درپوش منهول‌ها، معضلات و راهکارها

مهرداد نصری، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران
کیوان آقابیک، دکترای حمل و نقل، هیات علمی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، ایران
طهمز احمدپور، دانشجوی دکترای، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف و مدیرعامل سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول : Kayvan.Aghabayk@ut.ac.ir
دریافت: 95/02/01- پذیرش: 95/06/18

چکیده

درپوش منهول‌ها جزءِ لاینفک شهرها هستند و برای محافظت از تاسیسات زیرزمینی در برابر عوامل خارجی و مراقبت از شهروندان و فضای شهری در برابر خطرات محتمل ناشی از این تاسیسات بکار گرفته شده‌اند. وجود این درپوش‌ها در معابر مختلف شهری مثل پیاده‌روها و خیابان‌ها، با توجه به ماهیت خود درپوش و تاسیسات تحت محافظت آن، همراه با ایجاد معضلات و مشکلات بخصوصی است که در صورت بی‌توجهی به آن‌ها و عدم تلاش برای رفعشان، ممکن است خسارات مالی و جانی به دنبال داشته باشند. این معضلات برخی به سازه منهول و ساختار درپوش بازمی‌گردند، نظیر ایجاد سروصدا در اثر عبور خودرو از روی دریچه لق یا کنده شدن درپوش به دلیل نصب غیر اصولی یا اتصال نامناسب آن به قابش، و برخی نیز به تاسیسات زیر آن‌ها مربوط می‌شوند، مثل پرتاب شدن درپوش در اثر فشار بیش از حد گازها و بخارهای تاسیسات و یا بوی بد ناشی از منهول‌های فاضلاب، و برخی نیز در اثر عوامل خارجی پدید می‌آیند، نظیر سرقت درپوش‌های فلزی و افتادن عابر به درون چاله منهول. در این مقاله ضمن آشنایی با ساختار و ماهیت درپوش‌ها، مصالح عمده به کار رفته در ساخت درپوش‌ها بررسی می‌شوند تا نقاط ضعف و قوت هرکدام روشن گردد و سپس مشکلات مربوط به درپوش‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند و راهکارهای مربوط به رفع هریک با توجه به تجارب متخصصین در کشورهای مختلف ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: درپوش، منهول، ایمنی، تاسیسات زیرزمینی

1- مقدمه

درپوش منهول‌ها و کانال‌های آب از نسل اولین تلاش‌های بشر برای زندگی متمدنانه شهری هستند. وظیفه این درپوش‌ها جداسازی شهروندان و فضای شهر از دنیای پیچیده زیر آن بوده است. منهول‌ها دالان‌های دسترسی ما به شبکه‌های تاسیساتی شهرها مانند آب، برق، گاز و مخابرات هستند. این منهول‌ها و کانال‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی توسط درپوش‌هایی پوشانیده می‌شوند تا هم از شهروندان در برابر مخاطرات مربوط به آن‌ها مثل بوی بد شبکه‌های فاضلاب، ولتاژهای شدید برق، خطر انفجار تاسیسات گازرسانی، خطر افتادن به درون منهول و نظیر این‌ها محافظت کنند، و هم برای ما راه دسترسی به این تاسیسات را فراهم می‌آورند تا در مواقع لزوم برای اهدافی نظیر تعمیر و نگه‌داری یا ایجاد تغییر در این تاسیسات به راحتی به آن‌ها دسترسی داشته باشیم، لیکن می‌بایست از دسترسی افراد غیرمرتبط که ممکن است با اهداف تخریب این تاسیسات باشد و همچنین ورود عوامل

مخاطره انگیز نظیر حیوانات ،کودکان و مواد خورنده جلوگیری کنند(Jewson,2014).

اولین درپوش‌ها در روم باستان از جنس سنگ برای دریچه‌های فاضلاب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به دلیل اهمیت درپوش‌ها طراحی آن‌ها در طول تاریخ همواره موردتوجه و چالش برانگیز بوده است.(EJ, 2011). علیرغم وجود گزارش‌های فراوان در مورد درپوش‌های منهول‌ها، مشکلات و راهکارهای مرتبط با آن‌ها رساله‌ای که به صورت منسجم به بررسی این موارد پرداخته باشد، وجود ندارد. این مقاله با هدف رفع این شکاف علمی و کمک به برطرف شدن مشکلات مرتبط با درپوش‌ها، با بررسی گزارش‌ها و نوشته‌های مرتبط با این موضوع از پایگاه‌های اینترنتی مربوط به ارگان‌های ذیربط و تولید کنندگان از کشورهای مختلف جهان نوشته شده است.

عوامل تاثیرگذار در طراحی درپوش‌ها شامل محل بکارگیری آن‌ها و تاسیسات تحت محافظت‌شان است که در جنس، شکل، ابعاد و اجزای بکار رفته در ساخت این درپوش‌ها اثر می‌گذارد(Salah El Haggar et al. ,2009). درپوش‌ها بسته به محل بکارگیری‌شان بارهای مختلفی را تحمل می‌کنند. برای مثال درپوش واقع در پیاده‌رو می‌بایست بار ناشی از حرکت افراد پیاده و درپوش بکاررفته در مسیر ویژه اتوبوس باید بار ناشی از حرکت اتوبوس را تحمل کند. برای دسته‌بندی این بارها و ملاحظات مرتبط‌شان استانداردهای مختلفی وجود دارد که از آن جمله ANSI[1], ASSE[2], PDI[3],IAPMO[4] می‌باشند (ACO,2015).

بار وارد بر درپوش‌ها به دو شکل استاتیک، در محل پارک وسایل نقلیه یا ایستادن افراد، و دینامیک، در محل حرکت وسایل است. بار استاتیک وارد بر درپوش‌ها به صورت مولفه عمودی و با دینامیک به صورت ترکیبی از مولفه افقی و مولفه عمودی نیرو وارد می‌شود. همچنین نحوه توزیع بار روی درپوش‌ها بسته به نوع تایر وسایل نقلیه تفاوت می‌کند. مثلا بار ناشی از تایرهای موتور به صورت تقریبا متمرکز و با شدت زیاد و بار وارد توسط تایرهای پنوماتیک به صورت گسترده و باشدت کم روی سطح درپوش توزیع می‌شود و یا حرکت می‌کند. همچنین در سطح سواره‌روها بسته به نوع وسایل نقلیه در تردد، فراوانی شان، سرعت حرکت آن‌ها و وضعیت توقف و دورزدن در آن محل، درپوش‌ها بارهای متفاوتی را متحمل می‌شوند(EJ , 2011). مهم است در طراحی درپوش، ابتدا وضعیت عوامل مرتبط با بار وارده بر آن تعیین شوند و سپس به دقت جنس و شکل و ابعاد مناسب برای آن لحاظ شود.

شکل بیشتر درپوش‌ها دایره‌ای بوده است که دلیل این معمای جالب، نیفتادن درپوش دایره‌ای درون گودال خود است. علاوه‌براین دایره در برابر فشارهای جانبی مقاومت بیشتری دارد و درپوش دایره‌ای را به راحتی می‌توان با غلتاندن روی زمین جابه‌جا کرد. در معابر کم تردد و برای بارهای وسایل نقلیه سبک و همچنین در محل پیاده‌روهاای درپوش‌های دایره ای شکل استفاده می‌شود (ACO , 2014).

درپوش‌های مثلثی شکل در معابر پرتردد برای تحمل بار ناشی از وسایل نقلیه سبک و نیمه سنگین استفاده می‌شوند. دلیل آن نیز مقاومت بیشتر شکل مثلثی و نحوه توزیع بار روی این شکل درپوش است. همچنین شکل دومثلث در کنار هم نیز برای درپوش‌های در مسیر تردد وسایل نقلیه نیمه سنگین و سنگین مثل مسیرهای ویژه اتوبوس برای تحمل بارهای ترافیکی شدیدتر استفاده می‌شود(ACO, 2014). درپوش‌های مربعی شکل معمولاً برای شیرها و فلکه‌های آب به کار می‌روند و در سطح سواره‌روها نیز برای تحمل بارهای ترافیکی سبک و در مسیرهای کم تردد استفاده می‌شوند. همچنین درپوش‌های مستطیلی برای شیرهای آتش نشانی و کانال‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی استفاده می‌شوند و بسته به جنس‌شان می‌توانند برای بارهای ترافیکی مختلف در مسیرهای مختلف استفاده شوند(ACO , 2014).

تا اینجا ماهیت درپوش‌ها و شرایط بارگذاری و شکل‌های مختلف درپوش‌ها مختصر توضیحی داده شد. در

بخش دوم این مقاله مصالح عمده به کاررفته در ساخت درپوش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند و نقاط ضعف و قوت هرکدام مشخص می‌شوند. سپس در بخش سوم مشکلات عمده در خصوص درپوش‌ها بحث و بررسی خواهند شد و راهکارهای مرتبط با هرکدام ارائه خواهند شد. در بخش آخر جمع بندی ارائه می گردد.

2- جنس درپوش‌ها

همراه با تحول مواد و پیشرفت‌های مربوط به مواد و مصالح صنعتی، جنس درپوش‌ها نیز همواره در حال تغییر بوده است. مصالح مرسوم در ساخت درپوش‌ها فلز، بتن، پلاستیک، پلیمر و مواد کامپوزیت است که ذیلا به صورت مختصر به هر کدام می‌پردازیم.

درپوش‌های فلزی

فلزات به دلیل مقاومت بالا و خاصیت شکل پذیری‌شان در ساخت درپوش‌ها مورد توجه فراوانی قرار گرفته‌اند و بخش زیادی از درپوش‌های منهول‌ها و کانال‌ها فلزی هستند. فلزات مرسوم در ساخت درپوش‌ها، چدن خاکستری ،فولاد، چدن نشکن و آلومینیوم می‌باشند (Iron Foundry, 2008).

از جمله مزایای فلزات که آن‌ها را برای ساخت درپوش‌ها به گزینه‌ای مناسب مبدل می‌سازد این است که در برابر بارهای وارد شده مقاومت بالایی دارند.همچنین بادوام‌اند و عمر مفید طولانی دارند. فلزات در برابر بارهای چرخه‌ای ناشی از حرکت وسایل نقلیه نیز به دلیل مقاومت خستگی بالای‌شان بخوبی مقاومت می‌کنند. همچنین قابلیت بازیافت و استفاده مجدد دارند (Kinammental , 2015).

فلزات گران‌اند و هزینه ریخته‌گری آن‌ها نیز قابل توجه است. گرانی فلزات و نیاز صنعت به آن موجب به وجود آمدن خطر سرقت درپوش‌های فلزی می‌شود. فلزات وزن بالایی نیز دارند که این وزن بالا موجب وارد آمدن آسیب‌های فیزیکی به ناحیه کمر، دست و پاهای کارگران در حین کار با درپوش‌ها می‌شود. همچنین فلزات در برابر خوردگی ضعف دارند و در اثر عواملی همچون گازهای خورنده شبکه‌های فاضلاب، خاک خورنده محیط، خورندگی ناشی از نمک در مناطق ساحلی و نظیر این‌ها به سرعت خورده می‌شوند(FiberLite , 2015). بعلاوه برخی درپوش‌های فلزی از اتصال میلگرد یا مقاطع فلزی ساخته می‌شوند، که درپوش‌های پلیتی نام دارند،و در صورت عدم اتصال مناسب اجزا به سرعت دچار تاب‌خوردگی در ناحیه میانی شده و موجب سر وصدا و ایجاد ناراحتی برای رانندگان می‌شوند و پس از مدتی از محل اتصال پاره می‌شوند (ACO ,2015). در شرایط بارانی و برفی، سطح مرطوب یا یخ زده فلزات لغزنده می‌شود و برای شهروندان خطرناک است.

در میان فلزات معمول، چدن ارزان‌تر است اما فولاد مقاومت و دوام بیشتری دارد و سبک تر است. همچنین چدن نشکن به دلیل وزن کمتر و مقاومت بیشتر نسبت به چدن خاکستری مقبولیت بیشتری دارد(negasi,2012). درپوش‌های پلیتی بیشتر برای زهکشی معابر استفاده می‌شوند و آلومینیوم به دلیل قیمت بالا و مقاومت کمتر در موارد خاص استفاده می‌شود(CastingSinc,2011). مشکلات مذکور برای فلزات با استفاده از راهکارهایی مثل تعبیه قفل، استفاده از ابزار برای بلند کردن و استفاده از روکش‌های مقاوم در برابر خوردگی و لغزندگی برطرف می‌شوند.

درپوش‌های بتنی

بتن نیز به عنوان مصالح عمده در ساخت منهول‌ها و کانال‌ها، گاها در ساخت درپوش‌ها نیز به‌کار می‌رود. درپوش‌های بتنی توسط میلگرد مسلح می‌شوند و نمونه‌های جدید این درپوش‌ها به صورت بتن پلیمری که نوعی ماده کامپوزیت است تولید می‌شوند.

درپوش‌های بتنی مسلح با میلگرد، به دلیل تفاوت ضرایب حرارتی فلز و بتن مستعد ترک خوردن است و حتی یک ترک کوچک برای درز کردن حجم قابل توجهی

آب به درون منهول کافی است(Steve, 2015). همچنین درپوش‌های بتنی وزن بیشتری از درپوش‌های فلزی دارند و کار کردن با آن‌ها دشوارتر است. بتن ماده‌ای حساس به شرایط ساخت است و اندکی خطا در مراحل ساخت کیفیت آن‌را به شدت کاهش می‌دهد. همچنین بتن در برابر عوامل خورنده مانند بخارها و گازهای داغ و خورنده شبکه‌های تاسیساتی ،خاک خورنده یا شرایط آب و هوایی نامطلوب آسیب پذیر است. بتن در برابر بارهای دوره‌ای و ضربه‌ای اتومبیل‌ها نیز مقاومت خوبی نشان نمی‌دهد و در صورت اندکی ترک فرآیند تخریب آن با سرعت شروع می‌شود. در مناطق سردسیر و گرمسیر و ساحلی نیز استفاده از بتن برای ساخت درپوش نامناسب بوده و نیازمند بکارگیری تمهیدات ویژه است. همچنین هزینه‌های نگهداری درپوش‌های بتنی زیاد است و نیازمند توجه و هزینه بیشتری است(Winkless, 2015).

از مزایای درپوش‌های بتنی ارزانی آن‌ها و راحتی تولید آن‌ها در محل است. همچنین از اجزای این درپوش‌ها می‌توان مجددا در ساخت استفاده کرد و سازگار با محیط زیست است(FPMC,2011) . همچنین احتمال سرقت درپوش‌های بتنی به دلیل ارزش مالی ناچیزشان بسیار کم است.

درپوش‌های بتنی نسل جدید که بتن پلیمری در ساخت آن‌ها استفاده می‌شود، مقاوم تر و سبک‌ترند و در برابر خوردگی، سایش و یخبندان مقاوم شده اند(Griffiths,2000). اما هزینه تولید آن‌ها بالا است و بعلاوه مشکل هزینه‌های نصب ونگهداری آن همچنان پابرجاست.

درپوش‌های پلیمری

پلیمرها به دلیل خواص ویژه‌شان در ساخت درپوش‌ها بخصوص در مناطق صنعتی استفاده می‌شوند. انواعی از پلیمرها که بیشتر در این صنعت مورد توجه قرارگرفته اند، پلی اورتان و آلیاژ پلی‌کربنات هستند (FiberLite,2015).

استفاده از پلیمرها برای ساخت درپوش‌ها ضمن کاهش هزینه تولید آنها، قابلیت باربری و ضربه پذیری آنها را افزایش می‌دهد. به دلیل سازگاری بیشتر با جنس لاستیک اتومبیل و خاصیت ارتجاعی آن در برابر بارهای وارده در اثر عبور جریان ترافیکی از روی آن ایجاد سر و صدا نمی‌کند و حس رضایت‌مندی رانندگان حین عبور از روی منهول‌ها و دریچه‌ها افزایش می‌یابد(EJ,2011). درپوش‌های پلیمری ارزش اسقاطی ندارند و لذا خطر دزدیده شدن ندارند. همچنین هزینه ساخت و نگهداری آن‌ها نسبت به درپوش‌های فلزی و بتنی کمتر است و دوام و عمر مفید بیشتری دارند. بعلاوه درپوش‌های پلیمری وزن‌شان حدود یک سوم درپوش‌های فلزی است و کار کردن با آن‌ها راحت‌تر است. مواد پلیمری در برابر گازها و بخارهای داغ و خورنده نیز مقاومت بسیار خوبی دارند و در شرایط خورنده و در شرایط آب و هوایی مختلف و برای تاسیسات مختلف قابلیت استفاده دارند (FiberLite,2015).

تولید این درپوش‌ها در رنگ‌ها و اشکال مختلف و حک کردن موارد دلخواه و ضروری روی آن‌ها نیز از سایر مزیت‌های آنست.

نصب یک لایه درزگیر الاستومتری روی درپوش ضمن محافظت از آن در برابر رطوبت، آب، حیوانات و هر گونه عامل خارجی، درپوش را چفت‌کرده و درجای خود محکم می‌کند(EJ,2011). تنها عیب مواد پلیمری، دوره تجزیه طولانی در طبیعت‌و گران‌بودن تکنولوژی‌بازیافت آن‌هاست (Recessed Manhole Covers,2014) که باز هم در برابر عمر مفید طولانی‌شان و پیشرفت تکنولوژی و ارزان‌تر شدن بازیافتشان در آینده احتمال برطرف شدن آن در آینده نزدیک وجود دارد.

درپوش‌های کامپوزیتی

درپوش‌های کامپوزیتی برای اولین بار در سال 1983 و توسط شرکت نفتی آمریکایی Petrol Forecourts برای رفع مشکل آسیب‌های جسمانی ناشی از وزن زیاد درپوش‌های فلزی برای استفاده شد(SSC,2016) و هم

اکنون در بسیاری از کشورها جای‌گزین درپوش‌های فلزی شده است.

مواد کامپوزیت ارزش اسقاطی ندارند و لذا خطر سرقت ندارند. همچنین درپوش‌های کامپوزیتی 70 درصد از درپوش‌های فلزی سبک‌ترند که منجربه سهولت کار با آن‌ها و آسیب‌های فیزیکی کمتر می‌گردد. درپوش‌های کامپوزیتی مقاومت بسیار بالایی در برابر بارهای وارده دارند و برای تحمل بارهای بسیارسنگین مناسب اند. درپوش‌های کامپوزیتی ارزان اند و هزینه تولید و نگهداری‌شان کمتر از درپوش‌های فلزی و بتنی است (Kuang Lee et al. , 2015) . درپوش‌های کامپوزیتی در برابر بارهای افقی نیز مقاوم‌اند و براثر عبور ترافیک از جای خود جابجا نمی‌شوند. همچنین جنس‌شان به گونه‌ای است که سروصدای کمتری در اثر عبور خودرو ایجاد می‌کنند. این درپوش‌ها در برابر عوامل خورنده، حرارت، شرایط سخت آب و هوایی و ضربه‌های ناشی از عبور ترافیک مقاوم اند و عمر مفید بالایی دارند. همچنین این درپوش‌ها در مرحله ساخت به راحتی با رنگدانه در رنگ‌های مختلف تولید می‌شوند و قابلیت تولید در شکل‌های مختلف برای سطوح مختلف را دارند (EJ 2011)، عمر درپوش‌های کامپوزیت نیز بیش از 30 سال است که در مقایسه با درپوش‌های فلزی وبتنی که بین 10 تا 20 سال است برتری دارد.

مواد کامپوزیت رایج برای تولید درپوش‌ها، ماتریس رزین قویت شده با الیاف شیشه یا GRP [5] است که نسبت مقاومت به وزن این درپوش‌ها در مقایسه با سایر درپوش‌ها بیشترین مقدار است (Griffiths, 2000) . مشکل مواد کامپوزیت نیز گران بودن بازیافت و طولانی بودن دوره تجزیه اش در طبیعت است که امید است با پیشرفت تکنولوژی و افزایش نیاز به بازیافت مواد، این مشکل نیز در آینده برطرف گردد.

3- بررسی معضلات و مخاطرات درپوش‌ها و ارایه راهکارهایی برای رفع آن‌ها

درپوش‌ها متناسب طبیعت‌شان، مخاطرات و مشکلات مختص خود را نیز دارند که در این بخش سعی کرده‌ایم رایج ترین این مشکلات و مخاطرات را معرفی کرده و پیرامون هر یک مختصر توضیح دهیم.

لق شدن و ایجاد سر و صدا

معضل: لق شدگی از جمله مشکلات مرسوم درپوش‌های فلزی است. به دلیل نیروی وارد شده از طرف وسایل نقلیه در تردد مخصوصا وسایل نقلیه سنگین، درپوش‌های فلزی در صورت طراحی نامناسب و مقاومت ناکافی اجزا به مرور زمان لق می‌شوند که این لق شدن به دلیل تغییر شکل درپوش در برخی نقاط مخصوصاً محل قرار گرفتن روی قاب پایینی یا نشیمن‌گاه ایجاد می‌گردد که با عبور وسایل نقلیه از روی آن، درپوش به نشیمنگاه ضربه وارد می‌کند و ایجاد سروصدا می‌کند که در بسیاری از موارد، شهروندان از این موضوع گله‌مند هستند (Manson,2011). علاوه بر سروصدا، ضربه‌های وارد شده از طرف درپوش به نشیمنگاه و بدنه منهول موجب تخریب تدریجی منهول و هزینه‌های تعمیر و نگه‌داری چشمگیر می‌گردد (Wickes,2012).

راهکار: راهکار رفع این مشکل استفاده از نوار صداگیر است. این نوار می‌تواند واشری لاستیکی باشد که روی نشیمنگاه و زیر درپوش قرار می‌گیرد و با دریافت ضربه ناشی از درپوش ضمن از بین بردن سروصدا، نیروی وارده به بدنه منهول را نیز کاهش می‌دهد. واشر لاستیکی دوام چندانی ندارد و در صورت پاره شدن کارایی‌اش را از دست می‌دهد(PollardWater,2012). بهتر آن است تا از ریسمانی آغشته به قیر به جای آن استفاده گردد که به دلیل درهم تنیده بودن الیافش دوام و کارایی بیشتری دارد(Parson,2014). همچنین با تغییر جنس درپوش‌ها به مواد کامپوزیت و پلیمری نیز می‌توان این مشکل را برای همیشه حل نمود(FiberLite,2015). هم سطح نمودن کامل درپوش با سطح خیابان در مرحله نصب درپوش یا روکش خیابان نیز به پیشگیری از لق شدن کمک می‌کند.

جابه‌جا شدن یا کنده شدن درپوش از محل خود

معضل: همانطور که پیش‌تر گفته شد خودروها هنگام عبور از روی درپوش علاوه بر نیروی عمودی، نیروی افقی نیز به درپوش وارد می‌کنند. به موجب این نیروها، لنگری نیز در پایین قاب درپوش ایجاد می‌شود. درصورت مهار نبودن کامل قاب درپوش به محیط پیرامون یا چفت نبودن کامل درپوش یا طراحی نامناسب و مقاومت ناکافی درپوش، به مرور زمان درپوش از محل خود جابجا می‌شود و آسفالت پیرامونش نیز تخریب می‌شود (Tallinnavesi,2012). به تدریج درپوش بطور کامل از محل خود جدا می‌شود که در این صورت علاوه بر خسارت وارد شده به درپوش و منهول و تاسیسات زیر آن، خطر افتادن لاستیک وسیله نقلیه به درون چاله منهول یا کانال و خسارات جانی و مالی وجود دارد.

راهکار: برای پیشگیری از بروز چنین مشکلی می‌بایست در مرحله نصب درپوش، قاب آن‌را به طور کامل در آسفالت مهار کرد و با بتن اطراف آن را مقاوم سازی کرد تا از جای خود تکان نخورد و درپوش را نیز توسط لولاهایی به بدنه قاب متصل کنیم تا مهار باشد و با قفل آن‌را به طورکامل چفت و بست کنیم (AMPro,2009). درپوش‌های پلیمری و کامپوزیت به دلیل مقاومت جانبی‌شان و همچنین لایه الاستومتری بکاررفته در محل نشیمنگاه برای چفت بودن‌شان این مشکل را ندارند (EJ,2011).

سرقت درپوش‌ها

معضل: رشد سریع صنعت در دنیا و نیاز صنایع به فلزات در کنار منابع محدودشان، آن‌ها را به موادی باارزش مبدل ساخته است. ارزش اسقاطی بالای چدن و فولاد و وزن زیاد درپوش‌های فلزی آن‌ها را اهداف خوبی برای سرقت کرده است، به عنوان مثال در سال 2014 در شهر بیجینگ چین 24000 درپوش منهول به سرقت رفت (Keqiang,2016). دزدیده شدن درپوش‌ها علاوه بر خسارت ناشی از جای‌گزینی اش خطری بسیار بزرگ و جدی به‌همراه دارد. پس از به سرقت رفتن درپوش، چاله ای خالی در معبر باقی می‌ماند که هرلحظه ممکن است عابر یا راکب موتور یا لاستیک اتومبیلی به درون آن افتاده و خسارات جانی و مالی شدیدی به بار آورد (Cliffs,2016).

راهکار: برای مقابله با این مشکل، یکی از راهکارها استفاده از مواد فاقد ارزش بازیافت در ساخت درپوش‌هاست (ULMA,2016) مثل پلیمر و مواد کامپوزیت. همچنین در جاهایی که ملزم به استفاده از درپوش فلزی هستیم می‌توان به جای استفاده از فلزات خام از فلزات بازیافتی استفاده کرد (EJ,2011) تا هم هزینه تولید کاهش پیدا کند و هم ارزش مالی آن مستهلک شود و هم با استفاده از مواد بازیافتی به حفظ محیط زیست کمک شود. راهکار دیگر استفاده از سیستم قفل درپوش است که در این رابطه سیستم‌های مختلفی ابداع شده است و قفل‌های مختلف با مکانیزم‌های متفاوت مثل قفلهای پیچشی، قفلهای دندانه‌ای وقفل‌های زنجیری وجود دارد(Svenskabrunns,2012).

در صورت حاد بودن مشکل، می‌توان از تکنولوژی‌های نوین تر نیز بهره گرفت مثل نصب ردیاب GPS یا فرستنده رادیویی کوچک روی درپوش‌ها که به کمک آن هم ردیابی درپوش‌ها ساده می‌شود و هم در صورت سرقت، محل ذخیره درپوش‌های به سرقت رفته و افراد مسئول به راحتی ردیابی می‌شوند(Keqiang,2016).

آسیب جسمانی به کارگران

معضل: یکی از مشکلات درپوش‌ها همانطور که پیش‌تر نیز گفته شد، وزن زیاد آن‌ها و فشار وارد شده به کارگران حین برداشتن، جابه‌جا کردن و گذاشتن درپوش است که منجر به آسیب در قسمت‌های دست، پا و کمر می‌گردد (FiberLite,2015). همچنین کارگران هنگام کار ممکن است درپوش منهول را نیمه باز بگذارند و به صورت اتفاقی درپوش بسته شود که با توجه به وزن زیادش می‌تواند آسیب جدی به کارگران وارد کند

(Wickes,2012). وجود چنین مشکلاتی موجب شده است تا متخصصین به دنبال راهکاری برای طراحی ایمن و ارگونومیک درپوش‌ها باشند.

راهکار: از راهکارهای اساسی، استفاده از درپوش‌های سبک مثل انواع پلیمری و کامپوزیت است که به دلیل وزن کمتر، نیروی کمتری در حین کار به کارگران وارد می‌کنند (FTRC , 2013). همچنین استفاده از میله‌ای از جنس فولاد ضدزنگ و مقاوم برای تحمل بار فشاری هنگام بلند کردن درپوش، می‌تواند نیروی وارد شده به کمر کارگران را تا 70 درصد کاهش دهد(EJ,2011). استفاده از میله یا زنجیر مخصوص بطول حداقل یک متر و تعبیه محل مناسب برای برداشتن درپوش و آموزش نحوه صحیح برداشتن آن به کارگران نیز از راهکارهای مفید است (SSC,2016).

برای رفع مشکل بسته شدن ناگهانی درپوش نیز از لولای ایمن می‌توان بهره گرفت. این لولا در کنار بازشدگی 180 درجه که برای دسترسی کامل به منهول دارد، در زاویه 120 درجه درپوش را در حالت پایدار نگاه می‌دارد و در زاویه 90 درجه درپوش را مهار کرده و مانع بسته شدن آن می‌شود و باید مقاوم باشد (Stabiloc,2014).

دسترسی

معضل: گاهی به دلیل مشکلاتی مثل تغییر کاربری اراضی یا روکش مجدد معبر، برخی از درپوش‌ها مدفون وگم می‌شوند و زمانی که نیاز به دسترسی به تاسیسات مرتبط با آن‌ها داریم به مشکل پیدا کردن‌شان برمی‌خوریم. همچنین گاهی نیاز به دسترسی فوری به یک منهول مشخص داریم اما به دلیل شبیه بودن همه درپوش‌ها به هم در پیدا کردن آن دچار سردرگمی می‌شویم. در مواقع بحرانی مانند زلزله و سیل، دسترسی سریع به تاسیسات نقش حیاتی در مدیریت بحران دارد (Tallinnavesi,2012).

راهکار: برای رفع این مشکل می‌توان از درپوش‌های کامپوزیتی و پلیمری که قابلیت رنگ شدن در مرحله تولید دارند استفاده کرد و با کدبندی رنگی، درپوش مربوط به هردسته تاسیسات را مشخص نمود و یا روی درپوش اطلاعات ضروری را حک کرد (FiberLite,2015) همچنین می‌توان با نصب یک فرستنده رادیویی کوچک در زیر درپوش و با استفاده از ردیاب آن‌ها را به راحتی مکان‌یابی کرد. این فرستنده‌ها قابلیت تنظیم فرکانس را نیز دارند که می‌توان با اختصاص فرکانس مشخص به هر دسته تاسیسات درپوش‌های مرتبط به آن‌ها را به راحتی پیدا کرد (EJ,2011). همچنین در تولید برخی درپوش‌های کامپوزیت و پلیمری از یک قطعه آهنربایی برای سهولت در مکان‌یابی استفاده می‌شود (AMPro,2009).

ایجاد دست انداز

معضل: یکی از مشکلات رایج در خصوص درپوش‌ها، ایجاد دست انداز در محل آن‌ها در معابر به دلایلی همچون نشست زمین اطراف، نشست آسفالت پیرامون درپوش به دلیل تراکم نامناسب، نشست سازه منهول به دلیل زیرسازی نامناسب یا بالاآمدگی در اثر انجماد زمین است (EJ,2011). این مشکل در بسیاری از معابر شهری دیده می‌شود که منجر به کاهش رضایت شهروندان و ایمنی معابر می‌گردد.

راهکار: برای پیشگیری از وقوع این مشکل، در مرحله ساخت می‌بایست درپوش به طور کامل با سطح نهایی رویه آسفالتی همسطح باشد. برای نیل به این هدف می‌توان از روشی مبتکرانه به نام SELFLEVEL استفاده نمود (EJ,2011). در این روش قاب درپوش شامل دو قاب، یک قاب ثابت در قسمت پایینی و یک قاب شناور در قسمت بالایی می‌باشد. قاب پایین روی منهول نصب می‌شود و اطراف آن با مصالح پرکننده یا مصالح اساس پر می‌شود. سپس اساس کوبیده می‌شود تا به تراکم مدنظر برسد و قاب پایینی درجای خود محکم می‌شود. سپس قاب بالایی روی قاب پایین قرار می‌گیرد و درپوش روی آن نصب می‌شود. آسفالت روی سطح به طور کامل پخش می‌شود و پس از پاک کردن روی درپوش توسط غلتک متراکم می‌شود.در آخرین مرحله لایه دوم آسفالت هم

ریخته می‌شود و پس از پاک کردن روی درپوش دوباره متراکم می‌شود. به دلیل شناور بودن قاب بالایی، سطح درپوش کاملا هم تراز با سطح نهایی آسفالت خواهد شد و در اثر حرکت وسایل نقلیه هیچ جابه‌جایی نخواهد داشت و آسفالت پیرامون آن نیز نشست نمی‌کند و عمر مفید منهول، درپوش و رویه آسفالتی افزایش یافته و هزینه‌های نگهداری‌شان کاهش می‌یابد(EJ,2011).

برای رفع این مشکل برای منهول‌های موجود، می‌توان از مقاوم‌سازی بهره گرفت. در یان روش اطراف درپوش را برش داده و آسفالت را تخریب می‌کنیم. سپس محیط پیرامون قاب را با ملات ماسه سیمان زودگیر پر می‌کنیم تا قاب بطور کامل مهار شود. سپس روی آن را بطور کامل با مواد درزبند پوشش می‌دهیم و سطح تخریب شده را با آسفالت پر کرده و آسفالت را متراکم می‌کنیم (STORMWATER DRAINAGE MANUAL,2013).

لغزندگی سطح درپوش

معضل: در شرایط هوای بارانی یا برفی، یا در یخبندان سطح درپوش‌ها لغزنده می‌شود. لغزندگی سطح درپوش مشکل جدی برای عابرین در پیاده روها بخصوص افراد مسن و کودکان ایجاد می‌کند. بعلاوه سر خوردن لاستیک یک موتورسیکلت روی سطح درپوش ممکن است منجر به مرگ او شود (Tallinnavesi,2012).

راهکار: برای رفع مشکل لغزنده شدن سطح درپوش، می‌بایست از درپوش‌های کامپوزیتی و پلیمری بهره گرفت که سطح‌شان در اثر رطوبت و یخبندان لغزنده نمی‌شود(SSC,2016). همچنین سطح درپوش‌ها بهتر است با نوشته‌ها و علایمی که مشخصه درپوش باشد و طرح‌های برجسته منقوش گردد تا درگیری با سطح را افزایش دهد و از سر خوردن جلوگیری بعمل آورد. برای درپوش‌های فلزی نیز می‌توان با روکش آلومینیوم گالوانیزه از لغزندگی سطح‌شان کاست و همچنین با ایجاد طرح‌های مختلف روی قالب درپوش، اصطکاک سطح را افزایش داد (CastingSinc,2011).

بوی بد منهول‌های فاضلاب

معضل: یکی از مشکلات شبکه‌های فاضلاب، بوی بد ناشی از گازهای هیدروژن سولفور و متیل مرکاپتان است. منهول‌های فاضلاب نیز یکی از محل‌های خروج این گازهای بدبو و آزاردهنده است(Wickes,2012) . در برخی نقاط مثل مناطق پررفت و آمد شهر، مکان‌های سیاحتی و تاریخی و نقاط مهم شهر وجود این بو مشکل زاست.

راهکار: برای رفع این بو و مهار این گازها می‌توان از کربن فعال بهره گرفت. قرار دادن محفظه‌ای محتوی 9 کیلوگرم کربن فعال زیر درپوش‌ها و شیری یکطرفه برای خروج هوای تصفیه شده می‌تواند تا شش ماه این گازها را مهار کند(Parson,2014).

پرتاب شدن درپوش‌ها

معضل: برخی منهول‌ها برای دسترسی به تاسیساتی تعبیه می‌شوند که این تاسیسات تولید گاز و بخارهای داغ می‌کنند. گاهی افزایش فشار گاز زیر درپوش منهول و نبود راه خروج برای آن ممکن است نیرویی به درپوش وارد کند که آن را پرتاب کند و چنانچه فرد یا وسیله نقلیه‌ای در این هنگام در نزدیکی درپوش باشد، احتمال دارد آسیب ببیند(Tallinnavesi,2012).

راهکار: برای رفع این مشکل، یکی از راهکارها تعبیه قفل برای درپوش است که آن را در جای خود نگه دارد و در کنار آن می‌بایست شیر یکطرفه ای تعبیه شود تا در صورت افزایش فشار گازها به بیش از مقدار مجاز، اجازه خروج گاز یا بخار را بدهد(Gillete,1994). همچنین تعبیه باله‌هایی در ساختار قاب درپوش این خطر را رفع می‌کند(AMPro,2009).

تخلیه الکترواستاتیکی

معضل: برخی تاسیسات مثل تاسیسات انتقال برق یا خطوط مخابرات زیرزمینی و یا تاسیسات خاص الکتریکی، نیازمند تخلیه الکترواستاتیکی بار الکتریکی هستند. استفاده

از درپوش‌های رسانای فلزی در چنین مواقعی ممکن است به دلیل تجمع بار الکتریکی روی سطح درپوش برای عابرین و وسایل نقلیه خطرناک باشد. همچنین درپوش‌های عایق پلیمری و بتنی هم موجب تخلیه نشدن این بار و احتمال بروز مشکل در تاسیسات می‌شوند (Philadelphia Road Office,2005).

راهکار: با استفاده از فیبرهای ترکیب شده با فلز در ساخت درپوش‌های کامپوزیتی می‌توان این مشکل را حل نمود. استفاده از این فیبرها قابلیت رسانایی به درپوش می‌دهد و در کنار آن میزان جریان الکتریسیته روی این درپوش‌ها حداکثر $0.0144\ K\Omega/cm^2$ می‌باشد که میزان مجاز آن $1\ K\Omega/cm^2$ است و هیچ خطری برای شهروندان ایجاد نمی‌شود(Winkless,2015).

نفوذ آب و رطوبت

معضل: تاسیسات فراوانی مخصوصا تاسیسات الکتریکی و مخابراتی بسیار به رطوبت و آب حساس‌اند. وجود رطوبت موجب کاهش عمر مفید تاسیسات فلزی و خورده شدن آن‌ها می‌شود. همچنین رواناب‌ها در سطح معابر مواد شیمیایی مختلفی را در خود حل می‌کنند که ممکن است خورنده باشند و آسیب فراوانی به تاسیسات وارد کنند. نفوذ رواناب به شبکه فاضلاب شهری نیز موجب کاهش کارایی سیستم جمع آوری فاضلاب و ورود مواد خطرناک به این شبکه و کاهش کیفیت آب وارد شده به رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود که مغایر با سیاست گذاری آب سالم در جوامع است(Steve,2015).

راهکار: برای جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت، در وهله اول می‌بایست بدنه منهول درزبندی شود. استفاده از دوغاب سیمان و در موارد حساس مواد اپوکسی برای پوشش جدار داخلی منهول و مواد درزبند قیری برای دیواره آن از نفوذ آب و رطوبت از زمین مجاور پیشگیری می‌کند(ACO,2014). بعلاوه چفت و بست بودن کامل درپوش و استفاده از لایه الاستومتری در محل اتصال درپوش به قاب از نفوذ آب از طریق درپوش‌ها ممانعت بعمل می‌آورد(McGard,2015). استفاده از درپوش‌های پلیمری و کامپوزیتی نیز با توجه به تعبیه قفل الاستومتری روی آن‌ها این مشکل را برطرف می‌کند(SSC,2015).

4- نتیجه‌گیری

در این مقاله، ضمن بررسی ماهیت درپوش‌های منهول‌ها، مواد مختلف به کاررفته در ساخت این درپوش‌ها با بررسی نقاط ضعف و قوت هر کدام معرفی شدند و در بخش دیگر آن، مشکلات و معضلات مرتبط با این درپوش‌ها به صورت منسجم بررسی شد و راهکارهای رفع این مشکلات، براساس تجارب کشورها و شرکت‌های مختلف نیز معرفی گردید. افرادی که می‌توانند از مطالب این مقاله استفاده کنند شامل سیاست‌گذاران شهرها، مسئولین و کارکنان ارگان‌های مرتبط با نصب و نگهداری درپوش‌ها بخصوص شهرداری، مهندسین راه و حمل و نقل و اساتید، دانشجویان و پژوهشگرانی که در این زمینه می‌خواهند فعالیت کنند هستند. استفاده از مطالب این مقاله ضمن کمک به آشنایی بیشتر با درپوش‌ها و مواد به کار رفته در ساخت آنها، به مسئولین و سیاست‌گذاران و مهندسین درگیر کمک می‌کند تا با دقت و توجه بیشتری جنس، شکل و ابعاد درپوش‌ها را تعیین کنند. همچنین مشکلات عمده مرتبط با درپوش‌ها براساس تجربیات کشورهای مختلف در این مقاله بررسی شد و راهکارهای مختلف به کاررفته در حل این معضل نیز معرفی شدند که با بهره گیری از این تجربیات، می‌توان مشکلات این درپوش‌ها را حل کرد و ضمن بالا بردن سطح آسایش و امنیت عمومی، رضایت رانندگان و ایمنی معابر شهری را ارتقا داد.

نویسندگان این مقاله، پیشنهاد می‌کنند درپوش‌هایی که از این پس قرار است نصب شوند از جنس مواد جدید یعنی پلیمرها و کامپوزیت‌ها تولید شوند و در ساخت و نصب آن‌ها به نکات اجرایی مرتبط توجه گردد تا از بروز مشکلات در آینده پیشگیری شود. همچنین با استفاده از راهکارهای ارزان و ساده می‌توان مشکلات بزرگی که در

نقاط مختلف شهر از تاسیسات ناشی می‌شوند را چنانکه ملاحظه گردید، برطرف کرد.

این پژوهش به عنوان قدمی نخست در بررسی درپوش‌ها نوشته شده است و به منظور مطالعه کامل‌تر نیاز است تا افراد متخصص در علوم مختلف در زمینه مواد به کار رفته در ساخت درپوش‌ها، ابعاد و شکل آن‌ها، نکات مرتبط با تولید و نصب درپوش‌ها و ارائه ایده‌های نوین در حل مشکلات این درپوش‌ها پژوهش‌های تخصصی‌تر به عمل آورند.

5- سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت فنی و مهندسی شهرداری تهران که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند قدردانی می‌گردد.

6- پی‌نوشت‌ها

1. American National Standards Institute
2. American Society of Sanitary Engineering
3. Plumbing & Drainage Institute
4. International Association of Plumbing and Mechanical Official
5. Glass Reinforced Polymer

7-مراجع

– B. Tourte (2011)," Manhole cover with a sealing gasket", Sealing Technology, Volume 2012, Issue 3, March 2012, pp.12.

-R. Griffiths, A. Ball(2000)" An assessment of the properties and degradation behavior of glass-fibre-reinforced polyester polymer concrete", Composites Science and Technology, Volume 60, Issue 14, November 2000, pp. 2747–2753.

-Salah El Haggar , Lama El Hatow (2009), "Reinforcement of thermoplastic rejects in the production of manhole covers", Journal of Cleaner Production, Volume 17, Issue 4, March, pp. 440–446.

– Oliwia Merska ,Paweł Mieczkowski, Dawid Żymełka (2016), "Low-noise Thin Surface Course – Evaluation of the Effectiveness of Noise Reduction", Transportation Research Procedia, Volume 14, 2016, pp. 2688–2697.

– Laurie Winkles (2015), "Glass fiber alternative to concrete trench covers" , Reinforced Plastics, Volume 59, Issue 6, November–December 2015, pp.257–258.

– Chia Kuang Lee, Tak Wing Yiu, Sai On Cheung (2015), " Composite manhole covers can be lifted by hand" , Reinforced Plastics, Volume 59, Issue 2, March–April 2015, pp. 63-64.

– Christian Falk (1999), "Rehabilitation of manhole covers", Tunneling and Underground Space Technology, Volume 14, Supplement 2, 1999, pp. 39-46.

– -The ACO Group (2015), "drainage and water treatment solutions": ACO Severing Ahlmann, Germany.

– The ACO Group (2014), "Site Installation Manual, Polymer Concrete Drain Systems": ACO Systems FZE, United Arab Emirates.

– The ACO Group (2015), "ACO point drainage": ACO Systems FZE, Mozambique.

– The ACO Group (2014), "ACO Kerb Drain": ACO Systems FZE, Switzerland.

– The ACO Group (2015), "Gullies and gully tops for bridge drainage and refurbishment", ACO Systems FZE, Russia.

– The ACO Group (2015), "ACO Cast and ductile iron products", ACO Systems FZE, South Africa.

– Fiber Lite Company (2015), "GRP Composite Trench Covers Technical Guide", Fiber Lite, United States.

– FTRC Company (2013), "Man ways Maintenance and Operations Manual", Flow Trend, Canada.

– Government of Hong Kong (2013), "STORMWATER DRAINAGE MANUAL, Planning, Design and Management", China, May.

– Structural Science Company (SSC) (2016), "Composite Manhole Covers", United States, Website: www.structuralscience.net.

– Stabile (2014), "Manhole Cover Locking System", England ,Website: www.stabiloc.com

– Tallinnavesi (2012), "Manhole Cover Problems and Solutions", Finland, Website: www.tallinnavesi.ee.

– Parson Environmental (2014), "Manhole Cover Noise Silence", United States, Website: www.parsonenvironmental.com.

– EJ Company (2011), "Composite Manhole Covers, a new revolution", United States,

- Casting Sink Company (2011), "Aluminum Manhole Ring and cover", Egypt, Website: www.castingsinc.com.
- Kinammental Industry (2015), "Noiseless manhole covers", Korea, Website: kinammetal.tradekorea.com.
- Wickes Company (2012), "Manhole Covers Problems", England, Website: www.wickes.co.uk.
- ULMA Company (2016), "New Solutions for drainage systems", United States, Website: www.ulmaarchitectural.com.
- Michael Steve (2015), "Identifying problems and solutions to leaky manholes", Canada, Website: www. Canadian underground infrastructure.com.
- Andrew Manson (2011), "noisy manhole covers nuisance Barton tred worth", England, Website: www.gloucestershirelive.co.uk.
- Iron Foundry Factory (2008), "Casting Manhole Covers", Website: www.iron-foundry.com.
- Philadelphia Road Office (2005), "Manhole Utility Covers", United States, Website: www.philadelphiastreets.com.
- Pollard Water Company (2012), "Manhole Cover Cushion", South Africa, Website: www.pollardwater.com.
- Recessed Manhole Covers Company (2014), "Innovations in Manhole Covers Production", England. Website: americas.ejco.com.
- AMPro Company (2009), "Manhole Cover Security Systems", United States, Website: www.ampro.us.
- J. Gillete (1994), " Manhole Cover Locking Mechanism" , Google Docs , United States , Website: www.google.com/patents/US1135009.
- Svenskabrunns Company (2012), "Secure your manhole covers", Russia, Website: www.svenskabrunnslock.se.
- FPMC Company (2011), "Precast concrete covers for gullies", England, Website: fpmccann.co.uk.
- McGard Company (2012), "Manhole Security Products", Canada, Website: www.mcgard.com.
- R. J. Cliffs (2016), "ways cities are clamping down on manhole cover theft", MSW magazine, South Africa, December 2016, Website: www.mswmag.com.
- Li Keqiang (2016), "gps-prevented manhole covers being stolen", China, November 2016, Website: www.meitrack.com.
- Siphiwe Sibeko (2015), "Manhole Cover Theft Solution", South Africa, Website: www.iol.co.za.
- SewerLock Company (2008), "Manhole Cover Security Products", England, Website: www.sewerlock.com.
- yohannes negasi (2012), " Ductile iron and cast iron used to build manhole covers" , France.
- Jewson Company (2014), "Materials for building manhole covers", England, Website: www.jewson.co.uk.

Manhole Covers, Problems and Solutions

M. Nasiri, M.Sc., Student, School of Civil Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Iran.
K. Aghabayk, Assistant Professor, School of Civil Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Iran.

T. Ahmadpoor, CEO, Tehran Engineering and Technical Consulting Organization, Municipality of Tehran, Iran.

E-mail: Kayvan.Aghabayk@ut.ac.ir

Received: May 2016-Accepted: August 2016

ABSTRACT
Manhole covers are one of the basic needs for a city which are used to protect our underground facilities from external dangers and also protect our citizens from the probable hazards related to these facilities. These covers are located in paths like sidewalks and streets in a city. Their presence in such places may create specific problems and hazards, which ignoring them and not trying to solve or prevent such hazards, may result in monetary loss and citizens' injury or death in some cases. Some of these problems come from the cover itself, such as noisy manhole covers or cover's removal because of inappropriate installation. Some others are related to the facilities, like the bad smell coming from sewer manholes or explosion in a manhole because of intolerable pressure coming from the gases and vapors resulting cover's shooting out to the street or sidewalk. There are also some problems which are made because of an external matter like iron covers being stolen and a deep hole remains which is a great danger for a pedestrian or cyclist. In this paper we've tried to describe covers and illustrate their loading conditions, also we've analyzed common materials used to produce covers and finally common problems and hazards related to these covers are discussed and appropriate solutions, which are taken from different countries experiences, are presented for each.

Keywords: Manholes, Covers, Safety