Archive of SID

ارزیابی ریسک بهداشت، ایمنی و زیست محیطی با روش شاخص گذاری: مطالعه موردی خط لوله نفت کرمانشاه - سنندج

مجید معتمدزاده[۱]، ایرج محمدفام[۲]، یداله حمیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۸ تاریخ ویرایش: ۸۸/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: با وجود مزایای زیاد استفاده از خطوط انتقال مواد نفتی، این روش انتقال با درجات مختلفی از ریسک های بهداشت، ایمنی و زیست محیطی نیز همراه است. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی ریسک نسبی خطرات یاد شده در خط لوله نفت کرمانشاه- سنندج می باشد.

روش بررسی: ابزار ارزیابی و مدیریت ریسک مورد استفاده در این مطالعه روش کنت مولبایر بود. در این روش ریسک نسبی بر اساس پنج پارامتر شاخص خسارت شخص ثالث، خوردگی، طراحی، بهره برداری نادرست و فاکتور نشت ارزیابی می شود.

یافته ها: با استفاده از الگوی روش ارزیابی و جمع آوری اطلاعات و داده ها و انجام آزمایشات مورد نیاز، امتیاز دهی نمرات ریسک سبب شناسایی ۹۶ محدوده ریسک در طول خط لوله گردید. در این میان کیلومترهای ۱۰۳+۶۷۰، ۱۰۱+۳۸۴ و ۱۰۰+۸۶۰ به ترتیب با کسب نمرات ریسک نسبی معادل ۹.۹۱، ۹.۸۲ و ۹.۷۴ بعنوان کانونهای اصلی خطر و اولویتهای اصلی اقدامات پیشگیری و اصلاحی شناسایی شدند.

نتیجه گیری: نظر به اهمیت پیشگیری از بروز حوادث در خط لوله مورد مطالعه مراقبت و گشت زنی منظم در طول مسیر خط لوله، کنترل دقیق همپوشانی در حفاظت کاتدی خط لوله و استفاده از سیستمهای مخابراتی مناسب نظیر SCADA و یا فیبر نوری در سرتاسر طول خط از مهمترین پیشنهادات کنترلی در این مطالعه بود.

کلید واژه ها: ارزیابی ریسک، ایمنی، خط لوله، کنت مولبایر، محیط زیست

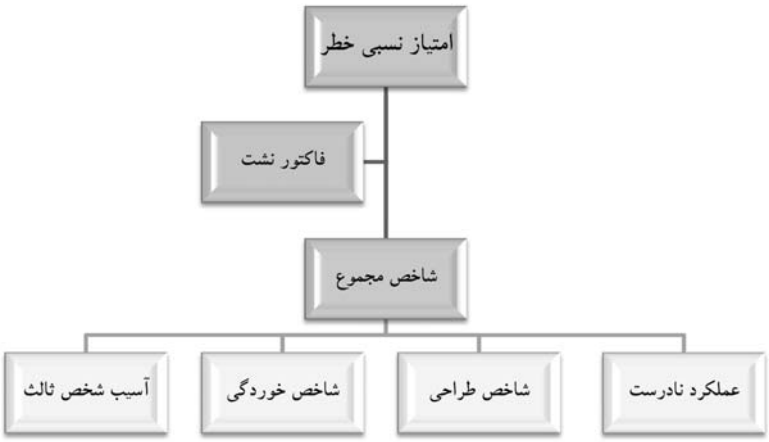
مقدمه

انتقال مواد نفتی، گاز و پتروشیمی از طریق حمل زمینی، دریایی و هوایی نشان داده است که اینگونه انتقالات علاوه بر وجود موانع و مشکلات خاص خود و وجود خطرات مالی و جانی بسیار، از لحاظ اقتصادی نیز مقرون بصرفه نبوده و انتقال از طریق خطوط لوله راه حل مناسبی برای فائق آمدن بر این مشکل می باشد [۱، ۲ و ۳]. به همین دلیل استفاده از این روش انتقال در دهه های اخیر رشد قابل توجهی را نشان می دهد. بر اساس آمارهای موجود در حال حاضر طول خطوط لوله کنونی کشور ۱۳۹۵۰ کیلومتر می باشد که با اتمام طرح های جدید طول خطوط لوله انتقال به ۱۷۶۶۴ کیلومتر افزایش خواهد یافت. در همین راستا می توان به استفاده گسترده ایالات متحده آمریکا از خطوط لوله در انتقال مواد نفتی نیز اشاره کرد. در این کشور بیش از ۱۷۰۰۰۰ مایل خطوط لوله انتقال مایعات خطرناک وجود دارد و حدود ۶۰ درصد از فرآورده های

۱. عضو هیئت علمی و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان
۲. (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان Emai:iraj_f@yahoo.com
۳. عضو هیئت علمی و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی همدان

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- ساختار کلی روش کنت مولبایر

نفتی امریکا در مصارف داخلی از طریق خطوط لوله منتقل می شوند. به لحاظ اهمیت موضوع ایمنی خطوط لوله، اطلاعات مربوط به حوادث خطوط لوله، توسط اداره ایمنی خطوط لوله، مستقر در وزارت حمل و نقل امریکا جمع آوری می شود[۴].

با وجود مزایای بسیار، این روش انتقال با درجات مختلفی از ریسک نیز همراه می باشد. گستره بالای طول خطوط، گستردگی مناطق جغرافیایی که خطوط از آنها عبور می کند، تنوع مواد منتقله، حساسیت های زیست محیطی محل های عبور، تراکم جمعیتی اطراف خطوط، فرسودگی قسمتهای قابل توجه آن و غیره باعث شده است که بروز حوادث مختلف در خطوط لوله انتقال با پیامدهای فاجعه باری همراه باشد. ترکیدگی لوله نفت در مسیر انتقال نفت پلدختر به استان مرکزی، حوادث متعدد در مسیر خطوط لوله انتقال نفت سرکان مالکوه، شکستگی خط لوله ۳۰ اینچ انتقال نفت خام مارون - اصفهان، پارگی خط لوله هشت اینچ انتقال فرآورده نفتی علی آباد - گرگان و ... تنها نمونه ای از این نوع حوادث می باشد.

هدف از آنالیز ایمنی، شناسایی و تحت کنترل در آوردن ریسک تا حد قابل قبول در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره برداری و تعمیرات است که می تواند به طور بالقوه باعث آسیب به انسان، خسارتهای مالی و یا زیست محیطی گردد[۵].

ارزیابی ریسک در خطوط لوله با روش هایی همچون FMEA، FAULT TREE/EVENT TREE ANALYSYS و روشهای فازی در سطح دنیا انجام گردیده است که هر یک دارای مزایا و محدودیتهای خاص خود می باشد[۶، ۷و۸]. روش جدید ارزیابی ریسک که توسط کنت مولبایر طرح ریزی و ارائه شده است خاص ارزیابی ریسک در خطوط لوله می باشد که همین مسأله باعث گردیده است تا توجه بسیاری از محققان صنعت خط لوله را به خود جلب سازد. در این روش ارزیابی ریسک، به شرایط و فعالیتهای مهمی که بر ایمنی خط لوله تاثیرگذار است، امتیازات عددی داده می شود [۶]. مدل ریسک نسبی ارائه شده توسط مولبائر، امکان ارزیابی دقیق کلیه فاکتورهای دخیل در نقصان ایمنی و عملکرد خطوط لوله را فراهم نموده است[۹].

در این مطالعه دلایل اصلی انتخاب روش کنت مولبایر به ویژگیهای این روش باز می گردد که از مهمترین آنها می توان به مواردی نظیر پاسخ سریع به مشکلات، ارزان بودن تجزیه و تحلیل روش و جامعیت آن اشاره کرد.

در این مطالعه هدف آن بوده است که ارزیابی کمی ریسک خط لوله نفت کرمانشاه - سنندج با استفاده از روش پیشنهادی کنت مولبایر صورت گیرد و می توان با استفاده از نتایج این مطالعه نگرش نوینی در ایمنی صنعت خط لوله در ایران ایجاد کرد.

روش بررسی

بطور کلی مراحل ارزیابی در مدیریت ریسک خط لوله شامل چهار مرحله اصلی می باشد که عبارتند از :

www.SID.ir

Archive of SID

حداقل عمق پوشش	۰-۲۰ امتیاز
سطح فعالیت	۰-۲۰ امتیاز
تجهیزات روی سطح زمین	۰-۱۰ امتیاز
جانمایی مسیر خط لوله	۰-۱۵ امتیاز
آموزش عمومی	۰-۱۵ امتیاز
جاده دسترسی به خط لوله	۰-۵ امتیاز
گشت مکرر	۰-۱۵ امتیاز
مجموع	۰-۱۰۰ امتیاز

جدول ۱- نحوه امتیازبندی شاخص عوامل آسیب رسان ثالث

۱.بکارگیری مدل ارزیابی ریسک: مدل ارزیابی ریسک خط لوله مجموعه ای از الگوریتمها و قوانینی است که ارتباط اطلاعات و داده های موجود را برای سنجش سطوح ریسک در یک خط لوله مورد استفاده قرار می دهد.

۲.جمع آوری و آماده ساختن داده ها: آماده سازی داده ها پروسه ای است که منتهی به مجموعه داده هایی می شود که آماده خواندن و استفاده توسط مدل ارزیابی می باشد.

۳.طرح و اجرای یک استراتژی تقسیم: بدلیل آنکه ریسکها اغلب در طول یک خط لوله ثابت نمی باشد، بخش بندی خط لوله به مقاطعی با خواص و مشخصات ثابت ریسک (قطعه بندی دینامیک) یا تقسیم خط لوله به قطعات قابل کنترل همانند حالت

خوردگی ناشی از هوازدگی		۰-۱۰ امتیاز
	مواجهه با هوا	۰-۵ امتیاز
	نوع آب و هوا	۰-۲ امتیاز
	عایق سازی	۰-۳ امتیاز
خوردگی داخلی		۰-۲۰ امتیاز
	خورندگی فرآورده	۰-۱۰ امتیاز
	حفاظت داخلی	۰-۱۰ امتیاز
خوردگی زیر سطح زمین		۰-۷۰ امتیاز
	خورندگی خاک	۰-۱۵ امتیاز
	خوردگی مکانیکی	۰-۵ امتیاز
	حفاظت کاتدی	۰-۲۵ امتیاز
	پوشش لوله	۰-۲۵ امتیاز
	مجموع	۰-۱۰۰ امتیاز

جدول ۲- نحوه امتیازبندی شاخص خوردگی

فاکتورهای ایمنی	۰-۳۵ امتیاز
خستگی	۰-۱۵ امتیاز
فشار موج	۰-۱۰ امتیاز
تائید یکپارچگی	۰-۲۵ امتیاز
حرکت و جابجایی زمین	۰-۱۵ امتیاز
مجموع	۰-۱۰۰ امتیاز

جدول ۳- نحوه امتیازبندی شاخص طراحی

تقسیم بندی طولی ، مفید و سودمند می باشد.

۴.ارزیابی ریسکها: پس از آنکه مدل ریسک انتخاب شده و داده ها فراهم شوند ریسکهای مسیر خط لوله را می توان ارزیابی کرد. هر بخش از خط لوله امتیاز ریسک واحدی را بدست می آورد که منعکس کننده وضعیت موجود آن محیط آن و فعالیتهای عملکردی یا نگهداری آن می باشد.

در این مطالعه برای ارزیابی ایمنی خطوط لوله مورد نظر از روش کنت مولبایر استفاده شد[۶]. در این روش به شرایط و فعالیتهای مهمی که بر ایمنی خط لوله تاثیرگذار است امتیازات عددی داده می شود به گونه‌ای که برای هر بخش از خط لوله تمامی پارامتر و متغیرهای مهم در نظر گرفته شده و به هر یک از آنها ضریبی داده می شود که این ضریب بر اساس داده های آماری موجود و یا قضاوتهای مهندسی، شکل گرفته است.

بر اساس ساختار متد مورد استفاده (شکل ۱)، مطالعه در ۵ فاز کلی بشرح زیر انجام شد:

۱.تعیین شاخص شاخص خسارت شخص ثالث
۲.تعیین شاخص خوردگی
۳.محاسبه شاخص طراحی
۴.محاسبه شاخص بهره برداری نادرست
۵.محاسبه فاکتور نشت

با توجه به سیستم نمره گذاری، هر فاز شامل چند زیر مجموعه می باشد که برای هر بخش از خط لوله، عدد خطر نسبی به معیاری کمی تبدیل شده و تصمیم گیری در مورد ایمنی خط لوله را آسان می سازد. امتیازات زیر معیارهای هر یک از شاخصهای قید شده در فازهای پنج گانه مطالعه در جداول ۱ تا ۷ خلاصه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱	شاخص بهره برداری نادرست درمرحله طراحی	
	شناسایی خطر	۴-۰ امتیاز
	حداکثر فشار بهره برداری	۱۲-۰ امتیاز
	سیستم های ایمنی	۱۰-۰ امتیاز
	انتخاب مواد	۲-۰ امتیاز
	بازرسی ها (چک کردن)	۲-۰ امتیاز
۲	شاخص بهره برداری نادرست درمرحله ساخت	
	بازرسی	۱۰-۰ امتیاز
	مواد	۲-۰ امتیاز
	اتصالات	۲-۰ امتیاز
	خاک سرند شده	۲-۰ امتیاز
	جابجایی	۲-۰ امتیاز
	پوشش (عایق)	۲-۰ امتیاز
۳	شاخص بهره برداری نادرست درمرحله بهره برداری	
	توالی فعالیتهای کاری	۷-۰ امتیاز
	کنترل بازرسی و جمع آوری داده ها / ارتباطات	۳-۰ امتیاز
	معاینات بهداشتی	۲-۰ امتیاز
	برنامه های ایمنی	۲-۰ امتیاز
	نظارت و بررسی	۵-۰ امتیاز
	آموزش	۱۰-۰ امتیاز
	پیشگیری از خطاهای مکانیکی	۶-۰ امتیاز
۴	شاخص بهره برداری نادرست درمرحله نگهداری	
	مستند سازی	۲-۰ امتیاز
	برنامه ریزی	۳-۰ امتیاز
	تطبیق فرایند کار	۱۰-۰ امتیاز

جدول ۴- نحوه امتیازبندی شاخص بهره برداری نادرست

برای فهم راحتتر نحوه محاسبه شاخصهای پنجگانه یاد شده در بخش زیر اصول مورد استفاده در محاسبه شاخص شدت اثرنشت ارائه می شود: فاکتور شدت اثر نشت (LIF) از معادله زیر بدست می آید:

معادله (۱) $LIF = PH \times L \times D \times R$

PH: خطر محصول

L: فاکتورنشت

D: انتشار

R: عامل مواجه

مخاطرات حاد فرآورده	۱۲-۰ امتیاز
مخاطرات مزمن فرآورده	۱۰-۰ امتیاز
حجم نشتی	۴-۰ امتیاز
میزان پراکندگی	۴-۰ امتیاز
جمعیت و محیط زیست	۱۰-۰ امتیاز

جدول ۵- نحوه امتیازبندی فاکتور نشت

که خطرات محصول شامل ۲ نوع خطرات، حاد و مزمن بوده و امتیاز بندی آن بشرح جدول ۶ می باشد.

سپس حجم نشتی یا ریزش (LV) و عامل انتشار (D) بصورت یک ضریب معین استخراج می گردد. عامل مواجه (R) نیز با تقسیم بندی به سه پارامتر زیر از معادله ۳ محاسبه می گردد.

۱- تراکم جمعیت (Pop)

۲- ملاحظات زیست محیطی (Env)

۳- نواحی ارزشمند (HVA)

معادله (۲) $R = Pop + Env + HVA$

باید به این مساله توجه داشت که تطابق امتیازات پارامترهای فوق انعکاس اثرات یک نقص و احتساب امتیاز بیشتر برای فاکتور شدت نشت نشان از اثرات بیشتر و یک ریسک بالاتر است.

الف - خطرات محصول

فاکتور اولیه درتعیین ماهیت خطر ، ویژگیهای محصول حمل شده در خط لوله می باشد. در بررسی بر روی شدت اثرنشت، غالباً مفید است که یک تمایزی بین خطرات حاد و مزمن برقرار شود.

خطرات حاد

در خطوط لوله هم محصول گازی و هم مایع در واژه های اشتعال پذیری، واکنش پذیری، سمیت که خطرات حاد محسوب می شوند بررسی می گردند. مقیاس صنعتی پذیرفته شده برای نسبت خطر محصولات از اتحادیه ملی حفاظت در برابر حریق؛ NFPA می باشد. بر این اساس خطرات اشتعال پذیری، واکنش پذیری و سمیت مواد هر کدام در پنج دسته از طبقه صفر تا ۴ جای می گیرند که با بالا رفتن شماره

www.SID.ir

Archive of SID

الف – خطرات حاد		
a	(Nf) قابلیت اشتعال	۴-۰ امتیاز
b	(Nr) واکنش پذیری	۴-۰ امتیاز
c	(Nh) سمیت محصول	۴-۰ امتیاز
ب – خطرات مزمن (RQ)		۱۰-۰ امتیاز
مجموع		۲۲-۰ امتیاز

جدول ۶- امتیاز بندی خطرات حاد

طبقه خطر مربوطه نیز بیشتر می شود.

خطرات مزمن

اگرچه مهمترین خطرات خط لوله میزان مرگ و میرناشی از رها شدن گازها یا مایعات درون خط لوله میباشد و این امر مهم تهدیدی حاد تلقی می شود. اما نوع دیگرخطرها، خطرات مزمن می باشند که باعث کاهش طول عمر و اثرات دراز مدت می شوند که ناشی از آلودگی محیط زندگی در اثر رها شدن این محصولات از خط لوله است. امتیاز بندی این پارامتر بر اساس خطر آفرین بودن ماده، نیاز به روشهای خاص برای پاکسازی و ... صورت می گیرد.

حجم نشتی

مقدار محصول تراوش شده تابعی از نرخ نشتی و زمان عکس العمل و ظرفیت تأسیسات است. در اینجا فرضیه ساده سازی براین اساس است که وسعت منطقه خطر متناسب با اندازه محل نشتی می باشد. اندازه نشتی را می توان از روی الگوی شکست که تابعی از ساختار لوله، شرایط تنش و نقص آغازگر است، تخمین زد. منطقه نشتی رابطه عمیقی با رفتار ترک در دیواره لوله دارد. از طرفی ترک در مواد ترد استعداد گسترش و پیشرفت بیشتری نسبت به مواد اتعطاف پذیر دارد و چقرمگی از مهمترین پارامترها در شکست مواد و شکافت ترک می باشد. مهمترین عوامل تاثیرگذار بر روی چقرمگی خطوط لوله فولادی عبارتند از ترکیبات شیمیایی ساختار لوله از قبیل درصد کربن، منگنز، فسفر و وانادیوم وانجام اکسیداسیون، سردکاری وعملیات حرارتی می باشد.

همچنین میزان بارگذاری و درجه حرارت نیز از عوامل تاثیرگذار هستند چرا که بر اساس استاندارد ASTM-E23-93a احتمال شکست ترد با افزایش سرعت تغییر شکل ناشی از بارگذاری و کاهش درجه حرارت افزایش می یابد. نحوه ارزشیابی بر اساس چقرمگی یکی از راه کارهای ساده برای ارزیاب می باشد که می تواند آنرا بر اساس جدول ۷ استخراج نماید.

انتشار و پراکندگی محصول

محتویات رها شده خطوط لوله تاثیر زیادی بر محیط زیست اطراف منطقه نشت دارد. بر اساس اصل ترمودینامیک، محتویات خارج شده از لوله همیشه به دنبال سطح انرژی پائین هستند. بر طبق قانون آنتروپی این وضعیت باعث افزایش بی نظمی ماده می شود. این پخش و ریزش مواد به محیط پیرامون تنش وارد می کند تا جائیکه تعادل برقرار شود. این انتشار می تواند در جو، آبهای سطحی، آبهای زیر زمینی،

چقرمگی (Toughness)	درصد مقاومت کششی تسلیم				
	< ٪۴۰	٪۵۰	٪۶۰	٪۷۰	> ٪۸۰
بسیارپائین ؛ لوله های PVC	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۲
پائین ؛ لوله های چدنی	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۲
متوسط؛ لوله های فولادی تا PE,API5LX60	۱	۱	۱	۱	۱/۵
بالا؛ لوله های ،A53 ,X65,X70,X80	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۷- ارزشیابی ریسک متغیر نشت

www.SID.ir

Archive of SID

ساختمانها و فاضلابها باشد.

با تعیین شاخصهای پنج گانه برای قطعات خطوط لوله مورد مطالعه، امتیاز ریسک نسبی از معادله (۳) بدست می آید:

معادله (۳)

$$R_{rr} = \{(F_{tp} + F_c + F_d + F_o +)\}/ F_l$$

با تعیین ریسک نسبی برای قطعات مختلف خطوط لوله، اولویت های ایمنی مشخص می شود به این ترتیب که هر بخشی از خطوط که دارای نمره بالاتری باشند در اولویت اقدام اصلاحی قرار می گیرند. پس از تعیین بخشهای اولویت دار اقدامات اصلاحی بر اساس شاحصهای پنجگانه شاخص خسارت شخص ثالث، خوردگی، طراحی، بهره برداری نادرست و نشت صورت می گیرد. در این حالت اولویت اول کاهش بالاترین نمره ها در چهار شاخص اول و افزایش نمره شاخص نشت خواهد بود.

نتایج

با استفاده از الگوی روش ارزیابی و جمع آوری اطلاعات و داده ها و انجام آزمایشات مورد نیاز از کیلومتر ۰۰۰+۰۰۰ خط لوله تا انتها در کیلومتر ۱۲۸+۵۷۱ با افراض خط لوله بر اساس تغییرات امتیازی هر یک از پارامترهای جزئی (روش دینامیک) در خلال امتیاز دهی نمرات ریسک سبب پیدایش ۹۶ محدوده ریسک در طول خط لوله گردید. از نظر شاخص خسارت شخص ثالث بر اساس قطعات خطوط لوله بحرانیترین قطعات شامل کیلومترهای ۱۰۱+۳۴۵، ۷۶+۶۴۸ و ۸۰+۱۱۰ بود. از نظر شاخص خوردگی مهمترین قطعات شامل کیلومترهای ۱۰۳+۶۷۰، ۰۴+۴۲۲، ۱۰۷+۵۶۵ و ۱۰۹+۷۸۷ بود. بحرانی ترین قطعات از نظر شاخص طراحی شامل کیلومترهای ۱۰۱+۳۸۴، ۱۰۳+۶۷۰، ۱۰۴+۴۲۲، ۱۰۷+۵۶۵، ۱۰۸+۴۰۴ و ۱۰۹+۷۸۷ می شد. از دیدگاه شاخص عملکرد نادرست بحرانیت بخشهای مختلف خطوط لوله به یک اندازه بود. کیلومترهای ۰۰۰+۰۰۰، ۰۳+۱۸۰ و ۰۳+۱۹۸ نیز بحرانیترین قطعات از نظر شاخص شدت اثر نشت تعیین گردیدند.

با استفاده از معادله ۳، ریسک نسبی برای قطعات مختلف خط لوله مورد مطالعه محاسبه گردید:

پر ریسک تر ین قطعات خطوط مورد مطالعه در جدول ۹ خلاصه شده است.

ردیف	کیلومتر خط لوله	ریسک نسبی	شاخص خسارت شخص ثالث	شاخص خوردگی	شاخص طراحی	شاخص عملکرد نادرست	شاخص شدت اثر نشت
۱	۱۰۳+۶۷۰	۹/۹۱	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۲۴/۲
۲	۱۰۱+۳۸۴	۹/۸۲	۵۶	۶۷/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۲۴/۲
۳	۱۰۰+۸۶۰	۹/۷۴	۶۱	۶۷/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۴	۶۳+۵۵۵	۶/۵۲	۵۳	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۵	۱۰۰+۸۵۳	۹/۴۱	۵۶	۶۴/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۶	۱۰۱+۰۹۸	۹/۴۱	۵۳	۶۷/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۷	۱۰۱+۳۴۵	۹/۳۲	۵۵	۶۶/۵	۴۱/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۸	۱۰۱+۱۳۸	۹/۱۳	۶۱	۶۴	۳۳/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۹	۱۰۹+۷۸۷	۶/۶۰	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۰	۱۱۹+۷۰۰	۶/۶۰	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۱	۱۰۷+۵۶۵	۶/۵۲	۶۳	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۲	۱۰۸+۴۰۴	۶/۵۲	۵۶	۶۶	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۳	۱۰۹+۸۴۰	۶/۲۱	۵۵	۶۶/۵	۴۱/۵	۶۲/۵	۳۶/۳

جدول ۸- ارزشیابی ریسک تراکم جمعیت.

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف	کیلومتر خط لوله	ریسک نسبی	شاخص خسارت شخص ثالث	شاخص خوردگی	شاخص طراحی	شاخص عملکرد نادرست	شاخص شدت اثر نشت
۱	۱۰۳+۶۷۰	۹/۹۱	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۲۴/۲
۲	۱۰۱+۳۸۴	۹/۸۲	۵۶	۶۷/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۲۴/۲
۳	۱۰۰+۸۶۰	۹/۷۴	۶۱	۶۷/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۴	۶۳+۵۵۵	۶/۵۲	۵۳	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۵	۱۰۰+۸۵۳	۹/۴۱	۵۶	۶۴/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۶	۱۰۱+۰۹۸	۹/۴۱	۵۳	۶۷/۷۵	۴۴/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۷	۱۰۱+۳۴۵	۹/۳۲	۵۵	۶۶/۵	۴۱/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۸	۱۰۱+۱۳۸	۹/۱۳	۶۱	۶۴	۳۳/۵	۶۲/۵	۲۴/۲
۹	۱۰۹+۷۸۷	۶/۶۰	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۰	۱۱۹+۷۰۰	۶/۶۰	۵۶	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۱	۱۰۷+۵۶۵	۶/۵۲	۶۳	۶۹/۲۵	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۲	۱۰۸+۴۰۴	۶/۵۲	۵۶	۶۶	۵۲	۶۲/۵	۳۶/۳
۱۳	۱۰۹+۸۴۰	۶/۲۱	۵۵	۶۶/۵	۴۱/۵	۶۲/۵	۳۶/۳

جدول ۹- ریسک نسبی بر اساس قطعات خطوط لوله

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی کمی ریسک در خطوط لوله اگر چه روش نوین و غیر متداولی نیست ولی ارزیابی کمی به روش کنت مولبایر [۶]، افقهای جدیدی در شناخت نقاطی از خط لوله که بالاترین ریسکها را به خود اختصاص داده اند را برای متصدیان و بهره برداران می گشاید. از آنجا که زمان و هزینه دو عامل محدود کننده در راستای ارتقاء ایمنی و کیفیت خطوط لوله هستند لذا مدیران سعی در به حداقل رساندن این دو عامل دارند که این مهم موجب دستیابی به حداقل استانداردها و شرایط ایمنی می گردد. با این وجود تعیین نقاط بحرانی در نیل به این اهداف متناسب ترین گزینه ها است. در ارزیابی با روش کنت مولبایر، متصدیان تنها با مشاهده نتایج و نمودارها به آسانی نقاط ضعف و قوت خط لوله دریافته و جهت کاهش نقاط بحرانیتر به برنامه ریزی و طرحریزی مداخلات لازم می پردازند که این مناسبترین راهکار جهت کاهش سطح ریسک و ارتقاء ایمنی می باشد.

اگر چه نتایج بدست آمده از جداول خود گویای نقاط ضعف و قوت در طول خط لوله میباشد، میتوان نتیجه گرفت اغلب تغییرات عددی بدست آمده و کاهش امتیازات ریسک پیامد نواقص و کاستی هایی می باشد که با اندک توجه متصدیان خط لوله تحت مطالعه، قابل مرتفع شدن می باشند.

بررسی خسارت شخص ثالث در نقاط منتخب خط لوله مورد بررسی حاکی از ریسک قابل توجه در این شاخص است. در این خصوص، تام باجکار و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کرده اند که فعالیتهای شخص ثالث در مجاورت خطوط لوله انتقال گاز طبیعی باعث خسارت شدید به خط لوله شده است [۱۰]. همچنین یانگ دو در سال ۲۰۰۸ گزارش کرده است که فعالیتهای شخص ثالث در مسیر لوله می تواند باعث افزاش ریسک برای جمعیت انسانی ساکن در نزدیکی خط لوله شود[۱۱].

ارزیابی شاخص خوردگی در نقاط منتخب خط لوله مورد بررسی نشانگر وجود ریسک قابل توجهی در این شاخص است. امیرات و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش کرده اند که خوردگی احتمال بروز نقص در خط لوله زیر سطحی را به ویژه در سالیان اولیه بهره برداری به میزان قابل توجهی افزایش می دهد. در این مطالعه اشاره شده است که خوردگی می تواند در طول ۱۰۰ سال اول بهره برداری ضخامت لوله را به نصف مقدار اولیه کاهش دهد [۱۲].

یک عنصر مهم در تبین ریسک عبارت است از رابطه

www.SID.ir

Archive of SID

بین نحوه طراحی اولیه یک خط لوله و نحوه راه اندازی آن درزمان حاضر که بر اساس حاشیه ایمنی تفسیر می شود. در این روش طراحی به عنوان یک شاخص مورد استفاده قرار گرفته است و برای اینکه اکثر متغیرهای ریسک مستقیماً بر حسب طراحی مبنای سازه ای سیستم مورد توجه قرار گرفته اند همه آنها با یکپارچگی ساختاری در برابر بارهای پیش بینی شده در ارتباط هستند. ضرایب ایمنی یا حدود مجاز برای حاشیه ها یا مرزهای خطا در هر نوع طراحی سازه ای، سنجیده و معقول محسوب می شوند.

از طرف دیگر مطالعات متعدد نشان داده است که شناسایی رفتارهای نادرست افراد می تواند نقطه عطفی در برنامه های جیشگیری از حادثه باشد که روش حاضر جزء روشهای منحصر بفردی است که از توانمندی ارزیابی پارامترهای دخیل در عملکرد نادرست بهره می گیرد[۶].

یکی دیگر از امتیازات برجسته این روش، تاکید بر روی پارمترهای مختلف تاثیر گذار بر روی شدت اثر نشت شامل مخاطرات حاد، مزمن، حجم مواد نشت یافته میزان پراکندگی و جمعیت و محیط زیست مجاور می باشد.

از مهمترین نواقص که در طول زمان ارزیابی و نتایج حاصله مشخص گردید می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- نقص عملکرد برخی از ایستگاه های حفاظت کاتدی در طول خط که احتمالاً ناشی از مشکلات رکتی فایر ها یا برق رسانی این ایستگاه ها می باشند.
- فقدان توجه لازم به پی آمد های مجاورت خطوط لوله دیگر و کانال آب و نبود هیچگونه تمهیدات مناسب
- وضعیت نامناسب ساختمانی ایستگاه های شیر بین راهی و بکارگیری سازه های ضعیف ازقبیل فنس بجای پانل های نبشی دار و عدم وجود قفل بر روی برخی از این ایستگاه ها
- عدم وجود سیستمهای مخابراتی مثل SCADA و یا فیبر نوری در سرتاسر طول خط
- عدم احداث گابیون در مناطق پرشیب و خط القعرها
- عدم احداث آب نما در آبروها و وجود خاک دستی ناشی از عملیات سیویل در این مناطق
- از بین رفتن تاج خط لوله و قسمتهایی از باند عملیاتی بدلیل تعرض کشاورزان ، عدم رگلاژ بموقع مسیر و شیب بیش از حد R.O.W در برخی از مناطق
- عدم وجود ONE CALL؛ شماره تلفن اضطراری بر روی مارکر های خط لوله که به راحتی و کمترین هزینه ها می توانست مرتفع شود.
- عدم وجود تمهیدات لازم در مجاورت با خطوط انتقال نیرو و خط لوله مجاور بالاخص در حاتهای موازی واگرا.

این مهم که ارائه راهکارهای مداخله ای ، مرتفع نمودن پارامتر های کاهش دهنده امتیازات و تلاش جهت دستیابی به عناصرافزایش دهنده امتیازات است، یکی از مهمترین خصوصیتهای ارزیابی ریسک خط لوله به روش کنت مولبایر می باشد که آنرا با دیگر مطالعات متمایز ساخته و جایگاه آنرا در خط لوله منحصر به فرد می سازد.

این مطالعه اگر چه می تواند راهگشای بسیاری از مسائل پیرامون ریسک خط لوله باشد، در این راه متغیرهای مختلفی که در ریسک خطر بصورت مستقیم یا غیر مستقیم دخالت دارند را معرفی و شناسایی می کند اما در ارائه یک معیار اسمی پذیرش ریسک ناتوان است. اگر چه از یک نظر عدم وجود یک معیار قطعی نقطه ضعفی برای این روش محسوب می شود ولی از دیدگاه دیگر از آنجا که عدد ریسک نهایی بدست آمده ریسک نسبی خطر است، می توان از آن جهت مقایسه بین قطعات مختلف یک خط لوله استفاده کرد.

طبق مطالعه هنسلوود و همکاران در سال ۲۰۰۶ به دلیل محدودیت اطلاعات نمی توان ارزیابی دقیق و واقعی از وضعیت ریسک بعمل آورد و بنابراین ارزیابی های ریسک در خطوط لوله اکثرا محافظه کارانه است و احتمال اطلاع رسانی نامناسب به جامعه در مورد پتانسیل واقعی ریسک وجود دارد. این نویسنده می افزاید در این میان، کتاب مدیریت ریسک خطوط لوله که توسط مولبائر به رشته تحریر در آمده است می تواند به عنوان مرجع عالی و اثر بخش در شناسایی ریسک فاکتورهای بالقوه در خطوط لوله مطرح باشد[۱۳].

با توجه به موارد فوق می توان نتیجه گرفت از آنجا که خط لوله ارزیابی شده، نفت و فرآورده های نفتی را از

www.SID.ir

Archive of SID

درون خود عبور می دهد، با توجه به پارامترهای خطر محصول و محاسبات مربوطه بر مبنای این مواد و مشخصات متفاوت این محصول با گاز و نیز از طرفی وجود هزاران کیلومتر خط لوله گاز در کشور، مطالعه و تحقیق بر روی یک خط لوله گاز به روش کنت مولبایر بسیار سودمند خواهد بود.

منابع

1- Brito A.J., deAlmeida A.T. Multi-attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines. Reliability Engineering and System Safety 94, 187-198, 2009.

2- Markowski A. S. , Sam Mannan M. Fuzzy logic for piping risk assessment (pfLOPA). Journal of Loss Prevention in the Process Industries 29, 1-7, 2009.

3- Teixeiraa A.P. , Guedes Soaresa C. ,_ Nettob T.A. , Estefenb S.F.

Reliability of pipelines with corrosion defects. International Journal of Pressure Vessels and Piping 85 ,228-237, 2008.

4- Restrepo C. E., Simonoff J. S., Zimmerman R. Causes, cost consequences, and risk implications of accidents in US hazardous liquid pipeline infrastructure. I nternational Journal of Critical Infrastructure protection 2 , 3 8 - 5 0, 2009.

5- Nait-Said R., Zidani F. , Ouzraoui N. Modified risk graph method using fuzzy rule-based approach. Journal of Hazardous Materials 164 , 651-658, 2009.

6- Muhlbauer, W. K. Pipeline risk management manual, ideas, techniques, and resources (3rd ed.). Elsevier, 2004.

7- Young-Do J., Bum Jong A. A method of quantitative risk assessment for transmission pipeline carrying natural gas. Journal of Hazardous Materials A123 ,1-12, 2005.

8- Yuhuaa D., Datao Y. Estimation of failure probability of oil and gas transmission pipelines by fuzzy fault tree analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 18, 83-88, 2005.

9- Jabbari Gharabagh M. Asilian . H., Mortasavi S.B., Zarringhalam A. , Hajizadeh E. and Khavanin A. Comprehensive risk assessment and management of petrochemical feed and product transportation pipelines. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 22, 533-539 ,2009.

10- Bajcar T., Sirok B., Cimerman F., Eberlin M. Quantification of impact of line markers on risk on transmission pipelines with natural gas. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 21 , 613-619,2008.

11- Young-Do J., Daniel A. Individual risk analysis of high-pressure natural gas pipelines. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 21, 589-595, 2008.

12- Amirat A., Mohamed-Chateauneuf A., Chaoui K. Reliability assessment of underground pipelines under the combined effect of active corrosion and residual stress. International Journal of Pressure Vessels and Piping 83 ,107-117, 2006.

13- Henselwood F. , Phillips G. A matrix-based risk assessment approach for addressing linear hazards such as pipelines. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19 , 433-441, 2006.

www.SID.ir