



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست

راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی





جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست


راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی

MOP-HSE-G1-205(1)

مطابقت دارد



محل درج مهر اعتبار


صفحه ۲ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

فرم مشخصات سند :

عنوان سند: راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی			
شناسه سند: MOP-HSE-GI-205			
شرح	تعداد صفحات	شماره ویرایش	تاریخ
ابلاغ جهت اجرا	۵۱	MOP-HSE-GI-205(1)	۱۴۰۳/۰۱/۲۵


فرم تصویب مستندات اداره کل HSE وزارت نفت

تهیه کننده: معاونت ایمنی و آتش نشانی				
شماره سند: MOP-HSE-GI-205		عنوان سند:		
شماره بازنگری: یک		راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی		
تاریخ / امضا ۱۴۰۳/۰۱/۲۵				
بررسی: کمیته تخصصی				
وزارت نفت	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی گاز	شرکت ملی نفت
				
کنترل: برنامه ریزی و اطلاعات مدیریت				
تاریخ / امضا Ahsan				
تصویب: شورای مدیران HSE				
وزارت نفت	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی گاز	شرکت ملی نفت
				
تاریخ تصویب سند:				
MOP-HSED-Fo-001(1)				

صفحه ۳ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴	۱- هدف
۴	۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر
۴	۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا
۴	۴- الزامات و مستندات مرجع
۵	۵- تعاریف
۸	۶- اقدامات
۸	۶-۱- سازماندهی
۹	۶-۲- مستندات
۱۱	۶-۳- مدیریت ریسک
۱۵	۶-۴- مدیریت شرایط اضطراری
۱۵	۶-۵- مدیریت پساب و پسماند
۱۶	۶-۶- یکپارچگی مکانیکی
۱۷	۶-۷- انتخاب نوع توپک و سیال رانش
۲۰	۶-۸- ملاحظات ایمنی حین عملیات توپکرانی
۳۰	۷- پیوست‌ها
۳۱	۷-۱- ملاحظات ایمنی در طراحی و ساخت تاسیسات دریافت/ارسال توپک
۴۱	۷-۲- برخی ملاحظات خاص در عملیات ارسال و دریافت توپک در خطوط لوله نفت/مایعات
۴۴	۷-۳- ملاحظات تکمیلی در توپکرانی خطوط لوله حاوی گازهای ترش
۴۸	۷-۴- شماتیک نمونه محفظه‌های ارسال و دریافت
۵۱	۷-۵- منابع و مآخذ

صفحه ۴ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۱- هدف

هدف از تدوین این راهنما، تعیین حداقل ضوابط HSE و پیش‌بینی تمهیدات لازم در عملیات توپکرانی به منظور اطمینان از اجرای صحیح و ایمن عملیات و هماهنگی واحدهای ذی‌ربط جهت کنترل ریسک در حد قابل قبول می‌باشد، به نحوی که از وقوع حوادث شغلی و فرآیندی و آسیب به همسایگان/ ذینفعان، پیشگیری نماید.

۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

مفاد این راهنما، باید در مراحل طرح ریزی، اجرا و کنترل عملیات توپکرانی در تمامی شرکت‌های اصلی، فرعی، تابعه، مناطق و تأسیسات و شرکت‌های واگذار شده به بخش غیردولتی، رعایت شود.


۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا

- بازنگری و به‌روزرسانی و تجدیدنظر این راهنما بر عهده اداره کل HSE وزارت نفت است.
- مسئولیت طرح‌ریزی، هماهنگی و نظارت بر حسن اجرای این راهنما بر عهده مدیریت HSE شرکت‌های اصلی است.
- سازمانهای مشمول این سند مطابق بند ۲، موظف به طرح‌ریزی، استقرار و اجرای این راهنما و تهیه مستندات تکمیلی شامل رویه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های کاری در چارچوب آن می‌باشند.

۴- الزامات و مستندات مرجع

- راهنمای استقرار و توسعه نظام مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست در صنعت نفت، ابلاغ شده طی نامه شماره ۳۸۴۳-۲۸/۱ مورخ ۸۱/۱۲/۲۴.
- راهنمای جداسازی (ایزولاسیون) تأسیسات و تجهیزات فرآیندی به شماره سند MOP-HSED-GI-206،
- راهنمای نظام پروانه‌های کار در صنعت نفت به شماره MOP-HSED-GI-200،
- راهنمای مدیریت پسماند در سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط‌زیست وزارت نفت به شماره

MOP-HSED-GI-301

صفحه ۵ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۵- تعاریف

توپک (PIG: Pipeline Inspection Gauge): وسیله یا تجهیزاتی است که در لوله‌های انتقال سیالات از جمله لوله‌های انتقال نفت و گاز به منظور تمیزکاری، اندازه‌گیری ابعادی و بازرسی در طول خط لوله استفاده می‌شود. این تجهیزات، به صورت کنترل شده (در خلال جریان سیال، درون خط لوله و کنترل سرعت آن با تمهیداتی مانند اختلاف فشار قبل و بعد توپک) درون خط لوله و مشابه حرکت پیستون (به عنوان توپک) درون سیلندر (به عنوان خط لوله) حرکت می‌کند.

توپک‌ها عموماً دارای دیسک‌ها و برس‌هایی هستند که دیواره داخلی لوله را تمیز می‌کنند. قطعات یدکی و متعلقات توپک عموماً شامل موارد زیر است:

Pig Body: بدنه‌ی توپک،

Cup: لاستیک‌های نصب شده در دو طرف توپک به منظور آب‌بندی آن در داخل لوله،

Brush: برای خارج کردن مواد سخت رسوبی مانند زنگ،

Spring: به منظور وارد آوردن فشار برس‌ها و تیغه‌های پاک‌کننده به بدنه‌ی لوله،


Blade: جهت خارج کردن مواد حجیم و نرم، چسبیده و ته نشین شده،

Disc: جهت پاک کردن دیواره داخلی لوله که می‌تواند در هر دو جهت حرکت مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

توپک‌ها، انواع مختلفی دارند؛ که در زیر به برخی از اصلی‌ترین آن‌ها اشاره شده است. آن‌چه در این مورد از اهمیت بالایی برخوردار است، انتخاب نوع مناسب توپک با توجه به هدف توپکرانی و طراحی آن بر اساس خواسته‌ها و کاربرد هر توپک در شرایطی است که برای آن منظور طراحی شده است:

الف- توپک‌های چند منظوره (Utility Pig): عموماً برای تمیز نمودن خطوط لوله، تعیین مدور بودن سطح مقطع آن (Gauging)، ایجاد فاصله بین دو سیال ناهمگون (Batching) و بیرون راندن سیال باقی مانده در خط لوله (Sweep out) به کار برده می‌شوند. این توپک‌ها انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین آن‌ها **Foam, Elastomer, Mandrel** می‌باشد.

ب- توپک‌های ژله‌ای (Gel Pig): که معمولاً ترکیبی از آب با یک ماده شیمیایی یا محصولی با ویسکوزیته بسیار بالا بر پایه دیزل هستند و به چهار نوع **Batching/Seperator, Debrid Pickup, Hydrocarbon** و

صفحه ۶ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

Dehydration تقسیم می‌شوند. استفاده توأم این توپک با توپک چند منظوره (قرار گرفتن بین دو توپک چند منظوره) می‌تواند باعث افزایش بازدهی و تأثیر توپکرانی گردد.

پ- **توپک کروی (Sphere):** معمولاً برای بیرون راندن مایعات از خطوط انتقال گاز استفاده شده و از فوم یا الاستومری که سطح آن با گلیکول پوشانده شده است، ساخته می‌شوند.

ت- **توپک بازرسی (Inspection):** توپک‌هایی مانند توپک‌های اندازه گیر (Gauging) برای ارزیابی مدور بودن "Ovality" سطح مقطع خط لوله، توپک‌های هوشمند (Intelligent)، برای تعیین تشخیص کاهش ضخامت خط لوله -Metal loss- به علت خوردگی یا عیوب ساختمانی و تعیین و تشخیص انواع ترک‌ها) که برای مقاصد بازرسی فنی به کار می‌روند و دارای انواع مختلفی (مانند MFL, UT, Tethered pig (توپک‌های مجهز به فیبر نوری برای ثبت دقیق جزییات)) و توپک‌های ویژه برای تعیین موقعیت جغرافیایی (GIS) و نشت‌یابی گسترده، هستند.

ث- **توپک جداکننده (Isolation):** برای جداسازی موقت یک مقطع از خط لوله، از سیال و بازیابی دوباره آن‌ها کاربرد دارد.


ج- **توپک‌های با قطر متغیر (Dual/multi Diameter):** که قادر به توپکرانی در خط لوله پیوسته‌ای با قطر متغیر هستند.

چ- **توپک مفصلی (Shunting):** این توپک معمولاً از سه ماژول توپک تشکیل شده است؛ به نحوی که هر ماژول آن، با استفاده از مفاصلی به هم متصل شده اند تا قابلیت انعطاف داشته و در نتیجه، امکان جابجایی توپک درون خط لوله را داشته باشد و مانع افزوده شدن مشکلات ناشی از به‌کارگیری توپک دوم شود.

ه- **توپک اندازه‌گیر (Gauging Pig):** یک نوع توپک به همراه صفحه‌ای فلزی (عمدتاً آلومینیومی) که به منظور آگاهی از شرایط سطح داخلی لوله و وضعیت شیرهای مسیر و تغییر قطر مقطع لوله و نقاط احتمالی فرو رفته (Dent) در طول خط لوله رانده می‌شود.

و- **توپک مغناطیسی (Magnetic Pig):** این نوع توپک -که پیش از توپکرانی هوشمند و پس از توپک اندازه‌گیر ارسال می‌شود- به منظور عاری نمودن لوله از ذرات و رسوبات احتمالی فلزی ارسال می‌گردد.

ز- **توپک هوشمند (Intelligent Pig):** توپک الکترونیکی جهت ثبت اطلاعات مربوط به عوارض درون خط لوله از جمله خوردگی جدار داخلی و بیرونی، انشعابات، شیرها، فرورفتگی، چروکیدگی و عیوب سرجوش استفاده می‌گردد.

صفحه ۷ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

محفظه ارسال توپک (Pig Launcher): محفظه ای که برای قرار دادن، راندن و ارسال ایمن توپک به درون خط لوله استفاده می شود.

محفظه دریافت توپک (Pig Receiver): محفظه ای که جهت دریافت و خروج ایمن توپک از خط لوله استفاده می شود. به مانند محفظه ارسال، این قطعه از بدنه ای بزرگتر از Reducer خط لوله اصلی تشکیل می شود و به لوله ای با قطر داخلی برابر با خط لوله اصلی متصل می شود. محفظه دریافت توپک با یک فلنج و شیر به خط اصلی متصل می گردد.

علامت دهنده توپک (Pig Signaler): وسیله ای که بر روی خط لوله قرار می گیرد و نشان دهنده عبور توپک از نقطه مد نظر است و از نظر عملکرد شامل علامت دهنده های مکانیکی، الکتریکی - مکانیکی، اولتراسونیک و مغناطیسی می باشند. دو نوع اول به صورت نفوذی (از طریق اتصالات خاص) و دو نوع دیگر، معمولاً در خطوط با فشار خیلی بالا و به صورت غیر نفوذی (نصب موقت با بند و تسمه) دور خط بسته می شوند.


تعیین موقعیت مکانی توپک (Pig Locating): تعیین حدودی موقعیت توپک، به خصوص زمانی که ممکن است به دلیل مناسب نبودن اختلاف فشار، توپک از حرکت باز ایستد.

ردیابی توپک (Pig Tracking): ردیابی توپک درون خط لوله از طریق حضور افراد متخصص و آموزش دیده بر روی خط در طول مسیر که به دو صورت پیوسته و مقطعی در نقاط حساس انجام می پذیرد. این نقاط باید در دستورالعمل عملیاتی ایمن مشخص شده و نفرات ذیصلاح برای اطمینان از عبور توپک از محل مورد نظر نیز، تعیین گردند.

عملیات توپکرانی: مجموعه عملیات ارسال توپک، حرکت توپک درون خط لوله و دریافت توپک که با هدف حذف مواد زائد، تمیزکاری، جداسازی سیال، تخلیه گاز/ هوا درون خط لوله، بررسی وضعیت و شرایط خوردگی انجام می شود. در این راهنما منظور از عملیات، همان عملیات توپکرانی می باشد.

کاهش فشار (Blow down): تخلیه فشار مازاد (درون سیستم) به اتمسفر به منظور برگشت سیستم به فشار عادی است.

مواد خود آتشگیر: موادی (مانند سولفید آهن) که در تماس با مواد اکسید کننده (نظیر اکسیژن هوا) سریعاً واکنش داده و باعث خودسوزی و سپس اشتعال و انفجار می شوند.

صفحه ۸ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

شیر ایمنی دما (TSV: Temperature Safety Valve): نوعی شیر اطمینان که با افزایش فشار ناشی از انبساط سیال (در اثر افزایش دما) باز شده و فشار اضافی را تخلیه می کند. در مواقعی (نظیر بسته بودن شیرها) که شرایط محبوس شدن سیال بین دو مقطع لوله وجود داشته باشد؛ به گونه ای که افزایش دما منجر به انبساط محتویات و افزایش حجم آن و در نتیجه افزایش فشار درون مقطع شود، از این نوع شیر اطمینان برای تخلیه افزایش فشار ایجاد شده، استفاده می شود.


۶- اقدامات

۶-۱- سازماندهی

به منظور طرح ریزی قبل از انجام عملیات توپکرانی، کارگروه توپکرانی متشکل از مدیریت‌های مرتبط از جمله بهره‌برداری/عملیات، تعمیرات، مهندسی، بازرسی فنی، HSE و ... تشکیل شود. وظایف کارگروه به شرح زیر می باشد:

- بررسی مستندات و مدارک فنی شامل مدارک طراحی، ساخت، تعمیر و نگهداری تاسیسات ارسال و دریافت توپک و حصول اطمینان از سلامت تجهیزات مرتبط با عملیات.
- ارزیابی ریسک و نحوه کنترل وضعیت های اضطراری.
- تهیه دستورالعمل های عملیات.
- تعیین سیال توپکرانی.
- تعیین مسئولیت های اجرایی.
- نظارت بر انجام دقیق و صحیح عملیات.
- جلسات هماهنگی پیش از شروع عملیات به منظور بررسی عملیات، خطرات و ریسک های مرتبط با آن و تعیین کنترل ها، پیش نیازها و ملزومات مورد نیاز. در این جلسات، شبه حوادث، حوادث و تجربیات توپکرانی های گذشته به منظور مدیریت دانش درس آموخته ها و عدم تکرار اشتباهات باید مرور و بررسی گردد و اطلاعات به نحو مناسبی بین افراد دارای نقش و مسئولیت در عملیات به اشتراک گذاشته شود.

افراد دارای نقش اجرایی و موثر در عملیات توپکرانی باید دارای صلاحیت و شایستگی (دانش، تجربه و سابقه، مهارت های مورد نیاز و توانایی) در زمینه وظایف محوله باشند و نسبت به عملیات، روش اجرای آن، ریسک ها و نحوه کنترل آن ها کاملاً توجیه شده باشند. در این راستا افرادی که در عملیات توپکرانی مشارکت دارند،

صفحه ۹ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

باید دوره های آموزشی لازم را در خصوص عملیات توپکرانی طی نمایند. مرجع و نحوه تایید صلاحیت این افراد جهت انجام کار باید در روش اجرایی هر شرکت به وضوح تعیین و اجرا شود.

۶-۲- مستندات

۶-۲-۱- مستندات فنی

طراحی خطوط لوله و تاسیسات ارسال و دریافت توپک باید بر اساس استانداردهای معتبر بین المللی رایج و با توجه به ملاحظات زیر در قالب مستندات فنی/عملیاتی، در نظر گرفته شود. اهم این موارد عبارتند از:


- طول خط لوله؛ که بنا بر مقتضیات هر خط لوله، فاصله ارسال کننده و دریافت کننده توپک، متفاوت بوده و با توجه به تاثیر زیاد آن بر روی فرسایش توپک باید از استانداردهای رایج معتبر، تبعیت نماید.
- انحنای مسیر خط لوله (مانند 10D، 20D، 5D به ترتیب برای لوله های ۴ اینچ، ۶-۸ اینچ و ۱۰ اینچ به بالا)،
- قطر انشعابات^۱، نوع شیرهای بین راهی (از نظر هم قطر بودن شیر با قطر داخلی خطوط) و نظایر آن که باید به طور دقیق منطبق با استانداردهای مرتبط باشد (برای جزئیات بیشتر به پیوست شماره یک رجوع شود).
- نوع سیال،
- تناسب جنس Elastomer توپک با جداره داخلی خط لوله،

۶-۲-۲- روش اجرایی

به منظور طرح ریزی صحیح و تشریح ملاحظات HSE و نحوه اتخاذ تمهیدات مورد نیاز، سازمان های مشمول این راهنما باید روش اجرایی عملیات توپکرانی را تدوین، تصویب و جاری سازی نمایند. روش اجرایی باید شامل موارد زیر باشد (محدود به این موارد نمی باشد):

- شناسایی خطرات و مدیریت ریسک هر عملیات با اجرایی نمودن اقدامات کنترلی.
- تشریح نحوه ثبت و نگهداری فرآیند اجرایی توپکرانی.
- ملاحظات مرتبط با تعیین تناسب نوع توپک با شرایط و هدف توپکرانی.
- آموزش های مورد نیاز و تعیین صلاحیت افراد با تجربه، مهارت و دانش کافی جهت عملیات توپکرانی.

1 Diameter
2 Offtakes


صفحه ۱۰ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- بازه زمانی مناسب توپکرانی، از نظر شرایط عملیاتی و فنی خط لوله (نتایج آزمون‌های بازرسی فنی).
- انتخاب زمان توپکرانی، به نحوی که نفرات ذریبط، امکان اقدام ایمن و صحیح به لحاظ شرایط اقلیمی، عملیاتی، ساعات شبانه روز را داشته باشند.
- فراهم نمودن تمهیدات و تجهیزات لازم در زمان مناسب و پرهیز از حذف یا جابجایی مراحل انجام کار (اعمال نایمن) به علت کمبود وقت.
- ملاحظات مورد نیاز برای حمل و نقل، جابجایی و انبارش توپک پس از استفاده در شرایط استاندارد.
- تاییدیه‌های لازم برای اطمینان از سلامت توپک، قبل از هر بار توپکرانی (تعیین مسئولیت‌ها و نحوه تایید).
- تمهیدات لازم برای جمع آوری و دفع پسماند و پساب تولیدی.
- نحوه اقدام در شرایط اضطراری بر اساس سناریوهای معتبر.
- سلامت و آماده به کار بودن تجهیزات ارسال و دریافت و محوطه توپکرانی.
- مجوزهای کاری.
- روش اقدام برای بیرون آوردن توپک متوقف شده در خط لوله.
- زمان بندی و نحوه انجام بازدید دوره ای از محفظه ارسال و دریافت توپک و تجهیزات مربوطه جهت اطمینان از سلامت و انطباق آن‌ها بر اساس مستندات طراحی و ساخت.
- زمان و نحوه تهیه دستورالعمل عملیاتی ایمن^۱ توپکرانی برای هر خط لوله قبل از انجام عملیات.

۶-۲-۳- دستورالعمل عملیاتی ایمن

نحوه انجام عملیات توپکرانی برای هر خط لوله منحصر به فرد بوده و با توجه به شرایط و خطرات متناظر، بستگی به عوامل متعددی از جمله: سن خط لوله، اهمیت خط لوله، تغییرات و اصلاحات ایجاد شده در خط لوله، نوع طراحی محفظه ارسال و دریافت توپک، مهارت نفرات، سیال درون خط لوله، توپوگرافی شرایط محیطی و جغرافیای خط لوله و نظایر آن‌ها دارد. در نتیجه باید برای انجام عملیات توپکرانی هر خط لوله، دستورالعمل عملیاتی ایمن، توسط مسئول اجرای کار با همکاری، نظارت و تأیید نهایی کارگروه توپکرانی تدوین و به عنوان مدارک توپکرانی، نگهداری شده و در دسترس باشد. در دستورالعمل عملیاتی ایمن توپکرانی باید متناسب با نتایج ارزیابی ریسک و شرایط عملیاتی، به موارد زیر توجه شود (محدود به این موارد نمی باشد):

- شرح وظایف افراد دارای نقش در عملیات.

صفحه ۱۱ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت
	MOP-HSE-GI-205 (1)	اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست


- تمهیدات لازم برای کنترل سرعت توپک در زمان دریافت به خصوص در مورد خطوط لوله انتقال گاز.
 - نحوه از سرویس خارج نمودن و جداسازی محفظه ارسال / دریافت توپک.
 - چگونگی آرایش و وضعیت شیرها.
 - نوع، سایز و تعداد توپک.
 - نوع سیال مورد استفاده، دبی، فشار و دیگر پارامترهای عملیاتی مورد نظر جهت رانش توپک با سرعت از پیش تعیین شده.
 - رویه‌ی ارسال و دریافت توپک، نحوه کنترل حرکت توپک.
 - تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای انجام عملیات و همچنین باربرداری^۱.
 - وضعیت‌های اضطراری محتمل، نحوه اقدام، تجهیزات و امکانات امدادی و آتش‌نشانی مورد نیاز.
 - نحوه برقراری ارتباط بین افراد.
 - محل قرارگرفتن افراد و تجهیزات و شعاع متاثر از پرتاب توپک در زمان عملیات.
 - اقدامات لازم برای پیشگیری از شعله‌ور شدن مواد و رسوبات خود آتش‌گیر.
 - سایر ملاحظات و موارد احتیاطی ایمنی و زیست محیطی مرتبط با عملیات.
- بدیهی است اطمینان از ایمن بودن روش انجام توپکرانی بر عهده کارگروه توپکرانی و مسئولیت انجام ایمن عملیات توپکرانی با توجه به شرح وظیفه از پیش تعیین شده آنها، بر عهده مسئول اجرای عملیات می باشد.

توجه- برای استفاده از توپک به عنوان جدا کننده خط لوله از طریق Stopple Plugging Machine، باید دستورالعمل عملیاتی متناسب با آن تهیه گردد.

۶-۳- مدیریت ریسک

۶-۳-۱- شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک


برای انجام هر عملیات توپکرانی باید خطرات مرتبط با فرآیند، شغل، محیط به صورت جامع بررسی و شناسایی شده و ریسک آن ارزیابی و اقدامات کنترلی مورد نیاز جهت مدیریت ریسک و کاهش آن تا حد قابل قبول، تعیین شود. اسناد ارزیابی ریسک باید مستند باشد. همچنین لازم است همه افراد مرتبط با عملیات، از خطرات و ریسک‌های متناظر مطلع و آگاه باشند. مسئول اجرای عملیات، پیش از مدیریت ریسک‌ها و

صفحه ۱۲ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

اطمینان از اقدامات کنترلی لازم و کافی، مجاز به شروع عملیات نمی باشد. در شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، باید موارد اساسی زیر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد:

- تاثیر توپکرانی بر ذینفعان، ارزیابی لزوم توپکرانی و برآورد اولویت با انتخاب بین دو ریسک (۱- عدم توپکرانی چه ریسک‌هایی را تحمیل می نماید؟ ۲- توپکرانی با شرایط فعلی، باعث بروز چه حدی از ریسک می شود؟).
- میزان اطلاع از شرایط خط لوله و لزوم تمیزکاری آن پیش از انجام توپکرانی.
- اطلاع و برآورد کامل از شرایط خط لوله و تجهیزات توپکرانی آن.
- آخرین عملیات توپکرانی خط لوله.
- سطح دسترسی به اسناد فنی خط لوله.
- بررسی دستورالعمل عملیاتی ایمن قبلی برای توپکرانی آن خط و میزان موفقیت آن (از منظر ایمنی و عملیاتی).
- مهارت و صلاحیت نفرات.
- مدیریت تغییر.
- عملیات‌ها یا فعالیت‌های اجتناب ناپذیر و ضروری هم‌زمان با توپکرانی.
- نوع توپک و عملکرد آن بر اساس تجارب قبلی یا مشابه.
- الزامات مرتبط با حذف منابع جرقه از جمله ATEX^۱.
- تاثیر سیال و مواد درون خط لوله بر توپک و افراد.
- احتمال آسیب به توپک.
- جابجایی توپک.
- تاثیر توپکرانی بر فشار سیال درون خط لوله و نوسان آن.
- تاثیر توپکرانی بر سیستم های ESD، F&G و نظایر آنها.
- تاثیر متغیرهای بهره برداری و فرآیندی بر توپکرانی.
- نوع پسماند/آلودگی / مواد ناشی از توپکرانی و تمهیدات لازم برای حفاظت نفرات، محیط زیست و تاسیسات و مدیریت پسماند تا مبادی ذریبط.
- سلامت و قابلیت اطمینان تجهیزات، به خصوص شیرهای منتهی به محفظه های ارسال / دریافت.

^۱ Atmosphere EXplosible

صفحه ۱۳ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	


- امکان اطلاع از موقعیت توپک با توجه به تجهیزات موجود.
 - مدیریت شرایط اضطراری در صورت گیر کردن یا آسیب دیدن توپک و نحوه بیرون آوردن آن و رفع انسداد (مواردی مانند: حدود مجاز افزایش فشار خط لوله، بر اساس ارزیابی های مناسب برای سرویس^۱ با توجه به حداکثر فشار عملیاتی مجاز^۲، امکان پایش فشار و جریان سیال در مقاطع مختلف خط لوله، امکان دسترسی به خط لوله با توجه به شرایط جوی و وضعیت جاده کنار خط لوله^۳، امکان حضور نیروهای امدادی، امکان کاهش فشار خط برای رفع انسداد ناشی از تشکیل Hydrate، امکان ارسال توپک دوم، امکان تغییر جهت توپک، امکان ردیابی و تعیین موقعیت توپک، امکان توقف جریان خط لوله برای بردن مقطعی از آن و نظایر آنها).
 - ارتباط بین نفرات (تجهیزات لازم، امکان تماس و ...).
 - عدم توپکرانی خط در سالیان اخیر یا از ابتدای بهره برداری (به عنوان یک ریسک مضاعف).
 - نوع، میزان و خطرات سیال مورد استفاده جهت تامین نیرو محرکه عملیات توپکرانی.
 - شبه حوادث، حوادث، درس آموخته ها و تجربیات توپکرانی های گذشته به منظور مدیریت دانش و عدم تکرار اشتباهات و به اشتراک گذاری آنها.
- شرایط ایده آل یک خط لوله، برای توپکرانی، شامل موارد زیر است که از زمان طراحی تا بهره برداری خط لوله، باید اقدامات لازم برای حصول این شرایط (حتی الامکان و با عنایت به منطق ALARP) باشد (اما محدود به آنها نمی باشد). ممکن است در خطوط موجود، نسبت به این شرایط، انحراف وجود داشته باشد. بدیهی است هر چه میزان انحراف بیشتر باشد، ریسک عملیات و عدم قطعیت اهداف، افزایش می یابد.
- مستقیم، از ابتدا تا انتهای خط لوله،
 - قطر ثابت از ابتدا تا انتهای خط لوله،
 - فاقد عیوب جوش^۴ از ابتدا تا انتهای خط لوله،
 - کاملاً مدور از ابتدا تا انتهای خط لوله،
 - سطح داخلی خط لوله صیقلی یا دارای لایه داخلی اپوکسی،
 - فاقد انشعابات بین راهی (مانند سه راهی)،

۱ Fitness for service

2 Maximum allowable operating pressure

3 Right off way

4 weld-Penetration

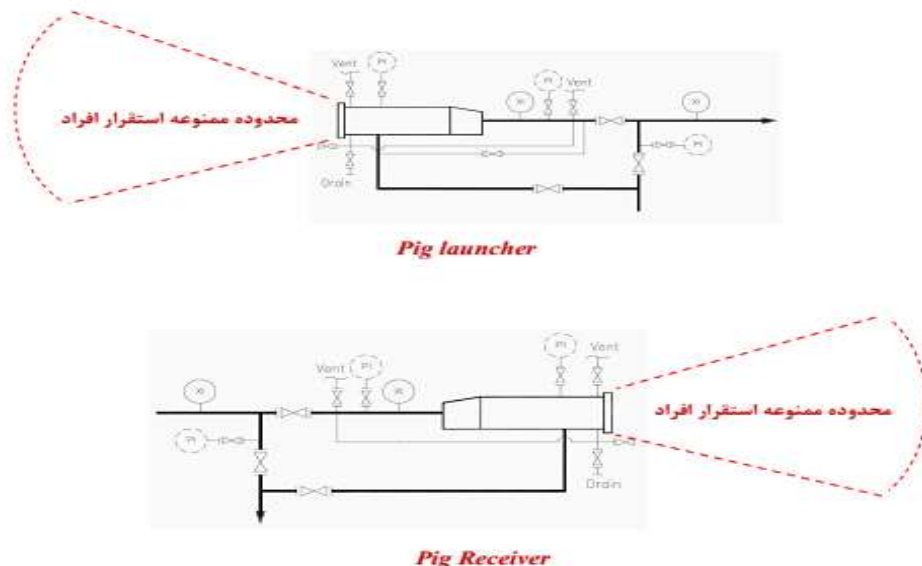
صفحه ۱۴ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- فاقد تجهیزات و اتصالات خطوط لوله (مانند شیر و ...)
- دارای جریان سیال یکنواخت با سرعت مناسب.


با توجه به آن که تجمیع شرایط مزبور در زمره شرایط ایده آل بوده و فراهم شدن آن ها در عمل، به ندرت اتفاق می افتد، بنابراین با توجه به ریسک‌هایی که از عدم تحقق هر یک از شرایط یاد شده تحمیل می‌گردند، لازم است اقدامات کنترلی یا اصلاحی مورد نیاز برای فراهم نمودن شرایط ایمن، انجام پذیرد.

۶-۳-۲- محدوده ایمن:

محدوده ایمن برای استقرار تجهیزات، ماشین‌آلات و نفرات و اقدامات احتیاطی لازم، در دستورالعمل عملیاتی ایمن باید مشخص شده و بر اساس آن اقدام گردد (شکل ۱). تعداد افراد حاضر در عملیات و محل حضور آن‌ها نیز باید کنترل و مدیریت گردد. قرار گرفتن افراد در مقابل درب محفظه و شعاع متأثر از آن، اکیدا ممنوع می‌باشد (شکل شماره ۱). پرتاب توپک از محفظه به بیرون نیز باید در ارزیابی ریسک به عنوان یک سناریو معتبر^۱، مد نظر قرار گرفته و شعاع متأثر از پرتاب توپک و محدوده های ایمن مشخص شود. در تعیین فواصل ایمن، باید حداقل فاصله ایمن بین محل توقف / تردد خودروها با نقاط تخلیه و کاهش فشار مانند Vent، Drain و Blowdown پیش بینی گردد.



شکل ۱- محدوده ممنوعه استقرار افراد در عملیات توپکرانی

صفحه ۱۵ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۴-۶- مدیریت شرایط اضطراری

لازم است با استفاده از روش‌های علمی شناخته شده و معتبر، سناریوهای شرایط اضطراری معتبر عملیات توپکرانی، استخراج گردیده و برای هر یک از آن‌ها طرح اقدام در شرایط اضطراری تهیه شود. یکی از سناریوهای معتبر که باید برای آن طرح اقدام تدوین شود، شرایطی است که توپک درون خط لوله، گیر می‌نماید.

در طرح‌های اقدام باید مواردی نظیر تجهیزات و امکانات امدادی و آتش‌نشانی مورد نیاز (مانند خودرو آتش‌نشانی، آمبولانس و ...)، نحوه فراهم نمودن آنها، راهکارهای اقدام و نحوه انجام هماهنگی‌های مورد نیاز تعیین شود.

افراد دارای نقش و مسئولیت در عملیات، باید از نحوه مدیریت شرایط اضطراری مطلع بوده و مسئول اجرای کار در جلسات هماهنگی پیش از شروع عملیات، علاوه بر مرور عملیات و خطرات آن، نسبت به آگاه بودن کارکنان، از وظایف و اقدامات کنترلی برای مدیریت شرایط اضطراری، اطمینان حاصل نماید.


۴-۵- مدیریت پساب و پسماند

قبل از انجام هرگونه عملیات توپکرانی، باید فرایند مناسبی جهت مدیریت صحیح پساب و پسماندهای عملیات (مانند خنثی سازی مواد شیمیایی موجود در پساب) در نظر گرفته شود و با انجام نمونه برداری و آنالیز، کیفیت پساب مورد ارزیابی قرار گیرد. جهت نمونه برداری می‌توان از بطری‌های شیشه‌ای تمیز که حاوی گاز آرگون یا روغن معدنی سیلیکون هستند، استفاده گردد تا از اکسید شدن ترکیبات ناپایدار موجود در رسوبات جلوگیری گردد.

با توجه به امکان دریافت رسوبات حاوی ترکیبات رادیواکتیو در فرایند توپکرانی خطوط لوله انتقال سیال تولیدی برخی از چاه‌های نفت و گاز و با عنایت به عوارض جانبی احتمالی این ترکیبات، توجه ویژه به سوابق آزمایشگاهی رسوبات خط لوله و اتخاذ اقدامات مورد نیاز در دستور کار قرار گیرد.

در صورت بکارگیری آب شور دریا به عنوان سیال پیشران توپک، در صورتی که این آب حاوی افزودنی‌های شیمیایی باشد لازم است به جنبه‌های زیست محیطی و ایمنی آن در زمان تخلیه و دفع توجه گردد.

رسوبات توپکرانی به هیچ وجه نباید بر روی زمین ریخته، دفن یا رها گردند. بلکه باید در ظرف‌های قابل حمل جمع آوری شده سپس در بشکه‌های درب دار قرار گیرند و در محل استاندارد نگهداری گردد.

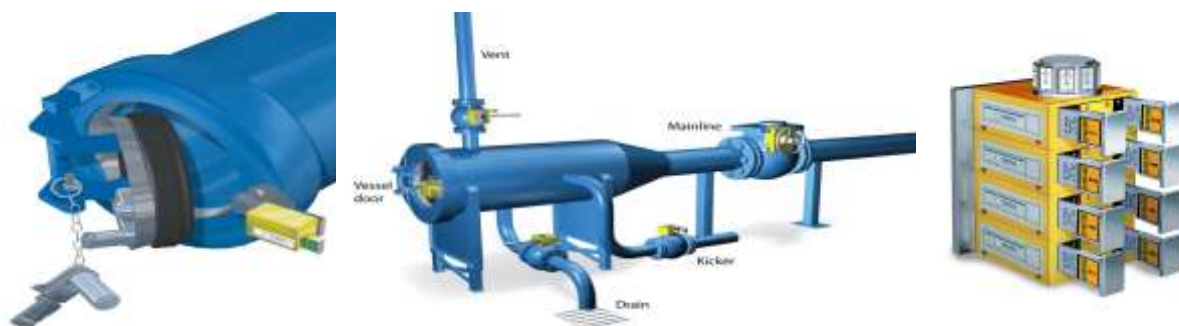
صفحه ۱۶ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

با توجه به احتمال بروز آتش سوزی و بکارگیری پاشش آب هنگام بیرون آوردن توپک از محفظه، آب حاصل از شستشوی توپک حتما باید در مسیر جوی‌های آب نفوذناپذیر به سمت حوضچه طراحی شده، هدایت گردد. در صورت نبود زیرساختهای لازم، از ظروف برای جمع‌آوری پساب استفاده گردد تا بعد از تغلیظ، پساب حاصل به عنوان رسوبات توپکرانی مدیریت گردد.

در صورتی که پس از تخلیه‌ی گاز از محفظه، آلودگی و پسماند به شکل ذرات جامد (Black-Powder) یا رسوب (Sludge) درون آن باقی مانده باشد، باید درب محفظه بسته شده و با استفاده از آب به Drain تخلیه گردد (Water Flushing).


۶-۶- یکپارچگی مکانیکی

- صدور گواهی بهره برداری/ سلامت پس از ساخت تجهیزات و قبل از بهره برداری از آن و همچنین در زمان‌های دوره ای از پیش تعیین شده و بر اساس آزمون‌های منطبق با استاندارد مورد تأیید اداره بازرسی فنی، برای تاسیسات ارسال و دریافت (شامل محفظه، شیرها، اتصالات و ...) الزامی است.
- نتایج تعمیر و نگهداری تجهیزات توپکرانی به عنوان یکی از اسناد توپکرانی باید مورد بررسی قرار گرفته و مبین سلامت و آماده به کار بودن همه اجزاء آن، بر اساس این راهنما، طراحی اولیه و استانداردهای ذیربط باشد، تا اجازه کار صادر گردد.
- شیرهای مرتبط با عملیات توپکرانی باید پیش از توپکرانی، از نظر عملکرد مورد اطمینان و قرار گرفتن در وضعیت کاملا باز و کاملا بسته، بررسی گردند و تاییدیه های لازم را اخذ نمایند. توصیه می‌شود جهت پیشگیری از بروز خطای انسانی در ترتیب بازکردن شیرهای مرتبط با عملیات توپکرانی، از سیستم اینترلاک مکانیکی^۱ (شکل شماره ۲) استفاده شود.



شکل (۲)- نمونه اجزای سیستم اینترلاک مکانیکی

1 Mechanical safety interlock

صفحه ۱۷ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت
	MOP-HSE-GI-205 (1)	اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست


- هر چند محفظه‌های ارسال و دریافت و متعلقات آن‌ها در قیاس با سایر تجهیزات صنعت، تجهیزات مکانیکی ساده ای هستند که پیچیدگی‌های قابل توجهی ندارند، اما با توجه به تنش‌هایی که حین عملیات توپکرانی به آن‌ها وارد می شود، نیازمند تعمیر و نگهداری بر اساس برنامه مدون و زمان‌بندی شده هستند. این موضوع با توجه به استفاده از این تجهیزات، مادامی که به یک خط لوله در سرویس (Live)، متصل هستند و تنها حائل میان آن با خط لوله، یک شیر است، از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. شایان ذکر است، بازدیدهای دوره ای تنها منوط به زمان قبل از توپکرانی نبوده بلکه باید در زمان عدم استفاده نیز مشمول بازدیدهای دوره ای بر اساس روش اجرایی ذیربط گردند.
- باید تمهیدات لازم برای تمیز نگه‌داشتن محل قرارگیری نشت بند درب محفظه ارسال/دریافت توپک، در نظر گرفته شود. برای حصول اطمینان از نشت بندی موثر، باید هر مرتبه، نشت بند، محل قرارگیری آن و همچنین قسمتی از درب که بر روی نشت بند قرار می گیرد، بررسی گردد تا نشت بندی درب به طور کامل، محقق شود.
- لولاها (با توجه به نقش بسیار مهمی که در آسان باز و بسته شدن درب دارند)، نشت بند و شیرها، از جمله موارد مهم برای تعمیر و نگهداری ادواری و اقداماتی مانند پوشش سطح با رنگ و گریس کاری هستند.

۶-۷- انتخاب نوع توپک و سیال رانش


۶-۷-۱- انتخاب نوع توپک

نوع توپک مورد استفاده باید بر اساس بررسی و ارزیابی متغیرهای زیر مشخص شود:

- هدف توپکرانی مانند پرکردن خط، تمیزکاری، عیب یابی، ایجاد فاصله بین دو یا چند سیال (چه ماده ای باید تمیز شده یا توپک، حائل بین چه موادی است، چه مقدار ماده ای برای جابجایی تخمین زده می شود و ...).
- ملاحظات سیال خط لوله (مواد خطرناک، فشار، جریان و دمای سیال درون خط لوله).
- آلودگی ها یا مواد زائد و آسیب زننده به توپک.
- ملاحظات عملیاتی و بهره برداری شامل فشار مورد نیاز برای حرکت توپک و اختلاف فشار قابل حصول در خط لوله.
- جنس، طول مسیر، حداقل و حداکثر قطر خط لوله.

صفحه ۱۸ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- قطر ثابت یا متغیر (در صورت تغییر قطر، پیش بینی ملاحظات لازم برای مقاومت مازاد بخش های با قطر بزرگتر توپک برای عبور از سطح مقطع کوچک تر خط لوله).
 - نوع و سایز شیرها و اتصالات (offtake or Tee) مسیر خط لوله.
 - انحنای خط لوله در نقاط مختلف و مشخصات انحنای مسیر.
 - سرعت حرکت توپک در خط لوله.
 - توپوگرافی مسیر و خشکی یا فراساحلی بودن آن.
 - پروفایل خط لوله و فراز و نشیب های آن (تاثیر شتاب ثقلی بر حرکت توپک، به ویژه در خطوط لوله نفت و ایجاد پدیده سیفون).
 - قابلیت توپک برای حرکت در جهت مخالف.
 - لزوم اطلاع از موقعیت دقیق توپک.
 - هر مورد دیگری که توپکرانی را متاثر نماید.
- برای تامین توپک، مشخصات و اطلاعات فنی مورد نیاز باید بر اساس ملاحظات زیر (محدود به این موارد نمی باشند) تعیین شود:
- جنس و مشخصات، توپک باید از نظر شرایط مکانیکی و مواد شیمیایی دوام لازم برای طی مسیر طولانی و سخت- به نحوی که در سراسر زمان عملیات سالم باقی مانده و کیفیت توپکرانی، تغییر ننماید- داشته باشد. این دوام به هر دو حوزه نحوه ساخت و اتصالات و مواد به کار رفته در توپک ارتباط دارد؛ به گونه ای که، نه تنها پاسخگوی فشارهای عملیاتی ناشی از راندن در خط لوله باشد، بلکه قابلیت دوام در شرایط اضطراری ناشی از خستگی و فرسودگی و سایر موارد نظیر تاثیر عامل تمیزکننده بر توپک را نیز داشته باشد.
 - تا حد امکان ساختمان توپک ساده باشد و از تجارب کسب شده در خصوص دوام و کارایی موثر انواع مختلف توپک استفاده شود. (بر اساس تجربه، توپک های پیچیده و چندکاره، آسیب پذیرتر هستند).
 - وزن توپک با رعایت استقامت آن به منظور سهولت استفاده از آن و همچنین ممانعت از آسیب به کاپهای توپک حین حرکت در خط لوله، تا حد امکان کاهش یابد.
 - کاپ و نشت بندهای توپک، باید متناسب با شرایط توپکرانی (حرارت و سایش ناشی از اصطکاک با بدنه، سیال، فشار، تنش های وارده، دمای خط لوله، طول مسیر و ...) باشد.

صفحه ۱۹ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- در صورتی که توپک و تجهیزات عملیات توپکرانی، دارای بخش های الکتریکی / الکترونیکی باشد، این تجهیزات باید منطبق با طبقه بندی نواحی خطر (Zone Classification) محوطه، باشند. در این خصوص تاییدیه و گواهی نامه های لازم برای بخش های الکتریکی / الکترونیکی توپک های هوشمند، الزامی است. دماغه توپک به منظور عدم آسیب به محور وسط آن در صورت برخورد به جسم سخت دارای مقاومت مناسب باشد.
- برای متصل نمودن ادوات باربرداری (به خصوص در قسمت جلویی توپک، برای امکان بیرون آوردن آن از محفظه)، تمهید مناسب در نظر گرفته شود.
- از پلی اورتان با نوع^۱ مناسب برای تامین سختی مورد نیاز، مقاومت مورد نیاز در برابر آب، هیدروکربن ها و مواد خورنده، مقاومت ویژه در خطوط طولانی (مانند استفاده از مواد پلی اورتانی کیفیت بالا^۲ در خطوط زیر دریایی با مسافت های طولانی) استفاده شود.
- شکل کاپ ها مورد توجه قرار گیرد تا ضمن ایجاد اختلاف فشار لازم برای حرکت توپک، باعث فرسودگی سریع به دلیل اصطکاک بیش از حد، حین طی مسیر نگردد.
- استفاده از تمهیدات کنترل سرعت (استفاده از Bypass) و تمهیدات لازم برای مقاومت ساختمان توپک در برابر اختلاف فشار ناشی از آن، بررسی شود.

۶-۷-۲- انتخاب سیال رانش


انتخاب سیال مورد نیاز جهت تامین نیروی محرکه رانش توپک درون خط لوله، بسیار مهم است. به طور کلی به منظور پیشگیری از وقوع اشتعال و انفجار، باید ضمن بکارگیری سیال مناسب به عنوان نیرو محرکه / رانش توپک در عملیات توپکرانی، از عدم تشکیل ترکیب قابل اشتعال و انفجار اطمینان حاصل گردد.

در تعیین سیال مورد نیاز، به خطرات آن و پیامد ناشی از تماس احتمالی با سیال درون خط لوله (مایع / گاز قابل اشتعال و سمی) به واسطه تشکیل مخلوط قابل اشتعال و انفجار (مانند ترکیب هوا با سیال قابل اشتعال) باید اطمینان حاصل شود.

به منظور عدم تشکیل ترکیب گاز قابل اشتعال / انفجار و هوا در حین عملیات توپکرانی به واسطه سیال رانش توپک، استفاده از هوای فشرده به منظور توپکرانی خطوط لوله حاوی سیال قابل اشتعال، در صورتی که منجر به تشکیل ترکیب گاز قابل اشتعال و انفجار با هوا در خط لوله شود، ممنوع است.

1 grade

2 High performance polyurethane


صفحه ۲۰ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

بکارگیری هوای فشرده به عنوان عامل پیش برنده توپک در زمان ساخت و اجرای خط لوله به منظور خشک کردن و تخلیه خط از ضایعات با رعایت اصول ایمنی به شرطی که احتمال تشکیل ترکیب گاز قابل اشتعال و انفجار با هوا در خط لوله وجود نداشته باشد، با رعایت سایر ملاحظات فنی، قابل انجام می باشد.

۶-۸- ملاحظات ایمنی حین عملیات توپکرانی

۶-۸-۱- ملاحظات عمومی

- عملیات توپکرانی باید بر اساس الزامات و موارد مندرج در دستورالعمل عملیاتی ایمن که به تایید کارگروه توپکرانی رسیده است، انجام شود. لازم است قبل از اجرای عملیات از آماده به کار بودن تجهیزات و مناسب و ایمن بودن شرایط برای انجام عملیات توپکرانی اطمینان حاصل گردد. بنابراین تجهیزات ارسال و دریافت توپک، عملکرد شیرهای مرتبط با عملیات، مسیرهای تخلیه Drain و Vent، شرایط محوطه، تجهیزات باربرداری و سایر تجهیزات و تمهیدات مرتبط با عملیات، باید توسط واحدهای مربوطه و بر اساس چک لیست مرتبط از پیش تهیه شده، بررسی گردد.
- قبل از انجام عملیات توپکرانی، قطع و جداسازی جریان برق و سیستم‌های برقی متصل به تجهیزات یا شیرآلات نصب شده بر روی خط لوله یا محفظه‌های ارسال و دریافت، الزامی بوده و باید از این مهم اطمینان حاصل شود. (روی بریکرها، از تابلوهای هشدار نظیر "خطر - به کار نیندازید" استفاده شود).
- به منظور حمل، جایگذاری و خارج نمودن توپک، لازم است تجهیزات مناسب و دارای تاییدیه‌های لازم جهت باربرداری و حمل و جابجایی تجهیزات مرتبط، پیش‌بینی و فراهم گردد.
- در قسمت دریافت توپک؛ باید تمهیدات لازم برای به تله انداختن آن با توجه به سرعت توپک و سایر عوامل مرتبط (مانند طول توپک) و ملاحظات تخلیه فشار قبل (فاصله بین شیر اصلی محفظه تا توپک) و بعد از توپک، در نظر گرفته و فراهم شده باشد.
- تمهیدات لازم برای پیشگیری از احتراق مواد و رسوبات خود آتش گیر که در مجاورت هوا خود به خود مشتعل می‌شوند، باید مد نظر قرار گیرد. به این منظور، محتویات درون محفظه باید به وسیله آب، مرطوب و خیس شود. لازم بذکر است تامین تمهیدات لازم یا استقرار تیم آتش نشانی در محل برای کنترل حریق احتمالی در محل تاسیسات ارسال و دریافت توپک الزامی است.


صفحه ۲۱ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- در خصوص خطوط لوله انتقال سیال (مایع یا گاز)، باید ملاحظات لازم برای ممانعت از تماس مواد خودآتش گیر در تماس با هوا^۱، در نظر گرفته شود.
- در صورت وجود گازهای سمی (مانند H₂S)، ملاحظات ایمنی لازم مانند پایش دایمی (گازسنجی) محوطه و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (مانند تامین کننده های هوای تازه تنفسی SCBA/BA) برای ایمنی کارکنان، باید در نظر گرفته شود.
- به هنگام استفاده از Vent، ملاحظات HSE باید در خصوص خطرات ایمنی، بهداشتی و جنبه های زیست محیطی، لحاظ گردد به نحوی که الزامات هر شرکت (مانند دستورالعمل تخلیه هوا و تزریق گاز در خط لوله) را برآورده نموده و هیچ یک از حوزه های یاد شده را بیشتر از حدود مجاز متأثر ننموده و به ویژه ایمنی افراد تأمین گردد.
- در مراحل باز نمودن و بستن شیرها باید دقت شود که پیش از پایان یک مرحله، مرحله بعد اجرا نشود. (دو شیر به طور هم زمان فرمان داده نشود).
- در خصوص گازهای ترش، پاکسازی با گاز خنثی تا حدی که غلظت گازهای سمی به حدود مجاز مواجهه کاهش یابد و برای گازهای قابل اشتعال، اقدامات کنترلی لازم به منظور ایمن سازی و کاهش ریسک بر اساس نتایج ارزیابی، الزامی است. نمونه ای از اقدامات در این زمینه در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱- اقدامات مورد نیاز جهت پاکسازی و تخلیه محفظه ارسال و دریافت توپک بر حسب نوع سیال

توضیحات	نوع سیال
تخلیه تا حدی که غلظت گازهای سمی به حدود مجاز کاهش یابد.	گاز ترش
بسته به نوع سیال - تخلیه در صورتی که به شدت سمی یا قابل اشتعال باشد.	مواد شیمیایی
ممکن است تخلیه موثر باشد اما به محیط، تناوب عملیات و ایجاد ریسک های جدید بستگی دارد که نیاز به انجام ارزیابی ریسک تخلیه است.	گاز خشک (فاقد آب و مایعات هیدروکربنی)
اثرات محدود بستگی به طراحی تله توپک دارد.	گاز تر (دارای آب و مایعات هیدروکربنی)
اثرات محدود بستگی به طراحی تله توپک دارد.	NGL/ میعانات گازی
تخلیه اثرات محدودی دارد که ممکن است زدودن هیدروکربن ها را سخت کند. استفاده از ازت ممکن است ریسک های بیشتری ایجاد کند (به دلیل انتشار بیشتر سوخت در محیط).	سوخت هواپیما
تخلیه اثرات محدودی دارد که ممکن است زدودن هیدروکربن ها را سخت کند. استفاده از	چند محصولی

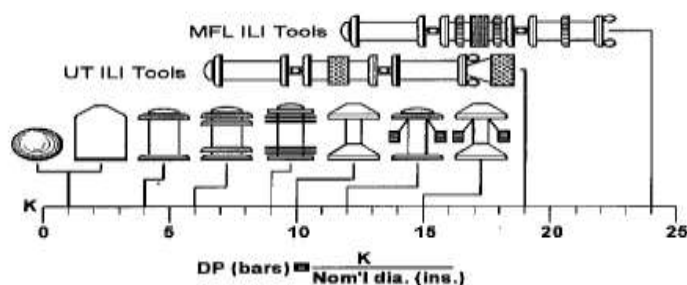
1 Pyrophoric

صفحه ۲۲ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

ازت ممکن است ریسک‌های بیشتری ایجاد کند.	
شستشو با نفت سبک و سپس شستشو با فشار آب	نفت خام
شستشو با فشار آب	نفت خام تثبیت شده
تخلیه و تر نگهداشتن	مواد خودآتش گیر در مجاورت باهوا
شستشو و استفاده از محفظه	مواد رادیو اکتیو


۶-۸-۲- کنترل سرعت توپک

برای اطمینان از تحت کنترل بودن سرعت حرکت توپک، از یک سیال مناسب استفاده می شود، به نحوی که حرکت توپک با استفاده از کاهش فشار پایین دست یا افزایش فشار بالادست، مانع حرکت آزادانه توپک شده و با یک سرعت مشخص حرکت نماید. این سرعت باید در طول خط لوله با تمهیداتی که در دستورالعمل عملیاتی ایمن اختصاصی هر عملیات توپکرانی ذکر می‌گردد و با استفاده از کنترل فشار پایین دست و بالادست توپک، کنترل و به صورت یکنواخت حفظ شود (اختلاف فشار دو طرف توپک، حداکثر ۱۰٪ می‌باشد تا از آسیب به توپک ممانعت به عمل آمده و از برآورده شدن ملاحظات ایمنی، به خصوص در زمان دریافت، اطمینان حاصل شود). شکل (۳) یک راهنما برای تخمین اختلاف فشار لازم برای حرکت انواع توپک‌ها را نشان می‌دهد:



شکل (۳) - اختلاف فشار به تفکیک انواع توپک ها

با توجه به سرعت سیال درون خطوط لوله، معمولاً محدوده‌های سرعت زیر برای توپکرانی می‌تواند فراهم کننده حداقل شرایط ایمن باشد. به عنوان مثال، برای یک خط لوله حاوی گاز با درصد رطوبت بسیار کم (اصطلاحاً Dry-Gas)، حرکت توپک با سرعتی حدود ۵-۷ متر بر ثانیه می‌تواند باعث افزایش حرارت در

صفحه ۲۳ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

کاپ/ دیسک‌های توپک با جنس پلی اورتان^۱ شده و شروع آسیب به آن‌ها گردد. سرعت حرکت توپک درون خطوط لوله در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲) - سرعت حرکت توپک درون خطوط لوله

Application	Speed mph	Speed m/sec
New Construction	1-5	0.5-2
On-Stream Gas	5-15	2-7
On-Stream Liquids	2-10	1-5

این افزایش بیش از حد سرعت در خطوط حاوی سیالات مایع، باعث سیلابی شدن و ایجاد موج می شود. از طرف دیگر با افزایش سرعت توپک، قدرت پاک‌کنندگی و تأثیر توپک^۲ نیز کاهش می یابد.

درخصوص توپک‌های هوشمند، این سرعت باید تابع سرعت جمع آوری داده^۳ هر توپک باشد، معمولاً برای چنین توپک‌هایی «سرعت ۱-۴ متر بر ثانیه» مناسب است.

۶-۸-۳- پیشگیری از تماس هوا با سیال قابل اشتعال

در هر مرحله‌ای از چرخه عمر خطوط لوله‌ای که برای انتقال سیالات قابل اشتعال مورد استفاده قرار می‌گیرد (راه‌اندازی اولیه، بهره برداری، نیازهای تعمیر و نگهداری)، این احتمال وجود دارد که هوا درون لوله باشد. لذا لازم است برای توپکرانی این نوع خطوط، تمهیداتی در نظر گرفته شود که هرگونه احتمال تماس هوا با سیال درون خط لوله، منتفی شود. این تمهیدات باید در دستورالعمل عملیاتی ایمن مربوطه قید گردد.

یک روش مرسوم، استفاده از چند توپک به صورت دنباله‌ای از دو یا چند توپک پشت سر هم می باشد که فاصله بین آن‌ها با مواد مورد نظر، پر خواهد شد (شکل ۴). این روش، بنابر مقتضیات هر خط لوله می تواند متغیر بوده به نحوی که قادر باشد با استفاده از دنباله‌ای از توپک و فضای حائل بین آن‌ها^۴، احتمال تشکیل اتمسفر قابل اشتعال / انفجار را تا حد قابل قبول (ALARP) کاهش دهد و هر شرکت باید بر اساس نوع فرآورده یا سیال و ملاحظات ایمنی و بهره برداری خط لوله، دستورالعمل عملیاتی متناسب با آن را تدوین نماید. توپک‌های جداکننده فرآورده‌های نفتی (توپک حائل^۵)، باید دارای تعداد لازم و کافی لایه‌های تفکیک


1 Polyurethane

2 Wiping Action

3 Data Acquisition

4 Slug

5 Batching pigs

صفحه ۲۴ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

کننده^۱ باشند. این تعداد باید در دستورالعمل عملیاتی ایمن توپکرانی هر خط لوله، بر اساس ملاحظاتی مانند شرایط خط لوله، طول آن، نوع فرآورده و ریسک‌های مرتبط با آن باشد. (معمولاً، این تعداد بین ۴ تا حداکثر ۶ لایه متغیر است).

به عنوان نمونه، در صورتی که بعد از تست هیدرواستاتیک خط لوله انتقال فرآورده های نفتی یا گاز، مراحل راه اندازی^۲ و آب زدایی^۳ با هم تلفیق گردد، از موادی مانند متانول برای جذب رطوبت باقیمانده در خط و همچنین گازهای خنثی مانند نیتروژن استفاده شود. در این خصوص، آرایش زیر، برای یک خط لوله گاز طبیعی، به عنوان نمونه ارائه می گردد:

(۱) حجم نیتروژن: به اندازه ۱۰ درصد حجم خط لوله،

(۲) قراردادن توپک اول،

(۳) 1st Slug: تزریق متانول به اندازه 17.6 D gallons (US) به ازاء هر کیلومتر از خط لوله (D: قطر خط لوله برحسب واحد اینچ)،

(۴) قراردادن توپک دوم،

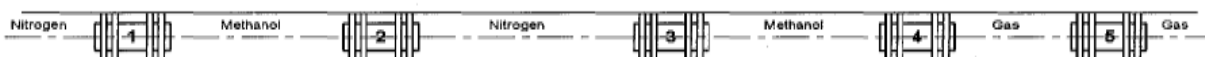
(۵) 2nd Slug: تزریق نیتروژن به مقدار ۸۰۰ متر از طول خط لوله،

(۶) قراردادن توپک سوم،

(۷) 3rd Slug: تزریق متانول همانند مرحله ۳،


(۸) قراردادن توپک چهارم (در این مرحله، دنباله توپک^۴ به منظور جداسازی ایمن و مطمئن و سیال جاذب رطوبت به اندازه کافی، تکمیل شده است)،

(۹) تزریق گاز (پس از این مرحله، در صورت نیاز می توان با قراردادن توپک پنجم، از تخلیه کامل متانول اطمینان حاصل نمود).



شکل ۴- نمونه ای از استفاده از چند توپک به صورت دنباله ای

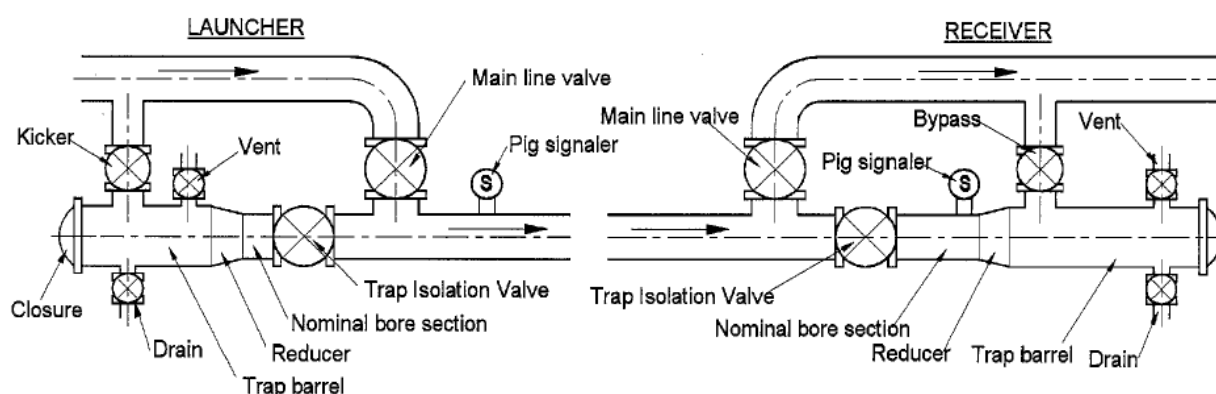
- 1 Sealing elements
- 2 Commissioning
- 3 Dewatering
- 4 Pig train

صفحه ۲۵ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

به عنوان نمونه دیگر، برای خطوط لوله فراساحلی که در بستر دریا واقع شده اند، استفاده از متانول به صورت ژله‌ای، این اطمینان را فراهم می‌نماید که طولانی بودن مسیر توپکرانی چنین خطوطی با امکان دسترسی بسیار محدود به آن‌ها، در صورت آسیب به توپک به علت خستگی و فرسودگی آن در طول مسیر، احتمال تشکیل شرایط نا ایمن را تا حد ممکن کاهش دهد.

۴-۸-۶- ارسال و دریافت توپک


شکل (۵) شماتیک عمومی محفظه های ارسال / دریافت توپک به همراه شیرها و دیگر تجهیزات مربوطه را نشان می دهد. با توجه به اینکه محفظه های ارسال و دریافت توپک، امکان دسترسی به درون خط لوله را فراهم می نمایند، وضعیت شیرهای آن برای ایمن بودن این دسترسی بسیار مهم است. بنابراین لازم است شیرهای محفظه های ارسال / دریافت توپک دارای تأییدیه‌های فنی لازم مبنی بر قرار داشتن نشت بندهای آنها در وضعیت خوب و مناسب و تعمیر و نگهداری به موقع باشند.



Basic Configuration and Terminology for Pig Launcher and Receiver

شکل ۵- شماتیک محفظه ارسال / دریافت توپک به همراه شیرها و دیگر تجهیزات مربوطه


با توجه به شماتیک عمومی نشان داده شده در شکل شماره ۵، برخی از الزامات مرتبط در مراحل ارسال / دریافت در عملیات توپکرانی صحیح در ادامه تشریح شده است. شایان ذکر است این الزامات عمومی بوده و لازم است دستورالعمل عملیاتی ایمن هر عملیات بر اساس الزامات فنی این راهنما و جزئیات فنی اختصاصی سیستم های ارسال / دریافت توپک، تدوین و اجرا شود.

صفحه ۲۶ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۶-۸-۴-۱- ارسال توپک

- قبل از باز نمودن درب محفظه ارسال، باید از تحت فشار نبودن آن، حصول اطمینان شود. با توجه به اهمیت بالای این موضوع، مسئول اجرای عملیات، باید شخصاً از این امر اطمینان حاصل نماید.
- تعیین ترتیب و اولویت باز نمودن شیرهای Vent و Drain باید به گونه ای باشد که از عدم بروز خطرات و حوادث احتمالی از قبیل انتشار مایع قابل اشتعال / سمی به محیط از مسیر Vent، بروز حریق احتمالی و آلودگی محیط زیست اطمینان حاصل شود.
- پاکسازی محفظه با گاز خنثی^۱ در صورت خطرناک بودن سیال خط لوله،
- تمیز نمودن واشر درب و محل قرارگیری آن و بستن درب محفظه (واشر و شیرهای آببندی درب بررسی شود به طوری که از تمیز بودن و سالم بودن آن "عدم وجود پارگی و لهیدگی" آن اطمینان حاصل گردد)،
- فعال نمودن قفل ایمنی بعد از بستن درب محفظه ارسال،
- اخذ مجوز از اتاق کنترل مرکزی / دیسپچینگ برای ارسال توپک (آخرین مرحله)،
- بررسی علامت دهنده توپک (Pig Signaler) روی محفظه و بعد از سه راهی (به محض عبور توپک از Signaler دوم، که مؤید عبور توپک از سه راهی و قرار گرفتن در مسیر اصلی خط لوله است، شیر اصلی باید کاملاً باز و Kicker بسته شود).
- هر چند محفظه از نوع آسان باز شو است اما نباید سرعت و شتابزدگی مانع اطمینان از فراهم بودن تمهیدات لازم قبل از باز نمودن آن توسط مسئول اجرای کار باشد. استفاده از سیستم اینترلاک مکانیکی، می تواند شاخص قابل اطمینان باشد.
- برای ارسال توپک درون خط لوله، باید در قسمت انتهایی محفظه و پشت توپک، لوله و اتصالات لازم تعبیه شده و جریان سیال فراهم گردد. این مسیر به اصطلاح شوت کننده یا Kicker نامیده می شود.
- اگر جریان سیال از خط لوله اصلی به حدی است که مسیر بالانس لاین، مانع توپکرانی می گردد، توصیه می شود تا برقراری جریان مناسب از خط لوله، توپکرانی به تعویق بیفتد، مگر اینکه انجام آن، ضروری تشخیص داده شود.
- قبل از تحت فشار قراردادن محفظه، باید یک بار آن را با سیال مورد استفاده برای رانش توپک پر و تخلیه نمود تا از عدم ورود/ وجود سیالی غیر از سیال مورد نظر، اجتناب گردد.

¹ Purge


صفحه ۲۷ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- علاوه بر قفل ایمنی درب^۱ و نشانگر فشار^۲، مسیر Vent نیز می‌تواند به عنوان یک شاخص سوم، نشان دهنده پر یا خالی بودن محفظه های ارسال یا دریافت باشد.
- هرگز از شیر اصلی محفظه نباید برای پر کردن^۳ یا فشارافزایی^۴ محفظه ارسال / دریافت استفاده نمود. این کار باید با استفاده از شیرهای جانبی^۵ با قطر مناسب و به آرامی باشد تا توپک به سمت درب یا شیر اصلی (بسته به محل قرارگیری انشعاب پرکن) حرکت نکند. برای رعایت ایمنی بیشتر، محفظه می‌تواند مجهز به یک لوله ارتباطی (بالانس لاین) بین ابتدا و انتهای آن باشد تا همواره از هم فشاری ابتدا و انتهای (دوطرف) توپک، حین پر کردن آن اطمینان حاصل گردد.
- نحوه ارسال توپک درون خط لوله به سائز Kicker بستگی دارد. با توجه به آن که معمولاً این قطر نسبت به قطر خط لوله اصلی با اختلاف قابل توجهی، کمتر است، الزاماً باید قسمت‌های ابتدایی توپک درون خط لوله تثبیت شده تا از قرار گرفتن فشار لازم پشت توپک و عدم عبور جریان سیال از اطراف توپک، اطمینان حاصل گردد. باید از تحت فشار قرار دادن مسیر اصلی (با بستن بیش از حد شیر اصلی جریان خط برای ایجاد اختلاف فشار لازم پشت توپک از طریق Kicker)، اجتناب گردد، زیرا می‌تواند باعث افزایش ناگهانی فشار خط و یا توقف تجهیزات تزریق کننده سیال توپکرانی (پمپ/کمپرسور) گردد.

۸-۴-۲- دریافت توپک

- مهم‌ترین موردی که همواره مسئول اجرای کار باید از آن اطمینان یابد، تحت فشار نبودن محفظه دریافت قبل از باز نمودن درب آن است. در خطوط لوله حاوی سیال گازی، تخلیه فشار از طریق Vent مقدم بر تخلیه مایعات/محتویات درون محفظه به گودال تخلیه است. به عبارتی، از آنجایی که Vent به Safe Location منتهی می‌شود، باید ابتدا سیال گازی تحت فشار در محفظه، از طریق Vent تخلیه گردد، سپس مسیر Drain باز شود (البته باید از عدم احتمال خروج مایعات هیدروکربنی از Vent که ممکن است در محفظه تجمع پیدا کرده باشد، اطمینان حاصل شود). شایان ذکر است در صورتی که Drain در نظر گرفته شده برای تخلیه محتویات «سیستم Closed-Drain» با همهی ملاحظات طراحی

1 Safety Lock
 2 Pressure Gauge
 3 Filling
 4 Pressurizing
 5 By-Pass

صفحه ۲۸ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
MOP-HSE-GI-205 (1)		

آن» باشد، در این صورت، تخلیه محتویات تحت فشار به Drain به عنوان یک اولویت نسبت به Vent، می تواند با ممانعت از آلوده شدن اتمسفر و محیط اطراف، ملاحظات زیست محیطی را نیز فراهم نماید. در خط لوله حاوی سیال مایع که وجود مایع در محفظه ارسال / دریافت توپک محتمل می باشد، ترتیب تخلیه فشار از مسیر Vent و Drain می تواند متفاوت باشد.

در راستای خارج کردن توپک از محفظه بصورت ایمن " ورود توپک از خط لوله به محفظه، تخلیه فشار، بازکردن درب و خارج کردن توپک از محفظه "، مراحل کلی عبارتند از:

۱. بررسی فشار محفظه: اگر معادل فشار خط است، مطابق بند ۲ به بعد اقدام گردد. در صورتی که تحت فشار جزئی باشد، بهتر است برای ارسال مایعات/سبب درون محفظه به Drain، ضمن تخلیه فشار با باز کردن شیر Drain، تخلیه به صورت زیر انجام پذیرد:

۲. پایش دقیق و دائمی علامت دهنده توپک (Pig Signaler)،

۳. اطمینان از قرارگرفتن کامل توپک در تله دریافت

۴. اطمینان از تخلیه فشار محفظه دریافت با استفاده از نشانگر فشار،

۵. تمیز نمودن نشت بند درب محفظه و محل قرارگیری آن،


۶. فعال نمودن قفل ایمنی پس از بستن درب محفظه دریافت، .

- در قسمت دریافت توپک؛ باید تمهیدات لازم برای به تله انداختن آن با توجه به سرعت توپک و سایر عوامل مرتبط (مانند طول توپک) و ملاحظات تخلیه فشار قبل (فاصله بین شیر اصلی محفظه تا توپک) و بعد از توپک، در نظر گرفته و فراهم شده باشد.

- با توجه به احتمال تشکیل شدن مخلوط قابل اشتعال و انفجار به خصوص هنگام باز شدن درب محفظه، هرگونه منابع جرقه باید حذف و کنترل گردد (مانند تمهیدات لازم برای کنترل الکتریسیته ساکن). همچنین لازم است قبل از باز نمودن درب محفظه و پس از حصول اطمینان از تخلیه کامل سیال داخل آن، نسبت به تخلیه گاز محبوس احتمالی و خنثی سازی محفظه با استفاده از روش مناسب، اقدام گردد.

- توپک دریافت شده قبل از حمل به خوبی تمیز و ابعاد و اندازه و وضعیت آن به دقت ثبت شود. در خصوص تمیز نمودن توپک های برس دار دقت نموده و ناخالصی های لابلای برس ها با مایعات حلال مناسب به خوبی شستشو داده شود.

- در هنگام خارج نمودن توپک از محفظه حتما از تجهیزات ایمن، غیر قابل جرقه و ایزوله استفاده شود.
- قبل از ترک محل یکبار دیگر وضعیت شیرها و تاسیسات به دقت بررسی شود.

صفحه ۲۹ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۶-۸-۵- نگهداری محفظه های ارسال / دریافت توپک پس از اتمام عملیات

نحوه نگهداری محفظه های ارسال و دریافت، مادامی که مورد استفاده قرار نمی گیرند، به سیاست ها و خط مشی های هر شرکت، در چارچوب حفظ شرایط ایمن، ممانعت از تحلیل منابع و آلودگی محیط زیست بستگی دارد که می تواند یکی از سه روش زیر باشد که با آرایش شیرها صورت می پذیرد:

الف. بازنگه داشتن شیر اصلی محفظه^۱ و بسته بودن سایر شیرها (محفظه تحت فشار خواهد بود و ریسک نشت از درب محفظه به علت اشکال در واشر نشت بند وجود دارد)،
ب. بستن شیر اصلی محفظه و باز بودن شیرهای Vent & Drain تا توپکرانی بعدی (در این صورت ممکن است به دلیل نشتی داخلی شیر^۲، تخلیه گاز به اتمسفر و تخلیه مایع به Drain وجود داشته باشد)،


پ. بستن همه شیرهای ورودی و خروجی محفظه، تخلیه از طریق Drain و Vent و سپس بستن آنها تا توپکرانی بعدی (در این صورت لازم است TSV وجود داشته باشد).

توجه- با توجه به اینکه افزایش دمای محیط (به دلیل شرایط جوی یا بروز حریق احتمالی^۳) می تواند موجب افزایش فشار درون محفظه بیش از حد تحمل آن گردد، باید تمهیداتی فراهم شود که هیچ گاه در حالتی که محفظه ارسال / دریافت پر شده است (به خصوص در مورد سیالات مایع)، حتی در صورت مجهز بودن به TSV، همه شیرهای آن (منطبق با دستورالعمل ایمن کاری از پیش تعیین شده)، در حالت بسته نباشد.

۶-۸-۶- توپکرانی در زمان ساخت خطوط لوله

توپکرانی در زمان ساخت خطوط لوله، پس از انجام تست هیدرواستاتیک^۴ و معمولاً به منظور خشک کردن خط و تمیزکاری آن در مقاطعی کوتاه تر از کل لوله انجام می پذیرد، مگر آن که کل خط لوله، فقط محدود به دو شیر اصلی خطوط لوله باشد. در این نوع از توپکرانی که معمولاً از هوای فشرده برای حرکت توپک درون خطوط لوله استفاده می گردد، باید ملاحظات زیر (محدود به آنها نمی باشد) در نظر گرفته شود:


1 Trap Isolation Valve
 2 Passing
 3 Fire-Case
 4 Hydrostatic Test

صفحه ۳۰ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- فشار ناشی از ارتفاع آب/ سایر مایعات در سرایشی های مرتفع باید محاسبه گردد تا فشار مازاد ناشی از ستون آب (علاوه بر فشار ناشی از رانش توپک) در چنین نقاطی، از فشار کاری ایمن^۱ خط لوله بیشتر نشود.
- اندازه گیری قطر داخلی خط لوله، با استفاده از توپک‌هایی مانند Caliper یا Geometry صورت پذیرد، تا از مدور بودن خط لوله اطمینان حاصل گردد.

۷- پیوست‌ها

- ۷-۱- ملاحظات ایمنی در طراحی و ساخت تاسیسات دریافت/ ارسال توپک
- ۷-۲- برخی ملاحظات خاص در عملیات ارسال و دریافت توپک در خطوط لوله نفت/مایعات
- ۷-۳- ملاحظات تکمیلی در توپکرانی خطوط لوله حاوی گازهای ترش
- ۷-۴- شماتیک نمونه محفظه‌های ارسال و دریافت
- ۷-۵- منابع و مآخذ


صفحه ۳۱ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

پیوست شماره ۷-۱-ملاحظات ایمنی در طراحی و ساخت تاسیسات دریافت / ارسال توپک

تاسیسات ارسال / دریافت توپک باید بر اساس استانداردهای معتبر بین المللی و داخلی، طراحی و ساخته شوند. مدارک فنی طراحی و ساخت این تاسیسات، باید تدوین و مستندات در سازمان نگهداری شود. علاوه بر الزامات استانداردهای طراحی و به منظور امکان طرح ریزی و انجام ایمن عملیات توپکرانی در زمان بهره برداری، باید از پیش بینی ملاحظات زیر در طراحی و ساخت تاسیسات ارسال / دریافت توپک اطمینان حاصل شود:

۷-۱-۱- در طراحی محفظه های ارسال / دریافت، لازم است ملاحظات زیر به عنوان اصول اساسی (محدود به این موارد نمی شود) مد نظر قرار گیرد:

- کدها و الزامات قانونی/صنعت نفت / بین المللی مربوطه،
- حداقل دما،
- نحوه اتصال به خط لوله (جوش، فلنج و ...)،
- انواع توپک مورد استفاده و مشخصات آن ها،
- تعداد عملیات توپکرانی،
- تناسب مواد مورد استفاده در ساخت محفظه های ارسال / دریافت با شرایط،
- برآورد نیروهای وارده به محفظه (عوامل جوی، عملیاتی، توپکرانی، انفجار ناشی از تجهیزات جانبی)،
- نحوه جابجایی توپک و بارگذاری آن،
- چارچوب یا تکیه گاه مناسب برای استقرار محفظه،
- مکانیسم دسترسی به خط لوله و درب محفظه با توجه به ریسک های متناظر،
- نحوه تخلیه محفظه،
- حجم پسماند ناشی از توپکرانی،
- جانمایی محفظه با توجه به فرایندهای جانبی و شرایط محیطی با در نظر گرفتن پتانسیل مواردی از جمله انتشار مواد قابل اشتعال، سمی، پرتاب توپک و نظایر آن ها،
- دسترسی مناسب به محفظه (در شرایط عملیاتی، تعمیرات و نگهداری و اضطراری)،
- حداقل و حداکثر فاصله درب محفظه با سطح مبنا (به عنوان یک معیار، بین ۰/۷ تا یک متر فاصله بین پایین ترین نقطه درب با سطح مبنا)،

صفحه ۳۲ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	


- محل استقرار مناسب برای قرار گرفتن نفرات در همه نقاطی که نیاز به اقدام اپراتور دارد. (به عنوان یک مبنا، همه نقاطی با ارتفاع بیش از ۱/۵ متر، نیازمند سطوح ثابت کاری استاندارد هستند).
 - اتخاذ تمهیدات لازم برای رفع انسداد احتمالی اتصالات تخلیه (Vent & Drain).
 - محافظت از محفظه و اتصالات و تجهیزات آن در برابر عوامل جوی (به خصوص در مورد موارد مهم مانند Safety lock)،
 - رعایت حداقل قطر Kicker (به عنوان یک معیار، قطر آن نباید کمتر از 25% قطر خط لوله اصلی بوده و نباید از حدود ساعت ۶ به محفظه متصل گردد)، قطر اتصالات تخلیه (به عنوان یک معیار، برای خطوط انتقال بزرگتر از ۱۲ in، قطر Drain باید ۴ in یا بزرگتر باشد. برای اتصالات Vent، حداقل قطر ۲ in است).
- ۷-۱-۲- محفظه‌های ارسال / دریافت توپک باید دارای حداقل تجهیزات و شیرهای به شرح زیر باشند (محدود به این موارد نمی باشد):

- شیرهای ورودی و خروجی مسیر اصلی،
- شیر ورودی یا خروجی،
- شیرهای مسیر By-Pass،
- شیر و مسیر پر کردن محفظه به صورت دستی،
- شیر تخلیه محفظه به صورت دستی
- شیر هواگیری به صورت برقی یا دستی،
- علامت دهنده توپک (Pig Signaler)،
- سوئیچ نشان دهنده باز یا بسته بودن درب محفظه (TDS¹)،
- TSV روی محفظه.

۷-۱-۳- شیرهای اصلی و جانبی تاسیسات توپکرانی باید در دسترس بوده، به نحوی که ضمن سهولت استفاده از آن‌ها حین عملیات توپکرانی، اپراتور را در معرض ریسک غیرقابل قبول قرار ندهد.

۷-۱-۴- تاسیسات ارسال و دریافت توپک می‌تواند به صورت ثابت یا حسب نیاز و ضرورت، به صورت سیار (Skid Mounted) باشد. در صورت بکارگیری نوع سیار باید نسبت به انطباق آن با خط لوله، نوع سیال، فشار عملیاتی و دیگر مولفه‌های موثر بر آن، اطمینان حاصل شود.

1 Trap Door Switch

صفحه ۳۳ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۷-۱-۵- محفظه ارسال و دریافت توپک، باید دارای قطری بزرگتر از خط لوله متصل به آن باشد تا قراردادن یا بیرون آوردن توپک به سهولت انجام پذیرد. معمولاً این اختلاف قطر برای خطوط لوله ۱۲ اینچ و کوچکتر، ۲ اینچ، برای خطوط لوله ۲۶ اینچ و کوچکتر، ۴ اینچ و برای خطوط لوله بزرگتر از ۲۸ اینچ، ۶ اینچ می باشد.

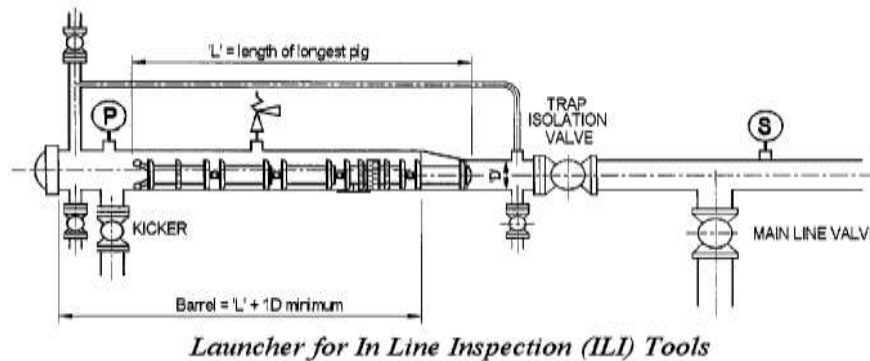
۷-۱-۶- برای حمل، جایگذاری یا بیرون آوردن توپک در خطوط لوله با قطر بزرگ (معمولاً برای توپک‌های ۱۲ اینچ و بزرگتر)، محوطه توپکرانی باید مجهز به تجهیزات ثابت (مانند Trolley / Basket / Crane) باشد. جهت عملیات باربرداری بکارگیری Jib Crane با توجه به تناسب طراحی آن با موارد یاد شده، از انواع مرسوم در چنین محوطه‌هایی است. همچنین باید تمهیدات لازم برای محوطه سازی و استقرار ایمن خودروهای سنگین در نظر گرفته شود.

۷-۱-۷- کاهنده قطر بین محفظه و خط لوله، باید غیرهم مرکز^۱ و قسمت باریک شونده آن در محفظه‌های ارسال باید در ناحیه بالایی باشد به نحوی که به هنگام قراردادن توپک درون خط لوله، « به عنوان یک راهنما » در قرار دادن توپک درون محفظه، تسهیل لازم را فراهم نماید. این ناحیه باریک شونده در محفظه دریافت باید در قسمت پایینی قرار گیرد.

۷-۱-۸- لازم است محفظه دریافت و ارسال توپک، مجهز به شیر جدا کننده آن از فشار و سیال درون خط لوله باشد. این شیر اصطلاحاً شیر جداکننده اصلی^۲ نامیده می شود. سایر شیرهای جانبی، برای اقداماتی مانند پرکردن، تخلیه (Vent & Drain) و پاکسازی با گاز خنثی، شستشو با آب^۳، حسب نیازهای عملیاتی باید مشخص و تعبیه گردد.

۷-۱-۹- طول محفظه ارسال کننده توپک (فاصله درب آن تا کاهنده قطر) بر اساس برآورد توپک‌های مورد استفاده، باید به اندازه ای باشد که مانع توپکرانی ایمن، نگردد. با توجه به شکل ۶، این طول برای توپک‌های تمیزکننده حداقل D ۱/۵ و برای توپک‌های هوشمند، D ۱ بزرگتر از سایز توپک مورد نظر باشد (D: قطر اسمی خط لوله) به نحوی که دماغه توپک از شیر جداکننده اصلی محفظه، فاصله مناسبی داشته باشد. برای محفظه‌های دریافت، اعداد یاد شده به ترتیب D ۲ و D ۲/۵ بزرگتر از سایز توپک مورد نظر، در نظر گرفته می شوند.

1 Eccentric
 2 Main/Trap Isolation Valve
 3 Flushing

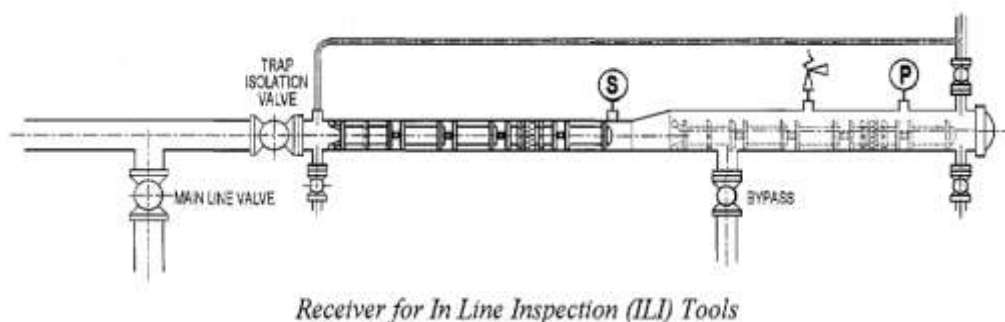


شکل ۶- شماتیک و طول محفظه ارسال توپک

۷-۱-۱۰- در صورت نیاز به توپکرانی با استفاده از توپک‌های کروی، شیب ۵ درجه برای محفظه ارسال/دریافت مدنظر قرار گیرد.

۷-۱-۱۱- با توجه به ریسک قرارگرفتن توپک زیر شیر جداکننده اصلی محفظه دریافت از خط لوله، استاندارد بودن طول محفظه برای آن که توپک به طور کامل درون آن قرار بگیرد و با توقف زیر شیر مزبور، مانع بستن آن نگردد، از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین اختلاف طول محفظه دریافت با طول بلندترین توپک مورد استفاده در هر خط لوله، از ۲ D کمتر نباشد.


۷-۱-۱۲- با توجه به آن که اغلب در زمان طراحی از مشخصات توپک نمی توان مطمئن بود، به عنوان یک تخمین و محاسبه سرانگشتی، طول توپک را $4/5 D$ فرض می کنند. (شکل ۷)



شکل ۷- شماتیک و طول محفظه دریافت توپک

۷-۱-۱۳- بیشترین حوادث توپکرانی، مربوط به درب محفظه ها می باشد. انواع مختلف آن می تواند طراحی هایی با اصول زیر باشد:


- Quick Opening

صفحه ۳۵ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- Multiple Thread
- Split Clamp Ring
- Blind Flange

به طور کلی درب محفظه باید ملاحظات ایمنی مورد نیاز را در طراحی و ساخت دارا بوده، به نحوی که پوشش دهنده خطای اپراتور، در زمان بروز خطای انسانی باشد. در طراحی، ساخت و نصب درب محفظه ارسال/ دریافت، حداقل ملاحظات زیر در نظر گرفته شود:

- درب محفظه باید از نظر طراحی به گونه ای باشد که بهره برداری از آن ساده و در حد امکان به سرعت، قابل استفاده باشد، به نحوی که یک نفر (برای اطمینان از حداقل نفرات در نقطه متاثر از آن) قادر باشد در مدت زمان حدود یک دقیقه (به عنوان یک شاخص، برای اطمینان از تخلیه کامل عامل فشار، تنظیم بودن درب و همچنین اقدام در زمان مناسب در صورت بروز شرایط اضطراری) بدون استفاده از ابزار دیگری برای ضربه زدن، هل دادن یا کشیدن و ...، باز و بسته نماید.
 - باید ملاحظات لازم در خصوص عدم امکان باز شدن درب -در زمانی که محفظه تحت فشار می باشد- پیش بینی شود.
 - با توجه به ارزیابی ریسک، لازم است در صورتی که هنوز درب بسته نشده است، امکان تحت فشار قرار دادن محفظه وجود نداشته باشد.
 - سهولت استفاده و ایمنی آن به هنگام باز و بستن باید مد نظر قرار گیرد.
 - یک درب محفظه ایمن، دربی است که به حداقل تلاش ممکن از طرف اپراتور نیاز داشته و قفل ایمنی آن، بتواند مانع خطای اپراتور گردد.
 - درب محفظه باید مجهز به وسیله ای باشد که وقتی در حالت باز و اپراتور جلوی محفظه قرار دارد، مانع بستن ناگهانی آن گردد.
 - در همه انواع درب های Quick Opening، درب محفظه باید دارای نشت بند (O-Ring) باشد.
 - قبل از آن که درب کاملاً در جای خود قرار گیرد و بسته شود، قفل ایمنی باید امکان قرار گرفتن در جای خود را نداشته باشد تا به این ترتیب از بسته شدن کامل آن و قرار گرفتن در محل تعبیه شده مربوطه، اطمینان حاصل گردد.
- ۷-۱-۱۴- علاوه بر Safety Device (مانند قفل ایمنی و TSV)، محفظه باید حداقل مجهز به یک فشارسنج باشد.

صفحه ۳۶ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۷-۱-۱۵- نشانگر فشار، به عنوان یک شاخص بهره برداری است ولی برای اطمینان از تخلیه کامل فشار محفظه، باید سایر لایه های حفاظتی و ایمنی مانند آزاد شدن قفل ایمنی در نظر گرفته شود. به منظور افزایش ضریب ایمنی، لازم است از Double-Lock استفاده گردد.

۷-۱-۱۶- باز شدن درب محفظه، باید توامان با بررسی فشارسنج و اطمینان از تخلیه فشار و همچنین غیرفعال شدن خودکار قفل ایمنی باشد (قفل ایمنی با دستکاری غیرفعال نشود).


۷-۱-۱۷- با توجه به آن که تجهیزات توپکرانی در معرض عوامل جوی هستند، برای حفاظت آن ها باید تمهیدات لازم بر اساس مشخصات هر محل در نظر گرفته شود. لولاها (با توجه به نقش بسیار مهمی که در آسان باز و بسته شدن درب دارند)، نشت بند و شیرها، از جمله موارد مهم برای تعمیر و نگهداری ادواری و اقداماتی مانند پوشش سطح با رنگ و گریس کاری هستند.

۷-۱-۱۸- محل قرارگیری تجهیزات توپکرانی باید امکان استفاده ایمن از آن ها را فراهم نماید. این موضوع، فقط شامل فضای کافی برای باز و بستن درب و جای گذاری یا بیرون آوردن آن نبوده، بلکه باید سایر ملاحظات و ریسک های متناظر، مانند استقرار جرثقیل و ماشین آلات سنگین، برخورد احتمالی توپک به نفرات/تاسیسات/ابنیه و نظایر آن ها بررسی و رعایت گردد.

۷-۱-۱۹- در صورتی که خطوط لوله انتقال گاز حاوی مایعات قابل توجه باشد، لازم است مجهز به یک حوضچه جمع آوری مایعات^۱ استاندارد باشد. علاوه بر آن، زیر درب باید تمهیدات لازم برای تجمع ریخت و پاش های ناشی از توپکرانی^۲ (عمدتاً شامل موادی به صورت لجن، پودر و مایع) به صورت یک حوضچه در نظر گرفته شود. روی این حوضچه باید با استفاده از صفحات مشبک فلزی^۳ برای تردد کارکنان، ایمن گردد.

۷-۱-۲۰- در صورتی که محفظه برای استفاده در توپکرانی سیالات خطرناک مورد استفاده قرار می گیرد، باید تمهیدات لازم برای دسترسی آسان به درب محفظه، برای اقدام در شرایط اضطراری میسر باشد.

1 Drain Pit
2 Spillage
3 Grating

صفحه ۳۷ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۷-۱-۲۱- با توجه به آن که به غیر از محفظه‌های کم قطر در بسیاری از موارد، دسترسی اپراتور به تجهیزات توپکرانی از روی سطح زمین میسر نیست، در چنین مواردی باید جایگاه ثابت با در نظر گرفتن ملاحظات طراحی در مورد آن‌ها فراهم گردد.

۷-۱-۲۲- محفظه دریافت توپک در قسمت هم قطر با خط لوله، باید مجهز به علامت دهنده توپک (مانند Pig Signaler) باشد که ورود توپک به آن را نشان دهد.

۷-۱-۲۳- به عنوان یک تخمین، قطر Kicker برای مایعات $D/3$ و برای گازها $2D/3$ در نظر گرفته می‌شود.

۷-۱-۲۴- Kicker باید مجهز به یک مسیر/شیر By-pass به عنوان پرکننده محفظه جهت هم‌فشار نمودن محفظه با خط لوله باشد.

۷-۱-۲۵- معمولاً در محفظه ارسال توپک، فاصله بین Kicker و کاهنده قطر، به اندازه $2D$ و در محفظه دریافت، این فاصله حداقل ممکن، تعبیه می‌گردد.


۷-۱-۲۶- انشعاب تخلیه Drain، برای محفظه دریافت، باید در ساعت ۶ خط لوله و در صورت نیاز برای اطمینان از مسدود نشدن آن، در دو نقطه از محفظه، ایجاد گردد. این انشعاب باید به لوله‌ها و اتصالات استاندارد و محل تخلیه ایمن، متصل گردد. (این امکان برای محفظه ارسال نیز می‌تواند بررسی گردد)

۷-۱-۲۷- محوطه توپکرانی باید با توجه به سیال خط لوله و سناریوهای تخلیه سیال در محیط (مایعات درون محفظه، پسماند ناشی از توپکرانی و ...) این امکان را فراهم نماید که هرگونه ریخت و پاش سهوی یا عملیاتی را به Sump یا Drain-Pit و یا محوطه ایمن دفع که قبل از شروع به کار تعبیه می‌شود، منتقل نماید.

۷-۱-۲۸- با توجه به ریسک‌های متناظر با حوضچه جمع‌آوری مایعات که به طور عمده شامل: ۱- تجمع مواد خطرناک و ۲- احتمال نشستی داخلی^۱ شیر منتهی به آن، می‌باشد، باید به عنوان یک منبع انتشار^۲ تلقی شده و جانمایی آن با فاصله ایمن از تجهیزات توپکرانی و سایر تجهیزات، ابنیه، منابع جرقه/حرارت، محل‌های تردد و مرز مشترک (حریم) با همسایگان، ترجیحاً منتهی الیه تاسیسات، با رعایت باد

1 Passing

2 Source of release

صفحه ۳۸ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

غالب باشد (محدود به این موارد نمی‌گردد و ملاحظات جانمایی باید با در نظر گرفتن سیال، شرایط محل و سایر موارد ذیربط باشد).

۷-۱-۲۹- از آنجایی که امکان مسدود شدن مسیر تخلیه وجود دارد، لازم است طراحی آن با در نظر گرفتن هم فشار شدن^۱ با خط لوله، باشد.


۷-۱-۳۰- با توجه به این که در زمان عملیات توپکرانی، لازم است با استفاده از تجهیزات مناسب، از موقعیت توپک مطلع شد؛ به این منظور باید، تمهیدات لازم در این خصوص شامل روش‌های زیر پیش بینی شود:

- **Pig Signaling**: با استفاده از علامت دهنده های توپک (Pig Signaler) که بر روی خط لوله قرار می‌گیرد؛ به دو شیوه نفوذی^۲ و غیرنفوذی^۳ و نشان دهنده عبور توپک از نقطه مد نظر در طراحی است، نه محل دقیق آن و معمولاً در موقعیت‌های: الف-سه راهی بعد از محفظه ارسال^۴ (شاهدی بر قرار گرفتن توپک درون خط لوله)، ب-در قسمتی از محفظه دریافت، قبل از کاهنده قطر (اطمینان از عبور توپک از شیر اصلی ورودی محفظه برای امکان بستن آن و ممانعت از توقف توپک زیر شیر یا برخورد آن با شیر) و به فاصله حدوداً ۱/۵ کیلومتری محفظه دریافت توپک (آمادگی کافی برای دریافت توپک)، نصب می‌گردد.

- **Pig Locating/Tracking**: می‌توان بر اساس شرایط از مناسب ترین روش، مانند صدا و لرزش ناشی از حرکت توپک، مواد رادیواکتیو و ایزوتوپ هایی با نیمه عمر کمتر از ۲۴ ساعت و ردیابی مواد رادیواکتیو در طول مسیر، ترانسمیتر، Pinger (معمولاً برای خطوط لوله فراساحلی)، GPS، Transponder (یا روش آکوستیک)، Magnet، سامانه های با فرکانس بسیار کوتاه (Extremely Low Frequency) توسط افراد متخصص و آموزش دیده استفاده گردد.

۷-۱-۳۱- به منظور تخلیه فشار و همچنین تخلیه سایر مواد (Non-Product) اعم از هوا و هر آنچه ورود آن با دلایل گوناگون به خط لوله مجاز نیست، محفظه های ارسال و دریافت باید مجهز به Vent باشند. این تجهیز که از ساعت ۱۲ محفظه انشعاب می‌گیرد، باید تا ارتفاع ۱۸۰ تا ۲۰۰ سانتی متری از نقطه انشعاب، به Safe Location به صورت مستقیم و عمود بر سطح مقطع افقی، امتداد داشته باشد. به منظور اطمینان از

1 Full Pressure Rating
 2 Intrusive
 3 non-intrusive
 4 Downstream of Tee

صفحه ۳۹ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

تخلیه فشار پشت توپک، این انشعاب در محفظه های دریافت باید نزدیک به شیر اصلی ورودی محفظه و همچنین نزدیک به درب باشد.

۷-۱-۳۲- شیر تخلیه باید به سهولت در دسترس اپراتور و توسط یک نفر با اعمال نیروی متعارف قابل استفاده باشد و محل قرارگیری آن به گونه ای باشد که اپراتور را در معرض ریسک های متناظر و غیرقابل قبول - به ویژه در شرایط اضطراری - قرار ندهد.


۷-۱-۳۳- سطح مقطع Vent در انتهای آن، باید افقی (عمود بر راستای Vent) و در برابر اثرات ناشی از لرزش، مهار شده باشد.

۷-۱-۳۴- ماهیت سیال خط لوله ممکن است نیازمند پاک سازی محفظه های دریافت یا ارسال با گازخنی، قبل از باز نمودن درب آن باشد (وجود گاز سولفید هیدروژن یکی از این موارد است، اما محدود به آن نمی شود). در این صورت، با توجه به آن که محفظه دریافت به عنوان فضای بسته یا محصور تلقی می گردد، باید محل اتصال تجهیزات برای پاکسازی آن در نظر گرفته شود. همچنین در صورت وجود گازهای سمی، یا گازهای سنگین تر از هوا، نیاز به Closed-Drain, Flare و سایر تمهیدات هدایت سیال به ناحیه ایمن، بررسی گردد.

۷-۱-۳۵- محوطه اطراف تجهیزات توپکرانی، همانند سایر محوطه های فرآیندی، مستلزم رعایت ملاحظات ایمنی و عملیاتی مانند نقشه جانمایی^۱ و نقشه (Zone Classification, Fire Zone, ...) محوطه های کاری است و لازم است برای اقدام مناسب و به موقع در شرایط اضطراری، راه های فرار برای آن ها تعبیه گردد. در صورتی که هیچ یک از اقدامات کنترلی برای ممانعت از برخورد توپک به تاسیسات/ نفرات مجاور، میسر نباشد، لازم است با ایجاد دیوار حائل در فاصله مناسب از مقابل درب محفظه ارسال یا دریافت توپک، اقدام گردد.

توجه (۱): جانمایی ساختمان ها (مانند اتاق حراست) و دیگر تاسیسات باید در خارج از محدوده محصور (Restricted Area)، مطابق با استانداردهای مرتبط و در خارج محدوده متاثر از انفجار درب محفظه ارسال و دریافت (شکل ۱)، در نظر گرفته شود.

توجه (۲): شعاع و فاصله متاثر باید براساس ارزیابی پیامد محاسبه گردد.

صفحه ۴۰ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
MOP-HSE-GI-205 (1)		

۷-۱-۳۶- در مواردی که به دلیل قابلیت اشتعال / انفجار مواد، ریسک بروز اشتعال یا انفجار وجود دارد، باید تمهیدات لازم برای حذف موانع جرقه یا سایر اقدامات کنترلی، در نظر گرفته شود. در این خصوص، برای کنترل الکتریسته ساکن لازم است محفظه مجهز به اتصال زمین^۱ و در زمان عملیات توپکرانی نیز، همبندسازی^۲ تجهیزات عملیات توپکرانی با محفظه ارسال / دریافت باشد.

۷-۱-۳۷- در شرایط فراساحلی و بر روی سکوها، با توجه به تجمع تجهیزات^۳ و شرایطی نزدیک به شرایط فضای محصور، لازم است جهت درب محفظه‌های ارسال و دریافت به سمت آب، تعبیه شود تا در صورت بروز رویدادهای ناخواسته^۴ «مواردی مانند برخورد توپک به درب یا پرتاب آن به بیرون» ریسک عملیات تا حد قابل تحمل، کاهش یابد. یک راهکار دیگر در این زمینه می‌تواند استفاده از محفظه‌های ارسال یا دریافت عمودی، باشد.

۷-۱-۳۸- تمهیدات لازم، از جمله اتصالات در زمان طراحی یا تأمین منابع برای امکان Purge / Flushing محفظه‌های ارسال یا دریافت توپک و در مواردی خطوط لوله انتقال (به ویژه در خصوص خطوط لوله ای که به صورت چند منظوره و برای فراورده‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند) باید ارزیابی و در صورت نیاز ایجاد گردد. معمولاً از گازهای خنثی مانند N_2 و CO_2 برای این منظور استفاده می‌شود که لازم است ملاحظات لازم در خصوص کاهش دمای ناشی از تزریق چنین موادی به خط لوله و احتمال آسیب به توپک مد نظر قرار گیرد. همچنین باید تمهیدات لازم برای عاری نمودن توپک از مواد Pyrophoric که با قرارگرفتن در معرض هوا، خودبه خود گداخته یا مشتعل می‌شوند، بلافاصله بعد از بیرون آوردن آن از محفظه، در نظر گرفته شود.

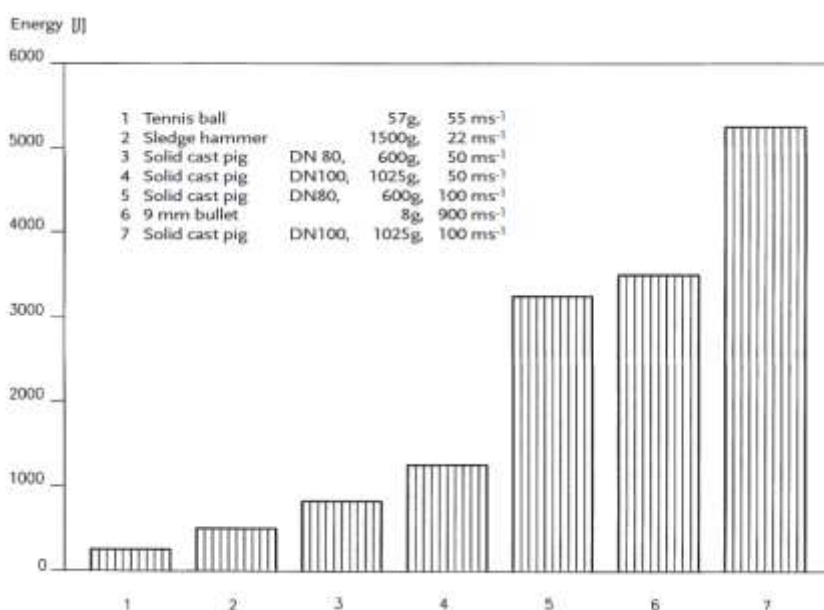
1 Earthing
 2 Bounding
 3 Congestion
 4 Unlikely events

پیوست شماره ۷-۲- برخی ملاحظات خاص در عملیات ارسال و دریافت توپک در خطوط لوله نفت/مایعات


در شرایطی که جریان نفت/ فرآورده به ایستگاه تقویت فشار می رسد (Booster Pump)، شرایط عملیاتی ایجاب می نماید جریان سیال پشت (بالادست) توپک، برای تقویت فشار به سمت پمپ ها هدایت شده و پس از آن مجددا با قرارگرفتن در مسیر توپکرانی، نیروی رانشی توپک را فراهم نماید.

علاوه بر خطرات شایع، در فعالیت‌ها یا تعمیر و نگهداری خطوط انتقال، به طور خاص، در یک عملیات توپکرانی، باید ملاحظات لازم برای مدیریت ریسک‌های متناظر با آن، مد نظر قرار گیرد که این خطرات/ شرایط خطرناک عبارتند از:

۱. انرژی جنبشی (Kinetic Energy) توپک: به دلیل حرکت توپک درون خط لوله، اگر با استفاده از تمهیدات بهره برداری یا طراحی، سرعت توپک کنترل و در نقاط انتهایی مسیر، کاهش نیابد، می تواند با برخورد به تجهیزات داخلی خط لوله یا پرتاب به بیرون، شبیه راکت عمل نماید. بر اساس یک تخمین قابل قبول، در صورت پرتاب توپک از خط لوله، سرعت آن به ۱۰۰ متر بر ثانیه می رسد، که به دلیل جرم بالا، قدرت تخریب آن در حدود دو برابر یک گلوله خواهد بود. این موضوع به خصوص در زمان Loading/Unloading توپک درون خط لوله، از اهمیت بیشتری برخوردار است. شکل (۸)، انرژی جنبشی توپک را با چند نمونه ملموس مقایسه می نماید.



شکل ۸- مقایسه انرژی جنبشی توپک

صفحه ۴۲ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

همچنین، در جدول ۳ و در شرایط آزمایشگاهی، حداکثر سرعت توپک قابل مشاهده است. این سرعت می تواند بسته به نوع سیال و وزن توپک تغییر نماید.

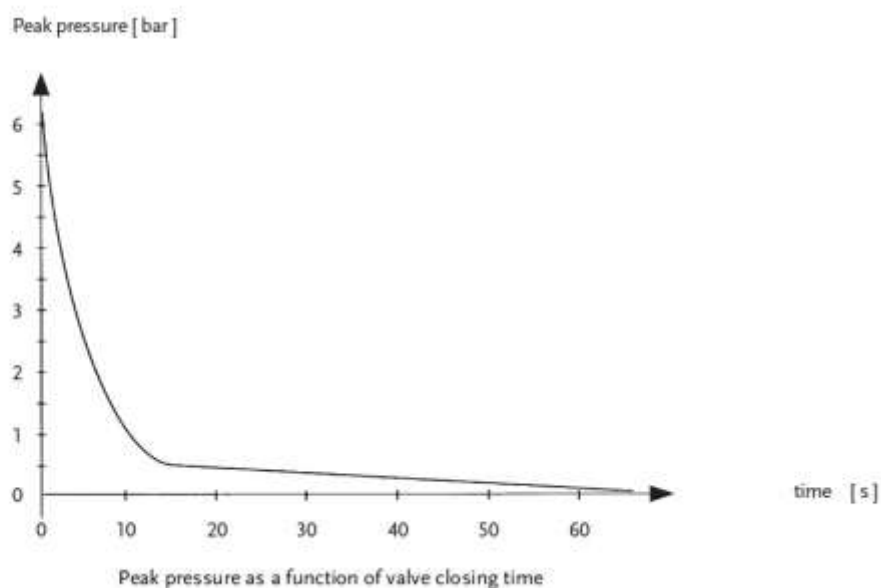
جدول ۳- حداکثر سرعت توپک

Table 7-2. Maximum speed (in m/s) for stick/slip behavior


Driving pressure, bar*	Pipe nominal size		
	2" (DN 50)	3" (DN 80)	4" (DN 100)
4	57	73	76
5	110	142	147
6	161	207	215

* Gauge pressure

۲. انرژی ناشی از عامل حرکت توپک (Propellant): این انرژی که با تغییر پروفایل فشار در خط لوله، تقریباً به اندازه 4-5 bar ایجاد می گردد؛ می تواند در صورت توقف ناگهانی توپک و با عنایت به شکل و سایز توپک (که معمولاً کمی بزرگتر از خط لوله است) می تواند به عنوان Pressure Lock در مسیر عمل نماید و در صورت توقف ناگهانی، یک پیک فشاری به صورتی که در شکل (۹) نشان داده شده است، ایجاد نماید:



شکل ۹- میزان پیک فشاری


صفحه ۴۳ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۳. مواد قابل اشتعال: علاوه بر گازهای قابل اشتعال، باید ملاحظات ایمنی در خصوص مایعاتی که به هر طریقی می توانند با قرار گرفتن در شرایط دمایی بالاتر از ۲۵ درجه سانتیگراد (اعم از شرایط فرآیندی یا تابش نور خورشید)، بخارات یا گازهای قابل اشتعال / انفجار تولید نمایند در روش های اجرایی، مد نظر قرار گیرد. در خطوط لوله گاز، با ترکیب هوا و سیال قابل اشتعال، لزوماً نیاز به فراهم شدن منبع جرقه از بیرون نیست، بلکه افزایش فشار گاز در یک حجم کوچک می تواند با ایجاد شرایط آدیاباتیک، افزایش فشار در زمان کم و بدون از دست دادن انرژی را به دنبال داشته باشد؛ که در نتیجه دمای مخلوط به اندازه چند برابر بالا خواهد رفت. جدول ۴، یک نمونه از افزایش فشار ناگهانی یک مخلوط قابل اشتعال با هوا از فشار اتمسفر به فشارهای نهایی ۴ و ۵ بار و در نتیجه افزایش قابل توجه دما را نشان می دهد:

جدول ۴- تغییرات افزایش فشار نسبت به تغییر دما

Final pressure p_2	Initial test temperature	
	$T_1 = 298 \text{ K (} 25^\circ \text{C)}$	$T_1 = 313 \text{ K (} 40^\circ \text{C)}$
$p = 4 \text{ bar g}$	$T_2 = 443 \text{ K (} 170^\circ \text{C)}$	$T_2 = 465 \text{ K (} 192^\circ \text{C)}$
$p = 5 \text{ bar g}$	$T_2 = 472 \text{ K (} 199^\circ \text{C)}$	$T_2 = 496 \text{ K (} 223^\circ \text{C)}$

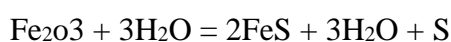
۴. الکتریسیته ساکن: به علت تفاوت جنس توپک با خط لوله، تجمع بارهای همنام بر روی توپک، به دلیل سایش آن به خط لوله و همچنین با تاثیر کمتری به دلیل حرکت سیال درون خط لوله وجود دارد. این تجمع بار بخصوص زمانی که از هوای فشرده برای حرکت توپک استفاده می شود و سیال درون خط لوله نیز سیال قابل اشتعال می باشد، می تواند بسیار حائز اهمیت باشد (در خطوط لوله نفتی، در زمان تخلیه محتویات خط لوله، این موضوع بسیار مستعد بروز انفجار خواهد بود). توجه به این نکته ضروری است که درون خطوط لوله حاوی سیالات قابل اشتعال، Zone 0 است. بنابراین هرگز نباید از هوا به عنوان سیال پیشران توپک (Propellant) در صورتی که سیال خط لوله در گروه IIC سیالات قابل اشتعال قرار می گیرد، استفاده نمود.

صفحه ۴۴ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

پیوست شماره ۷-۳- ملاحظات تکمیلی در توپکرانی خطوط لوله حاوی گازهای ترش

وجود H₂S در گاز درون خطوط انتقال باعث می شود تا FeS یا سولفید آهن تشکیل گردد. این ترکیب که به RUST نیز معروف است، از مواد خوداشتعال می باشد. به آن معنی که با قرار گرفتن در معرض اکسیژن هوا، تولید حرارت نموده و ترکیب پودری شکل آن گداخته می گردد.

H₂S Concentration > 1 %  FeS (iron scale/iron sulfide/rust)




FeS در ظروفی مانند دریافت کننده ها یا ارسال کننده های توپک و ظروف یا چاله های تخلیه پسماند (drain pit) می تواند، وجود داشته باشد. بنابراین به محض آن که پسماند ناشی از توپکرانی در معرض هوا قرار گیرد می تواند با ایجاد حرارت و گداخته شدن، شرایط را برای اشتعال یا انفجار مهیا سازد. از آنجایی که گاز طبیعی در خطوط لوله انتقال گاز ایران در برخی مناطق عملیاتی، آلوده به این گاز کشنده است، در ادامه ی این دستورالعمل، حداقل مواردی که باید در این خصوص رعایت گردد، بیان می شود.

۱. همواره در محل هایی که H₂S در فرآیندها یا تاسیسات آن وجود دارد و غلظت آن بیش از 500ppm می باشد، ترجیحا از گاز سنج های ثابت برای سنجش میزان H₂S استفاده نمود. این گازسنج ها در غلظت 5 ppm آژیر هشدار دهنده و در غلظت 10 ppm آژیر ترک محل به دو صورت دیداری و شنیداری ایجاد می نمایند.

در صورت عدم وجود سامانه ثابت سنجش گاز، بکارگیری سامانه های سنجش گاز سیار بهمراه چراغ چشمک زن و آژیر توصیه می گردد.

۲. همواره در محل هایی که H₂S در فرآیندها یا تاسیسات آن وجود دارد افراد باید مجهز به گاز سنج قابل حمل بوده و بر روی سینه خود نصب نمایند. این گاز سنج ها باید هشدار دهنده ی دیداری و شنیداری داشته باشند.

صفحه ۴۵ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت، ایمنی، محیط زیست اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۳. همواره در محل‌هایی که H₂S در فرآیندها یا تاسیسات آن وجود دارد؛ افراد باید مجهز به ماسک فرار بوده و مادامی که در محل هستند، آن را با خود حمل نمایند.

۴. همواره در محل‌هایی که H₂S در فرآیندها یا تاسیسات آن وجود دارد؛ باید بادنا در محل نصب شود و در شرایط اضطراری با توجه به جهت باد، در خلاف جهت یا عمود به جهت وزش باد با در نظر گرفتن تجمع H₂S در سطوح پایین، اقدام به واکنش یا فرار نمایند.

۵. شرایط اضطراری و کنترل‌های لازم برای حالت‌های زیر با رعایت اولویت باید مد نظر قرار گیرد:


- کنترل‌های لازم در خصوص پیشگیری از نشت گاز ترش و حفظ نفرات از قرار گرفتن در معرض آن
- راهکارهای مناسب، مقتضی و ایمن برای واکنش مناسب در برابر شرایط اضطراری
- ۶. نفرات اجرایی تیم توپکرانی باید واکنش مناسب در برابر شرایط اضطراری را طی مانور یا تمرین‌هایی، فراگرفته باشند.

۷. باید طبقه بندی مناطق خطرناک (تعیین Zone 1,2,3) محل تخلیه پسماند آلوده به H₂S به Drain pit، بر اساس استانداردهای مرتبط (مانند NFPA 505 اقدام شود و موارد خاص و مرتبط با zone classification در خصوص آن اعمال گردد.


۸. به هنگام تخلیه گاز، باید نفرات کاملاً محوطه را تحت نظر داشته باشند. مواردی نظیر ممانعت از تردد نفرات و ماشین آلات، عدم انجام فعالیت‌های هم‌زمان، توجه به جریان باد و احتمال تغییر جهت آن، روند کاهش فشار و غیره. این کار باید با نظارت و دقت مضاعف و در فرآیندی کاملاً تحت کنترل انجام پذیرد.

۹. تخلیه‌ی گاز ترش به اتمسفر تنها در صورتی مجاز است که Hot-flare در دسترس نبوده و ضرورت عملیاتی با توجه به پیامدها و خطرات آن به تایید بالاترین مقام عملیاتی مسئول رسیده باشد و حداقل تمهیدات خاص زیر بمنظور کنترل انتشار و حفظ سلامتی افراد در نظر گرفته شود:

- ارزیابی ریسک توسط مسوول محوطه تهیه، توسط رییس HSE تایید و اقدامات کنترلی توسط مسوول اجرای عملیات اجرا شده باشد،
- شیر اصلی ورودی به دریافت کننده یا ارسال کننده‌ی توپک کاملاً بسته شده باشد،
- جهت باد مناسب باشد (با توجه به تاسیسات یا محل‌های تجمع یا تردد جانبی)
- کلیه‌ی نفرات از شعاع تحت تاثیر و ناحیه‌ی خطرناک، تخلیه شده و در فاصله‌ی ایمن مستقر باشند،

صفحه ۴۶ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

- فردی که شیر vent را باز و بسته می نماید؛ مجهز به دستگاه هوای تنفسی فشرده (SCBA) باشد،
 - تخلیه گاز ترش فقط باید در روشنایی روز باشد.
۱۰. مادامی که درب دریافت کننده یا ارسال کننده توپک باز است؛ صرفاً نفرات ذیصلاحی که توسط مسئول محوطه نام آنها در پروانه کار قید شده است؛ مجاز به حضور در ناحیهی خطرناکی که تحت تاثیر گاز H₂S می باشد؛ هستند و باید مجهز به SCBA باشند. این ناحیه باید توسط مسئول اجرای کار تعیین و توسط نمایندهی HSE تایید گردیده و ملاحظاتی نظیر شرایط اضطراری، موقعیت و وضعیت محل، راه های فرار، فشار گاز، غلظت H₂S، قطر Vent و غیره مدنظر قرار گیرد.
۱۱. نفرات درگیر در عملیات های توپک رانی خط لوله ی گاز ترش، باید آموزش ایمنی در خصوص ایمنی گاز ترش را طی نموده باشند و با خطرات و عوارض آن آشنا باشند.
۱۲. در صورتی که تجهیزات دریافت یا ارسال توپک متصل به خطوط انتقال گاز ترش باشند، هیچ فردی نباید به محفظه ی ارسال یا دریافت وارد گردد.
۱۳. مادامی که عملیات توپک رانی در حال اجرا است؛ محلول شستشوی چشم باید در محل وجود داشته باشد.
۱۴. در صورت حضور پزشک یا پرستار صنعتی به همراه آمبولانس در محل، مسئول محوطه باید ایشان را نسبت به گاز ترش و وجود H₂S مطلع نماید.
۱۵. با پسماند ناشی از توپک رانی خطوط لوله گاز ترش باید بر اساس دستورالعمل مدیریت پسماند برخورد گردد و حتی به طور موقت در محل (محوطه، drain و غیره) رها نگردد.
۱۶. پیش از باز کردن درب فرستنده یا گیرنده توپک، باید اطمینان حاصل شود که شیر اصلی و سایر شیرهای متصل به محفظه کاملاً بسته هستند. سپس باید محفظه کاملاً تخلیه و در صورت نیاز تهویه گردد. در ادامه، با استفاده از آب، درون آن کاملاً خیس شود تا احتمال اشتعال FeS مرتفع گردد. برای اطمینان از تهویه کامل، لازم است به مدت ۵ دقیقه محفظه با درب باز در معرض هوا و پاشش متناوب آب باشد. (استفاده از کپسول اطفاء حریق CO₂ برای تهویه کامل محفظه و انجام purge، توصیه می گردد).
۱۷. در محوطه ها یا تاسیساتی که در آنها گاز ترش وجود دارد؛ باید علائم هشدار دهنده ی مناسب، در معرض دید همگان باشد.

صفحه ۴۷ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۱۸. نفرات باید از نحوه‌ی واکنش در شرایط اضطراری، آگاهی داشته و مسوول اجرای کار از آگاهی ایشان، اطمینان یابد.

۱۹. تسلط بر کمک‌های اولیه باید با آموزش و تمرین‌های مستمر نفراتی که در عملیات‌های توپکرانی گاز ترش شرکت می‌کنند؛ فراهم گردد.

۲۰. دستگاه تنفس مصنوعی باید در محل به همراه تیم پزشکی موجود باشد.

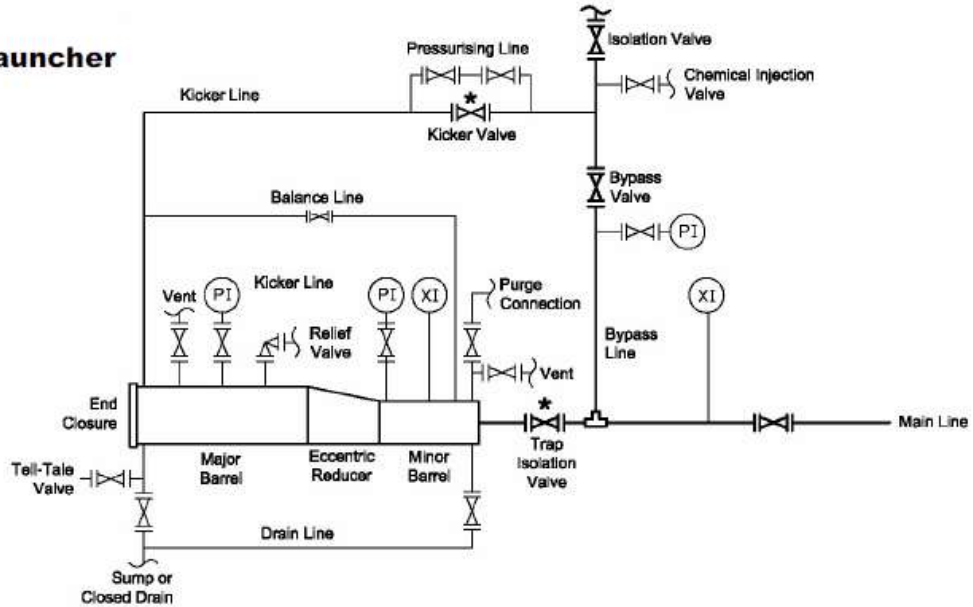
۲۱. ماسک متصل به SCBA باید از نوع Positive Pressure باشد.

۲۲. دستگاه‌های سنجش گاز باید در $5 \text{ ppm H}_2\text{S}$ ، آژیر هشدار دهنده‌ی دیداری و شنیداری ایجاد نمایند و در صورتی که میزان این گاز در محوطه از 10 ppm افزایش یابد، نفرات باید محوطه را ترک نمایند.

پیوست شماره ۷-۴ - شماتیک نمونه محفظه‌های ارسال و دریافت

Typical pig launcher

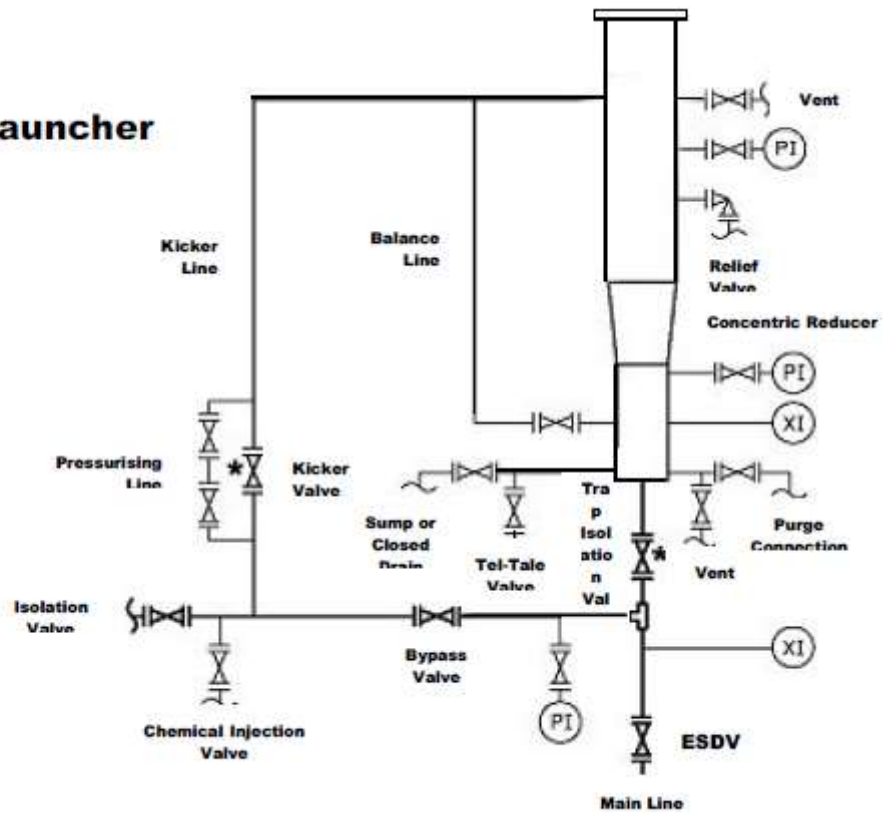
Horizontal Launcher



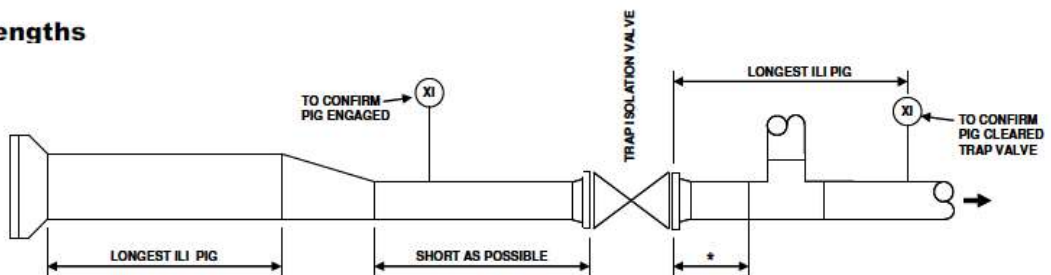
Key:

- XI - Pig Signaller
- PI - Pressure Indicator
- * - Indicates Double Block Isolation Valve

Vertical Launcher



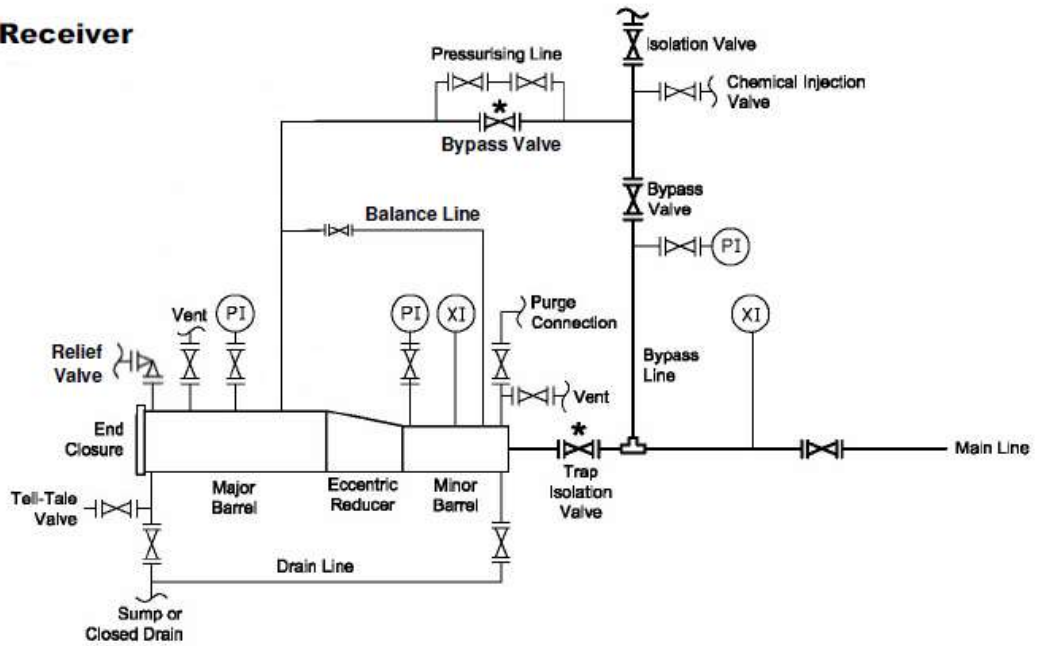
Typical Lengths



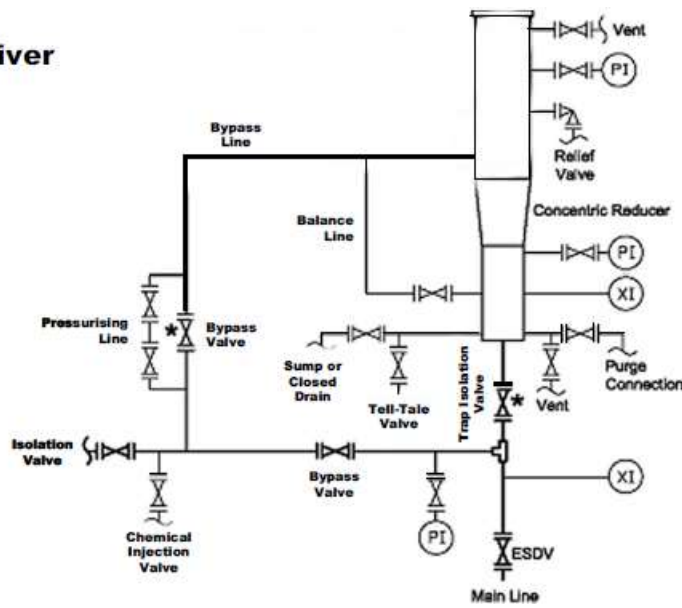
Note: Kicker and balance lines and purge points omitted to simplify drawing.

* 3 M IF REQUIRED FOR ISOLATION PLUG BUT MAY NOT BE NEEDED IN MOST INSTALLATIONS

Horizontal Receiver




Vertical Receiver



Key:

- XI - Pig Signaller
- PI - Pressure Indicator
- * - Indicates Double Block Isolation Valve

صفحه ۵۱ از ۵۱	راهنمای الزامات HSE در عملیات توپکرانی	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست
	MOP-HSE-GI-205 (1)	

۷-۵- منابع و مآخذ

1. IPS-M-PI-130, Material and equipment standard for pig launching and receiving traps.
2. IPS-M-PI-170, Material and equipment standard for pigs.
3. IGS-M-PL-028, Pig Launcher and receiver trap system.
4. IGS-M-PL-031, Pig signaler.
5. BP GP 43-50-2009, British petroleum group engineering technical practices pigging, pig launchers, and receivers.
6. The pipeline pigging handbook, third edition, Cordell and Hershel Vanzant.
7. Pipeline pigging and integrity technology fourth edition, John Tiratsoo.