

مقایسه عملکردی استات کلسیم منیزیم با ماسه و نمک به عنوان ماده یخ زدا در فصل سرما

بهنام امینی^۱، رضا حضرتی^۲

^۱ عضو هیئت علمی دانشگاه امام خمینی قزوین- گروه راه و ترابری؛ bamini@ikiu.ac.ir
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه امام خمینی قزوین- گرایش راه و ترابری؛ r_hazrati@yahoo.com

چکیده

روسازی سرمایه ملی هر کشوری به حساب می آید و بخش عمده ای از بودجه عمرانی صرف ترمیم و نگه داری روسازی می شود. از جمله مشکلات اساسی در این خصوص تأثیرات منفی یخ زدگی روسازی در مناطق مستعد عمدتاً کوهستانی است، که علاوه بر هدر دادن منابع فراوان مالی، خسارت های جانی زیادی را نیز به دنبال دارد. در ایران برای جلوگیری از یخ زدگی و اجرای عملیات یخ زدایی قشر رویه از سیستم های سنتی که همان پخش نمک و شن می باشد، استفاده می شود که این سیستم نیز مشکلات متعددی را به دنبال دارد.

از دهه ۱۹۷۰ برخی از کشورهای دنیا که بیشتر با این مسئله در تماس بودند سعی نمودند تا مواد مناسبتری به جای نمک و شن جایگزین کنند که در این میان استات کلسیم منیزیم عملکرد مناسبتری نسبت به سایر مواد نشان داد. (۱)

روش تحقیق بدین ترتیب می باشد که بعد از ارائه آمار و مطالعات انجام شده در خصوص اثر شرایط اقلیمی بروی ایمنی جادهها؛ به بررسی عملکرد مخرب یخ بندان و خرابی های رطوبتی پرداخته؛ و نهایتاً با توجه به عملکرد نمک - ماسه و استات کلسیم منیزیم به عنوان ماده یخ زدا؛ توانایی افزایش ایمنی جاده با بکارگیری ماده استات کلسیم منیزیم بررسی می شود.

کلمات کلیدی: روسازی، یخ زدایی، استات کلسیم منیزیم، نمک- ماسه

مقدمه

امروزه حمل و نقل یکی از اجزاء مهم اقتصاد ملی محسوب می گردد و بدلیل داشتن نقش زیربنایی تأثیر فراوانی بر فرآیند رشد اقتصادی کشور دارد. حمل و نقل جاده ای به عنوان رایج ترین و ساده ترین سیستم به دیگر سیستم های حمل و نقل از طریق هوا، دریا و راه آهن به حساب می آید و در عین حال از پیچیدگی و اهمیت خاصی برخوردار است. حمل و نقل جاده ای به جهت ویژگی ها و مزایای خاص نسبت به سایر نظام های جابجایی، استفاده کنندگان بیشتری را به سوی خود جذب نموده است. در بعضی موارد جاده تنها راه ارتباطی است و در موارد دیگر آزادی عمل بیشتر از نظر مسیر، زمان،

سرعت، مبدا و مقصد و نوع وسیله نقلیه، استفاده کنندگانی با ویژگی های گوناگون فرهنگی و توانایی های متفاوت جسمی و روحی را در خود پذیرا می شود. (۲)

با توجه به طیف وسیع استفاده کنندگان و امتیازاتی که آنان در ارتباط با حمل و نقل جاده ای از آن برخوردار می شود، موجب گردیده که یکی از مسایل مهم در ارتباط با حمل و نقل جاده ای، ایمنی آن باشد از جمله موارد ایمنی جاده ای مربوط به عوامل و پدیده های هواشناختی می شود، از این رو امروزه هواشناسی جاده ای به یکی از شاخه های مهم هواشناسی کاربردی تبدیل شده است. از موضوعات قابل توجه در برنامه ریزی و طراحی جاده ها و راه های جدید، بررسی آثار پدیده های اقلیمی در مقیاس محلی، بر حمل و نقل جاده ای است. که هدف آن تأمین ایمنی و سلامتی پایدار استفاده کنندگان و همچنین حفظ ارزش اقتصادی جاده ها است.

آمار تصادفات و تلفات جاده ای در مقیاس کشوری از طرفی اهمیت این موضوع و از طرف دیگر نگرانی را بیشتر می سازد. ایران با داشتن یکصد جمعیت جهان، یک چهارم تصادفات دنیا را داراست. از سال ۱۳۶۵ سالانه ۱۰ تا ۱۵ درصد به حوادث جاده ای افزوده شده است و ایران در سال ۱۳۸۵ با بیش از ۲۷ هزار کشته ناشی از تصادفات جاده ای صدنشین کشور های جهان است. در حالی که در سایر کشور ها به ازای هر ۱۰ هزار خودرو سالیانه بین ۶-۵ مورد مرگ اتفاق می افتد، این رقم در کشور ما به ۳۵ مورد برای هر ۱۰ هزار خودرو می رسد. (۲)

در میان عوامل تأثیرگذار بر روی ایمنی حمل و نقل، پدیده های اقلیمی دارای اهمیت بالایی هستند. اگر چه پیدایش این پدیده ها اجتناب ناپذیر و در مواردی خارج از کنترل انسان می باشد لیکن بعضی از آنها را می توان با اعمال روش هایی در طراحی راه و بعضی دیگر را با حضور به موقع عوامل راهداری، نیروی پلیس و هلال احمر به حداقل رساند.

در مورد ایمنی جاده ها و تأثیر پارامترهای اقلیمی بر روی آن می توان گفت که در سطح جهان و در داخل کشور به نسبت کار چندانی صورت نگرفته است. بررسی نقش اقلیم در ایمنی جاده ها برای اولین بار در انگلستان در سال ۱۹۶۰ به هنگام برنامه ریزی جاده ترانزیتی پنن M62 بین لیورپول - هال مطرح شد و این نخستین بار بود

یابد که رانندگان از رانندگی در چنین شرایطی آگاهی نداشته باشند . روزهای زمستانی با دمای زیر صفر درجه به همراه بارش برف مشکلاتی چون کاهش سرعت متوسط خودرو ها، افزایش خطر تصادفات و افزایش هزینه مدیریت و نگهداری راهها را به دنبال دارد . علاوه بر برف روبی، مصرف مقدار قابل توجهی نمک به منظور بازگشایی جاده ها بعد از ریزش برف نیز می تواند مفید واقع شود.(۳)

تعداد تصادفات رابطه مستقیمی با نسبت بارش به درجه حرارت دارد . لارسون و براد معتقد بودند که مقایسه تصادفات به هنگام ریزش باران با زمانی که بارندگی نباشد وابسته به دمای هوا است به طوری که حداکثر تعداد تصادفات هنگامی رخ می دهد که بارندگی با دمای صفر درجه سانتی گراد و یا کمتر همراه است. تعداد تصادفات در جاده های یخبندان و برفی همزمان با افزایش دما افزایش می یابد . این تعداد در طی شب دو برابر بیشتر از ساعات روز است . اما در شرایط ریزش برف و یخبندان (بدون شرایط ذوب) تفاوتی بین تعداد آن در هنگام شب و روز وجود ندارد.(۴)

آندرسون به بررسی اثرات کاربرد نمک بر تعداد سوانح جاده ای بین سالهای ۴۷-۱۹۷۰ که توسط پلیس گزارش شده بود؛ پرداخت و نتایج زیر را به دست آورد.

الف) تعداد تصادفات در هنگام ریزش برف و یخبندان از سطح جاده خشک، ۳ تا ۲۰ برابر بیشتر است.

ب) رابطه ای بین مقدار نمک پاشی و تعداد تصادفات وجود ندارد.
ج) تعداد تصادفات در جاده های نمک پاشی شده مشابه جاده های نمک پاشی نشده در طی ماه های نوامبر و فوریه، ۵۲٪ و در ماههای مارس و آوریل و اکتبر، ۲۲٪ جاده های نمک پاشی نشده بوده است.

لارسون و برآد یک شاخص تصادف را برای تعدادی از راههای برفگیر و یخبندان بررسی کردند که در آن متغیرهای دما، بارش، عمق برف و تغییرات آن، ماه سال، روز هفته و هم چنین ایام تعطیل در نظر گرفته شد. آنها در سال ۱۹۸۱ گزارشی در ارتباط با همبستگی بین شرایط جوی، شرایط جاده و تصادفات جاده ای در فصل زمستان، ارائه کردند که بر پایه داده های آماری سال های ۷۷-۱۹۷۳ استوار بود.(۴)

آنها مطابق آمار سال های مورد مطالعه، جاده ها را به سه گروه تقسیم کردند: گروه A جاده هایی که در زمستان نمک پاشی شده اند ؛ گروه B جاده هایی که در بهار و پاییز نمک پاشی شده اند و گروه C جاده هایی که نمک پاشی نشده اند.

جاده های در معرض یخبندان وقتی که نمک پاشی شده باشند دو برابر دیگر جاده ها تصادف دارند که احتمالاً دلیل آن این است که رانندهها متوجه یخبندان جادهای که نمکپاشی شده است نمی شوند و سرعت خود را با شرایط یخبندان تنظیم نمیکند . در مجموع کل

که مهندسين بریتانیایی مجبور به در نظر گرفتن پدیده های اقلیمی به عنوان یک عامل تاثیرگذار در برنامه ریزی شده بودند بعد از اجرای طرح فوق و به دنبال مذاکرات مستمر با اداره هواشناسی بریتانیا یک شبکه متشکل از ۱۰ ایستگاه هواشناسی در ژانویه ۱۹۶۲ در مجاورت هر یک از راه ها تاسیس گردید تا داده های جوی را برای این محدوده ها ثبت کند.

جولیا ادوارد در سال ۱۹۹۶ تحقیقی را در مورد ارتباط بین تصادفات جاده ای و پدیده های اقلیمی در قوع تصادفات انجام داده است و وضعیت تصادفات را در روزهای بارانی، روزهای مه آلود و یا بادهای شدید با شرایط مطلوب پرداخته است و معتقد است که تعداد تصادفات در روزهای بارانی در مقایسه با روزهای بدون بارش کاهش معناداری را نشان می دهد . در روزهای همراه با مه ، آمار تصادفات افزایش یافته و در مورد باد شدید یافته معناداری را نشان نمی دهد. جین آندرهیژوهشگر کانادایی نیز مطالعات متعددی را در سال ۲۰۰۱ در زمینه هواشناسی جاده ای انجام داده است. نکته جالب توجه اینکه بیشتر مطالعات وی بر روی سوانح ناشی از بارش متمرکز شده است. خطر تصادفات معمولاً در طول بارندگی از مقادیر جزئی تا چند برابر افزایش می یابد.

شواهدی قابل توجه وجود دارد که نشان می دهد بارش برف تاثیر به سزایی نسبت به باران در وقوع تصادفات دارد . البته باید به این نکته توجه داشت که شدت تصادفات ناشی از بارش برف کمتر است . بادهای شدید به تنهایی و با تلفیق با بارش، تصادفات را افزایش می دهند . درخشندگی خورشید، استرس ناشی از گرما و فشار هوا در وقوع تصادفات جاده ای موثر می باشد . اما شواهد در این مورد به حدی پراکنده است که نمی توان به یک نتیجه منطقی در این مورد رسید.

یاماموتو پژوهشگر ژاپنی در سال ۲۰۰۲ پژوهشی را در زمینه اثرات مه در تصادفات بزرگ راه های ژاپن انجام داد، او با استفاده از نقشه های سطوح مختلف جو به بررسی چگونگی اثر مه در تصادفات پرداخت. وی در نهایت به این نتیجه رسید که زمان وقوع اکثر تصادفات ناشی از مه در فصول سرد سال متمرکز شده است، همچنین او دریافت که وضعیت جو بالا در زمان وقوع تصادفات متفاوت از هم بوده است . از دیگر یافته های او می توان به این نکته اشاره نمود که میدان دید در نزدیکی محل وقوع تصادف از حدود ۲۰ دقیقه قبل از تصادف به شدت کاهش می یابد.

یکی از حساس ترین شرایط اقلیمی ؛ شرایط بارش های سنگین و یخ بندان می باشد که باعث افزایش شدید لغزندگی سطح جاده ها و در نتیجه کاهش چشمگیر ایمنی جاده ها و متاسفانه افزایش تصادفات جاده ای می شود.

یخ بندان

ریزش برف و یخبندان در سطح جاده ها نقش مؤثری در کاهش اصطکاک بین سطح جاده و تایر اتومبیل ها دارد . در مناطقی که این پدیده از فراوانی بیشتری برخوردار است مشکل هنگامی شدت می

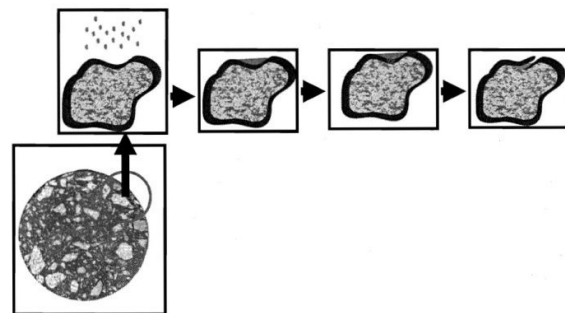
تصادفات در ماههای مارس و آوریل از ماههای اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و سپتامبر کمتر است. (۴)

خرابی های ناشی از حضور رطوبت و یخ بندان

از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ این فرض می شد که رطوبت تاثیر زیان آوری بر روی روسازی آسفالت وارد نماید. عریان شدگی؛ شیارزدایی زودرس، افتادگی شانه از جمله تاثیرات منفی ناشی از حضور رطوبت بوده که عامل خیلی از مشکلات اساسی دیگر در روسازی می باشد. این تاثیرات منفی ناشی از حضور رطوبت در تعداد زیادی از روسازی ها یکی از شناخته شده ترین مشکلات و اساسی ترین مسائل مربوط به روسازی آسفالت می باشد. (۵)

تخریب ناشی از رطوبت را به طور عمومی می توان به دو مکانیزم دسته بندی کرد یکی کاهش خاصیت چسبندگی و دیگری کاهش قدرت اتصال بین مواد. کاهش چسبندگی ناشی از وارد شدن آب به درون آسفالت و ریز دانه ها بوده و باعث عریان شدگی بالاترین لایه آسفالت می شود. وضعیت این عملکرد را در شکل ۱ می توان مشاهده کرد. کاهش پیوستگی ناشی از یک نرم شدگی مخلوط قیری آسفالت می باشد. تخریب روسازی ناشی از حضور رطوبت می تواند نتایجی از ترکیب این دو اثر باشد. از طرفی در تخریب های ناشی از رطوبت فاکتورهای دیگری مانند تغییرات در طرح اختلاط آسفالت روسازی، انقباض آسفالت که متناسب با افزایش ترافیک عمل می کند، تغییر در کیفیت ریزدانه ها، کاربرد روش های مختلف طراحی و کنترل کیفی ضعیف را نامبرد. (۵)

شکل ۱: نحوه عملکرد رطوبت



شکل ۲: پدیده عریان شدگی



مخلوط آسفالتی ترکیبی از قیر؛ ماسه و ریزدانه های فیلر می باشد و همچنین از برخی مواد اصلاح کننده خواص آسفالت مانند پلیمرها، اسید فسفریک و آهک هیدراته نیز استفاده می شود. در روسازی های آسفالتی که در معرض رطوبت قرار گرفته اند، جدا شدن ریزدانه ها از ترکیب یک مشکل اساسی و در عین حال عمومی می باشد. عملکرد متناوب رطوبت باعث کاهش سختی آسفالت و در این شرایط تحت اثر ترافیک عبوری تخریبات مکانیکی ناشی از شدت یافتن جدا شدگی ریزدانه ها از ترکیب آسفالت؛ رخ می دهد و در برخی مواقع، این تخریبات مکانیکی باعث ایجاد ترک های اساسی روسازی و در نتیجه کاهش چشمگیر ایمنی می شود. این نوع تخریب به عنوان عریان شدگی یا شیارشدگی سطح آسفالت معروف می باشد پدیده عریان شدگی اولیه می تواند به سرعت به فرسایش شدید روسازی تبدیل شود و نهایتاً به آنچه در شکل ۳ می بینید تبدیل شود. (۶)

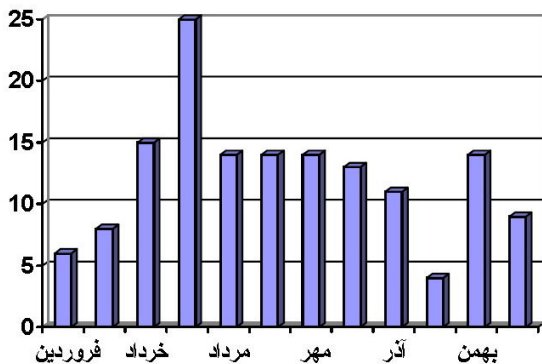
شکل ۳: شدت یافتن پدیده عریان



شدگی

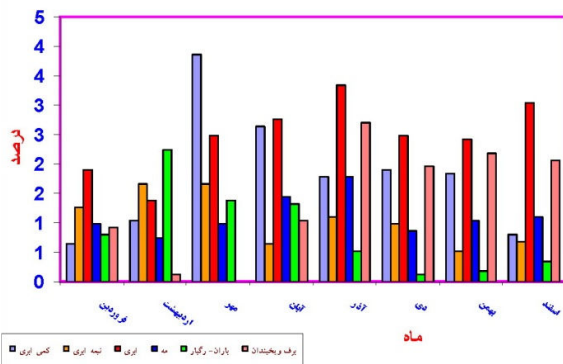
همانطور که گفته شده؛ پدیده عریان شدگی از مهم ترین انواع خرابی های روسازی ناشی از حضور رطوبت می باشد. این تخریب عموماً باعث شدت بخشیدن سایر تخریبات سازه ای مخلوط های آسفالتی در ارتباط با ترک خوردگی و تغییر شکل های پلاستیک می باشد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است این نوع تخریب عموماً باعث کاهش سختی آسفالت می شود که در نتیجه تخلیه قیر در اتصال با ریزدانه ها بر اثر نفوذ رطوبت ناشی از کاهش چسبندگی بین ریزدانه ها و قیر حاصل می شود. از طرفی این کاهش سختی آسفالت گرم باعث خرابی های زودرسی مانند شیارشدگی، افتادگی شانه و ترک های ناشی از خستگی می شود. در شکل ۲ نمونه ای از این نوع خرابی را می توان مشاهده نمود.

وبختیاری



نرخ تصادفات و کشته شدگان در استان اردبیل نیز تا حدودی مشابه وضعیت استان چهارمحال وبختیاری می باشد. نکته حائز اهمیتی دیگری که در تصادفات این استان دیده می شود؛ آمارا تصادفات بالا ناشی از یخ بندان با توجه به اینکه در این ایام بیشتر مسیرها بسته می شود؛ می باشد. این وضعیت را در نمودار ۳ می توان مشاهده کرد.(۲)

نمودار ۳: در صد تصادف در شرایط ناپایدار در استان اردبیل



استفاده از مواد یخ زدا

برای جلوگیری از یخ زدگی در سطح دنیا و به خصوص آمریکا از مواد یخ زدا متنوعی استفاده می شود. نمک از شناخته شده ترین مواد یخ زدا در سطح دنیا می باشد. البته با توجه به پیشرفت های علمی انجام شده و شناخت تاثیرات مخرب زیست محیطی و همچنین تاثیرات منفی بر روی قشر رویه آسفالت مواد جدیدی جایگزین آن شده است. از مهم ترین این پارامترها می توان به عملکرد مناسب برای ذوب برف و یخ، تاثیر بر روی سلامتی موجودات زنده و انسان، عملکرد مناسب در درجه حرارت های پایین تر، هزینه های تمام شده برای امر برف زدایی و نگهداری مسیر، تاثیر بر روی خوردگی و زبری قشر رویه آسفالت اشاره کرد.

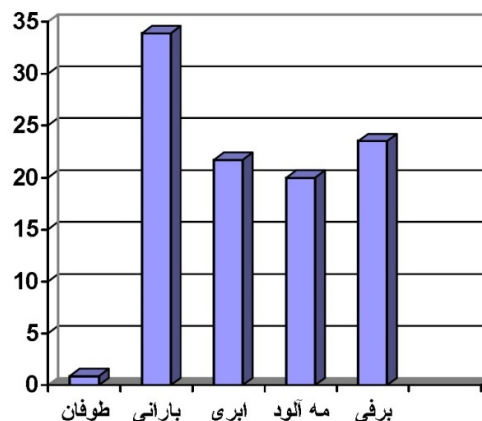
البته قبل از عملیات پخش مواد یخ زدا بر روی سطح جاده ها، ابتدا به کمک دستگاه های برف روب بخش عمده ای از حجم برف از سطح جاده ها برداشته می شود، اما نکته قابل توجه حرکت این دستگاه های سنگین برف روب بر روی سطح جاده ها می باشد که با توجه به این نکته که برای جلوگیری از برخورد تیغه برف روب با

بررسی شرایط در داخل کشور

مطالعات انجام شده در داخل کشور برای بررسی میزان تصادفات با توجه به شرایط اقلیمی محدود به چند استان اردبیل ، چهارمحال و بختیاری و کردستان می باشد. روش بررسی در این تحقیقات همگی مشابه بوده و بررسی نرخ تصادفات با توجه به نوع شرایط اقلیمی و آغاز و پایان دوره سرما دسته بندی شده است. شایان ذکر است اغلب این مطالعات در قالب تحقیقات دانشگاهی می باشد.

در بررسی های بعمل آمده در استان چهارمحال وبختیاری مشخص گردید که در شرایط خوبی جوی که شاهد آسمان صاف هستیم میزان تصادفات بطور قابل ملاحظه ای بالا می رود ولی در شرایط بد جوی میزان تصادفات کم می باشد که این موضوع ناشی از بسته شدن راه ها و کند شدن تردد دارد که این موضوع در مسائل اقتصادی و کلیه امور می تواند موثر باشد. از طرفی باید به خسارت ناشی از عدم حمل کالا و دیر رسیدن کالا و مسافر به مقصد اشاره گردد. همانطور که در نمودار ۱ دیده می شود؛ در خصوص عوامل موثر جوی بر میزان تصادفات به زمان بارش؛ باران ۳۴ درصد؛ تصادفات را به خود اختصاص می دهد؛ برف ۲۴ درصد؛ مه ۲۰ درصد؛ هوای ابری ۲۲ درصد و طوفان ۵ درصد؛ تصادفات در شرایط جوی را ناشی می شود.(۷)

نمودار ۱: در صد تصادف در شرایط ناپایدار در استان چهارمحال وبختیاری



با توجه به شرایط بسیار سختی که این استان در فصل سرد دارد؛ آمد و شد در این ایام بطور چشمگیری کاهش می یابد؛ اما نکته حائز اهمیت این است که با توجه به این کاهش مسافرت؛ متاسفانه آمار کشته شدگان به خاطر تصادفات رانندگی در این ماهها تفاوت چندانی با سایر ماههای سال ندارد که این مطلب ناشی از کاهش چشمگیر ایمنی جاده ها در این ایام می باشد. این وضعیت را در نمودار ۲ و در بهمن ماه سال ۱۳۷۹ می توان مشاهده نمود.(۷)

زیرزمینی و زیست گاه های موجودات آبرزی بوسیله یون های کلرید و سدیم آزاد شده در روان آب ها.

این عامل می تواند برای سلامت انسان به واسطه افزایش میزان سدیم درون آب خطرناک باشد. بطور متوسط میزان خسارت های سالیانه ناشی از بکارگیری کلرید کلسیم به عنوان ماده یخ زدا حدود ۱۵ برابر هزینه خریداری و عملیات پخش نمک می باشد. اگر چه این ضررهای اقتصادی هنوز به نسبت مزایای بکارگیری نمک همچون کاهش تصادفات و یا کاهش هزینه های مشاغل به علت افزایش کیفیت سطح حمل و نقل کمتر برآورد می شود. از این رو ما می بایست این مبالغ را برای پاکسازی برف و یخ از روی بزرگراه ها در فصل زمستان پرداخت کنیم اما ممکن است مبالغ بیشتری پرداخت شود تا توان تاثیرات مخرب کمتری را داشته باشیم. (۹)

مشکل دیگر نمک؛ قابلیت خوردندگی بالای آن می باشد. حضور نمک باعث افزایش خرابی های ناشی از رطوبت و از جمله شدت گرفت پدیده عربان شدگی می شود. خوردگی سطح جاده توسط پدیده عربان شدگی باعث ناهموار شدن سطح جاده و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه ایمنی جاده و در نتیجه افزایش نرخ تصادفات می شود. از طرفی چنانچه به موقع به این خرابی رسیدگی نشود؛ با شدت یافتن آن و ایجاد گودال بروی سطح جاده؛ ایمنی سطح جاده ها بطور چشمگیری کاهش می یابد.

ماسه

ماسه به عنوان یک ماده اساسی برای ایجاد اصطکاک و افزایش زبری برای جاده های با ترافیک کم و یا در شرایط با درجه حراراتی که نمک به راحتی می تواند باعث ذوب برف و یخ شود بکار گرفته شود. اما این ماده می بایست برای جلوگیری از کلوخه شدن و یا رسوب کردن بر روی سطح جاده به خوبی با نمک و یا کلرید کلسیم مخلوط شود. در عمل ماسه در هنگامی که ماشین های برف روب، در مناطقی که برف کمی نشسته است و برای زیاد کردن اصطکاک سطح جاده مورد استفاده قرار می گیرد. کارایی ماسه، هنگامی که ترافیک عبوری از روی برف به جا مانده می گذرد و یا در هنگام ریزش برف جدید بطور چشمگیری کاهش می یابد.

شایان ذکر است که در روسازی جاده های روستایی، ماسه باعث افزایش شدید احتمال انحراف وسایل نقلیه از سطح جاده می شود. ماسه های جمع شده در کنار بالا آمدگی ها و خاک اطراف جاده ها موجود می باشند که بعد از اتمام عملیات یخ زدایی از سطح جاده جمع آوری می گردند. این ماده حتی می تواند در مناطقی که فاضلاب در نزدیکی آن هست وارد زهکش ها شده و باعث گرفتگی در شبکه فاضلابها گردد. ماسه به خودی خود یک ماده خورنده محسوب نمی شود، اگرچه می تواند به وسایل نقلیه در حین حرکت بچسبد. ماسه می تواند در حین استفاده خورد شده و با پخش شدن در هوا باعث ایجاد مشکلات تنفسی نیز گردد. قیمت تمام شده ماسه در آمریکا حدود ۵ دلار به ازای هر تن برآورد شده است. (۸)

سطح جاده معمولا چند سانتیمتر برف بر روی سطح جاده باقی می ماند که با حرکت همین وسیله سنگین و سایر وسایل نقلیه این برف باقی مانده بر روی سطح جاده ها فشرده شده و مدت زمان بیشتری را برای ذوب شدن و آزاد سازی لازم خواهد داشت و همچنین به خاطر فشار اعمالی باعث افزایش میزان خرابی ناشی از اثر یخ زدگی می شود که البته هدف این تحقیق نمی باشد.

نمک (کلرید سدیم)

نمک جاده ای با ذوب کردن برف و یخ باعث شکسته شدن بافت یخ و از بین رفتن برف می شود. این ماده بطور گسترده ای در ایالات آمریکا در بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ استفاده می شده است و با توجه به شرایط مختلف آب و هوایی با نسبت های مختلفی تا سالهای ۱۹۷۰ نیز بکار گرفته شده است. در حال حاضر نیز نمک بطور گسترده ای به عنوان ماده یخ زدا در دوران برف و یخ بندان در داخل کشور بکار می رود. (۸)

عوامل زیادی در میزان مصرف نمک برای یخ زدایی تاثیر گذار می باشند، از مهم ترین این پارامترها می توان به تعداد مسیر در هر ناحیه، میزان ترافیک میانگین روزانه، نوع جاده و شرایط آب و هوایی اشاره نمود. شایان ذکر است حداقل دمای تاثیر گذار برای بکارگیری نمک ۱۲- درجه سانتیگراد می باشد. در دهه ۱۹۸۰ با بکارگیری دستگاه هایی که نمک را بطور خودکار و با توجه به سرعت نمک پاش پخش می کردند، میزان پخش نمک تحت کنترل قرار گرفت که در نتیجه باعث کاهش میزان مصرف و همچنین تاثیرگذاری بیشتر عملکرد این ماده به عنوان یخ زدا گردید.

ولی در مجموع با بکارگیری از دستگاه های کنترل کننده پخش نمک و بکارگیری روش های پیشنهادی برای این امر، میزان این کاهش چندان چشمگیر نبود. شایان ذکر است قیمت تمام شده برای بکارگیری نمک حدود ۲۰ تا ۴۰ دلار به ازای هر تن آن برآورد شده است که البته همین قیمت پایین نمک عامل اصلی مصرف گسترده آن در سطح کشور ما می باشد.

نگهداری نمک برای مصرف در زمان لازم، یکی دیگر از دغدغه های بکارگیری آن بشمار می آید. با توجه به اینکه نمک قابلیت جذب رطوبت بالایی داشته که این امر باعث ایجاد اختلال در امر توزیع آن می باشد و همچنین در صورت آزاد شدن و پخش شدن در سطح منطقه باعث آلودگی های زیست محیطی زیادی می گردد. از این رو برای نگهداری آن بایستی مکان هایی سرپوشیده به این امر اختصاص داد. (۸)

به علت کاربرد وسیع نمک در بزرگراه ها باعث شد تا مشکلات خوردگی جدی بر روی آسفالت رویه ظاهر شود، از طرفی خرابی های زیست محیطی نیز به این مشکلات اضافه شد. بطور کلی می توان خرابی های ایجاد شده را بر روی عوامل زیر یافت: (۹)

خرابی عرشه پل ها بوسیله خوردگی میلگردهای مصرفی در بتن، خوردگی شاسی و زیره وسایل نقلیه، آلودگی خاک، آب های

خاکهای کنار جاده دارند ولی برای آشکار شدن این مهم تحقیقات بیشتری مورد نیاز است .

خاصیت غیر خورنده بودن استات کلسیم منیزیم باعث کاهش تاثیر منفی بر روی وسایل نقلیه موتوری، پل ها، جاده ها و ... می شود که این عامل را می توان علت اصلی سودآوری این ماده نامبرد. آزمایشات خوردگی فلزات در ایالت میشیگان آمریکا بیانگر این است که میزان خوردگی استات کلسیم منیزیم نسبت به نمک حدود یک سوم تا یک نهم می باشد. محققین مشاهده کردند که مضرات خوردگی استات کلسیم منیزیم نسبت به نمک بر روی وسایل نقلیه، پل ها و بتون مسلح پل ها و جاده ها به طور چشمگیری کمتر می باشد. (۸)

تنها مشکل باقی مانده نیز قیمت تمام شده بالای تولید آن می باشد. متاسفانه استات کلسیم هزینه نسبتا بیشتری را نسبت به نمک به همراه دارد. (بطور کلی استات کلسیم منیزیم حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر گران تر از نمک می باشد)

این ماده به طور گسترده ای در ایالات سردسیر آمریکا مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته است. به طور عمومی استات کلسیم منیزیم به عنوان یک یخ زدا مورد پذیرش در کشور آمریکا و سایر کشورهای سردسیر دنیا شناخته شده است.

به طور علمی استات کلسیم منیزیم درصد وزنی بیشتری را برای عملکرد مشابه نسبت به نمک نیاز دارد. به طور کلی برای عملکرد مشابه حدود ۱/۷ برابر می باشد این درصد در مناطق مختلف دارای نسبتهای مختلفی است به طور مثال در ایالت میشیگان و برای شرایط رویه خیس حدود ۲/۶ برابر می باشد. ولی به طور مجموع و طی تحقیقات انجام شده گسترده و با در نظر گرفتن شرایط زیست محیطی و خوردگی سطح رویه آسفالت قالبها میزان ۱/۱۹ را برای نسبت مصرف استات کلسیم منیزیم به نمک پیشنهاد می کنند. (۹)

استات کلسیم منیزیم زمان مانده بیشتری را نسبت به نمک دارد. این زمان ماند بدون در نظر گرفتن جاری شدن سیل بیش از دو هفته برآورد شده است که این عامل باعث کاهش میزان مصرف آن نسبت به نمک و حذف عملیتهای نمک پاشی متداوم می گردد. با توجه به مشاهدات محلی در هنگامی که میزان رطوبت بالا می باشد استات کلسیم منیزیم دارای چسبندگی بیشتری نسبت به نمک بوده و به کف وسایل حمل مواد یخ زدا می چسبد. در نتیجه به طور وزنی، استات کلسیم منیزیم کمتری نسبت به نمک می توان در محلهای نگهداری مناطق سرپوشیده نگه داشت.

در نتیجه با توجه به غیر خورنده بودن ؛ زمان ماند بالا و سازگاری مناسب با محیط زیست؛ این ماده می تواند مشکلات ایمنی ناشی از حضور نمک و ماسه را در حد مناسبی کاهش داده و نرخ تصادفات را در مناطق مستعد بطور محسوسی کاهش دهد.

نتیجه گیری

همانطور که در متن این مطالعه دیده شد، هدف اصلی از انجام این مطالعه؛ بررسی عملکرد ماده استات کلسیم منیزیم بروی خرابی های ناشی از حضور رطوبت بروی سطح روسازی جاده و از جمله پدیده

از طرفی بعد از آب شدگی برف، ماسه بر روی سطح جاده باقی می ماند و با عبور وسایل نقلیه از روی سطح جاده، باعث می شود تا ماسه باقیمانده بر روی سطح جاده توسط فشار وارده از لاستیک به سطح زیرین وسایل نقلیه برخورد کند و مشکلات خاصی را برای آنها به همراه داشته باشد، از طرفی حضور همین ماسه، بعد از دوره سرما باعث افزایش لغزندگی سطح جاده شده و در نتیجه باعث کاهش ایمنی می گردد. در ضمن با عبور وسایل نقلیه از روی سطح جاده و ایجاد فشار بر روی این مواد، ماسه به درون سطح روسازی نفوذ کرده و بعد از عملیات پاکسازی موجب ناهموار شدن سطح روسازی می گردد که علاوه بر ایجاد خسارت های مالی شدید، باعث کاهش ایمنی جاده ها نیز می گردد. این مطلب بیشتر در مناطقی مشاهده می شود که با ترافیک عبوری سنگینی همراه می باشند.

استات کلسیم منیزیم

در سال ۱۹۷۶ سازمان مدیریت بزرگراه های فدارال آمریکا برای انجام یکسری مطالعات در خصوص جایگزینی یک ماده مناسب به جای نمک، قراردادی را با موسسه تحقیقاتی Bjorksten بست. این مطالعات بوسیله دان و شنک هدایت می شد تا جایی که توانستند ماده CMA را کشف نمایند. آنها از ابتدای جدول تناوبی تمامی مصالح را در خصوص، خصوصیات شیمیایی برای عملکرد رادیواکتیو، سمی و هزینه بر بودن، خصوصیات یخ زدایی مواد و خوردنگی و امثال اینها را مورد ارزیابی قرار دادند که در نهایت تنها چند ماده که قابلیت های مناسب را داشتند باقی ماند. تنها ۹ ماده قابلیت بکارگیری یخ زدایی شیمیایی را داشتند: هیدروژن، کربن، نیتروژن، سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلسیم و فسفر و ترکیباتی که این مواد را می توانستند همراه خود داشته باشند مانند ترکیبات ارگانیک، ترکیبات نمکی و نمک های مرکب (از ترکیب ترکیبات نمکی و ترکیبات ارگانیکی بدست می آید). قابلیت انحلال مواد، دمای یخ زدایی، PH انحلال و هزینه های تخمین زده شده برای هر ترکیب مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از انجام این مراحل تنها دو ماده به عنوان ماده یخ زدا باقی ماند، متانول و استات کلسیم منیزیم. بر روی هر دو این مواد تحقیقات گسترده ای برای ارزیابی خصوصیات یخ زدایی، قابلیت های خوردنگی و سمی بودن آنها انجام شد. بعد ها متانول به علت قابلیت اشتعال، حلال بودن برای طبیعت و ماندگاری پایین آن بر روی سطح جاده ها حذف شد و تنها ماده استات کلسیم منیزیم باقی ماند. (۹)

تحقیقات انجام شده در طی چند سال اخیر به طور واضح نشان داده است که استات کلسیم منیزیم تاثیرات مخرب زیست محیطی کمتری را نسبت به نمک داشته و همچنین عملکرد نسبتا غیرسمی نیز بر روی انسان دارد. به علت قابلیت تجزیه پذیری استات کلسیم منیزیم و حرکت ضعیف این ماده در خاک، استات کلسیم منیزیم تاثیر کمتری نسبت به نمک برای وارد شدن به آبهای زیرزمینی دارد. اگرچه تحقیقات زیست محیطی پیشنهاد کرده است که استات کلسیم منیزیم توانایی بیشتری در تجزیه فلزات سنگین آزاد شده از

(۲)- علی دولتی مهر؛ دکتر رسول صمد زاده؛ دکتر مقصود خیام؛
بررسی تاثیر پدیده های اقلیمی بر تصادفات جاده ای مطالعه موردی
جاده اردبیل - مشگین شهر

(۳)- غلامعلی کمالی؛ مجید حبیبی نوخندان؛ بررسی توزیع مکانی
و زمانی یخبندان در ایران و نقش آن در حمل و نقل جاده ای

[4]- Wallaman, C., Wretling, P. and Oberg, G.
Effects of winter road maintenance, Finland Road
Administration, 1999

[5]- Dr. Yong-Rak Kim and Jamilla Sudo Lutif
Material Selection and for Moisture Damage Design
Consideration of Asphalt Pavement, December 2006

[6]- N. Kringos, A. Scarpas, Physical and Mechanical
Moisture Susceptibility of Asphaltic Mixtures, January
2008

(۷)- سعید قطره سامانی؛ تاثير عوامل جوی بر تردد جاده ای در
استان چهارمحال وبختیاری؛ اداره کل هواشناسی استان چهارمحال
وبختیاری

[8]- <http://www.michigan.gov>, Current Deicing
Practices And Alternative Deicing Materials, December
2004

[9]- Daniel B. Leineweber, Production of Calcium
Magnesium Acetate (CMA) from Dilute Aqueous
Solutions of Acetic Acid, University of Wisconsin-
Madison, December 25, 2002

عریان شدگی که می باشد. نمک به عنوان شناخته شده ترین ماده
یخ زدا برای عملیات یخ زدایی در فصل سرد به همراه شن؛ عملکرد
مناسبی برای پاکسازی برف نشان می دهد؛ اما مشکلات عدیده ای را
به همراه دارد. از این رو مواد جدیدی برای جایگزین شدن به جای
نمک مورد بررسی قرار گرفته اند. از جمله مهمترین این مواد استات
کلسیم می باشد که عملکرد مناسبتری را از خود نشان داده است. اما
برای اینکه این ماده بتواند بطور کامل جایگزین نمک شود؛ بایستی
تمامی اثرات آن بر روی آسفالت مشخص شود.

رفتار کلی استات کلسیم منبزم نسبت به رفتار نمک، مناسبتر
می باشد. با بکارگیری این ماده از طرفی مشکلات متعدد نمک از
جمله خوردگی رویه آسفالت که باعث ناهمواری سطح جاده و در
نتیجه کاهش ایمنی و افزایش تصادفات می شود؛ حذف می شود و از
طرفی دیگر سلامت اکوسیستم منطقه حفظ شده و خللی در سلامت
زیستگاه های آبی ایجاد نمی گردد. علاوه بر اینها؛ زمان ماند بالای
استات کلسیم منبزم نسبت به نمک؛ حجم علیات یخ زدایی را
کاهش می دهد.

ماسه باعث شدت یافتن عریان شدگی و از طرفی ناهموار شدن
رویه آسفالت می شود، در نتیجه می توان برای افزایش سلامت
روسازی، این ماده را حذف نموده و برای ایجاد اصطکاک بیشتر از
روش های دیگری استفاده شود.

هزینه ناشی از بکارگیری مواد، یک از فاکتور های اصلی در انتخاب
گزینه مناسب برای یخ زدایی می باشد. متاسفانه قیمت تمام شده
استات کلسیم منبزم در حال حاضر حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر قیمت
نمک می باشد. اما در مقابل استفاده از نمک خساراتی را بر روی
روسازی جاده، وسایل نقلیه و اکوسیستم منطقه ایجاد می کند.

اما در برخی مناطق، به دلایلی از قبیل؛ حادثه خیز بود مانند پلها و
قوس های تند؛ مشکلات مربوط به بستن مسیر برای دوره های ترمیم
و نگهداری و یا عملیات های پاکسازی و برف رویی مانند باند فرودگاه
ها یا مسیر های ترانزیتی کلیدی، استفاده از استات کلسیم منبزم،
توجیه منطقی دارد. در نتیجه در این مناطق، برای افزایش ایمنی و
لحاظ کردن شرایط و ملاحظات اقتصادی، استفاده از استات کلسیم
به جای نمک گزینه مناسبی می باشد.

در مجموع بهترین گزینه از لحاظ عملکردی و ایمنی و حفاظت از
اکوسیستم های مناطقی که در آن نیاز به عملیات های یخ زدایی می
باشد و با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی برای مقابله با پدیده عریان
شدگی، استفاده از ماده استات کلسیم منبزم به عنوان ماده یخ زدا،
حذف ماسه از ترکیب آن در مناطق مستعد حادثه خیز مانند پل ها و
قوس های تند و همچنین باند فرودگاه ها می باشد.

مراجع

[1]- Brij D. SHah, Evaluation of Moisture Damage
within Asphalt Concrete Mixes, Texas A&M University
August 2003