دانشکده‌ی فنی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه‌ی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

موضوع :

تحلیل دینامیکی لوله های حامل مایع مدفون در خاک

اساتید راهنما :

دکتر رسول شعبانی، دکتر قادر رضازاده

تنظیم و نگارش :

مجتبی دهقان بیدختی

بهمن ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

در این پایان نامه به بررسی ارتعاشات لوله مدفون در خاک در اثر سرعت سیال داخل آن و زلزله پرداخته شده است . روش فرمولاسیون پیشنهادی برمبنای اصول تئوری دینامیک سازه‌ای وارتعاشات مکانیکی ودر فضای زمان وفرکانس وبه کمک تبدیلات فوریه شکل گرفته است. معادلات حرکت حاکم بر این مسئله بر اساس فرض تیر اویلر-برنولی و با استفاده از معادلات لاگرانژ و اصل همیلتون با شرایط مرزی تیر دو سر آزاد بر روی بستر الاستیک خاک به دست آمده و مقادیر ویژه با کمک روش کاهش مرتبه گلرکین و تبدیل فوریه استخراج گردیده و اثر خاک محیط لوله و سرعت سیال بر روی خواص ارتعاشی سیستم بررسی شده است. سپس با در نظر گرفتن زمین لرزه به عنوان پاسخ اجباری سیستم ، معادلات برای حالتهای مختلف حل شده است . با استفاده از تبدیل فوریه ، معادلات حاکم در حوزه فرکانسی حل شده و نشان داده شده است برای سرعت سیال کمتر از m/s ۲۰ ، سرعت اثر گذار نبوده و تغییرات خاصی در نتایج نمی دهد. ولی فرکانس زلزله می تواند بشدت اثر گذار باشد مخصوصاً هنگامی که فرکانس طبیعی لوله نزدیک به محتوای فرکانس زلزله باشد که در این حالت تنش ایجاد شده درلوله بر اثر ممان خمشی ، مهم و در شرایطی بحرانی خواهد بود.

در این خصوص از دو نوع زلزله Tokachi و Kobe با پریود زمانی طولانی و کوتاه استفاده شده است .

کلید واژگان: رفتار الاستیک خاک، بسترهای الاستیک، دینامیک لوله های حامل سیال، تیر اویلر-برنولی

فهرست مطالب

کلید واژگان ..... أ

فصل اول ۱

۱ مقدمه و اهداف ۱

۱-۱ کلیات ۱

۱-۲ انگیزه و هدف تحقیق ۶

۱-۳ ساختار تحقیق و فصل بندی پایان نامه ۸

فصل دوم ۱۰

۲ مفاهیم پایه ۱۰

2-1 مقدمه ۱۰

۲-۲ بستر های الاستیک ۱۰

۲-۲-۱ خاک ۱۰

۲-۲-۱-۱ دانه‌بندی خاک ۱۴

۲-۲-۱-۲ تنش موثر ۱۵

۲-۲-۱-۳ تنش کل ۱۶
۲-۲-۲ مدل های مختلف بستر و تعیین ضریب عملکرد بستر: ۱۶
۲-۲-۲-۱ مدل وینکلر ۱۷
۲-۲-۲-۲ مدل پستر ناک ۱۷
۲-۳ جریان سیال در لوله ها ۱۸
۲-۴ خط های انتقال آب ۲۱
۲-۴-۱ انواع خط های انتقال ۲۱
۲-۴-۲ محدودیت سرعت خط انتقال ۲۱
۲-۵ لوله ها ۲۲
۲-۶ آشنایی با مصالح مختلف مورد استفاده در تاسیسات انتقال و توزیع آب ۲۲
۲-۶-۱ قطر نامی یا اسمی : ۲۲
۲-۶-۲ قطر واقعی: ۲۲
۲-۶-۳ فشار نامی یا فشار اسمی (NP) : ۲۳
۲-۶-۴ فشار کاری (WP) : ۲۳
۲-۶-۵ فشار آزمایشی (TP) : ۲۳
۲-۶-۶ فشار ترکیدن یا فشار نهائی (BP) : ۲۳
۲-۷ عوامل موثر در انتخاب نوع لوله‌ها ۲۳

۲-۷-۱ مشخصات سیال ۲۴
۲-۷-۲ شرایط بهره‌برداری ۲۴
۲-۷-۳ امکان دسترسی به ۲۴
۲-۷-۴ مشخصات لوله ۲۴
۲-۷-۵ اقتصادی ۲۴
۲-۸ عوامل موثر در انتخاب جنس لوله ۲۵
۲-۹ انواع لوله های مورد استفاده برای انتقال سیالات ۲۶
۲-۹-۱ لوله های سیاه فولادی : ۲۶
۲-۹-۱-۱ مزایای لوله های فولادی : ۲۷
۲-۹-۱-۲ روش اتصال : ۲۷
۲-۹-۲ لوله های گالوانیزه : ۲۸
۲-۹-۳ لوله های چدنی ۲۹
۲-۹-۳-۱ مزایای لوله های چدنی ۲۹
۲-۹-۳-۲ معایب لوله های چدنی ۳۰
۲-۹-۳-۳ روش اتصال ۳۰
۲-۹-۳-۴ لوله‌های چدن داکتیل یا چدن نشکن (لوله‌های چدن شکل پذیر) ۳۱
۲-۹-۴ لوله های سفالی ۳۳

۲-۹-۴-۱ برخی از مزایای لوله های سفالی:..... ۳۳
۲-۹-۵ لوله های آزبست – سیمانی : ۳۴
۲-۹-۵-۱ مزایای لوله‌های آزبست سیمان ۳۵
۲-۹-۵-۲ معایب لوله‌های آزبست سیمان ۳۵
۲-۹-۶ لوله های بتن مسلح :..... ۳۶
۲-۹-۶-۱ محاسن: ۳۷
۲-۹-۶-۲ معایب:..... ۳۸
۲-۹-۷ لوله های پلی اتیلن : ۳۸
۲-۹-۷-۱ لوله های تک جداره : ۳۹
۲-۹-۷-۲ لوله های دو جداره : ۴۰
۲-۹-۷-۳ روش اتصال لوله های پلی اتیلن : ۴۴
۲-۹-۸ لوله های pvc و u-pvc (پلیکا) :..... ۴۴
۲-۹-۸-۱ مزایای این لوله ها : ۴۶
۲-۹-۸-۲ معایب : ۴۶
۲-۹-۸-۳ روش اتصال :..... ۴۷
۲-۹-۹ لوله های سبز یا پلی پروپیلن (pp) : ۴۷
۲-۹-۹-۱ مزایای لوله سبز :..... ۴۷

۲-۹-۹-۲ معایب : ۴۸
۲-۹-۹-۳ روش اتصال : ۴۸
۲-۹-۱۰ لوله های ۵ لایه :..... ۴۸
۲-۹-۱۰-۱ مزایا : ۵۲
۲-۹-۱۰-۲ روش اتصال : ۵۲
۲-۹-۱۱ لوله های فایبر گلاس یا GRP : ۵۲
۲-۹-۱۱-۱ فرآیند تولید: ۵۵
۲-۹-۱۱-۲ موارد استفاده : ۵۷
۲-۹-۱۱-۳ مزایا : ۵۷
۲-۹-۱۱-۴ معایب :..... ۵۸
۲-۹-۱۱-۵ روش اتصال : ۵۸
۲-۱۰ روش لوله گذاری ۵۸
۲-۱۰-۱ محاسبه عرض و عمق ترانشه..... ۵۹
فصل سوم ۶۵
3 پیشینه تحقیق ۶۵
۳-۱ مروری مختصر بر سایر تحقیقات انجام شده ۶۵
فصل چهارم ۷۱

۴ استخراج معادلات ۷۱

۴-۱ استخراج معادلات ۷۱

فصل پنجم ۷۵

۵ حل عددی معادلات و بحث روی نتایج ۷۵

۵-۱ نتایج عددی ۷۵

فصل ششم ۸۸

۶ جمع بندی ۸۸

۶-۱ نتیجه گیری ۸۸

۶-۲ پیشنهادات برای کارهای آینده ۸۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ خطوط لوله انتقال.....۲
شکل ۱-۲ کارگذاری لوله های مدفون.....۳
شکل ۱-۳ خطوط لوله موازی ۴
شکل ۱-۴ لوله های آماده برای دفن ۵
شکل ۱-۵ دفن لوله های حامل سیال ۶
شکل ۲-۱ A نشان‌دهنده خاک؛ B نشان‌دهنده لاتریت (خاک سرخ‌فام)، A رگولیت؛ C نشان‌دهنده سپرولیت، یک رگولیت کم‌تر هوازده شده؛ آخرین لایه نشان‌دهنده سنگ بستر.....۱۳
شکل ۲-۲ ناحیه ورودی و ناحیه کاملا توسعه یافته در داخل لوله ۱۹
شکل ۲-۳ لوله های فولادی ۲۷
شکل ۲-۴ لوله های گالوانیزه ۲۹
شکل ۲-۵ لوله های چدنی ۳۰
شکل ۲-۶ لوله های چدن داکتیل.....۳۲
شکل ۲-۷ لوله های سفال ۳۴
شکل ۲-۸ لوله های آزبست سیمان.....۳۴
شکل ۲-۹لوله های بتن مسلح ۳۶
شکل ۲-۱۰ لوله های پلی اتیلن ۳۸
شکل ۲-۱۱لوله های پلی اتیلن تک جداره ۳۹
شکل ۲-۱۲ لوله های پلی اتیلن دو جداره کاروگیت.....۴۱
شکل ۲-۱۳ لوله های پلی اتیلن دو جداره اسپیرال ۴۱

شکل ۲-۱۴ لوله های U-P.V.C ۴۵
شکل ۲-۱۵ لوله های P.V.C ۴۶
شکل ۲-۱۶ لوله سبز ۴۷
شکل ۲-۱۷ ساختار فیزیکی لوله های پنج لایه ۴۹
شکل ۲-۱۸ لوله های ۵ لایه ۵۰
شکل ۲-۱۹لوله های جی آر پی ۵۳
شکل ۲-۲۰ عرضه لوله های جی آر پی برای نخستین بار در سال ۱۹۴۸ در آمریکا ۵۴
شکل ۲-۲۱ طولانی ترین خط اجرا شده با لوله های GRP ۵۴
شکل ۲-۲۲ مسیر نخستین پروژه اجرا شده بالوله GRP در ایران ۵۵
شکل ۲-۲۳ تولید لوله های جی آر پی ۵۶
شکل ۲-۲۴ تولید لوله ها به روش الیاف پیچشی ۵۶
شکل ۲-۲۵ تولید لوله ها به روش ریخته گری گریز از مرکز ۵۷
شکل ۲-۲۶ مدفون کردن لوله ها ۵۸
شکل ۲-۲۷ انتخاب عرض ترانشه برای لوله های مختلف ۵۹
شکل ۲-۲۸ فاصله بین دو لوله ۶۰
شکل ۲-۲۹ ریسه کردن لوله ها ۶۱
شکل ۲-۳۰ اتصال غلاف و حلقه لاستیکی(مانشن) ۶۲
شکل ۲-۳۱ حداکثر انحراف زاویه ای ۶۳
شکل ۵-۱ لوله با شعاع داخلی R و مدفون در خاک ۷۵
شکل ۵-۲ منحنی سختی و میرایی خاک برحسب پارامتر فرکانس بی بعد برای لایه همگن [۳۲] ۷۶
شکل ۵-۳ الف) منحنی شتاب زلزله KOBE برحسب زمان شکل بالا .ب)منحنی تبدیل فوریه زلزله KOBE برحسب

پرید زمان شکل پایین [۳۳] ۷۶
شکل ۵-۴ الف) منحنی شتاب زلزله TOKACHI برحسب زمان شکل بالا .ب)منحنی تبدیل فوریه زلزله TOKACHI برحسب پریود زمان شکل پایین [۳۳] ۷۷
شکل ۵-۵نمودارفرکانس طبیعی سیستم برای طولهای مختلف لوله برحسب سرعت سیال..... ۷۸
شکل ۵-۶ نمودارفرکانس طبیعی سیستم برای چهار مود برحسب سرعت سیال ۷۹
شکل ۵-۷ الف)نمودارممان خمشی برحسب زمان با اعمال شتاب زلزله TOKACHI. شکل بالا ب) نمودارتبدیل فوریه ممان خمشی برحسب فرکانس در زلزله TOKACHI شکل پایین ۸۰
شکل ۵-۸ الف)نمودارممان خمشی برحسب زمان با اعمال شتاب زلزلهKOBE. شکل بالا ب) نمودارتبدیل فوریه ممان خمشی برحسب فرکانس در زلزله KOBE شکل پایین ۸۱
شکل ۵-۹ نمودارفرکانس طبیعی سیستم برای چهار مود برحسب سرعت سیال ۸۲
شکل ۵-۱۰ الف)نمودارممان خمشی برحسب زمان با اعمال شتاب زلزلهKOBE. شکل بالا ب) نمودارتبدیل فوریه ممان خمشی برحسب فرکانس با در نظر گرفتن ۲مود پاسخ سیستم در زلزله KOBE. شکل پایین راست ج) نمودارتبدیل فوریه ممان خمشی برحسب فرکانس با در نظر گرفتن ۴مود پاسخ سیستم در زلزله KOBE. شکل پایین چپ ۸۳
شکل ۵-۱۱ الف)نمودارممان خمشی برحسب زمان با اعمال شتاب زلزله TOKACHI. شکل بالا ب) نمودارتبدیل فوریه ممان خمشی برحسب فرکانس در زلزله TOKACHI شکل پایین ۸۴
شکل ۵-۱۲ مقدار ماکسیمم ممان خمشی لوله برحسب سرعت سیال با نیروی خارجی حاصل از شتاب زلزله KOBE و TOKACHI ۸۵
شکل ۵-۱۳ الف)نمودار ممان خمشی لوله برحسب زمان با نیروی خارجی حاصل از شتاب زلزله KOBE شکل چپ .ب) نمودار ممان خمشی لوله برحسب زمان با نیروی خارجی حاصل از شتاب زلزله TOKACHI شکل راست ۸۶

فهرست جداول

جدول ۲-۱فشار کاری انواع لوله های چدنی ۳۱

جدول ۲-۲ لوله های آزبست سیمان..... ۳۶

جدول ۲-۳ برخی خطوط طولانی اجراشده بالوله های جی آر پی درجهان ۵۳

جدول ۵-۱ ابعاد و خواص مکانیکی لوله فولادی ۷۷

جدول ۵-۲ فرکانس طبیعی در سرعت M/S ۳ سیال برای طولهای مختلف..... ۷۹

جدول ۵-۳ فرکانس طبیعی در سرعت M/S ۳ سیال برای ۴ مود. ۸۰

جدول ۵-۴ فرکانس طبیعی در سرعت M/S ۳ سیال برای ۴ مود. ۸۲

جدول ۵-۵ مقادیر ممان خمشی ماکسیمم برحسب سرعت سیال با شتاب زلزله KOBE و TOKACHI ۸۵

جدول ۵-۶ مقایسه تنشهای محاسبه شده با تنش تسلیم..... ۸۷

جدول ۵-۷مقایسه تنشهای VON-MISES محاسبه شده با تنش تسلیم ۸۷

فصل اول

مقدمه و اهداف

۱–۱ کلیات

خطوط لوله انتقال انرژی که به عنوان یکی از شریانهای حیاتی[۱] جامعه تلقی می گردد غالباً به لحاظ ایمنی وحفاظتی به صورت مدفون طرح واجراء می شوند. بررسی تاریخچه ای نشان می دهداین نوع سازه ها در معرض مخاطرات ناشی از پدیده های تحت الارضی وزمین لرزه ای قرار دارند وبه عنوان یک سازه مهندسی مطالعات مختلف علمی وپژوهشی توسط پژوهشگران انجام گرفته است.از پارامترهای مهم درشبیه سازی و تحلیل سازه ای این نوع سازه ها، نوع رفتار لوله با خاک اطراف در شرایط بارگذاری دینامیکی و سرعت سیال داخل لوله است. در شرایط استاتیکی معمولا رفتار بین خاک اطراف ولوله ، با استفاده از بسط مدل وینکلر(تئوری تیر بر بستر ارتجائی) مدلسازی می شود . در این پایان نامه باارائه فرمولاسیون پیشنهادی، ارتعاشات لوله های مدفون در خاک بر اثر سرعت سیال مورد بررسی و تاثیرات مخرب آن بر روی لوله ها در حالت های رزونانس سیستم مورد مطالعه قرار میگیرد. نحوه تعیین میرائی بین لوله وخاک اطراف ، سختی دینامیکی (تابع امپدانس) ونیزسهمی از جرم خاک به عنوان جرم افزوده که در رفتار دینامیکی ناشی از ارتعاش هارمونیک با لوله مشارکت می کند تعیین می گردد.

[۱] Life lines

شکل ۱-۱ خطوط لوله انتقال

خطوط لوله انتقال سیال مانند گاز، آب و فاضلاب و غیره را بدلیل ایمنی وتامین حفاظت، غالباً به صورت مدفون در خاک اجراء می کنند وطبق مقایسات اقتصادی با دیگر روش های انتقال انرژی ، بسیار ارزان قیمت خواهند بود. به دلیل اهمیت موضوع،برروی این گونه سازه های زیرزمینی ،مطالعات وپژوهش های مختلفی در برابر انواع پدیده های زمین لرزه ای وتحت الارضی ونیز ناشی از اثرات انتقال سیال وغیره انجام گرفته است. اما در نظر گرفتن اثرات توأم و متقابل و اندرکنشی خط لوله با خاک اطراف(به عنوان یک محیط نیم بینهایت) ونیز

سـیال داخل ،مجموعأ تعریف مسـئله وتحلیل آن را از نظر ریاضـی کاملأ پیچیده ومشـکل می سـازد وفی الواقع محیط های مختلف را با یگدیگر درگیر[۱] خواهد نمود وباید تحلیل های ارتعاشاتی و مکانیک سیالاتی را در حالت دینامیکی بطور همزمان انجام داد .عملأ باید معادلات دیفرانسیل حاکم بر محیط های سازه ای وخاکی وسیالاتی را بایگدیگر درگیر نمود وبا رعایت شرایط حدی و مرزی حل همزمان انجام داد.

شکل ۱-۲ کارگذاری لوله های مدفون

بر روی یک خط لوله مدفون، نیروهای مختلفی وارد می شود که برخی از آنها نظیر نیروی ناشی از وزن خاک، وزن آبهای زیر زمینی (در صورت وجود)، فشار داخلی (در جریان های تحت فشار) و نیروهای ترافیکی، مشخص و قابل محاسبه و تخمین بوده و پاره ای دیگر نیز نامشخص و موردی می باشد. برای در نظر گرفتن نیروهای فوق روشـهای مختلفی وجود دارد که بسـتگی به شـرایط و ضـوابط محل اسـتفاده خط لوله دارد؛ اما اصول کلی آنها مشابه می باشد. به طور کلی در سطح دنیا دو دستورالعمل اصلی وجود دارد که مابقی روشها و دستورالعمل ها از این دو مشتق شده اند: دستورالعمل ATV A-129 و AASHTO M252, M294.

مهمترین مسـأله در کارگذاری لوله های مدفون، رفتار متقابل لوله و خاک در ارتباط با یکدیگر است. در واقع سـیسـتم لوله-خاک مثل یک سـاختار کامپوزیتی عمل می کند که در آن خواص سـیسـتم می تواند افزون بر

[۱] Couple

میانگین خواص اجزا باشـد. با انتخاب مناسـب جنس و درصد کوبش خاک اطراف لوله، می توان از ایمن بودن و عمر طولانی خط لوله اطمینان لازم را حاصـــل نمود و این مهم در کلیه عملیات نصـــب، از انتقال و جابجایی و انبارش گرفته تا حفر ترانشـه و خاکریزی، بدون داشـتن دقت کافی، تجربه لازم و بررسـی های مناسـب حاصـل نمی‌شود.

شکل ۱-۳ خطوط لوله موازی

خطوط لوله و مخازن که در بســیاری از موارد در آن ها مواد آلاینده ی محیط زیســت، مواد آتش زا و حتی مواد سـمی وجود دارد از اهمیت به سـزایی در صنعت برخوردارند. به خصوص خطوط لوله که امروز سراسر کره زمین را فراگرفته اند. بدیهی است که وجود نشتی از این خطوط، به ویژه در مناطقی که از لحاظ زیست محیطی دارای حسـاسیت هستند می تواند خطرات زیادی برای موجوداتی که روی زمین زندگی می کنند فراهم آورد. از طرفی هدر رفتن بخشـی از مواد ارزشمند که جزء محصولات و یا مواد اولیه ی ما هستند، از لحاظ اقتصادی نیز ناخوشـایند اسـت.به طور کلی نتایج وجود نشتی عبارتند از: آلودگی محیط زیست، ایجاد مسمومیت در انسان و دیگر موجودات زنده، انفجار، هدر رفتن مواد ارزشمند، هزینه های تمیز کردن محیط زیست، هزینه های تعمیر و

تعویض خط لوله، اتلاف وقت و جرایم احتمالی قانونی. بنابراین دو عامل اقتصـاد و محیط زیسـت انگیزه ی کافی برای رفع چنین مشکلی در ما ایجاد می کنند.

عواملی که باعث ایجاد نشتی می شوند عبارتند از:

ارتعاشـات لوله های مدفون در خاک بر اثر سـرعت سـیال، فرسـودگی و خوردگی لوله ها و مخازن، عوامل محیطی مثل زلزله، سـرما، یخبندان و گرما ممکن اسـت به لوله ها و مخازن آسـیب برساند. فرسودگی لوله ها و مخازن یک عامل طبیعی اسـت، خوردگی نیز معمولاً به خاطر وجود مواد خورنده یا سیالات ساینده به وجود می آید.

شکل ۱-۴ لوله های آماده برای دفن

شکل ۱-۵ دفن لوله های حامل سیال

۱–۲ انگیزه و هدف تحقیق

بر اساس مطالب بخش قبلی، مطالعه ارتعاشات لوله های مدفون در خاک بر اثر سرعت سیـــال بسیار مهـــم می باشد. حرکات گسل در هنکام وقوع زلزله خطرات زیادی را به سوی لوله های مدفون که یکی از شریان های حیاتی کشور به شمار می آید، متوجه می سازد. حجم این مخاطرات به گونه ای است که در اغلب موارد لوله های مدفون در معرض گسیختگی موضعی قرار گرفته و زیانهای اقتصادی و زیست محیطی فراوانی را تحمیل می‌نماید. لرزه خیز بودن کشرر عزیزمان ایران از یک سو و گسترش روز افزون خطوط انتقال نفت و گاز در سطح کشور از سوی دیگر ، ضرورت تدوین و گرد آوری پژوهش هایی جهت طراحی فنی و بررسی رفتار این سازه ها را دو چندان می سازد. معرفی سیستم های خطوط لوله نفت و گاز به عنوان شریان های حیاتی بیانگر اهمیت عملکرد آنها در حفظ ایمنی و سلامت عموم می باشد. اگر تاسیساتی در یک زلزله صدمه ببینند، نه تنها بیم تلف شدن خدمات و محصولات می رود ، بلکه احتمال اینکه چنین صدمه ای برای کارکنان آن تاسیسات ، محیط زیست و عامه مردم مستقیما خطرآفرین باشد، وجود دارد.

حجم این مخاطرات به گونه ای است که در اغلب موارد لوله مدفون در معرض گسیختگی موضعی قرار گرفته و زیانهای اقتصادی و زیست محیطی فراوانی را تحمیل می نماید. از این رو بررسی عملکرد و انجام مطالعات در خصوص سامانه های خطوط لوله مدفون ازاهمیت ویژه ای برخوردار می باشد . بررسی های انجام شده بر روی خرابی لوله های مدفون، موید این موضوع است که بارهای حاصل از ارتعاشات لرزه ای ، علت اصلی انهدام لوله های مدفون می باشد.

برای ایمن ساختن لوله های حامل سیال ابتدا باید بارهای وارد برخطوط لوله و منشا آسیب پذیری انها مشخص گردد . سپس با استفاده از تجربه خرابی لوله و انجام مطالعات مربوطه ، رفتار سازه ای آنها مورد شناسایی قرار گیرد . سپس با درک بهتری از رفتار خطوط لوله می توان پارامترهای موثر در مقاوم سازی لوله ها را در برابر خطرات محتمل بررسی کرده و در نهایت اقدام به معرفی روشهای مقاوم سازی نمود . یکی از تمهیدات ویژه به منظور کاهش آسیب پذیری لوله مدفون در برابر حرکات زمین تقویت جداره آن می باشد. برای نیل به این هدف لازم می آید بارهای وارد برخطوط لوله مدفون و منشا آسیب پذیری آنها شناسایی گردد.

لوله های مدفون در مدت زمان سرویس دهی ممکن است بسته به نوع لوله گذاری و موقعیت جغرافیایی تحت اثر بارهای گوناگونی قرار گیرند. برخی از این بارها مانند بار خاکریز و یا بار زلزله بر تمامی خطوط لوله وارد می شود و برخی دیگر مانند بارهای نقطه ای و یا بار حاصل ازکسلش یا زمین لغزش ممکن است موردی باشند. انوع بارهای احتمالی برخط لوله های مدفون را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

۱) بارخاک ریز
۲) بار ناشی از ترافیگ
۳) سربار
۴) فشار هیدرواستاتیک داخل لوله
۵) سرعت سیال داخل لوله
۶) بارهای نقطه ای
۷) بار حاصل از وزن لوله و سیال داخل آن
۸) بار ناشی از تغییرات دما
۹) بار حاصل از تغییرات حجم خاک اطراف لوله در اثر تغییرات شرایط آب و هوایی
۱۰)بار حاصل از ارتعاشات لرزه ای
۱۱)بارهای حاصل از اثرات غیر مستقیم زلزله مانند روانگرایی ، کسلش ، زمین لغزه