بارش برف سرستون‌ها شسته شوند.



شکل ۹-۷: خوردگی باعث ایجاد خرابی در تیر طره پرتنش.



شکل ۹-۸: ریزش سرستون به علت خرابی ناشی از خوردگی پل.

۶-۹. ستون‌های پل

• خطرات ناشی از آسیب مواد شیمیایی

ستون‌ها اجزایی از سازه پل هستند که رابط میان پی و سرستون‌ها بوده و نگهدارنده تیرها هستند. هنگامی که درزهای انبساط کارایی خود را از دست بدهند و حلال شیمیایی درون این درزها جریان پیدا کند خرابی ناشی از مواد شیمیایی پدید خواهد آمد. در صورتی که مواد شیمیایی کنار سازه پل انبار شوند نیروهای خوردندگی موجب بروز خساراتی به ستون‌های پل خواهند شد.

• مواد شیمیایی را کنار ستون‌ها انبار نکنید

به منظور جلوگیری از وارد آمدن آسیب به ستون‌ها باید از انبار کردن مواد شیمیایی در مجاورت ستون‌ها اجتناب کرد و علاوه بر این درزهای پل نیز تعمیر و نگهداری گردد.



شکل ۹-۹: خرابی ستون ناشی از حلال شیمیایی.

شکل (۹-۱۰) نمایی نزدیک از خسارت وارده به ستون نشان داده شده در بالا را

نشان می‌دهد. در این شکل میلگردهای نمره ۹ دچار کماتش شده‌اند.



شکل ۹-۱۰: نمایی نزدیک از خرابی ستون نشان داده شده در شکل (۹-۹).



شکل ۹-۱۱: نمایی از انبار نمک در مجاورت ستون‌های پل.



شکل ۹-۱۲: خرابی که بر اثر انبار نمک ایجاد شده است.

۷-۹. مواد یخ‌زدای مناسب

استات منیزیم کلسیم (CMA) و استات پتاسیم بی‌خطرترین مواد تأثیرگذار در محیط هستند چرا که شامل اسیدهای تجزیه‌پذیر ضعیف‌تری هستند. از طرف دیگر کلرید سدیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم یون‌های کلرید را روی سطح جاده به جا می‌گذارند که نه تنها آب‌های جاری در اطراف را آلوده می‌کند، بلکه باعث فرسایش پل‌ها و خرابی وسایل نقلیه موتوری می‌شود. CMA اغلب در نقاطی که از نظر محیطی حساس می‌باشند استفاده می‌شود یا با نمک مخلوط می‌شود تا تأثیرات سوء زیست‌محیطی نمک کاهش پیدا کند. هنگامی که از CMA استفاده می‌شود، عناصر کلسیم و منیزیم باعث افزایش درصد نفوذپذیری آب و هوا می‌شوند؛ همچنین از آنجا که استات به دی‌اکسیدکربن و آب تجزیه می‌شود، کاربرد CMA در موقعیت‌هایی که پوشش گیاهی، محصولات کشاورزی و آب‌های زیرزمینی اطراف جاده آسیب‌پذیر هستند بسیار مناسب است. به دلیل اینکه CMA نسبت به نمک خورندگی کمتری دارد، برخی ادارات راه CMA را برای استفاده روی پل‌ها، پیاده‌روها، و سطوح جاده‌ای خاص ترجیح می‌دهند.

نقطه انجماد بهینه برای سیستم استات منیزیم کلسیم با غلظت ۳۲/۵٪ برابر $37/5^{\circ}\text{C}$ - است. دمای انجماد مجدد این محلول به هنگام رقیق شدن نسبت به کلرید سدیم، کلرید منیزیم و کلرید کلسیم کمتر افزایش می‌یابد. این خصوصیت این ماده را برای استفاده به صورت مایع در عملیات پیشگیری از تشکیل یخ و برف مناسب می‌سازد که استفاده از آنها در سطح پل‌ها به هنگام یخبندان و شرایط بسیار سرد از جمله این موارد می‌باشد. برای جلوگیری از انجماد مجدد محلول به غلظت‌های بیشتری از CMA نسبت به کلرید سدیم نیاز است. غلظت محلول CMA باید ۱/۴ برابر بیشتر از کلرید سدیم در دمای $9/4^{\circ}\text{C}$ - باشد (۱۹٪ برای CMA، در مقابل ۱۳/۵٪ برای NaCl) تا از انجماد مجدد هر دو محلول جلوگیری شود. این عدد در دمای $3/9^{\circ}\text{C}$ - تا ۱/۵۴ افزایش می‌یابد. این اختلاف در غلظت برای CMA به مفهوم هزینه‌های بسیار بیشتر آن نسبت به کلرید سدیم برای کاربرد در عملیات می‌باشد.

۸-۹. مراجع

- ۱- وزارت راه و ترابری؛ معاونت راهداری و هماهنگی امور استانها، ۱۳۸۳، راهنمای عملیات پیشگیری از تشکیل لایه برف و یخ در سطح راهها، ترجمه کتاب: *Manual of Practice for an Effective Anti-icing Program* اثر FHWA در سال ۱۹۹۶.
- 2-NCHRP Report 577, 2007, *Guidelines for the Selection of Snow and Ice Control Materials to Mitigate Environmental Impacts*
- 3-Transportation Association of Canada;TAK, 2003,"*DESIGN AND OPERATION OF ROAD MAINTENANCE YARDS*"
- 4-Wilfrid, A., Nixon and Anissa D. Williams, 2001, "*A GUIDE FOR SELECTING ANTI-ICING CHEMICALS*"
- 5- NCHRP Report 526, 2004, "*Guidelines for Materials and Methods*"
- 6-Kuemmel,D. A. and Q. Bari."*Benefit-Cost Comparison of Salt-Only Versus Salt-Abrasive Mixtures Used in Winter Highway Maintenance in the United States*",Marquette University,Milwaukee, WI, 1996.
- 7-Michigan Department of Environmental Quality;DEQ, 2007,"*SALT AND BRINE STORAGE GUIDANCE*"
- 8- Michigan Department of Environmental Quality;DEQ, 2007, "*GUIDE TO SALT STORAGE REQUIREMENTS FOR SMALL COMMERCIAL SNOW REMOVAL SERVICES*"
- 9-HIGHWAY MAINTENANCE GUIDELINES AND LEVEL OF SERVICE MANUAL, SECTION 1 – HIGHWAY MAINTENANCE GUIDELINES
- 10-SNOW AVALANCHE SAFETY MEASURES FOR HIGHWAYS MANUAL
- 11- SHRP-W/FR-91-106 , 1991, "*Snow Fence Guide*"
- 12- Iowa Department of Transportation, 2002,"*Iowa's cooperative snow fence program*"

۱۳. توران علی، مدیریت ماشین‌آلات‌سازی،

14-*UNITED STATES DEPARTMENT .OF AGRICULTURE FOREST SERVICE, In Cooperation with the University of Wisconsin -, 1936, "Wood slat snow fence"*

15- *www.beilharz-strasse.de*

16-*Didier, G., Marilyn, B., Stefan, B., Valerie, M., 2001, Winter Maintenance in Europe – Practice and Research*

17- *www.wikipedia.org*

18- *PIARC-World Road Association, 2006, Snow & Ice Databook*

فهرست انتشارات معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

قیمت (ریال)	تاریخ انتشار	عنوان
الف) گزارش‌های تخصصی		
۱۰/۰۰۰	۸۲	تابستان . ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز . پیشنهادهای برای آزمایش ژئوتکستایلها
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز . راهنمایهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه . روش‌ها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز زیست‌محیطی پروژه‌های راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز . آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . ایمنی در تونلها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . بهینه‌سازی شبکه‌های موجود بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . روش‌های مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار . قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوییل)
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار . سیاست حمل‌ونقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . مبانی تحلیل اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار . راهنمای ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان . راهنمای فیلم‌های IRF
۱۶/۰۰۰	۸۳	تابستان . انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدوشد و شرایط آب‌وهوایی سخت
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان . راههای دسترسی به مناطق برون‌شهری
۱۱/۰۰۰	۸۳	تابستان . روش‌های ساده نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان . تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . ارتقاء و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . حمل‌ونقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . محیط زیست و پروژه‌های راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز . تقسیم مسؤلیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر

۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	. روش‌هایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	. روش‌های ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	فعالیت‌های مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی - اقتصادی در مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	. حمل‌ونقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	. بررسی توسعه حمل‌ونقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. حمل‌ونقل کالا
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
			. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	در خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۵. مدیریت عملکرد پل‌ها
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۶. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل‌ونقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۷. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۸. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۵۹. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۰. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)
۲۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۱. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)

۱۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۲. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۳. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۴. معرفی سیستم مدیریت ریسک
۱۲/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۵. تعمیر و مقاوم‌سازی زیرسازه پل‌ها
۲۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۶. الگوی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری تونل‌های جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۷. مدیریت ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۸. مطالعه‌ای بر مدیریت ریسک در راه‌ها
			۶۹. گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۰. ارزیابی و تأمین بودجه نگهداری راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۱. حفاظت کاتدیک عرشه پل‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۲. روش‌های بهبود ایمنی در راه‌های بین‌شهری
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۳. اندودهای آب‌بندی آسفالت
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۴. مخلوط‌های آسفالتی با مقاومت بالا در برابر شیارشدگی
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۵. مروری بر مدیریت دارایی در راه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۶. مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۷. بزرگراه آسیایی و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۸. راه‌های با روسازی انعطاف‌پذیر
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۹. سیستم‌های مدیریت سوانح رانندگی مورد استفاده در تونل‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۰. نقش و جایگاه اداره راه
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۱. آسفالت متخلخل
۱۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۲. مطالعه تطبیقی فعالیت‌های مدیریت پل
۱۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۳. روکش سطحی راه
۱۴/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۴. بودجه و عملیات نگهداری راه (یک دیدگاه آسیایی)
۱۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۵. رویکرد چندوجهی برای سیستم حمل‌ونقل
۱۰/۰۰۰	۸۶	پاییز	۸۶. راهنمای انتخاب و انجام آزمایش‌های فرآورده‌های خط‌کشی راه
۱۰/۰۰۰	۸۶	پاییز	۸۷. محدودیتهای وزن و ابعاد وسایل نقلیه- تجارب و روندها
			۸۸. آزمون بین‌المللی هماهنگ‌سازی اندازه‌گیری پروفیل طولی و عرضی راه و گزارش آنها
۱۲/۰۰۰	۸۶	پاییز	
۶۰/۰۰۰	۸۶	زمستان	۸۹. راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند- ویراست دوم
۱۰/۰۰۰	۸۷	بهار	۹۰. دستیابی به کیفیت در عملیات راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۷	بهار	۹۱. نکاتی در خصوص راه‌های برون‌شهری
۱۹/۰۰۰	۸۸	بهار	۹۲. روند جاری در زمینه ایمنی تونل

۱۰/۰۰۰	۸۸	بهار	۹۳. نگهداری تابلوها، خط‌کشی‌ها و سایر تجهیزات ایمنی راه
۲۰/۰۰۰	۸۸	بهار	۹۴. آشنایی با مفاهیم اولیه مدیریت و مهندسی ایمنی راه
۴۸/۰۰۰	۸۸	بهار	۹۵. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در کشورهای در حال توسعه
۲۳/۰۰۰	۸۸	بهار	۹۷. مدیریت و ارزیابی پل‌های پس‌کشیده بتنی
۲۰/۰۰۰	۸۸	تابستان	۹۷. انواع سازه‌ای منتخب برای پل‌های جدید
۲۶/۰۰۰	۸۸	تابستان	۹۸. راهنمای بازرسی و مرمت آبگذر
۲۰/۰۰۰	۸۸	تابستان	۹۹. چارچوب مفهومی شاخص‌های عملکردی برای بخش راه
۲۲/۰۰۰	۸۸	تابستان	۱۰۰. طرح راهبردی آشتو برای ایمنی راه
۲۸/۰۰۰	۸۸	تابستان	۱۰۱. توصیه‌هایی برای افزایش ایمنی پیشگیرانه در تونل‌ها
۴۰/۰۰۰	۸۸	تابستان	۱۰۲. روسازی‌های نیمه صلب

ب) کتب

۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	. راهنمای ایمنی راه (بیبارک)
۷۵/۰۰۰	۸۵	پاییز	. مدیریت پل
۲۰/۰۰۰	۸۶	زمستان	. روش‌های طراحی و اجرای آسفالت‌های حفاظتی
۱۹/۰۰۰	۸۶	زمستان	. تحلیل تصادفات و شناسایی و اصلاح نقاط پرتصادف
۲۲/۰۰۰	۸۷	تابستان	. مدیریت ایمنی در صنعت کشتیرانی
—	۸۷	تابستان	. مجموعه قوانین و مقررات حفظ حریم راهها
۴۸/۰۰۰	۸۷	پاییز	. مهندسی ارزش و چالش‌های عظیم بشر در قرن بیست‌ویکم
—	۸۷	زمستان	. مدیریت ایمنی در بنادر
۱۲۵/۰۰۰	۸۸	تابستان	. فرهنگ اصطلاحات مهندسی راه، ترافیک و حمل‌ونقل
۴۵/۰۰۰	۸۸	پاییز	. آرایه مدل تخصیص بودجه تعمیر و نگهداری راه‌ها
۲۰/۰۰۰	۸۸	پاییز	. راهنمای نگهداری پیشگیرانه روسازی راه
۳۷/۰۰۰	۸۸	پاییز	. راهنمای مدیریت نگهداری زمستانی راهها

ج) لوح فشرده

			. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰	۸۳	پاییز	. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
۳۴/۵۰۰ (قیمت واحد)	۸۳	زمستان	. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات DRI, VTI, SWOV, NCHRP, در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰	۸۴	بهار	

فهرست انتشارات پژوهشکده حمل و نقل

قیمت (ریال)	تاریخ انتشار	عنوان
الف) پروژه‌های تحقیقاتی		
۱۱/۰۰۰	بهار ۸۳	. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی
۱۳/۰۰۰	بهار ۸۳	. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها
۱۴/۰۰۰	بهار ۸۳	. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه‌آهن بدون بالاست
۲۷/۰۰۰	بهار ۸۳	. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی
۱۶/۰۰۰	زمستان ۸۳	. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور
۱۱/۰۰۰	بهار ۸۴	. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک
۱۱/۰۰۰	بهار ۸۴	. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علائم راه
۲۴/۰۰۰	تابستان ۸۴	. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن
۲۳/۰۰۰	تابستان ۸۴	. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)
۱۳/۰۰۰	تابستان ۸۴	. روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور
۱۸/۰۰۰	تابستان ۸۴	. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها
۱۴/۰۰۰	تابستان ۸۴	. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید
۲۰/۰۰۰	پاییز ۸۴	. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ریلی
۱۷/۰۰۰	زمستان ۸۴	. ظرفیت باربری محوری شمع‌ها
۱۴/۰۰۰	بهار ۸۵	. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها
۱۰/۰۰۰	بهار ۸۵	. روش‌های نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه
۱۰/۰۰۰	بهار ۸۵	. طرح ضوابط مخلوط‌های آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها
۱۵/۰۰۰	بهار ۸۵	. روش‌های بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران
۲۲/۰۰۰	بهار ۸۵	. ارائه روش‌های ساماندهی فعالیت عوارضی در آزادراههای کشور
۱۷/۰۰۰	بهار ۸۵	. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوط‌های آسفالتی
۲۵/۰۰۰	زمستان ۸۵	. آشنایی با جداسازهای لرزه‌ای و تاثیر آنها بر عملکرد پل‌ها
۲۵/۰۰۰	زمستان ۸۵	. آب‌وهوا و ایمنی جاده‌ها
۳۵/۰۰۰	بهار ۸۶	. روش‌های ثبت تصادفات و شناسایی نقاط پرتصادف
۲۰/۰۰۰	بهار ۸۶	. ساعت کار مجاز رانندگان حمل و نقل باری
۲۰/۰۰۰	بهار ۸۶	. کاربرد CBR غیراشباع در طراحی روسازی
۴۰/۰۰۰	بهار ۸۶	. سیستم‌های کنترل هوشمند تونل

۲۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	. راهنمای ایمن‌سازی گلوگاه‌های راه
۴۵/۰۰۰	۸۶	تابستان	. راهنمای ایمن‌سازی مدارس حاشیه راهها
۲۶/۰۰۰	۸۶	تابستان	. اثر روش تراکم بر میزان قیر بهینه در طرح اختلاط بتن آسفالتی
۴۰/۰۰۰	۸۶	تابستان	. کاربرد ژئوستنتیکها در روکشهای آسفالتی جهت کنترل ترکهای انعکاسی
۱۵/۰۰۰	۸۶	پاییز	. آزمایش‌ها و تحلیل‌های دینامیکی در طراحی و اجرای شمع‌ها
۳۵/۰۰۰	۸۶	زمستان	. راهنمای بازرسی ایمنی راه (انگلستان، نیوزلند و استرالیا)
۵۰/۰۰۰	۸۶	زمستان	. راهنمای بازرسی ایمنی راه (آمریکا، کانادا، آفریقای جنوبی و مالزی)
۲۷/۰۰۰	۸۶	زمستان	. راهنمای بازرسی ایمنی راه (جمهوری اسلامی ایران)
۴۰/۰۰۰	۸۶	زمستان	. راهنمای طراحی و اجرای خط‌کشی راهها
			. بررسی نرم‌افزار تحلیل و طراحی روسازی راه و ارائه گزینه مناسب برای کشور
۳۰/۰۰۰	۸۷	بهار	
۵۰/۰۰۰	۸۷	بهار	. طرح هندسی راهها و خیابانها (جلد اول)
۲۷/۰۰۰	۸۷	تابستان	. جمع‌آوری و طبقه‌بندی آسیب‌های وارده به پل‌ها در زلزله‌های گذشته
۱۰/۰۰۰	۸۷	تابستان	. تعیین هدف بهسازی لرزه‌ای پل‌های راه‌آهن
۳۵/۰۰۰	۸۷	تابستان	. راهنمای طراحی دیوارهای حائل طره‌ای
۲۰/۰۰۰	۸۷	تابستان	. راهنمای بهسازی لرزه‌ای تکیه‌گاه پل‌ها
۳۵/۰۰۰	۸۷	پاییز	. راهنمای فعالیت مراکز امداد رسانی فنی خودرو در راههای کشور
۱۳/۰۰۰	۸۷	پاییز	. راهنمای کاربری اراضی اطراف حریم راهها و راه‌آهن
۲۰/۰۰۰	۸۷	پاییز	. مبانی روش‌های طراحی و احداث تونل‌های راه و راه‌آهن در مناطق لرزه‌خیز
۸۱/۰۰۰	۸۷	زمستان	. چارچوب سیستم مدیریت روسازی راه‌ها در ایران
۴۰/۰۰۰	۸۷	زمستان	. راهکارهای کاهش هزینه احداث زیرساختهای حمل‌ونقل جاده‌ای
۳۰/۰۰۰	۸۸	بهار	. طرح هندسی راهها و خیابانها (جلد دوم)
۷۰/۰۰۰	۸۸	بهار	. مدیریت نوین روسازی
۶۰/۰۰۰	۸۸	بهار	. مبانی کاربرد تزریق در سنگهای درزه‌دار در تونلها

ب) کتب

۱۰۸/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱. فرهنگ جامع دریایی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۷/۰۰۰	۸۳	تابستان	۳. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)

ج) لوح فشرده

			۱. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)
۴۷/۵۰۰	۸۴	پاییز	
۵۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۲. آیین‌نامه طراحی بتادر و سازه‌های دریایی ایران

فهرست ابلاغیه‌های شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

عنوان	تهیه کننده	بررسی و تایید	تاریخ انتشار	قیمت
. آیین نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار وسایل نقلیه باربری جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری	زمستان ۸۴	۵۰/۰۰۰
. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری	زمستان ۸۴	۲۶/۰۰۰
. دستورالعمل آزمایشهای استاتیکی شمعها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ابنیه شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۲۰/۰۰۰
. دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ابنیه شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۲۰/۰۰۰
. دستورالعمل تحویل موقت و قطعی راهها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته نظام‌های فنی و اجرایی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۲۰/۰۰۰
. راهنمای طراحی و اجرای علائم برجسته راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ایمنی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۶	۳۲/۰۰۰
. دستورالعمل بازرسی ایمنی راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ایمنی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۶	۲۲/۰۰۰
. راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته زیرسازی و روسازی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۶	۱۱/۰۰۰
. راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته زیرسازی و روسازی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۶	۱۶/۰۰۰
. دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های حمل و نقل جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته اقتصاد شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۶	۱۲/۰۰۰
. دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های حمل و نقل ریلی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته اقتصاد شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۶	۱۲/۰۰۰
. راهنمای بکارگیری سامانه‌های هوشمند کنترل سرعت در جاده‌ها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	بهار ۸۷	۲۷/۰۰۰
. راهنمای بکارگیری سامانه‌های نظارت تصویری در جاده‌ها هماهنگ با سایر اجزای ITS	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	بهار ۸۷	۱۹/۰۰۰

عنوان	تهیه کننده	بررسی و تایید	تاریخ انتشار	قیمت
. راهنمای فهرست مطالب مطالعات پلها	دفتر مطالعات فناوری و ایمنی	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ابنیه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۸	۲۲/۰۰۰
. دستورالعمل بازدید ایمنی راه	دفتر مطالعات فناوری و ایمنی	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- کمیته ایمنی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۹	۲۲/۰۰۰
. اولویت های توسعه فنی در امور زیرساختهای جاده ای	دفتر مطالعات فناوری و ایمنی	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸۹	۱۰/۰۰۰

**Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education Research and Technology**

***Winter Maintenance Management
Guideline***