



مهندسی آب و فاضلاب

www.abfaeng.ir

جلوتر از دیگران حرکت کنید

اطلاعات آموزشی

اطلاعات فنی و مهندسی

اخبار روز آب و فاضلاب

اخبار استخدامی کارفرمایان



[T.me/mohandesifazelab](https://t.me/mohandesifazelab)



[Instagram.com/abfaeng](https://www.instagram.com/abfaeng)

روش های نوین بازسازی و نوسازی شبکه های جمع آوری فاضلاب

نویسنده: علی شبیری
مدیر دفتر فنی و خدمات مهندسی
شرکت آب و فاضلاب مشهد

چکیده

امروز بهره‌برداری و نگهداری بهینه از شبکه‌های فاضلاب شهری با هدف افزایش عمر مفید سرویس‌دهی شبکه، تبدیل به یکی در چالش‌های صنعت آب و فاضلاب گشته است. عمر زیاد شبکه فاضلاب در بسیاری از شهرها و در نتیجه، خوردگی در اغلب خطوط منجر به افزایش زبری و فروریختن شبکه و در پی آن مشکلات ترافیکی، اجتماعی و زیست محیطی شده است. تعمیر فاضلاب‌روهای آسیب دیده با روش‌های قدیمی و لوله‌گذاری‌های مجدد با حفر ترانشه، کاری بسیار مشکل می‌باشد، لذا روش‌های نوین تعمیر، بهسازی و بازسازی شبکه‌های فاضلاب مدتهاست که در کشورهای پیشرفته در حال اجرا است.

اخیراً نیاز به ورود تکنولوژی‌های روز و بومی نمودن آنها در کشور ما نیز مورد توجه قرار گرفته است. معایب قابل توجه در برخی فاضلاب‌روها تازه اجرا شده، نیز لزوم آشنایی با شیوه‌های بهسازی فاضلاب‌روها را مشخص می‌نماید. در صورت بروز حادثه در شبکه فاضلاب و با توجه به بار آلودگی آن، بحران ناشی از هرگونه تأخیر یا شکست در مهار جریان عواقب وخیمی در پی خواهد داشت. لذا با توجه به اینکه همواره پیشگیری بهترین راه حل می‌باشد، نوسازی حائز اهمیت می‌باشد.

مقدمه

هنگامی که لوله‌ای برای کاربری خاص به بهره‌برداری می‌رسد، پس از گذشت مدتی، تراوش و نشست از این لوله اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. این تراوش‌ها علاوه بر اینکه عامل بسیار مهمی در تلفات اقتصادی لوله‌ها است، خود نخستین علتی است که سبب ترک خوردگی یا ایجاد نقص بیشتر در لوله‌ها می‌شود. بنابراین به منظور جلوگیری از انهدام خط لوله یا ایجاد خرابی بزرگتر در شبکه، باید بازسازی این لوله‌ها در اولویت قرار گیرد.

روش‌های مهم نوسازی و بازسازی بدون نیاز به حفر تراشه لوله‌های خورده شده فاضلاب عبارتند از :

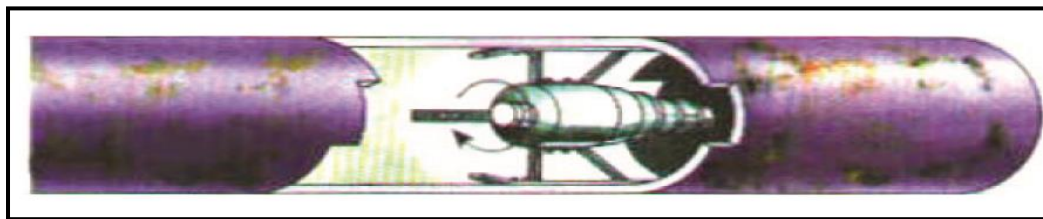
- ۱- پاشش ملاقات مقاوم سیمان الیافی
- ۲- پاشش پوششهای پلیمری
- ۳- روش غوطه‌ور سازی
- ۴- راندن پوششهای پیوسته داخل لوله بدون شکستن لوله فرسوده قدیمی
- ۵- راندن پوششهای پیوسته داخل لوله همراه با شکستن لوله فرسوده قدیمی
- ۶- راندن پوششهای منقطع داخل لوله بدون شکستن لوله فرسوده قدیمی
- ۷- پوششهای نواری مارپیچ
- ۸- روش کاهش قطر و رانش لوله‌های شکل‌پذیر
- ۹- روش پوششهای تا خورده
- ۱۰- روش پوششهای عمل‌آوری شده در محل

پاشش ملات مقاوم سیمان الیافی (Fiber Reinforced Cement Mortar)

Spray

این روش در حقیقت پاشیدن پوشش ملات سیمان شامل الیاف به درون فاضلابرو می‌باشد. ملات این پوشش می‌تواند کلسیم آلومینیم به همراه الیاف پلی پروپیلن یا شیشه باشد. الیاف مضاف سبب تغییر خواص مکانیکی ملات شده و میزان آن در تنظیم این خواص مؤثر می‌باشد. این روش قابل کاربرد توسط روبات و یا عوامل انسانی می‌باشد. روند کار بطور اجمالی اینگونه خواهد بود که ابتدا مسیر مورد پاکسازی قرار گرفته و انشعابها به

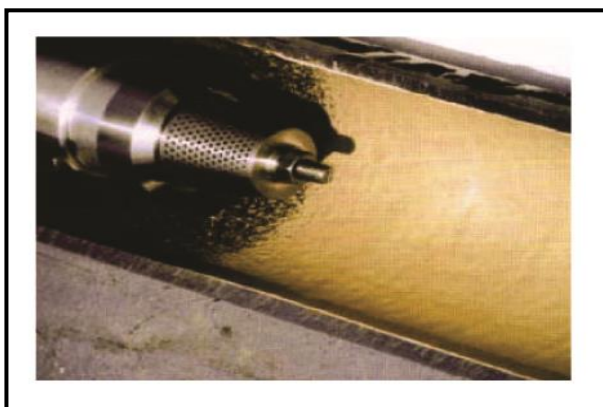
طور موقت قطع خواهند شد و سپس ملات مذکور توسط ابزاری مشابه شکل زیر بر سطح داخلی لوله پاشیده می‌شود.



نمونه‌ای از کاربرد ملات سیمانی در پوشش داخلی به کمک ماشین پاشش سر چرخان

پاشش پوششهای پلیمری (Polymer Lining)

مواد پوشش جدید فاضلابرو در این روش حاوی پلی اورتان یا اپوکسی می‌باشند. برای اقطار کوچک این مواد توسط یک دستگاه چرخان مطابق شکل زیر که در داخل فاضلابرو کشیده می‌شود، بر روی سطح داخلی لوله پاشیده می‌شود برای اقطار بزرگ توسط عوامل انسانی این عمل صورت می‌پذیرد.



پوشش داخلی توسط پاشش رزین اپوکسی

روش غوطه‌ور سازی (Flooding)

از این روش جهت انسداد درزها و ترکها در لوله‌ها استفاده می‌شود. در این روش محلول دارای

پایه سدیم (محلول A) در محل چاهک ابتدایی تهیه و پس از مسدود کردن ورودی و خروجی مجرای فاضلاب به داخل مجرا تخلیه می‌شود.

به علت فشار موجود، دوغاب می‌تواند به داخل درزها و خاکها با دانسیته کم نفوذ نماید. پس از ۳۰ دقیقه این محلول به خارج پمپ شده و پس از آن مسیر بلافاصله با محلول B پر می‌شود، که می‌تواند با محلول A ترکیب و ماده‌ای با دوام و قوی تشکیل داده و موجب پایداری مجاری و آدروها و جلوگیری از نشتی فاضلاب گردد.

در صورت حصول اطمینان از انسداد کامل درزها، این روند دو یا چند مرتبه تکرار می‌شود. صدمات و مجاری که از این طریق قابل ترمیم هستند عبارتند از نشتی‌های ناشی از نفوذ آبهای زیرزمینی و فرسایش ماسه‌ایی و ترکهای ریز که در اثر بارهای زنده و مرده در مجاری بوجود می‌آیند.

راندن پوششهای پیوسته داخل لوله بدون شکستن لوله فرسوده قدیمی (لوله رانی)

در این روش يك لوله پوششی جدید با قطر کمتر در داخل لوله موجود قرار می‌گیرد. لوله‌های پوششی در طول‌های ۱۰ متری (اجزاء منقطع) و یا هنگامی که طول بیشتری از لوله مدنظر باشد به طول زیاد که قبلاً به هم متصل شده و بر روی قرقره‌هایی به محل کار حمل و سپس توسط فشار و یا کشیدن به داخل لوله‌های موجود ارسال می‌شوند.

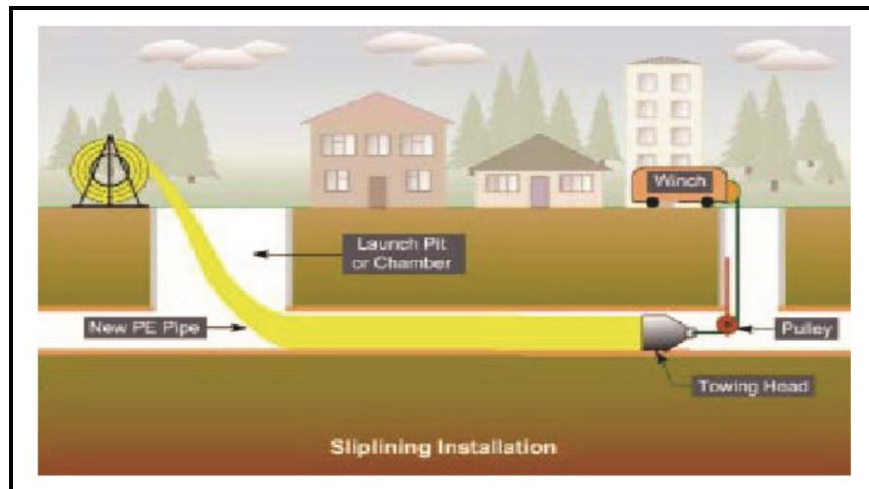
عموماً برای جلوگیری از نشت و تأمین یکپارچه‌ای سازه‌ای، فضای بین لوله‌های جدید و لوله قدیمی دوغاب کاری می‌شوند در بیشتر کاربردهای این روش آدروها نمی‌توانند نقاط مناسبی جهت دسترسی برای انجام کار باشند. در این شرایط بایستی يك گودال برای جاگذاری لوله جدید حفر شود.

جنس لوله‌های مورد استفاده در این روش اغلب از نوع پلیمری مثل پلی‌اتیلن می‌باشد که به صورت جوش به هم متصل می‌شوند، که در آن قطعات لوله در محل اتصال در برابر فشار و کشش و آب‌بندی مقاومتی به اندازه خود لوله دارند.

از روش فوق معمولاً برای بازسازی لوله‌ها با قطر کوچک استفاده می‌شود (۱۵۰ تا ۶۰۰ میلیمتر) و

به

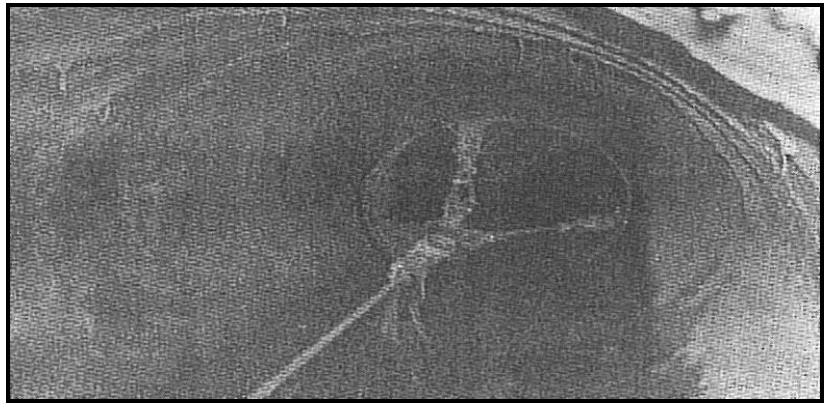
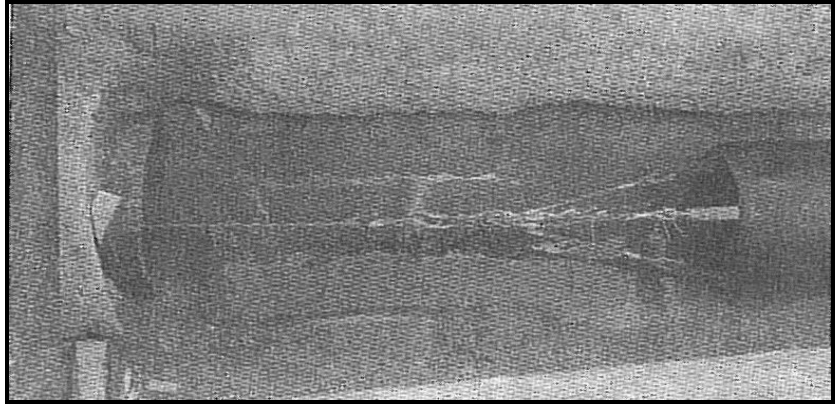
این صورت است که لوله جدید به لوله فرسوده وارد شده و توسط یکی از دو انتهای لوله که قابل هدایت بوده، کشیده می‌شود. هنگامی که عملیات کشیدن لوله تمام شد و لوله جدید در جایی که می‌خواهیم قرار گرفت، وسایلی که لوله را کشیده‌اند، از سوراخی که برای این کار استفاده شده، خارج می‌شوند. اجرای کار با این روش بسیار سریع بوده و نیاز به تجهیزات و نیروی انسانی کمتری دارد. اندازه چاهک ورودی و خروجی لوله بستگی به قطر و جنس لوله دارد. قطر خارجی این لوله‌ها حدوداً ده درصد کوچکتر از قطر داخلی لوله‌های قبلی می‌باشد. تمام نواقص به جز خمی و شکست لوله با این روش می‌تواند رفع گردد.



شکل شماتیک اجرای پوشش



آماده‌سازی لوله ۵۰۰ میلیمتری برای ارسال به صورت کششی

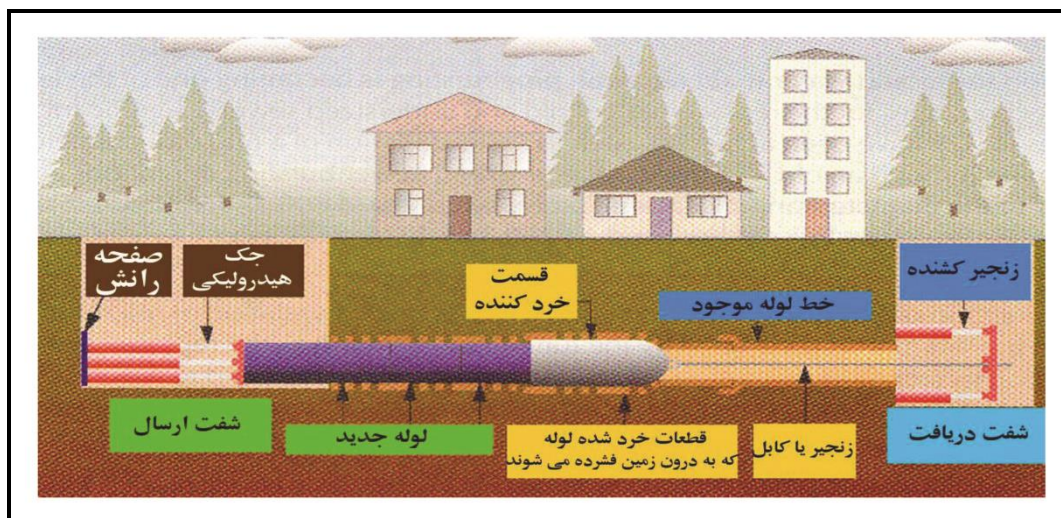


راندن پوششهای پیوسته داخل لوله همراه با شکستن لوله فرسوده قدیمی (لوله شکافی)

در روش راندن پوششهای پیوسته داخل لوله بدون شکستن لوله اولیه که بیان شد، قطر لوله کاهش یافته و دبی گذرنده از لوله و ظرفیت لوله نیز کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، برای ساخت شبکه جدید، در داخل شبکه لوله فرسوده قدیمی، ظرفیت خط لوله کاهش می‌یابد.

اگر بخواهیم شبکه ظرفیت بیشتری را انتقال دهد، باید قطر لوله افزایش یابد. روش لوله‌رانی از جمله روش‌های بدون ترانشه است که جایگزینی فاضلاب‌روهای جدید را بوسیله شکافتن و جابجا کردن لوله موجود و نصب لوله جایگزین در فضای خالی ایجاد شده، انجام می‌دهد. در این روش از نیروهای پنوماتیکی (فشار + لرزش) و استاتیکی (فشار) برای شکافتن و شکستن لوله موجود و

فشرده کردن مصالح ر خاک اطراف استفاده می‌شود. لوله جایگزین شده جدید به طور همزمان تحت فشار و کشش بوسیله سر شکافنده برای پر کردن فضای خالی قرار می‌گیرد.



جایگزینی لوله فرسوده به وسیله سیستم لوله خردکن

همه لوله‌ها اعم از بتن، پلاستیکی، چدنی و... توسط این روش می‌تواند به لوله‌های جدید تبدیل شود و در عین حال، می‌توان ۳۰ درصد قطر آنها نسبتاً به قطر لوله‌های قبلی افزایش یابد، اما این امر به شرایط خاک پیرامون لوله و نزدیکی به سایر تأسیسات و عمق پوشش خاک روی لوله (cover) بستگی دارد.

لوله جایگزین باید به صورت پیوسته نصب شود و در اکثر موارد از لوله‌های PE با جوش نفوذی (لب به لب) استفاده می‌شود. تمام لوله و تأسیسات زیرزمینی که در فاصله یک متری از فاضلابرویی که قرار است، بازسازی شود باید مورد بازبینی مجدد قرار گیرند تا به آنها آسیبی وارد نشده باشد.

از مهمترین مزیت‌های این روش بر هم نزدن سطح زمین و قابلیت افزایش ظرفیت هیدرولیکی مجاری می‌باشد، که این امر در مناطق پرترافیک شهری از اهمیت بیشتری برخوردار است. این سیستم بازسازی و لوله‌گذاری، فناوری منحصر به فردی است که در اقطای ۲۰۰ الی ۶۰۰ کاربرد دارد.

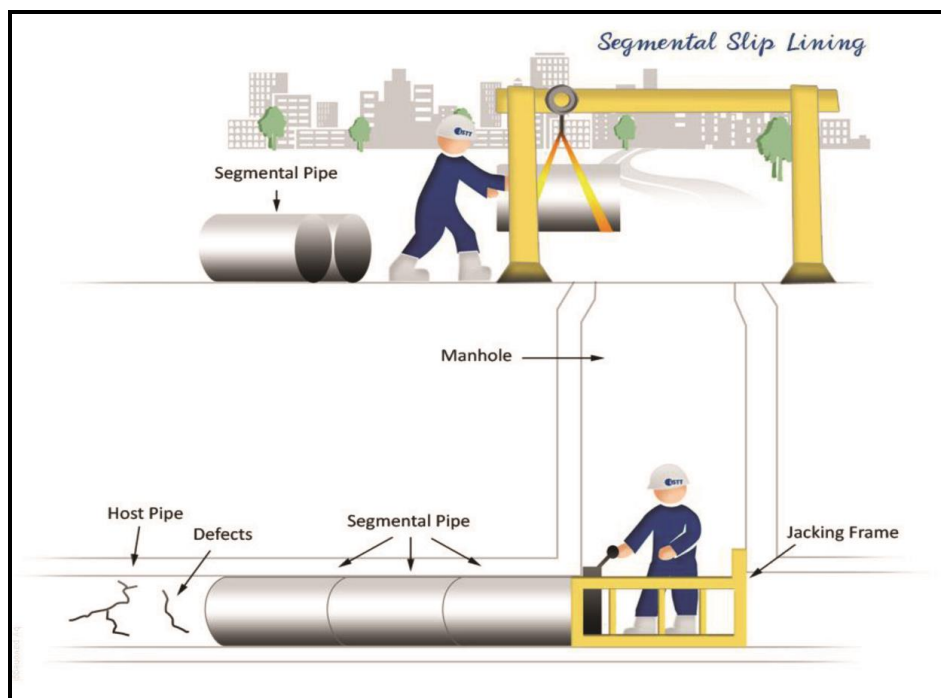


سرمخروطی حامل تیغه‌های خرد کننده و لوله

راندن پوششهای منقطع داخل لوله بدون شکستن لوله فرسوده قدیمی

در این روش قطعات پیش ساخته لوله درون فاضلابرو قدیمی مانند شکل زیر مونتاژ شده و در نهایت يك لوله داخل فاضلابرو قدیمی ساخته خواهد شد. جاسازی لوله از طریق منهول و با فشار محوري که به لوله وارد می‌شود، انجام می‌گردد. این لوله‌ها توسط حلقه‌های پلاستیکی انتهایی به یکدیگر وصل می‌شوند و هنگامی که به لوله فشار محوري وارد می‌شود حلقه‌ها در هم قفل می‌شود. این روش بسیار سریع بوده و نیاز به ظریف‌کاری ندارد، به طوری که با استفاده از ابزار هیدرولیکی،

چند صد متر لوله‌گذاری در روز می‌تواند توسط یک نفر انجام پذیرد. جنس لوله‌ها PC و PVC و GRP می‌تواند باشد. در نهایت فاصله بین لوله‌های جدید و قدیم با تزریق دوغاب پر و محکم می‌شود.

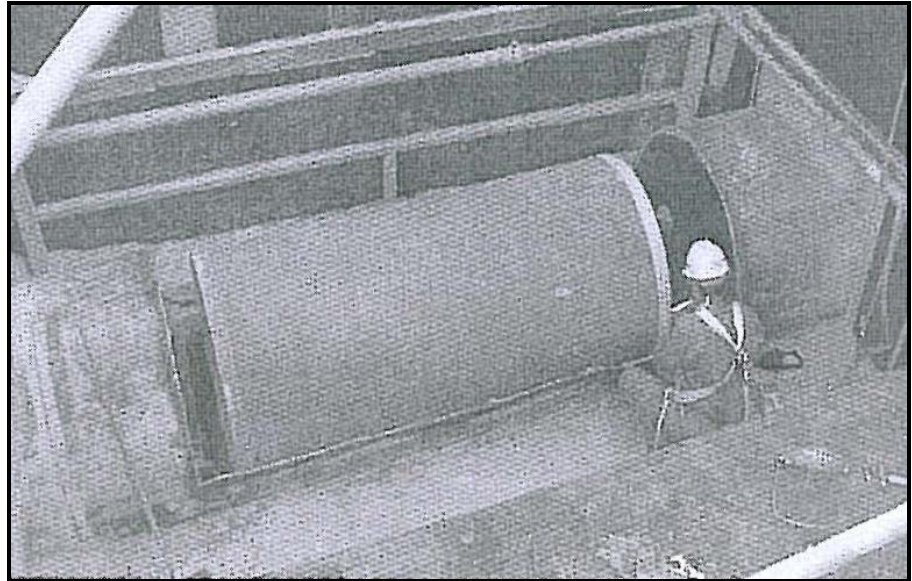


نمایش شماتیک راندن پوششهای منقطع داخل لوله بدون شکستن لوله قدیمی



تصویر شماتیک راندن قطعات لوله و مونتاژ آنها در داخل فاضلابرو جدید روش فوق تنها برای اقطار کوچک نبوده و در اقطار بزرگ نیز کاربرد دارد. در اقطار بزرگتر طول لوله جدید کوتاهتر بوده و از طریق یکی از چاهک‌های ابتدایی و یا انتهایی وارد مجرا شده و سپس توسط اجزاء واسطه به هم دوخته می‌شوند. جنس لوله‌های کوتاه بسته به نوع فاضلاب عبوری و

شرایط فیزیکی بستگی داشته و شکل مقطع آن از شکل مجرای قدیمی تبعیت می‌نماید. یکی از جنس‌هایی که در این روش کاربرد دارد، استفاده از لوله‌ای GRP است که در کارخانه در تکه‌های کوچک بریده شده و سر لوله‌ها به شکل نری و مادگی درآمده تا براحتی قابل نصب باشد. سپس آدمروها موجود را توسعه داده و دستگاه حمل‌کننده لوله را پایین برده و در ادامه لوله‌ها یکی یکی نصب می‌شوند. پس از نصب لوله‌ها، محل اتصال لوله‌ها به وسیله چسب اپوکسی آب‌بندی می‌شود. در پایان نیز سقف لوله‌ها در فاصله مشخص سوراخ می‌گردد و به وسیله پمپ‌های مخصوص پشت آن با گروت پر می‌گردد.

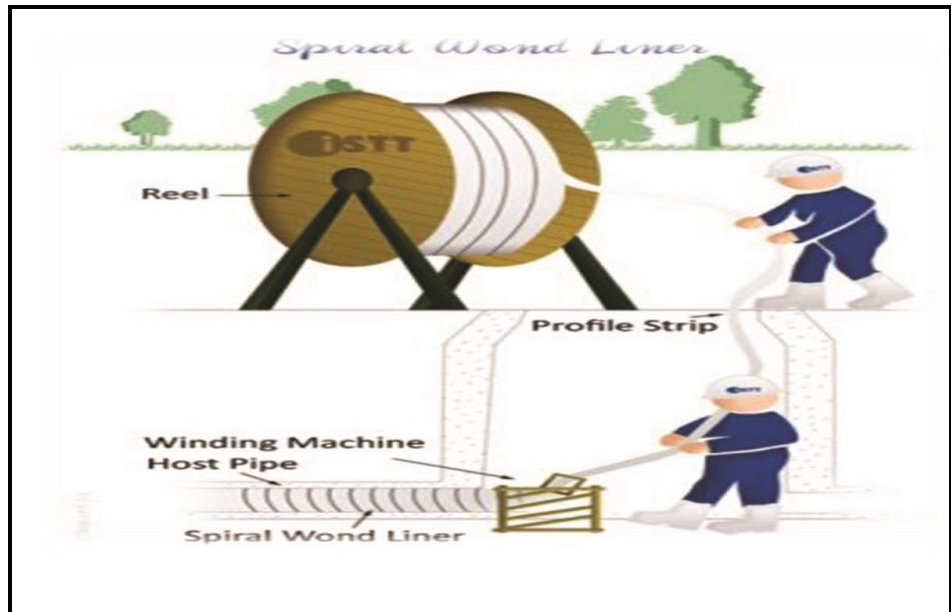


کارگذاری لوله GRP در لوله قدیمی

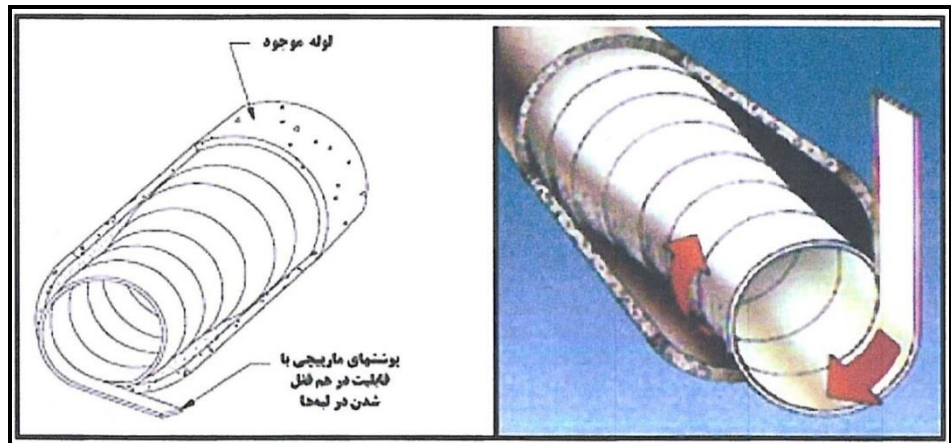
پوشش‌های نواری مارپیچ (spirally wound lining)

در این روش از نوارهای پلاستیکی که توسط دستگاه‌های ثابت یا متحرک داخل فاضلابرو پیچانده می‌شود، استفاده می‌کنند. این نوارها توسط زوئدی که در لبه‌های آن تعبیه شده است، در هم قفل شده و به واسطه تمایل برای گسترش شعاعی در لوله و یا مصالح چسباننده به لوله قدیمی می‌چسبند. این روش هم برای اقطار کوچک و هم بزرگ قابل استفاده است.

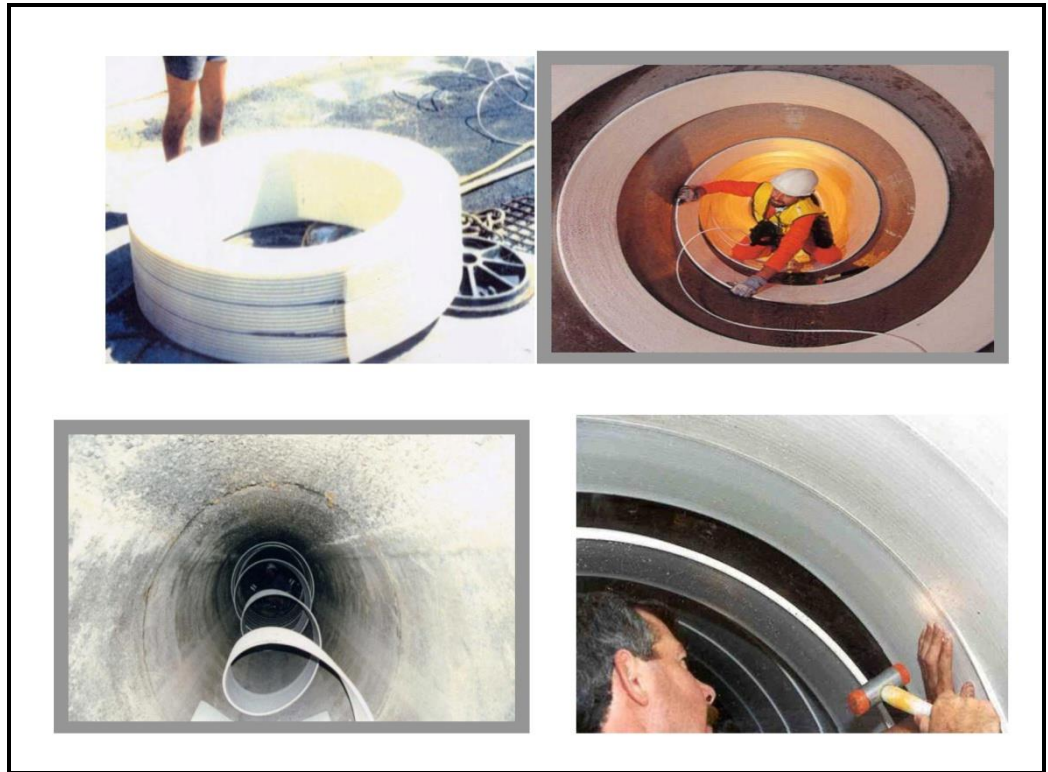
در اقطار کوچک از روش اسپیرال از طریق آدمرو و یا نقطه دسترسی مناسب و با استفاده از لبه‌های بهم پیوسته در انتهای لوله کار انجام و به داخل لوله هدایت می‌گردند. در نهایت فواصل موجود بین لوله قدیم و جدید به کمک ملات و ماسه و سیمان و یا گروت پر می‌گردند.



طرح شماتیک استفاده از پوششهای نواری در لوله‌هایی با اقطار کوچک



تصویر شماتیک استفاده از پوششهای مارپیچ در بهسازی فاضلابروهای موجود



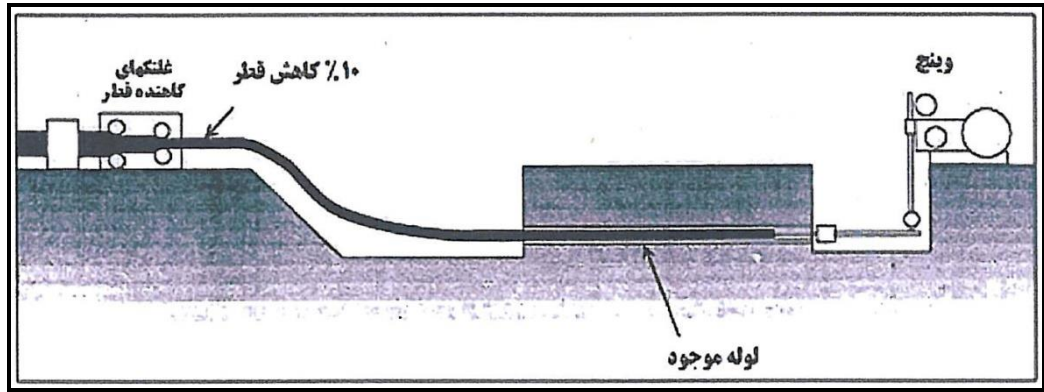
نمونه‌ای از نوارهای مورد استفاده و نحوه نصب آن



نحوه تزریق ماده پر کننده در زیر پوشش ماریپچ

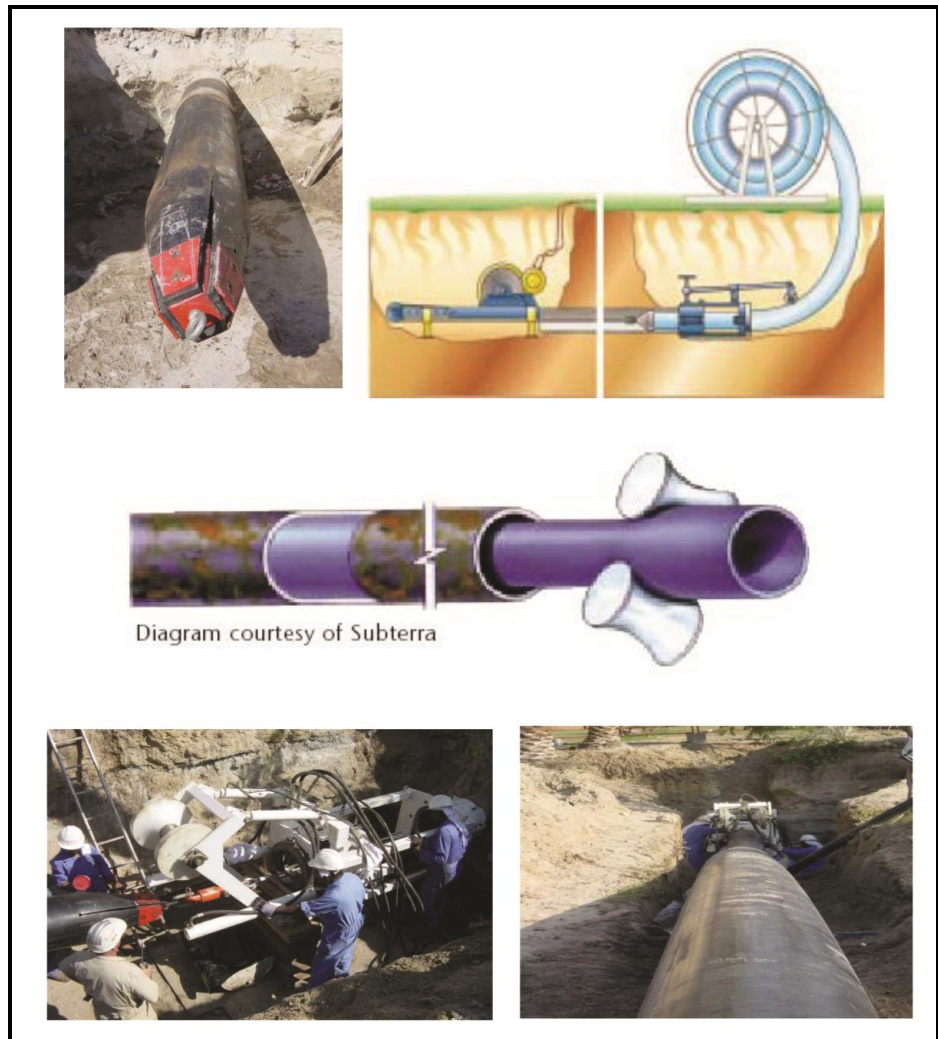
روش کاهش قطر و رانش لوله‌های شکل‌پذیر (Swaged liners)

این روش مبتنی بر کاهش قطر لوله‌های شکل‌پذیر در اثر کشش و عبور از غلتک‌های دستگاہی آن، مطابق شکل زیر می‌باشد. قطر لوله پس از نصب و آزاد شدن نیروی کشش وارده به مقدار اولیه بازگشته و به عنوان پوشش داخلی لوله ایفای نقش خواهد نمود.



تصویر شماتیک کاهش قطر لوله‌های شکل پذیر و نصب آنها در فاضلابروهای جدید

اصولاً در این روش قطر لوله‌ها به استفاده از غالب کاهنده مخصوص می‌تواند به میزان ۱۰٪ تا ۲۰٪ کاهش داده شود تا لوله براحتی به درون لوله قدیمی ارسال گردد. روش فوق با بکار بردن لوله‌هایی از جنس PE-X، در بازسازی لوله‌هایی با قطر ۶۳ تا ۱۸۰ میلیمتر کاربرد دارد، در حالیکه برای لوله‌هایی با قطر ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر از جنس HDPE استفاده می‌شود

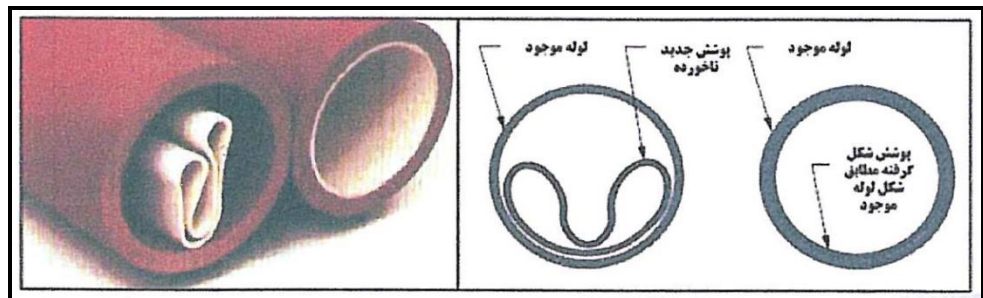


مراحل کار روش کاهش قطر و رانش لوله‌های شکل پذیر در فاضلابروهای موجود

روش پوششهای تاخورده (omega liner)

در این روش مقطع لوله شکل پذیر (مثلاً لوله‌های جدید از جنس پلی اتیلن) به واسطه عبور از ابزار خاص تغییر شکل یافته و در واقع مانند شکل زیر به صورت امگا تا می‌خورد. البته این کار می‌تواند در کارخانه و یا در محل صورت پذیرد.

بدین طریق لوله فوق برآحتی به داخل لوله آسیب دیده از طریق منهول ارسال می‌شود. روش کار بدین طریق است که سر لوله به وسیله یک کابل از طریق آدمرو بعدی کشیده می‌شود سپس لوله تا خورده آرام آرام وارد لوله قدیمی می‌گردد. این لوله وقتی به انتهای خط رسید ابتدا و انتهای آن را بسته و سپس با روش‌های حرارتی (بخار آب گرم) یا مشابه به شکل مدور درآمده و توسط حرارت یا تحت فشار داخلی به حالت اولیه خود باز می‌گردد و به دیواره داخلی لوله چسبیده و هیچ گونه فضای خالی مابین دیواره‌های قدیمی و جدید باقی نمی‌ماند



نمونه‌ای از پوششهای تا خورده از جنس PVC

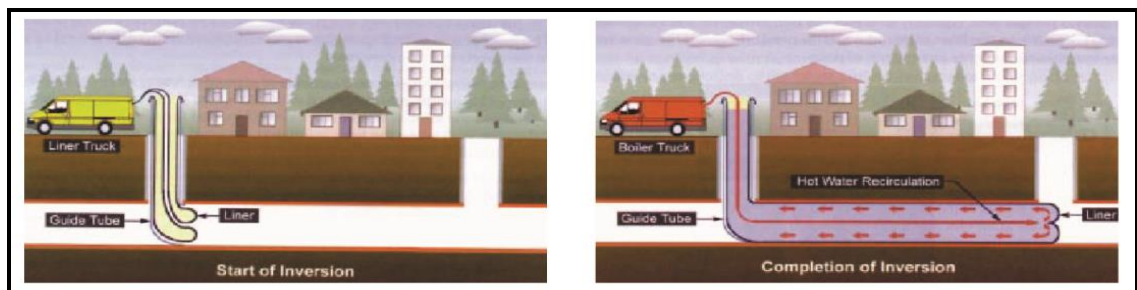
بنابراین در این روش نیازی به تزریق مواد پراکنده بین لوله نمی‌باشد. با این روش می‌توان تا حدود ۱۰۰ متر لوله را روز بازسازی و ترمیم کرد. روش فوق سطحی ضد آب و بدون درز و شکاف را بوجود می‌آورد که در مورد لوله‌های فاضلاب ثقلی با قطر ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیمتر کاربرد دارد. استفاده از مواد قابل انعطاف در این روش باعث امکان استفاده از آن در لوله‌های خم‌دار نیز می‌شود



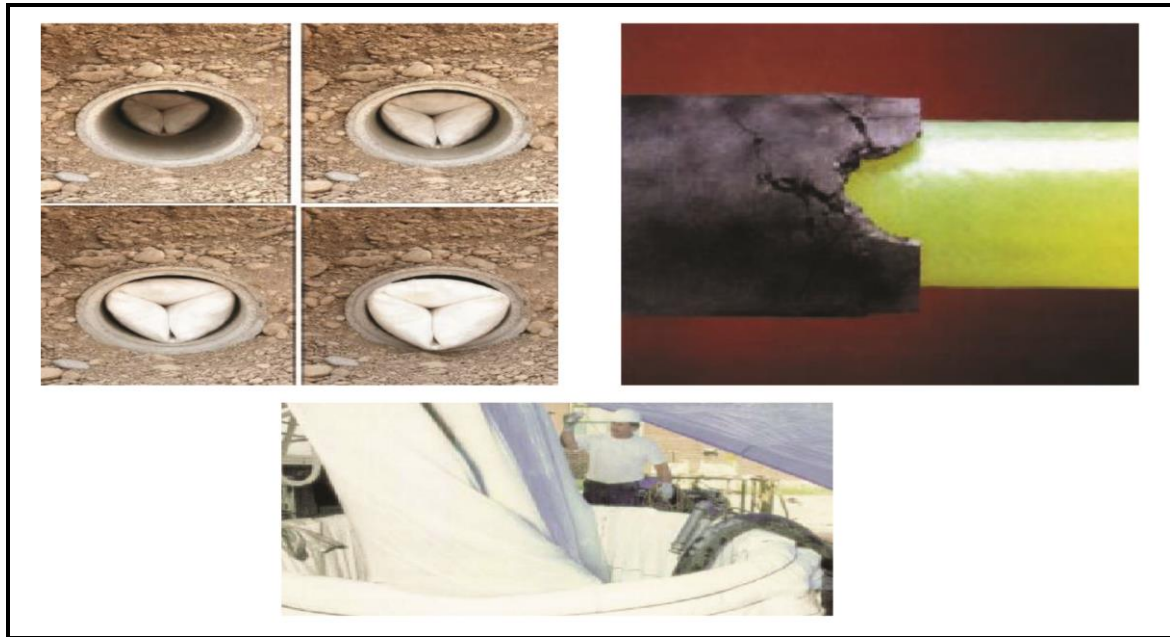
پوششهای عمل آوری شده در محل (CIPP یا Cured in Place Pipes)

در این روش يك پوشش شکل پذیر و قابل انعطاف توسط رزینی که قابلیت سفت شدن در مقابل حرارت (آب گرم یا بخار تحت فشار یا دمای محیط یا اشعه مادون قرمز) را دارد، پوشیده شده است، و وارد لوله قدیمی می شود. جاگذاری این پوشش به طور معمول از طریق لوله قدیمی و با استفاده از آدمروهای موجود انجام می شود.

هنگام عمل آوری پوشش توسط حرارت (آب گرم یا بخار آب تحت فشار یا دمای محیط یا اشعه مادون قرمز)، آرام آرام يك لوله در جداره داخلی لوله پیشین شکل می گیرد. انواع مختلفی از رزین ها و چهار روش عمل آوری وجود دارد که مبنای تقسیم بندی این روش شده است. رزین های تولیدی متداول در این روش عبارتند از پلی استر اشباع نشده، استرونیل و اپوکسی.



طرح شماتیک روش اجرایی CIPP



نحوه ارسال لایه جدید پوشش در روش CIPP و نمونه تمام شده آسترکشی

تعیین شاخص‌های طبقه‌بندی روشهای بهسازی لوله‌های فاضلابرو

شاخص‌های طبقه‌بندی روشهای بهسازی فاضلابروها به دو دسته کلی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف- شاخص‌های مربوط به قابلیت کاربرد

ب- شاخص‌های مربوط به عملکرد تکنولوژی بهسازی

شاخص‌های مربوط به قابلیت کاربرد

الف- نوع عیب مورد بررسی در فاضلابرو

ب- قابلیت کاربرد شیوه برای بهسازی آدروها و انشعابها

ج- قطر فاضلابرو

د- شکل فاضلابرو

ه- جنس فاضلابرو

و- قطر و سطح مقطع فاضلابرو بعد از بهسازی

ز- قابلیت کاربرد در زیر سطح آب زیرزمینی

ح – تناسب نوع خاک اطراف فاضلابرو

ط- فضاي کاري مورد نیاز

شاخص های مربوط به عملکرد تکنولوژی بهسازی

بیشترین طول مقابل اجرا از محل استقرار

ب- راندمان روش

ج- عملکرد فاضلابرو پس از بهسازی

د- نیاز به شستشو قبل از کاربرد روش

ه- نیاز به حفاری جهت اتصال مجدد انتخابها

و- امکان وقفه در زمان اجرای کار

ز- قابلیت وجود انحناء در مسیر

مراجع

۱- امیررضا احمدی مطلق – دکتر عباس افشار- سیستم پشتیبان تصمیم‌گیر به منظور انتخاب روشهای مناسب

بهسازی شبکه‌های فاضلاب – دومین همایش آب و فاضلاب – ۱۳۸۷ تهران

۲-- مزده قیومی‌نیا- معرفی روشهای مدرن بهسازی شبکه‌های آسیب دیده فاضلاب و مقایسه تطبیقی آنها با

شاخص عملکرد – همایش ملی علوم و مهندسی آب و فاضلاب – ۱۳۹۱ تهران

3-Pipe line Rehabilitation by Sliplining with PE Pipe – Chapter 11-2006.–

4- Rishabh Sethi -new Lease of life to existing Sewerage systems without digging

(trenchless technology). - EAW – Insituform

5- Mattew Johnson - Sewer Rehabilitation design requirements Prepared – 2010

6-Jim Heyen- Choices for Sewer rehabilitation

7-EPA/600/R-11/017|2011|www.epa.gov/nrmrl Quality Assurance and Quality Control Practices for Rehabilitation of sewer and water Mains

8- Todd B . Whitaker , sewer system rehabilitation and the effectiveness of chemical grouting , 1990

9- EPA/600/R-09/048. May 2009, Rehabilitation of wastewater collection and water distribution system, www. Epa.gov/nrmrl.

10- Making Pipes work : [www.pipeworks](http://www.pipeworks.co.nz). Co. nz

