



IRANIAN PETROLEUM STANDARDS

استانداردهای نفت ایران

IPS

IPS-E-PI-140 (1)

ENGINEERING STANDARD
FOR
ONSHORE TRANSPORTATION PIPELINES

FIRST REVISION

JULY 2009

استاندارد مهندسی
برای
خطوط لوله انتقال در خشکی

ویرایش اول

تیر ۱۳۸۸

FOREWORD

The Iranian Petroleum Standards (IPS) reflect the views of the Iranian Ministry of Petroleum and are intended for use in the oil and gas production facilities, oil refineries, chemical and petrochemical plants, gas handling and processing installations and other such facilities.

IPS is based on internationally acceptable standards and includes selections from the items stipulated in the referenced standards. They are also supplemented by additional requirements and/or modifications based on the experience acquired by the Iranian Petroleum Industry and the local market availability. The options which are not specified in the text of the standards are itemized in data sheet/s, so that, the user can select his appropriate preferences therein.

The IPS standards are therefore expected to be sufficiently flexible so that the users can adapt these standards to their requirements. However, they may not cover every requirement of each project. For such cases, an addendum to IPS Standard shall be prepared by the user which elaborates the particular requirements of the user. This addendum together with the relevant IPS shall form the job specification for the specific project or work.

The IPS is reviewed and up-dated approximately every five years. Each standards are subject to amendment or withdrawal, if required, thus the latest edition of IPS shall be applicable

The users of IPS are therefore requested to send their views and comments, including any addendum prepared for particular cases to the following address. These comments and recommendations will be reviewed by the relevant technical committee and in case of approval will be incorporated in the next revision of the standard.

Standards and Research department
No.19, Street14, North kheradmand

Karimkhan Avenue, Tehran, Iran .

Postal Code- 1585886851

Tel: 88810459-60 & 66153055

Fax: 88810462

Email: Standards@nioc.org

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس کننده دیدگاههای وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاههای نفت، واحدهای شیمیائی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی بطور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها بصورت شماره گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، بشکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آنها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آنها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست نمایند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت تقریباً هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آنها ملاک عمل می‌باشد.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادات اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادات دریافتی در کمیته‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۹

اداره تحقیقات و استانداردها

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دور نگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲

Standards@nioc.org

پست الکترونیکی:

تعاریف عمومی:

در این استاندارد تعاریف زیر به کار می رود.

GENERAL DEFINITIONS:

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

شرکت:

به یکی از شرکت های اصلی و یا وابسته به وزارت نفت، مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی اطلاق می شود.

COMPANY:

Refers to one of the related and/or affiliated companies of the Iranian Ministry of Petroleum such as National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, National Petrochemical Company and National Iranian Oil Refinery And Distribution Company.

خریدار:

یعنی شرکتی که این استاندارد بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن "شرکت" می باشد و یا "پیمانکاری" که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

PURCHASER:

Means the "Company" where this standard is a part of direct purchaser order by the "Company", and the "Contractor" where this Standard is a part of contract documents.

فروشنده و تأمین کننده:

به موسسه و یا شخصی گفته می شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می نماید.

VENDOR AND SUPPLIER:

Refers to firm or person who will supply and/or fabricate the equipment or material.

پیمانکار:

به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

CONTRACTOR:

Refers to the persons, firm or company whose tender has been accepted by the company.

مجری:

مجری به گروهی اطلاق می شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرایی و یا راه اندازی پروژه را انجام دهد.

EXECUTOR:

Executor is the party which carries out all or part of construction and/or commissioning for the project.

بازرس:

در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا موسسه ای اطلاق می شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

INSPECTOR:

The Inspector referred to in this Standard is a person/persons or a body appointed in writing by the company for the inspection of fabrication and installation work

باید:

برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می شود.

SHALL:

Is used where a provision is mandatory.

توصیه:

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می شود، بکار می رود.

SHOULD:

Is used where a provision is advisory only.

ترجیح:

معمولاً در جایی استفاده می شود که انجام آن کار بر اساس نظارت شرکت باشد.

WILL:

Is normally used in connection with the action by the "Company" rather than by a contractor, supplier or vendor.

ممکن است:

برای کاری که انجام آن اختیاری می باشد، بکار می رود.

MAY:

Is used where a provision is completely discretionary.

ENGINEERING STANDARD
FOR
ONSHORE TRANSPORTATION PIPELINES

JULY 2009
FIRST REVISION

استاندارد مهندسی
برای
خطوط لوله انتقال در خشکی

ویرایش اول
تیر ۱۳۸۸

This Standard is the property of Iranian Ministry of Petroleum. All rights are reserved to the owner. Neither whole nor any part of this document may be disclosed to any third party, reproduced, stored in any retrieval system or transmitted in any form or by any means without the prior written consent of the Iranian Ministry of Petroleum.

این استاندارد متعلق به وزارت نفت ایران است. تمام حقوق آن متعلق به مالک آن بوده و نباید بدون رضایت کتبی وزارت نفت ایران، تمام یا بخشی از این استاندارد، به هر شکل یا وسیله از جمله تکثیر، ذخیره سازی، انتقال، یا روش دیگری در اختیار افراد ثالث قرار گیرد.

CONTENTS:	Page No	فهرست مطالب:
1. SCOPE.....	4	۱- دامنه کاربرد ۴
2. REFERENCES	4	۲- مراجع ۴
3. DEFINITIONS.....	6	۳- تعاریف ۶
3.1 General Terms	6	۳-۱ واژه های عمومی ۶
3.2 Specific Terms.....	6	۳-۲ واژه های اختصاصی ۶
4. ABBREVIATIONS.....	8	۴- علائم اختصاری ۸
5. UNITS.....	8	۵- واحدها ۸
6. FLUID CATEGORIES	8	۶- دسته بندی سیالات ۸
7. DESIGN.....	9	۷- طراحی ۹
7.1 General Considerations.....	9	۷-۱ ملاحظات عمومی ۹
7.2 Operational Requirements	10	۷-۲ الزامات عملیاتی ۱۰
7.3 Economic Considerations (Optimization) .	10	۷-۳ ملاحظات اقتصادی (بهینه سازی) ۱۰
7.4 Hydraulic Design	11	۷-۴ طراحی هیدرولیکی ۱۱
7.5 Mechanical Design.....	15	۷-۵ طراحی مکانیکی ۱۵
7.6 Pipeline Risks	21	۷-۶ خطر پذیری خطوط لوله ۲۱
8. MATERIALS.....	23	۸- جنس مواد ۲۳
8.1 General	23	۸-۱ عمومی ۲۳
8.2 Material Procurement.....	25	۸-۲ تدارک کالا ۲۵
8.3 Line Pipe Materials	25	۸-۳ مواد خط لوله ۲۵
8.4 Valves.....	25	۸-۴ شیرها ۲۵

8.5 Branch Connections, Fittings, etc.	25	۸-۵ انشعابات، اتصالات ، غیره	۲۵
9. PIPELINE ROUTE SELECTION.....	26		
9.1 General	26	۹-۱ انتخاب مسیر خط لوله	۲۶
9.2 Route and Soil Surveys	26	۹-۱ عمومی	۲۶
9.3 Proximity to Occupied Buildings	27	۹-۲ بررسی مسیر و خاک	۲۶
9.4 Proximity to other Facilities	27	۹-۳ مجاورت با ساختمانهای مسکونی.....	۲۷
9.5 Right-of-Way.....	27	۹-۴ مجاورت با سایر تأسیسات	۲۷
		۹-۵ جاده اختصاصی	۲۷
10. PIPELINE PROTECTION AND MARKING	29		
10.1 Burial Philosophy	29	۱۰-۱ حفاظت و علامت گذاری خط لوله	۲۹
10.2 Trench Dimensions.....	30	۱۰-۱ فلسفه دفن	۲۹
10.3 Thermal Expansion and other Forces	31	۱۰-۲ اندازه های کانال لوله	۳۰
10.4 Non-Buried Pipelines.....	31	۱۰-۳ انبساط حرارتی و سایر نیروها	۳۱
10.5 Corrosion Protection	32	۱۰-۴ خطوط لوله غیر مدفون	۳۱
10.6 Pipeline Markers	33	۱۰-۵ محافظت در برابر خوردگی	۳۲
11. CROSSINGS.....	33	۱۰-۶ نشانگرهای خطوط لوله	۳۳
11.1 River Crossings.....	33	۱۱- تقاطع ها	۳۳
11.2 Road and Railway Crossings.....	35	۱۱-۱ تقاطع با رودخانه	۳۳
11.3 Crossing other Pipelines.....	35	۱۱-۲ تقاطع با جاده و راه آهن	۳۵
11.4 Crossing Land Faults	36	۱۱-۳ تقاطع با سایر خطوط لوله	۳۵
11.5 Land Slides	37	۱۱-۴ تقاطع با گسله های زمین	۳۶
		۱۱-۵ رانش زمین	۳۷
12. RECORDS	37		
		۱۲- اسناد و سوابق	۳۷

APPENDICES:

پیوست ها:

APPENDIX A SERVICE PIPELINE CO.

FORMULA 38

پیوست الف فرمول شرکت سرویس پایپ لاین ۳۸

APPENDIX B SHELL / MIT FORMULA..... 39

پیوست ب فرمول شل / میت ۳۹

APPENDIX C SIMPLIFIED DARCY

EQUATION 40

پیوست ج معادله ساده شده دارسی ۴۰

APPENDIX D T.R. AUDE AND HAZEN-

WILLIAM'S FORMULAS 41

پیوست د فرمول های تی.آر.اوده و هازن - ویلیامز ۴۱

APPENDIX E WEYMOUTH FORMULA 42

پیوست ه فرمول ویموث ۴۲

APPENDIX F PANHANDLE REVISED

OR B FORMULA 43

پیوست و فرمول بی یا تجدید نظر شده پان هندل ۴۳

APPENDIX G IGT/AGA FORMULA 44

پیوست ز فرمول آی جی تی / ای جی ای ۴۴

APPENDIX H MOODY FRICTION

FACTOR CHART..... 45

پیوست ح نمودار ضریب اصطحکاک مودی ۴۵

1. SCOPE

This Standard provides a baseline for minimum technical requirements and recommended engineering practices for design of off-plot onshore pipelines used for transportation of hydrocarbons in Iranian Oil, Gas and Petrochemical Industries. Facilities to which this standard applies are indicated in scope of ASME B 31.4 and B 31.8 latest editions.

Note 1:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Jan 2004, as amendment No. 1 by circular No. 194.

Note 2:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on Jul 2009, which is issued as revision (1). Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

Note 3:

In case of conflict between Farsi and English languages, English language shall govern.

2. REFERENCES

Throughout this Standard the following dated and undated standards/codes are referred to. These referenced documents shall, to the extent specified herein, form a part of this standard. For dated references, the edition cited applies. The applicability of changes in dated references that occur after the cited date shall be mutually agreed upon by the Company and the Vendor. For undated references, the latest edition of the referenced documents (including any supplements and amendments) applies.

ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS)

B 31.4 "Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbon and other Liquids Latest Edition"

B 31.8 "Gas Transmission and Distribution Systems" Latest Edition

API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE)

6 D "Specification for Pipeline Valves"

۱- دامنه کاربرد

این استاندارد بیانگر خطوط اصلی برای حداقل نیازهای فنی و توصیه های مهندسی عملی به منظور طراحی خطوط لوله در خشکی و خارج از کارخانه برای انتقال سیالات نفتی در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی می باشد. تأسیساتی که این استاندارد درباره آنها اعمال می شود در آخرین ویرایش استانداردهای ASME B 31.4 و ASME B 31.8 مشخص شده اند.

یادآوری ۱:

این استاندارد در دی ماه سال ۱۳۸۳ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۱ طی بخشنامه شماره ۱۹۴ ابلاغ گردید.

یادآوری ۲:

این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق می باشد که در تیر ماه سال ۱۳۸۸ توسط کمیته فنی مربوطه تأیید و به عنوان ویرایش (۱) ارائه می گردد. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد منسوخ می باشد.

یادآوری ۳:

در صورت اختلاف بین متن فارسی و انگلیسی، متن انگلیسی ملاک می باشد.

۲- مراجع

در این استاندارد به آیین نامه ها و استانداردهای تاریخ دار و بدون تاریخ زیر اشاره شده است. این مراجع، تا حدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته اند، بخشی از این استاندارد محسوب می شوند. در مراجع تاریخ دار، ویرایش گفته شده ملاک بوده و تغییراتی که بعد از تاریخ ویرایش در آنها داده شده است، پس از توافق بین کارفرما و فروشنده قابل اجرا می باشد. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آنها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوست های آن ملاک عمل می باشند.

ASME (انجمن مهندسان مکانیک آمریکا)

B 31.4 "سامانه خطوط لوله انتقال مایعات نفتی و سایر مایعات آخرین ویرایش"

B 31.8 "سیستم لوله کشی انتقال و پخش گاز، آخرین ویرایش"

API (موسسه نفت آمریکا)

6 D "مشخصات فنی شیرهای خط لوله"

Spec. 5L	"Specification for Line Pipe"	"مشخصات فنی خط لوله"	Spec. 5L
RP 1102	"Steel Pipelines Crossing Rail Roads and Highways"	"تقاطع خطوط لوله فولادی با راه آهن و بزرگراه ها"	RP 1102
1160	"Managing Systems Integrity for Hazardous Liquid Pipelines"	"سیستم‌های یکپارچه مدیریتی برای خطوط لوله حاوی مایعات خطرناک"	1160

IP (INSTITUTE OF PETROLEUM)
IP (موسسه نفت)

Model code of Safe practice Part 15

دستورالعمل نمونه برای عملیات ایمنی بخش ۱۵

"Area Classification Code for Petroleum Installations"

"دستورالعمل دسته بندی مناطق برای تاسیسات نفتی"

IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARDS)
IPS (استانداردهای نفت ایران)

IPS-E-GN-100	"Engineering Standard for Units"	"استاندارد مهندسی برای واحدها"	IPS-E-GN-100
IPS-C-CE-112	"Construction Standard for Earthworks"	"استاندارد ساخت برای فعالیتهای خاکی"	IPS-C-CE-112
IPS-C-PI-270	"Construction Standard for Welding of Transportation Pipeline"	"استاندارد ساخت برای جوشکاری خطوط لوله انتقالی"	IPS-C-PI-270
IPS-C-PI-370	"Construction Standard for Transportation Pipelines (Onshore) Pressure Testing"	"استاندارد ساخت برای آزمایش فشار خطوط لوله انتقالی"	IPS-C-PI-370
IPS-E-PI-240	"Engineering Standard for Plant Piping Systems"	"استاندارد مهندسی برای سیستمهای لوله کشی کارخانه"	IPS-E-PI-240
IPS-G-PI-280	"General Standard for Pipe Supports"	"استاندارد عمومی برای تکیه گاههای لوله"	IPS-G-PI-280
IPS-M-PI-110	"Material and Equipment Standard for Valves"	"استاندارد مصالح و تجهیزات برای شیرها"	IPS-M-PI-110
IPS-M-PI-130	"Material and Equipment Standard for Pig Launching and Receiving Traps"	"استاندارد مصالح و تجهیزات برای تله‌های ارسال و دریافت توپک"	IPS-M-PI-130
IPS-M-PI-150	"Material Standard for Flanges and Fittings"	"استاندارد مصالح برای فلنج ها و اتصالات"	IPS-M-PI-150
IPS-M-PI-190	"Material and Equipment Standard for Line Pipe"	"استاندارد مصالح و تجهیزات برای خطوط لوله"	IPS-M-PI-190
IPS-D-PI-143	"Pipeline Right-of-Way"	"جاده اختصاصی خطوط لوله"	IPS-D-PI-143
IPS-E-SF-100	"Engineering Standard for Classification of Fires and Fire Hazard Properties"	"استاندارد مهندسی برای دسته‌بندی آتش‌ها و خواص خطرناک آتش"	IPS-E-SF-100
IPS-E-TP-270	"Engineering Standard for"	"استاندارد مهندسی پوشش‌های"	IPS-E-TP-270

protective coatings for buried and submerged steel structures"

حفاظتی برای سازه های فولادی مدفون در خاک و غوطه ور در آب"

[IPS-E-TP-820](#) "Engineering Standard for Cathodic Protection"

[IPS-E-TP-820](#) "استاندارد مهندسی برای محافظت الکتروشیمیایی (کاتدی و آندی)"

[IPS-D-TP-712](#) "Combined Marker and Test Point and Bond Box Details"

[IPS-D-TP-712](#) "جزئیات نشانگرهای ترکیبی و نقاط آزمایش و جعبه اتصال"

NACE (NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS)

NACE (انجمن ملی مهندسی خوردگی)

NACE MR-0175/ISO 15156

NACE MR-0175/ISO 15156

"Petroleum and Natural Gas Industries-Materials for use in H₂S containing environments in oil and gas production"

"صنایع نفت و گاز طبیعی - مواد مورد استفاده در محیط های حاوی H₂S در تولیدات نفت و گاز"

3. DEFINITIONS

۳- تعاریف

3.1 General Terms

۳-۱ واژه های عمومی

3.1.1 Engineer

۳-۱-۱ نماینده کارفرما

Refers to person or party representing the company for supervision of design, engineering services, and execution of project as required and specified by the Company.

به شخص یا گروهی اطلاق می شود که برای نظارت بر طراحی، سرویسهای مهندسی و اجرای پروژه های مورد نیاز و مشخص کارفرما بعنوان نماینده از طرف کارفرما تعیین می شود.

3.1.2 Manufacturer

۳-۱-۲ سازنده

The party that manufactures or produces line pipe and piping components according to the requirements of relevant IPS standards.

به گروهی اطلاق می شود که سازنده یا تولید کننده خط لوله و اجزاء آن بر طبق الزامات استانداردهای مربوطه در استانداردهای نفت ایران می باشند.

3.1.3 Consultant

۳-۱-۳ مشاور

Is the party which carries out all or part of a pipeline design and engineering.

به گروهی اطلاق می شود که تمام یا قسمتی از طراحی و مهندسی خط لوله را انجام می دهند.

3.2 Specific Terms

۳-۲ واژه های اختصاصی

3.2.1 Design factor

۳-۲-۱ ضرایب طراحی

Ratio of the hoop stress developed in the pipeline by the design pressure and the Specified Minimum Yield Stress (SMYS) of the pipeline material.

نسبت بین تنش حلقوی ایجاد شده در خط لوله توسط فشار طراحی به حداقل تنش تسلیم مشخص شده برای جنس خط لوله.

3.2.2 Flammable fluid

۳-۲-۲ مایعات قابل اشتعال

A fluid having a flash point lower than 100°C.

به مایعاتی اطلاق میشود که دمای نقطه اشتعال آنها کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد باشد.

3.2.3 Flow line

۳-۲-۳ خط جریان

A pipeline (including valves and fittings) for transporting untreated hydrocarbons and other reservoir fluids between the stone trap outlet

یک خط لوله (به همراه شیرها و اتصالات آن) برای انتقال سیال هیدرو کربنی فراورش نشده و سایر سیالات مخازن از

flange and the first flange on the incoming manifold at the production unit or the wellhead separator surface safety valve.

3.2.4 Gas gathering line

A pipeline (including valves, traps and fittings) between the block valve on the wellhead separator (or wellhead separator cluster) gas outlet line and the block valve on the NGL plant or production unit gas inlet line.

3.2.5 Gas transmission line (gas trunk line)

A pipeline (including valves, traps and fittings) between the block valve on the NGL plant or gas refinery or gas compressor station gas outlet line and the block valve at gas distribution terminal or consumers premises inlet line but excluding the piping, valves, fittings, etc. between the booster stations main inlet and outlet block valves.

3.2.6 Incidental pressure

Pressure which occurs in a pipeline with limited frequency and within a limited period of time, such as surge pressures and thermal expansions, if not occurring most of the time

3.2.7 Main oil line (oil trunk line)

A pipeline (including valves and fittings) between the main block valve on the production unit oil outlet line and the main block valve on crude oil terminal inlet line but excluding the piping, valves, fittings, etc. between the booster stations main inlet and outlet block valves.

3.2.8 Maximum allowable incidental pressure (MAIP)

The maximum pressure that is allowed by ASME B 31.4 and B 31.8 to occur in a pipeline with a limited frequency and during limited period of time.

3.2.9 Maximum allowable operating pressure (MAOP)

The maximum pressure at which a pipeline is allowed to be operated under steady state process conditions, in accordance with ASME B 31.4 and B 31.8.

فلنج خروجی تله ماسه تا فلنج ورودی چندراهه در واحد بهره برداری و یا تا شیر اطمینان سطح الارضی تفکیک کننده سر چاهی به کار می رود.

۳-۲-۴ خط جمع آوری گاز

یک خط لوله (همراه با اتصالات، تله ها و شیرها) بین شیر مسدود کننده گاز خروجی جدا کننده سر چاهی (یا جدا کننده خوشه ای سر چاهی) و شیر مسدودکننده گاز ورودی واحد گاز طبیعی مایع شده یا خط ورودی گاز واحد بهره برداری .

۳-۲-۵ خط انتقال گاز (خط اصلی گاز)

یک خط لوله (همراه با اتصالات، تله ها و شیرها) بین شیر مسدود کننده گاز خروجی واحد گاز طبیعی مایع شده یا پالایشگاه گاز یا ایستگاه تقویت فشار گاز و شیر مسدود کننده لوله ورودی به پایانه پخش و یا محوطه مصرف کنندگان به استثناء لوله و اتصالات و شیرها و غیره بین شیرهای مسدود کننده ورودی و خروجی اصلی ایستگاههای تقویت فشار.

۳-۲-۶ فشار اتفاقی

فشاری که با تواتر محدود و در یک فاصله زمانی محدود در یک خط لوله اتفاق می افتد، مثل تغییر ناگهانی فشار و فشار حاصل از انبساط های حرارتی، در صورتی که اکثر اوقات اتفاق نیافتد.

۳-۲-۷ خط اصلی نفت (شاه لوله نفت)

یک خط لوله (همراه اتصالات و شیرها) بین شیر مسدود کننده اصلی لوله خروجی نفت از واحد بهره برداری و شیر مسدود کننده اصلی لوله های ورودی به پایانه نفت خام اما بدون لوله، شیرها، اتصالات و غیره، بین شیرهای مسدود کننده ورودی و خروجی ایستگاههای تقویت فشار.

۳-۲-۸ حداکثر فشار اتفاقی مجاز

حداکثر فشار مجازی که طبق استانداردهای ASME B 31.4 و B 31.8 یک خط لوله با تواتر محدود و در یک فاصله زمانی محدود در سرویس باشد.

۳-۲-۹ حداکثر فشار عملیاتی مجاز

حداکثر فشاری که طبق استانداردهای ASME B 31.8 و ASME B 31.4 یک خط لوله مجاز با شرایط عملیاتی یکنواخت و پایدار در سرویس باشد.

3.2.10 NGL line

A pipeline (including valves and fittings) between the block valve at the NGL plant liquid outlet line and the block valve at the NGL distribution terminal or LPG plant or consumers premises inlet line.

3.2.11 Specified minimum yield stress (SMYS)

The level of stress which produces 0.5 percent total strain (API definition). This is specified by the Company and shall be guaranteed by the Manufacturers /Suppliers/Vendors.

3.2.12 Stable fluid

A fluid which has an NFPA reactivity grade number of zero (Refer to [IPS-E-SF-100](#))

3.2.13 Toxic fluid

Includes all fluids in the slightly toxic, toxic and highly toxic categories.

4. ABBREVIATIONS

DN	Nominal Diameter
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MAIP	Maximum Allowable Incidental Pressure
MAOP	Maximum Allowable Operating Pressure
NGL	Natural Gas Liquid
NPS	Nominal Pipe Size
Re	Reynolds No.
RF	Raised Face
SI	International System of Units
SMYS	Specified Minimum Yield Stress

5. UNITS

This standard is based on International System of Units (SI), as per [IPS-E-GN-100](#) except where otherwise specified.

6. FLUID CATEGORIES

Based on the hazard potential of a fluid

۳-۲-۱۰ خط گاز طبیعی مایع شده

یک خط لوله (شامل شیرها و اتصالات) بین شیر مسدود کننده لوله خروجی واحد گاز طبیعی مایع شده و شیر مسدود کننده لوله ورودی به ترمینال پخش گاز طبیعی مایع شده یا واحد گاز نفت مایع شده یا محوطه مصرف کنندگان .

۳-۲-۱۱ حداقل تنش تسلیم مشخص شده

حد تنشی که مجموعاً تولید ۰/۵ درصد کرنش نماید (تعریف انجمن نفت آمریکا). این مقدار توسط کارفرما مشخص می شود و سازنده/تهیه کننده/پیمانکار فرعی باید آن را ضمانت نمایند.

۳-۲-۱۲ سیال پایدار

سیالی که طبق استاندارد NFPA شماره گرید واکنش پذیری آن صفر باشد (به استاندارد [IPS-E-SF-100](#) مراجعه شود).

۳-۲-۱۳ سیال سمی

شامل تمام سیالات دسته بندی شده بصورت کمی سمی، سمی، و خیلی سمی .

۴- علائم اختصاری

DN	قطر اسمی
LPG	گاز نفتی مایع شده
MAIP	حداکثر فشار اتفاقی مجاز
MAOP	حداکثر فشار عملیاتی مجاز
NGL	مایعات همراه گاز طبیعی
NPS	اندازه اسمی لوله
Re	عدد رینولدز
RF	سطح برجسته
SI	سامانه بین المللی واحدها
SMYS	حداقل تنش تسلیم مشخص شده

۵- واحدها

این استاندارد، بر مبنای سامانه بین المللی واحدها (SI)، منطبق با استاندارد [IPS-E-GN-100](#) می باشد، مگر آنکه در متن استاندارد به واحد دیگری اشاره شده باشد.

۶- دسته بندی سیالات

سیالاتی که با خط لوله انتقال می یابند بسته به خطر ساز

transported in the pipeline, it should be categorized in one of the following four groups.

بودن آن ها ، در یکی از چهار دسته زیر قرار می گیرند.

TABLE 1 - FLUID CATEGORIES

جدول ۱- دسته بندی سیالات

CATEGORY دسته	DESCRIPTION شرح	EXAMPLE مثال
A الف	Non-flammable, stable and non-toxic fluids which are in liquid form at ambient temperature and 50 kPa (0.5 bar) above atmospheric pressure, i.e. having vapor pressure lower than 150 kPa (1.5 bar) (abs) at ambient temperature. سیال غیرقابل اشتعال و غیر سمی و پایدار که در دمای محیط و فشار ۵۰ کیلو پاسکال (۰/۵ بار) بالای فشار اتمسفر بصورت مایع می باشد. به عبارت دیگر سیالی که دارای فشار بخار پایین تر از ۱۵۰ کیلو پاسکال (۱/۵ بار) مطلق در دمای محیط می باشد.	Water, slurries آب، دوغاب
B ب	Flammable, or unstable or toxic fluids which are in liquid form at ambient temperature and 50 kPa (0.5 bar) above atmospheric pressure, i.e. having vapor pressure lower than 150 kPa (1.5 bar) (abs) at ambient temperature. سیال قابل اشتعال یا سمی یا غیر پایدار که در دمای محیط و فشار ۵۰ کیلو پاسکال (۰/۵ بار) بالای فشار اتمسفر بصورت مایع می باشد. به عبارت دیگر سیالی که دارای فشار بخار پایین تر از ۱۵۰ کیلو پاسکال (۱/۵ بار) مطلق در دمای محیط می باشد.	Stabilized crude, gas oil نفت خام پایدار، گازوئیل
C ج	Non-flammable, stable, non-toxic fluids which are in gaseous form or a mixture of gas and liquid at ambient temperature and 50 kPa (0.5 bar) above atmospheric pressure, i.e. having vapor pressure higher than 150 kPa (1.5 bar) (abs) at ambient temperature. سیال غیرقابل اشتعال ، غیر سمی و پایدار که در دمای محیط و فشار ۵۰ کیلو پاسکال (۰/۵ بار) بالای فشار اتمسفر بصورت گاز یا مخلوطی از گاز و مایع می باشد. به عبارت دیگر سیالی که دارای فشار بخار بالاتر از ۱۵۰ کیلو پاسکال (۱/۵ بار) مطلق در دمای محیط می باشد.	Nitrogen, carbon Dioxide ازت، گاز کربنیک
D د	Flammable, or unstable or toxic fluids which are in gaseous form or a mixture of gas and liquid at ambient temperature and 50 kPa (0.5 bar) above atmospheric pressure, i.e. having vapor pressure higher than 150 kPa (1.5 bar) (abs) at ambient temperature. سیال قابل اشتعال یا سمی یا غیر پایدار که در دمای محیط و فشار ۵۰ کیلو پاسکال (۰/۵ بار) بالای فشار اتمسفر بصورت گاز یا مخلوطی از گاز و مایع می باشد. به عبارت دیگر سیالی که دارای فشار بخار بالاتر از ۱۵۰ کیلو پاسکال (۱/۵ بار) مطلق در دمای محیط می باشد.	Natural gas, LPG, Ammonia گاز طبیعی ، گاز نفتی مایع ، آمونیاک

Note:

For definition of flammable, stable and toxic fluids see 3.2 of this Standard.

یادآوری:

برای تعریف سیالات آتش گیر، پایدار و سمی به بند ۳-۲ این استاندارد مراجعه شود.

7. DESIGN

۷- طراحی

7.1 General Considerations

۷-۱ ملاحظات عمومی

The relevant sections of ASME B31.4, B31.8 and other standards referred to and supplemented by this Standard shall be used for design of the pipeline in which the operating conditions and requirements, ease of inspection and maintenance, environmental conditions, safety requirements, geographic location, climatic, geotechnic and

قسمتهائی از ASME B 31.8 و ASME B 31.4 و سایر استانداردها که به آنها ارجاع شده است و توسط این استاندارد تکمیل شده اند باید برای طراحی خط لوله مورد استفاده قرار گیرند که در آن توصیه می شود که الزامات و شرایط عملیاتی، آسانی بازرسی، تعمیرات و نگهداری، شرایط محیطی، الزامات ایمنی، محل جغرافیایی، آب و هوا، شرایط خاک شناسی و

seismic conditions as well as future changes and expansions should be taken into account over the pipeline entire projected life cycle including its final abandonment.

7.2 Operational Requirements

In designing the pipeline and its associated piping systems, due account shall be given to the operation, inspection and maintenance requirements for the predicted life cycle and the planned conditions and criteria as set by and/or agreed in advance with the personnel responsible for the operation and maintenance of the pipeline. Due regard should also be given to manning levels, pipeline condition monitoring and maintenance system, remote operations, communications, means of access to the right-of-way, by-pass requirements for components needing regular maintenance without interruption of the pipeline operation, etc.

Requirements for pipeline integrity monitoring such as corrosion monitoring, leak detection, supervisory control and data acquisition (SCADA) shall be established at the design stage.

7.3 Economic Considerations (Optimization)

When there are alternatives for designing and constructing a pipeline, an economic analysis shall be carried out to determine the optimum design specifications to meet the specified operating requirements with the highest technical integrity in the best possible way at the lowest possible cost. The analysis should consider the following parameters as well as other factors which could have significant cost implications on the one hand and safety risks and environmental impacts on the other:

- a) Different pipe diameters, operating pressures, flow velocities, materials, etc.
- b) Distances between booster stations, with due consideration to other facilities required for operation and maintenance of booster stations.
- c) Alternative routes with their problems, peculiarities, impacts and risks with due consideration to the interaction between the pipeline and the environment during each stage of the pipeline life cycle.
- d) Various construction methods particularly at different crossings, difficult terrains, marshy areas, etc.

فصلی و نیز تغییرات و توسعه‌های بعدی برای تمام دوره زمانی اجرای پروژه خط لوله و مدت زمان در سرویس قرار نگرفتن آن بعد از اتمام پروژه در نظر گرفته شوند.

۷-۲ الزامات عملیاتی

نیازهای عملیاتی، بازرسی و تعمیرات و نگهداری خط لوله در مدت زمان پیش بینی شده برای عمر خط لوله و نیز معیارها و شرایط برنامه‌ریزی شده که از قبل با مسئولین عملیاتی و تعمیرات و نگهداری توافق شده است باید در طراحی خط لوله و سیستم لوله کشی مربوط به آن در نظر گرفته شود. میزان حضور افراد، پایش شرایط خط لوله و سیستم نگهداری آن، اجرای عملیات از راه دور، ارتباطات، دسترسی به جاده اختصاصی، نیاز به مسیرهای فرعی برای اجزایی که نیاز به تعمیرات منظم بدون از سرویس خارج کردن خط لوله دارند، عواملی هستند که توجه خاصی به آنها در زمان طراحی توصیه می‌شود.

الزامات برای پایش یکپارچه خط لوله نظیر پایش خوردگی، نشت یابی، کنترل نظارتی و کسب اطلاعات (SCADA) باید در مرحله طراحی تعیین گردند.

۷-۳ ملاحظات اقتصادی (بهینه سازی)

وقتی که برای طراحی و نصب خط لوله روشهای متعددی وجود داشته باشد، برای تعیین مشخصات طراحی بهینه مطابق با نیازهای عملیاتی با دقت فنی بالا و با بهترین روش و پایین ترین هزینه ممکن، یک بررسی اقتصادی باید انجام پذیرد. علاوه بر عواملی که اثرات مهمی در کاهش هزینه و ریسک‌های ایمنی و اهمیت اثرات زیست محیطی دارند، توصیه می‌شود که در بررسی های اقتصادی ذکر شده موارد زیر نیز در نظر گرفته شوند:

الف) قطرهای مختلف لوله، فشار عملیاتی، سرعت جریان، جنس مواد و غیره.

ب) فواصل بین ایستگاههای تقویت فشار، با توجه لازم به سایر تسهیلات مورد نیاز برای عملیات و تعمیرات و نگهداری ایستگاههای تقویتی.

ج) مسیرهای جایگزین و مشکلات آنها، حالات ویژه، آسیب ها و خطرات احتمالی و ملاحظات مقتضی به اثرات متقابل خط لوله با محیط در طی هر مرحله از دوره عمر خط لوله.

د) روشهای مختلف اجرایی به خصوص در تقاطع های مختلف، مناطق صعب العبور، مناطق باتلاقی و غیره.

7.4 Hydraulic Design

7.4.1 General considerations

Flow rate and/or pressure drop calculations may be made for the pipelines in various services using the formulas and methods set out and/or referred to in this Sub-section. Although the equations and methods for calculating the pressure drops quoted or referred to in this Sub-section have proved to be generally consistent with the actual experienced results during operation, nevertheless, more accurate methods of calculation should be considered for particular cases and where the fluid characteristics are fully known.

For a given pipe size, fluid characteristics and flow rate, a hydraulic analysis should be carried out to establish the possible range of operational parameters which should provide the pressure and temperature profiles along the pipeline for steady state and transient conditions for both summer and winter cases by taking full account of the possible changes in flow rates and operational modes over the life span of the pipeline.

The analysis should provide data to address the following:

- Surge pressure during sudden shut-down of the liquid lines.
- Turn-down limitation and inhibition or insulation requirements to avoid wax or hydrates or other impurities to deposit.
- Effect of flow rates on the efficiency of the corrosion inhibitors.
- Liquid catching and slug control requirement especially at the downstream end of two-phase lines or at the low pressure points.
- Effect of higher velocity ranges on impingement, cavitations and erosion on pipe wall, fittings and valves.
- Cleaning requirements for water and other corrosive substances which may deposit in the line. (Refer to API 1160)

7.4.2 Velocity limitations

For liquid lines the normal average flow velocities should be selected between 1 to 2 m/s.

۴-۷ طراحی هیدرولیکی

۴-۷-۱ ملاحظات عمومی

محاسبات مقدار جریان و یا افت فشار برای خطوط لوله در سرویسهای مختلف را میتوان با استفاده از فرمولها و روشهای بیان شده و یا ارجاع شده در این زیر بخش انجام داد. گرچه سازگاری معادلات و روشهای داده شده یا ارجاع شده در این زیربخش برای محاسبه افت فشار با نتایج تجربیات واقعی حاصله در ضمن عملیات کلاً به اثبات رسیده است، با وجود این در حالات خاص و در جایی که مشخصات سیال کاملاً شناخته شده است توصیه میشود روشهای محاسباتی دقیقتری مد نظر قرار داد.

برای قطر داده شده لوله، مشخصات سیال و مقدار جریان، یک تحلیل هیدرولیکی باید به کار رود تا محدوده قابل قبول پارامترهای عملیاتی که فراهم کننده کننده پروفیل فشار و دما در طول خط لوله در شرایط حالت پایدار و گذرا و در هر دو فصل تابستان و زمستان می باشد با در نظر گرفتن محاسبه تغییرات احتمالی در مقدار جریان ها و وضعیت های عملیاتی در عمر خط لوله را بدهد.

این تحلیل برای تهیه اطلاعات در مورد عوامل زیر می باشد:

- تغییر ناگهانی فشار در ضمن بسته شدن آنی خطوط مایع.
- محدوده حداقل جریان و باز دارنده ها یا نیازهای عایق کاری به منظور پرهیز از رسوب موم یا آب یا سایر ناخالصی ها.
- اثر مقادیر جریان روی کارایی بازدارنده های خوردگی.
- نیاز به جداسازی مایعات و یا کنترل لجن بخصوص در انتهای پایین دستی خطوط دو فلزی یا در نقاط دارای فشار پایین.
- اثر دامنه بالای سرعت جریان و بوجود آمدن پدیده های کاویتاسیون و سایش روی جداره لوله، اتصالات و شیرآلات؛
- الزامات تمیزکاری برای دفع موادی که ممکن است در اثر برخورد آب یا سایر مواد خورنده در لوله رسوب کرده باشند. (به API 1160 رجوع شود).

۴-۷-۲ محدودیتهای سرعت

توصیه می شود که در لوله های حاوی مایعات سرعت متوسط نرمال جریان بین ۱ تا ۲ متر در ثانیه انتخاب شود. از

Operations above 4 m/s should be avoided and lines containing a separate water phase (even in small quantity such as 1% water cut) should not operate at velocities below 1 m/s (to prevent water dropout which may create corrosive situations).

For gas lines the normal average flow velocities should be selected between 5 to 10 m/s and in special cases, continuous operations up to 20 m/s. Velocities lower than 5 m/s may have to be used for fluids containing solid particles where maximum velocity will be dictated by the occurrence of erosion.

Note:

The maximum velocity that can be attained by a compressible fluid is the critical or sonic velocity. In no case should the operating velocity exceed one half of the critical velocity.

For ideal gases critical velocity, $V_c = \sqrt{kgRT}$

Where:

- V_c Critical velocity, m/sec
- $K = \frac{C_p}{C_v}$ specific heat Ratio
- g Gravity acceleration, 9.81 m/sec²
- $R = R_o/M$: Gas constant
- $R_o = 8314$ J/kg mol/°K Universal Gas Constant
- M Mole weight, kg
- T Gas absolute temperature, degree Kelvin

Where a mixture of gas and liquid is being transported, the erosional velocity may be determined by $V_e = 1.22C/\sqrt{\rho_m}$

Where:

- V_e Erosional velocity, m/sec
- C Empirical constant = 125 for non-continuous operation and 100 for continuous operation
- ρ_m Density of the gas/liquid. mixture in kg/m³ at operating pressure and temperature (See Note 1 in Appendix C)

سرعت‌های عملیاتی بالای ۴ متر در ثانیه باید اجتناب نمود و در خطوط دارای فاز آب (حتی به مقدار کم مثل ۱ درصد) سرعت عملیاتی کمتر از ۱ متر در ثانیه (به منظور پرهیز از تشکیل قطرات آب که ممکن است تولید شرایط خورنده نماید) توصیه نمی گردد.

در خطوط گاز انتخاب سرعت متوسط نرمال جریان بین ۵ تا ۱۰ متر در ثانیه و در شرایط خاص عملیاتی مستمر تا ۲۰ متر در ثانیه توصیه می شود. برای سیالاتی که حاوی ذرات جامد هستند جایی که سایش تعیین کننده حداکثر سرعت می باشد ممکن است از سرعت های کمتر از ۵ متر در ثانیه اجباری گردد.

یادآوری:

حداکثر سرعتی که یک سیال تراکم پذیر می تواند بدست آورد سرعت بحرانی یا صوتی نامیده می شود. توصیه می شود که تحت هیچ شرایطی سرعت عملیاتی از نصف سرعت بحرانی تجاوز ننماید.

برای گازهای ایده آل سرعت بحرانی $V_c = \sqrt{kgRT}$ که در آن:

- V_c سرعت بحرانی m/sec
- $K = \frac{C_p}{C_v}$ نسبت گرمای ویژه
- g شتاب ثقل ۹/۸۱ m/sec²
- $R = R_o/M$ ثابت گاز
- R_o ثابت عمومی گازها = ۸۳۱۴ J/kg mol/°K
- M وزن ملکولی، کیلوگرم
- T دمای مطلق گاز، درجه کلوین

در جایی که مخلوطی از گاز و مایع منتقل می شود سرعت سایشی می توان از فرمول $V_e = 1.22C/\sqrt{\rho_m}$ محاسبه نمود.

که در آن:

- V_e سرعت سایشی، m/sec
- C ثابت تجربی = ۱۲۵ برای عملیات غیر مستمر و ۱۰۰ برای عملیات مستمر
- ρ_m چگالی مخلوط گاز و مایع بر حسب kg/m³ در فشار و دمای عملیاتی (یادآوری ۱ در پیوست ج ملاحظه شود)

If sand or other erosive solids are expected to be present, the fluid velocity should be reduced and/or special materials selected to avoid or reduce erosion.

However in two-phase lines (especially for long lines with elevation changes) the velocity shall be selected to have a suitable flow regime with minimum pressure drop across the lines.

7.4.3 Pressure drop calculations

7.4.3.1 Pressure drop in crude oil pipelines

a) For sizes up to DN 750 (NPS 30) and fully turbulent flow, the Service Pipeline Co. formula may be used (see Appendix A).

b) For sizes above DN 750 (NPS 30) the Shell/MIT (Massachusetts Institute of Technology) formula may be used for both laminar and turbulent flow (see Appendix B).

Notes:

1) As for diameter sizes of DN 750 (NPS 30) and below, the MIT equation also gives acceptable results, it may be used for laminar flow in all pipe sizes.

2) The above formulas have given accurate results for the crude oils presently produced from most of the fields in south of Iran (with API No ranging between 30 and 34). However, for crude oil properties which are substantially different, these formulas may not be accurate enough and therefore basic hydraulic principles shall be applied to determine the friction factor.

3) Flow lines should be sized primarily on the basis of flow velocity which should be kept at least below fluid erosional velocity (see Note in 7.4.2).

The pressure drop in the flow line as well as other design parameters shall be such that gas separation from the oil can not occur in the pipeline.

For estimating the pressure drop, the use of a simplified Darcy equation is recommended (see Appendix C). However, for appropriate hydraulic design of flow lines, a computer program shall be

در جایی که احتمال وجود شن یا سایر ذرات ساینده وجود دارد؛ توصیه می گردد که سرعت سیال را کم نمود و یا از جنس ویژه ای استفاده نمود که از سایش پرهیز یا کاسته گردد.

به هر حال در خطوط دو فاز (بخصوص در خطوط طویل با تغییرات ارتفاع) باید سرعتی را انتخاب نمود که سیال دارای یک رژیم جریانی مناسب با حداقل افت فشار در طول خط باشد.

۷-۴-۳ محاسبات افت فشار

۷-۴-۳-۱ افت فشار در خطوط لوله نفت خام

الف) برای لوله‌های تا قطر DN 750 (NPS 30) و جریان کاملاً متلاطم می توان از فرمول Service Pipeline Co. استفاده نمود (پیوست الف).

ب) برای لوله های با قطر بیشتر از DN 750 (NPS 30) میتوان از فرمول Shell/MIT (انستیتو تکنولوژی ماساچوست) برای هر دو جریان آرام و متلاطم استفاده شود (پیوست ب).

یادآوری‌ها:

۱) با توجه به اینکه فرمول MIT برای لوله های با قطر DN 750 (NPS 30) و کمتر نیز نتیجه قابل قبول می دهد لذا از این فرمول در جریان آرام در کلیه اندازه ها میتوان استفاده نمود.

۲) فرمولهای بالا برای نفت خامی که در حال حاضر در اکثر منابع نفتی جنوب ایران تولید می شوند (با شماره بندی API بین ۳۰ و ۳۴) نتایج دقیقی داده اند. به هر حال برای نفت خامی که دارای خواصی کاملاً مختلف می باشد ممکن است این فرمولها به حد کافی دقیق نباشند لذا برای تعیین ضریب اصطکاک باید از اصول هیدرولیکی پایه استفاده شود.

۳) توصیه می شود که مبنای اولیه محاسبه قطر لوله بر اساس سرعت جریان که کمتر از سرعت سایشی سیال نگه داشته می شود تعیین گردد (توضیح بند ۷-۴-۲ ملاحظه شود).

افت فشار در خط جریان و همینطور سایر پارامترهای طراحی باید طوری باشند که در خط لوله گاز از نفت جدا نشود.

برای تخمین افت فشار توصیه می شود از تابع ساده شده دارسی استفاده نمود (پیوست ج). به هر حال برای طراحی مناسب هیدرولیکی خطوط جریان باید از یک برنامه رایانه‌ای

used with due consideration to flow regime and well characteristics.

7.4.3.2 Pressure drop in refinery products pipelines

a) Gas oil and fuel oil

Service pipeline formula (Appendix A) may be used.

b) Kerosene, aviation turbine kerosene, gasoline, jet petroleum naphtha and condensate

The T.R Aude or Hazen-William's formulas may be used. (See Appendix D)

Note:

Hazen-William's formula also gives very accurate result for water pipelines.

7.4.3.3 Pressure drop in NGL pipelines

Pressure drop calculations may be made by using one of the appropriate methods given for liquid transmission. Due consideration should be given to the thermal expansion and contraction of the liquid due to temperature variations. Also pressure loss should not create vaporization and hence or otherwise two-phase flow in the pipeline.

7.4.3.4 Pressure drop in natural gas pipelines

For line sizes up to DN 300 (NPS 12) and operating pressures below 450 kPa, Weymouth formula may be used (see Appendix E).

For line sizes up to DN 300 (NPS 12) and operating pressures above 450 kPa, the Panhandle revised (or B) equation may be used (see Appendix F). For pipelines with diameters greater than DN 300 (NPS 12) the IGT/AGA formula may be used (see Appendix G).

Notes:

- 1) Gas gathering lines between wellhead separators and production units or NGL plants may contain liquids and the effect of two-phase flow should be taken into account in pressure drop calculations. Also the effect of liquid accumulation at low sections of the pipelines with provision of liquid knock-out traps, if necessary and where permitted, should

با توجه به رژیم جریان و مشخصات چاه استفاده نمود.

۷-۴-۳-۲ افت فشار در خطوط لوله محصولات پالایشگاهی

الف) نفت گاز و نفت کوره

از فرمول Service pipeline formula (پیوست الف) می توان استفاده نمود.

ب) نفت سفید، سوخت هواپیما، بنزین، سوخت جت و میعانات گازی

از فرمولهای TR Aude یا Hazen-William میتوان استفاده نمود (پیوست د).

یادآوری:

فرمول Hazen-William نتایج خیلی دقیقی برای خطوط لوله آب بدست می دهد.

۷-۴-۳-۳ افت فشار در خطوط لوله گاز طبیعی مایع شده

محاسبات افت فشار می تواند با استفاده از یکی از روشهای مناسب داده شده برای انتقال مایعات انجام گیرد. توصیه می گردد به انبساط و انقباض حرارتی مایع ناشی از تغییرات دما توجه گردد. همچنین افت فشار نایستی باعث تبخیر شود در اینصورت جریان دو فازه در خط لوله تشکیل می شود.

۷-۴-۳-۴ افت فشار در خطوط لوله گاز طبیعی

برای خطوط لوله با قطر تا DN 300 (NPS 12) و فشار عملیاتی کمتر از ۴۵۰ کیلو پاسکال میتوان از فرمول ویموت (پیوست ه) استفاده نمود.

برای خطوط لوله با قطر تا DN 300 (NPS 12) و فشار عملیاتی بیشتر از ۴۵۰ کیلو پاسکال میتوان از معادله تجدید نظر شده (یا ب) پان هندل (پیوست و) استفاده نمود. برای خطوط لوله با قطر بیشتر از DN 300 (NPS 12) می توان از فرمول IGT/AGA (ضمیمه ز) استفاده نمود.

یادآوری ها:

- ۱) خطوط جمع آوری گاز بین جداکننده های سرچاهی و واحدهای بهره برداری یا کارخانه های گاز طبیعی مایع شده ممکن است حاوی مایعاتی باشد و لذا بایستی اثرات جریان دو فازی در محاسبات افت فشار در نظر گرفته شوند. همچنین در طراحی بایستی اثرات جمع شدن مایعات در نقاط تحتانی خطوط لوله و در صورت لزوم و

be considered in the design.

2) If periodical cleaning of the pipeline from liquids and other deposits is considered necessary by running pigs during operation, due regard should be given to the additional pressure requirements for pigging.

3) Increased system availability by having the possibility of line packing should be considered by excluding sections of decreasing design pressure in the pipeline.

7.5 Mechanical Design

7.5.1 General considerations

7.5.1.1 Application of codes (category B fluids)

Pipelines carrying Category B fluids should be designed and constructed in accordance with ASME B 31.4 and the additional requirements of this Standard.

7.5.1.2 Application of codes (category C and D fluids)

Pipelines carrying category C or D fluids should be designed and constructed in accordance with ASME B 31.8 and the additional requirements of this Standard.

Notes:

1) Although LPG and anhydrous ammonia are covered by ASME B 31.4 but according to this Standard they fall under category D and therefore pipelines carrying these products should be designed to ASME B 31.8.

2) Mechanical design for flow lines at the inhabited areas should be considered 50% of SMYS.

7.5.1.3 Welding

Welding of carbon steel pipeline shall comply with [IPS-C-PI-270](#).

7.5.1.4 Pigging requirements

All pipelines shall be designed to have the capability of passing suitable types of pigs through them as and when required.

Permanent pigging facilities should be considered for those pipelines which require frequent pigging

مجاز بودن تله جداکننده مایع در نظر گرفته شود.

۲) اگر در ضمن عملیات تمیز کاری دوره ای خطوط لوله از مایعات یا سایر رسوبات با استفاده از توپک لازم به نظر برسد باید فشار اضافی مورد نیاز برای توپک رانی در نظر گرفته شود.

۳) توصیه می شود به منظور افزایش قابلیت تحمل سامانه خط لوله، اثرات افزایش فشار ناشی از تراکم گاز در خط لوله بدون در نظر گرفتن مقاطعی که باعث تقلیل فشار طراحی می گردند مورد بررسی قرار گیرند.

۵-۷ طراحی مکانیکی

۱-۵-۷ ملاحظات عمومی

۱-۵-۷-۱ کاربرد آئین نامه ها (سیالهای دسته B)

توصیه می شود خطوط لوله حاوی سیالات دسته B طبق استاندارد ASME B 31.4 و الزامات اضافی این استاندارد طراحی و ساخته شوند.

۱-۵-۷-۲ کاربرد قوانین (سیالهای دسته C و D)

خطوط لوله حاوی سیالات دسته C یا D بایستی طبق استاندارد ASME B 31.8 و الزامات اضافی این استاندارد طراحی و ساخته شوند.

یادآوری:

۱) اگر چه درباره گاز مایع نفت و آمونیاک بدون آب در استاندارد ASME B 31.4 بحث شده است اما طبق این استاندارد آنها جزء دسته بندی "D" قرار گرفته اند، بنابراین خطوط لوله حاوی این سیالات توصیه می شود طبق ASME B 31.8 طراحی شوند.

۲) توصیه می شود که برای طراحی مکانیکی خطوط جریان در مناطق مسکونی ۵۰ درصد مقدار SMYS در نظر گرفته شود.

۱-۵-۷-۳ جوشکاری

جوشکاری خطوط لوله از جنس فولاد کربنی باید طبق استاندارد [IPS-C-PI-270](#) انجام شود.

۱-۵-۷-۴ الزامات توپک رانی

تمام خطوط لوله باید به نحوی طراحی شوند که در صورت نیاز انواع توپک های مناسب از داخل آنها قابل عبور باشد.

توصیه می شود برای آن خطوط لوله ای که نیاز مکرر به توپک رانی دارند و یا دارای محدودیتهای عملیاتی هستند تسهیلات

and/or have operational constraints. The distance between pigging stations should be determined on the basis of anticipated pig wear and amount of collected solids which can be pushed through as well as time required for traveling of pig between launcher and receiver. Bends should have a sufficient radius to allow passage of those types of pigs which are anticipated to pass through them. The minimum radius of bend shall be 7D.

Permanent pig signalers should only be considered when frequent pigging operations are anticipated. Flush mounted ancillary equipment, barred tees and sphere tees with suitable drainage facilities should be considered where appropriate.

Pig launcher and receiver systems for pipelines shall be designed in accordance with [IPS-M-PI-130](#).

Valves to be used in the pipeline which will be pigged shall be full bore through-conduit gate valve or full bore ball valves.

Reduced bore wedge gate or ball valves may be used in piping which is not to be pigged. Check valves should not normally be installed in pipelines which will be pigged unless they have special design to make them capable of passing pigs.

7.5.1.5 Hydrostatic testing

The pipeline and associated piping system to be hydrostatically tested in accordance with [IPS-C-PI-370](#).

7.5.1.6 Block valves

Block valves should be provided at each end of all pipelines, at all connections and branches of the pipeline and where necessary for safety and maintenance reasons to isolate long pipelines into sections as to limit the release of line content in case of leaks or line ruptures.

The appropriate method of operating block valves (i.e. locally, or automatically) shall be determined from the likely effects of a leak or line rupture and its acceptable released volume based on the total

توپک رانی دائمی در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود که فاصله ایستگاههای توپک رانی بر مبنای پیش بینی مقدار فرسایش توپک و مقدار مواد جامد جمع شده که توپک قادر به حرکت دادن آنها باشد و نیز مدت زمان لازم جهت حرکت توپک بین ایستگاههای ارسال و دریافت توپک محاسبه شود. توصیه می‌شود که شعاع خم ها به اندازه کافی باشد که عبور انواع توپک پیش بینی شده از داخل آنها امکان پذیر شود. شعاع خم حداقل باید ۷ برابر قطر باشد.

توصیه می‌شود که فقط مواقعی که عملیات توپک رانی مکرر پیش بینی می‌شود علامت دهنده‌های دائمی توپک در نظر گرفته شود. تجهیزات جانبی نصب شده به صورت هم سطح با لوله، سه راهی های مجهز به میله هدایت و سه راهی های گوی های تمیز کننده با تأسیسات تخلیه باید در محل های مناسب در نظر گرفته شوند.

سیستم های ارسال و دریافت توپک خطوط لوله باید طبق استاندارد [IPS-M-PI-130](#) طراحی شوند.

شیرهای مورد استفاده در خطوط لوله ای که در داخل آنها توپک عبور خواهد کرد باید از نوع شیر دروازه ای یا توپی با مجرای هم اندازه لوله باشند.

نصب شیرهای دروازه ای یا توپی که دارای مجرای هم اندازه لوله نیستند در لوله های که توپک رانی نمی شوند امکان پذیر می باشد. توصیه میشود که در مسیر لوله هایی که توپک رانی خواهند شد شیر یکطرفه نصب نشود مگر آنکه دارای طراحی مناسب برای عبور توپک باشند.

۷-۱-۵-۷ آزمایش ایستائی با آب

خط لوله و سامانه های لوله کشی وابسته به آن باید طبق استاندارد [IPS-C-PI-370](#) آزمایش ایستائی با آب شوند.

۷-۱-۵-۷ شیرهای مسدود کننده

توصیه می شود که در دو انتهای خط لوله و روی کلیه اتصالات و انشعابات مربوط به آن و هر نقطه ای که به دلایل ایمنی و یا تعمیرات و نگهداری لازم به نظر می رسد شیر مسدود کننده نصب گردد تا بدین وسیله خط لوله به قسمتهای کوچکتری تقسیم شده و در صورت بروز نشتی و یا ترکیدن خط از تخلیه شدن کل محتوای خط لوله جلوگیری بعمل آید.

در صورت بروز نشتی و یا ترکیدن لوله و با توجه به مدت زمانی که برای ردیابی و پیدا نمودن محل نشتی و مجزا کردن آن صرف میشود باید روش مناسبی برای عمل نمودن شیر

time in which a leak can be detected, located and isolated.

Automatic valves can be activated by detection of low pressure, increased flow, rate of loss of pressure or a combination of these, or a signal from a leak detection system. Automatic valves shall be fail-safe. The closure time of the valves shall not cause unacceptably high surge pressures. The emergency shutdown valves shall be automatically actuated when an emergency shutdown condition occurs at the plant or facility.

7.5.1.7 Thermal relief valves

Thermal relief valves should be considered for each section of liquid filled pipeline (including pig traps) that could be isolated by or between valves.

7.5.1.8 Vents and drains

Vent and drain connections shall be provided for satisfactory testing, commissioning and operation.

7.5.1.9 Valves and flanges

The rating of valves should be adequate for MAIP and test pressures of the pipeline subject to ASME B 31.4 and B 31.8 pressure and temperature limitations.

The number of flanges in the pipeline and piping systems should be kept to a minimum and should be installed only to facilitate maintenance and inspection and where construction conditions or process requirements dictate. Tie-in welds are preferred.

7.5.1.10 Double block and bleed system

Double block and bleed system should be used in the situations where isolation of the main stream from the ancillary equipment is needed for safe operation and maintenance without depressurizing the pipeline.

7.5.1.11 Emergency depressurization facilities

Emergency depressurization facilities shall be considered at one end of all pipelines and for category C and D fluids, at each sectionalizing valve location. The material specified for the blowdown system should be suitable for low temperatures encountered during blowdown of

مسدود کننده (در محل یا بطور خودکار) تعیین نمود تا مقدار حجم سیال آزاد شده به حداقل برسد.

شیرهای خودکار می توانند در صورت بروز فشار پایین، ازدیاد جریان، میزان از افت فشار و یا ترکیبی از این عوامل و یا توسط علائم ارسالی از سامانه ردیاب نشتی عمل نماید. شیرهای خودکار باید در هنگام بروز حوادث منجر به ایمنی سامانه گردند. زمان بسته شدن شیرها نباید باعث ایجاد تغییرات ناگهانی فشار بالا و غیر قابل قبول شود. در صورت بروز شرایط توقف اضطراری در تأسیسات یا کارخانه مربوطه شیرهای اضطراری باید بصورت خودکار عمل نمایند.

۷-۱-۵-۷ شیرهای اطمینان حرارتی

توصیه می شود برای هر قسمتی از خط لوله که با مایع پر شده است (از جمله تله توپک) و بتواند توسط یک شیر یا قرار گرفتن بین دو شیر مجزا شود از شیر اطمینان حرارتی استفاده شود.

۷-۱-۵-۸ هواگیری و تخلیه

به منظور انجام رضایت بخش آزمایش فشار، راه اندازی و عملیات باید اتصالات هواگیری و تخلیه پیش بینی گردد.

۷-۱-۵-۹ شیرها و فلنج ها

با در نظر گرفتن محدودیتهای فشار و دما در استانداردهای ASME B 31.4 و B 31.8 ، رده فشاری شیرها باید برای MAIP و فشار آزمایش مناسب باشد.

توصیه می شود که تعداد فلنج استفاده شده در خطوط لوله و سامانه لوله کشی حداقل باشد و فقط برای تسهیل تعمیرات و نگهداری و یا بازرسی و یا هر موقعیتی که شرایط نصب یا الزامات فرایندی تعیین می کند فلنج نصب گردد. ترجیحاً اتصالات نهائی جوشی باشند.

۷-۱-۵-۱۰ سیستم دوگانه انسداد و تخلیه

توصیه می شود که به منظور عملیات ایمن و تعمیر و نگهداری خطوط لوله بدون انداختن فشار در محل هایی که نیاز به مجزا نمودن جریان اصلی از تجهیزات جانبی باشد از سیستم دوگانه انسداد و تخلیه استفاده شود.

۷-۱-۵-۱۱ تسهیلات جهت انداختن فشار در مواقع

اضطراری

تسهیلات جهت انداختن فشار در مواقع اضطراری باید در یک طرف خط لوله در نظر گرفته شود و برای سیالات دسته "C" و "D" در هر قسمتی که توسط شیر قسمت بندی شده است. توصیه می شود جنس مواد تخصیص داده شده برای سیستم تخلیه برای درجه حرارت های پایین که در ضمن تخلیه

category C and D fluids. The capacity of the blowdown system should be such that the pipeline can be depressurized as rapidly as practicable. Due regards should be given to the control of excessive movements and vibration of the system due to forces created by sudden blowdown.

7.5.1.12 Overpressure protection system

Any type of pressure control system shall not be considered as an overpressure protection system. An overpressure protection system (consisting of mechanical safety/relief valves) shall be fitted between the pipeline and the upstream facilities which can generate pressures in excess of MAIP of the pipeline. MAOP shall not be exceeded at any point along the pipeline during normal continuous operations and MAIP shall not be exceeded at any point along the pipeline during upset conditions of limited frequency and duration.

The pipeline system shall be designed such that surge pressure cannot exceed MAIP at any point along the pipeline and will not trigger the overpressure protection system if fitted for protection from upstream facilities.

The occurrence of pressure surges should be determined for fluids with high density and low compressibility (such as liquid fluids) by transient pressure analysis, using a specialized simulation computer program. The location of the highest pressure points along the pipeline should be recognized specially in hilly terrain.

Unacceptably high surge pressures shall be prevented by one or a combination of the following methods:

- Valve closure speed reduction.
- Special fast-response pressure relief systems close to the point of surge initiation.
- Strict adherence to well formulated operating procedures (especially when other methods are insufficient).

7.5.1.13 Pipeline stability

Sections of the pipelines in swamps, floodable areas, high water table areas, river crossings, etc.

سیالات دسته "C" و "D" با آن مواجه خواهیم بود مناسب باشد. توصیه می شود ظرفیت سیستم تخلیه چنان باشد که خط لوله بتواند با حداقل زمان ممکن تخلیه گردد. جهت کنترل جابجا شدن بیش از حد و لرزش سیستم بعلت نیروی تولید شده در ضمن تخلیه ناگهانی ملاحظات مقتضی بعمل آید.

۷-۵-۱-۱۲ سیستم محافظتی در مقابل فشار بیش از حد

هر سیستم کنترلی فشار را نباید به عنوان سیستم محافظتی در مقابل فشار بیش از حد در نظر گرفت. سیستم محافظتی در مقابل فشار بیش از حد (شامل شیرهای ایمنی / اطمینان مکانیکی) باید بین خط لوله و تأسیسات بالا دستی که می تواند تولید فشاری بالاتر از MAIP خط لوله بنماید نصب گردد. در هر نقطه از طول خط لوله ضمن عملیات مداوم و نرمال نباید فشار از MAOP تجاوز نماید و در هر نقطه از خط لوله در شرایط آشفتگی با تواتر و مدت محدود نباید فشار از MAIP بیشتر شود.

سیستم خط لوله باید طوری طراحی شود که فشار حاصل از تغییر فشار ناگهانی نتواند در هیچ نقطه در مسیر خط لوله از MAIP بیشتر شود و اگر برای محافظت خط لوله از تأسیسات بالا دستی سیستم حفاظتی در مقابل فشار بیش از حد نصب شده باشد این فشار نباید باعث راه اندازی این سیستم شود.

برای سیالات با جرم مخصوص بالا و قابلیت فشردگی پایین (مثل سیالات مایع) توصیه می شود با تحلیل فشار گذرا و با استفاده از برنامه کامپیوتری تخصیصی شبیه سازی وقوع تغییر فشار ناگهانی مشخص گردد. توصیه می شود نقاط دارای بالاترین فشار در طول مسیر خط لوله مخصوصاً در مناطق تپه ماهوری مشخص شوند.

با استفاده از هر یک و یا ترکیبی از روشهای زیر باید از بروز : تغییر فشار ناگهانی غیر قابل قبول جلوگیری نمود.

- کاهش سرعت بسته شدن شیر.
- واکنش سریع سیستم مخصوص آزاد سازی فشار نزدیک نقطه شروع تغییر ناگهانی فشار.
- تبعیت اکید از روشهای عملیاتی که به نحو شایسته تنظیم شده است (مخصوصاً در حالاتی که سایر روشها کافی نیستند).

۷-۵-۱-۱۳ پایداری خط لوله

قسمتهایی از خط لوله که از مناطق باتلاقی، سیل گیر، آبهای زیرزمینی نزدیک به سطح زمین، تقاطع رودخانه ها و نظایر

shall be stable under the combined action of hydrostatic and hydrodynamic forces. The negative buoyancy should be sufficient to prevent unacceptable lateral and vertical movements and displacement of the pipeline. One or a combination of the following methods can be employed to achieve on-bottom stability:

- Increasing the pipe wall thickness.
- Applying concrete weight coating.
- Installing spaced anchor points set-on weights or bolt-on weights.
- Burying the pipeline.

The pipeline shall be stable while empty or filled with water (for test) or with fluid for which it is designed. When calculating the negative buoyancy the density of water-logged backfill mud shall be taken into account.

Special consideration shall be given to possible differential settlements in weak soils which may cause damage to the pipeline.

7.5.2 Pipeline wall thickness calculating basis

7.5.2.1 Minimum wall thickness

The nominal pipe wall thickness shall not be less than 4.8 mm and shall be calculated according to ASME B 31.4 for category B service and ASME B 31.8 for categories C and D services.

Special attention shall be paid to the requirements given in the above mentioned standards for the least wall thickness of the pipe when the ratio of pipe nominal diameter to wall thickness exceeds 96.

7.5.2.2 Design factors (for hoop stress limitation)

The recommended design factors for the calculation of the nominal wall thickness (excluding any corrosion allowance) are given in the following table, derived from ASME B 31.8 Table 841.114 B but expanded.

آن می گذرند باید در مقابل نیروهای استاتیکی، دینامیکی آب حالت پایدار داشته باشند. شناوری منفی باید به حدی باشد که از حرکات غیر قابل قبول عرضی و عمودی و از جابجا شدن خط لوله جلوگیری نماید. یکی از روش های زیر یا ترکیبی از آنها را میتوان جهت پایداری زیر و روی خط لوله به کار برد:

- اضافه نمودن ضخامت جداره لوله.
- اعمال پوشش وزنه ای بتنی.
- نصب وزنه های مهار کننده در فواصل مشخص به صورت زینی یا پیچی.
- دفن خط لوله.

خط لوله باید در مواقع پر و خالی شدن از آب (برای آزمایش فشار) یا سیالی که برای انتقال آن طراحی شده است حالت پایدار داشته باشد. موقع محاسبه مقاومت در برابر شناوری بایستی جرم مخصوص گل و لای درون کانال در نظر گرفته شود.

باید توجه خاصی به امکان نشست ناموزون خط لوله در زمینهای سست که ممکن است به خط لوله صدمه زند مبذول گردد.

۷-۵-۲ مبانی محاسبه ضخامت جداره خط لوله

۷-۵-۲-۱ حداقل ضخامت جداره

ضخامت اسمی جداره لوله نباید کمتر از ۴/۸ میلیمتر بوده و باید برای سرویس دسته "B" طبق استاندارد ASME B 31.4 و برای سرویس دسته "C" و "D" طبق استاندارد ASME B 31.8 محاسبه گردد.

در مواردی که نسبت قطر اسمی به ضخامت جداره لوله از ۹۶ تجاوز نماید باید توجه خاصی به الزامات استانداردهای ذکر شده در بالا برای حداقل ضخامت لوله به عمل آید.

۷-۵-۲-۲ ضرایب طراحی (برای حد تنش حلقوی)

ضرایب طراحی توصیه شده برای محاسبه ضخامت جداره اسمی لوله (بدون در نظر گرفتن میزان مجاز برای خوردگی) در جدول زیر که بسط یافته جدول B 841.114 از استاندارد ASME B 31.8 می باشد داده شده است.

TABLE 2 - DESIGN FACTORS FOR ONSHORE STEEL PIPELINES
جدول ۲- ضرایب طراحی برای خطوط لوله فولادی در خشکی

FLUID CATEGORY دسته بندی سیال	B	C AND D			
APPLICABLE ASME CODE استانداردهای ASME قابل کاربرد	B 31.4 (Note 1)	B 31.8			
Location classes کلاس موقعیت ها	1, 2, 3 and 4	1	2	3	4
Pipelines خطوط لوله	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Crossings (Note 2) تقاطع ها (یادآوری ۲)	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Private roads جاده های خصوصی	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Unimproved public roads جاده های عمومی اصلاح نشده	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Roads, highways, streets and railways جاده ها، بزرگراهها، خیابانها و راه آهن	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Rivers, dunes and beaches رودخانه ها، تپه های شنی و سواحل					
Parallel encroachments (Note 3) تجاوز خط لوله به حریم بصورت موازی (یادآوری ۳)					
Private roads جاده های خصوصی	0.72	0.72	0.60	0.50	0.40
Unimproved public roads جاده های عمومی اصلاح نشده	0.72	0.60	0.60	0.50	0.40
Roads, highways, streets and railways جاده ها، بزرگراهها، خیابانها و راه آهن	0.72	0.60	0.60	0.50	0.40
Fabricated assemblies (Note 4) مجموعه های پیش ساخت (یادآوری ۴)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Pipelines on bridges خطوط لوله روی پلها	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Near concentration of people نزدیک محل های پر جمعیت	0.72	0.50 (Note 5)	0.50 (Note 5)	0.50	0.40
Pipelines, block valve stations and pig trap stations (Note 6) خطوط لوله، ایستگاههای شیرهای مسدود کننده و ایستگاههای تله توپک (یادآوری ۶)	0.60	0.60	0.60	0.50	0.40
Compressor station piping لوله کشی ایستگاههای تقویت فشار	-----	0.50	0.50	0.50	0.40

یادآوری ها:
Notes:

1) ASME B 31.4 does not use design factors other than 0.72, which is considered inappropriate at critical locations (e.g. crossings, within plant fences), and for fabricated assemblies. In these situations, design factors in line with ASME B 31.8 location Class 1 are recommended.

2) ASME B 31.8 differentiates crossings with casings and without casings. Because of the poor experience of cased crossings (i.e. annular corrosion), the same design factor is

۱) بر اساس استاندارد ASME B 31.4 از ضرایب طراحی دیگری غیر از ۰/۷۲ استفاده نمی شود، که در نقاط بحرانی (برای مثال در تقاطع ها، در داخل محدوده کارخانه ها) و برای مجموعه های پیش ساخته شده مناسب به نظر نمی رسد. در این موقعیت ها توصیه می گردد که از ضرایب طراحی مربوط به کلاس موقعیت ۱ طبق ASME B 31.8 استفاده شود.

۲) در استاندارد ASME B 31.8 تقاطع های با استفاده از غلاف و بدون غلاف متمایز از هم می باشند. با توجه به تجربه نامطلوب کاربرد غلاف در تقاطع ها (به عبارت دیگر

recommended, whether a casing is used or not. Design factors for crossings of rivers, dunes and beaches, not included in ASME B 31.8, are provided.

3) Parallel encroachments are defined as those sections of a pipeline running parallel to existing roads or railways, at a distance less than 50 meters.

4) Fabricated assemblies include pig traps, valve stations, headers, finger type slug catchers, etc.

5) Concentrations of people are defined in ASME B 31.8 Article 840.3.

6) This category, not specifically covered in ASME B 31.8, is added for increased safety.

7.5.2.3 Strain based design for hot products pipelines

For hot products pipelines (above 80°C) strain based approach may be used. In this case a maximum permanent deformation strain of 2% is acceptable.

7.5.2.4 Temperature derating factors

Derating factors for carbon steel materials operating at above 120°C should be used in accordance with Table 841.116A of ASME B 31.8. For duplex stainless steel, derating is required at lower temperatures (above 50°C).

7.6 Pipeline Risks

7.6.1 General

The risk associated with the pipeline, in terms of the safety of people, damage to the environment and loss of income depends on the expected failure frequency and the associated consequence, which is directly related to the type of fluids transported and the sensitivity of locations of the pipeline. In this context, pipeline failures are defined as loss of containment.

The potential pipeline failures, causes and their consequences should be inventories and taken into

خوردگی (حلقوی) اعمال ضرایب طراحی یکسان برای تقاطع های با غلاف و بدون غلاف توصیه می شود. ضرایب طراحی برای تقاطع با رودخانه ها، تپه های شنی و سواحل که در ASME B 31.8 وجود ندارند در این جدول ذکر گردیده است.

۳) تجاوز خط لوله به حریم به صورت موازی آن قسمتهایی از خط لوله گفته می شود که در فاصله ای کمتر از ۵۰ متر به موازات جاده ها یا ریل های راه آهن موجود کشیده شده اند.

۴) مجموعه های پیش ساخت شامل تله های توپک، ایستگاههای شیر، لوله های اصلی، لجن گیر های نوع انگشتی و نظایر آن می باشند.

۵) محل تمرکز جمعیت در بند 840.3 استاندارد ASME B 31.8 مشخص گردیده است.

۶) در استاندارد ASME B 31.8 به این دسته اشاره ای نشده است و برای بالا بردن ایمنی اضافه شده است.

۷-۲-۳ طراحی بر مبنای کرنش برای خطوط لوله حاوی فرآورده های با دمای بالا

برای خطوط لوله فرآورده های با دمای بالا (بالای ۸۰ درجه سانتیگراد) ممکن است از شیوه ای بر مبنای کرنش استفاده شود. در این حالت حداکثر کرنش تغییر شکل دائمی دو درصد قابل قبول است.

۷-۲-۴ ضرایب کاهش حد تنش ناشی از دما

ضرایب کاهش حد تنش برای لوله های فولادی در دمای عملیاتی بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتیگراد توصیه می شود طبق جدول 841.116 A از استاندارد ASME B 31.8 مورد استفاده قرار گیرند. برای لوله های از جنس فولاد ضد زنگ دوبلکس کاهش حد تنش در دماهای پایین تری (بالای ۵۰ درجه سانتیگراد) مورد نیاز است.

۷-۶ خطر پذیری خطوط لوله

۷-۶-۱ عمومی

خطر پذیری وابسته به خط لوله، نظیر ایمنی افراد، صدمه به محیط زیست و از دست دادن درآمد منوط به تواتر خرابی های مورد انتظار خط و نتایج ناشی از آن است که مستقیماً به نوع سیالی که منتقل میشود و حساسیت محل خط لوله ارتباط دارد. در این زمینه خرابی های خط لوله به از دست دادن سیال تعبیر میگردد.

توصیه می شود که خرابی های بالقوه خط لوله، دلایل و نتایج حاصله از آنها جمع آوری شده و در فلسفه طراحی و عملیات

account in the design and the operating philosophy. The most common pipeline threats which may lead to the loss of technical integrity are given below.

- Internal corrosion and hydrogen induced cracking (HIC).
- Internal erosion.
- External corrosion and bi-carbonate stress corrosion cracking.
- Mechanical impact, external interference.
- Fatigue.
- Hydrodynamic forces.
- Geo-technical forces.
- Growth of material defects.
- Over pressurization.
- Thermal expansion forces.

Notwithstanding the requirements of the ASME B31.4/8 and this standard, the factors which are critical to public safety and the protection of the environment should be analyzed over the entire life of the pipeline, including abandonment. The risk should be reduced to as low as reasonably practicable, with the definite objective of preventing leaks. The level of risk may change with time, and it is likely to increase to some extent as the pipeline ages.

7.6.2 Safety risk assessments

A formal quantitative risk assessment (QRA) should be carried out in the following situations with specified location classes.

- Fluid category B and C in location classes 3 and 4.
- Fluid category D in all location classes.

The assessment should confirm that the selected design factors clause (7.5.2.2) and proximity distances (9.3) are adequate.

The risk depends firstly on the expected frequency of failure, due to internal and external corrosion, external loading (e.g. impacts, settlement differences, and free spans), material or construction defects, and operational mishaps. Secondly, it depends on the consequences of the failure, based on the nature of the fluid in terms of flammability, stability, toxicity and polluting

در نظر گرفته شوند. بیشترین خطرات معمول برای خط لوله که ممکن است باعث از دست دادن یکپارچگی آن شود در زیر آورده شده است:

- خوردگی داخلی و ترکهای ناشی از نفوذ هیدروژن.
- سایش داخلی.
- خوردگی خارجی و ترکهای خوردگی تنش ناشی از بی کربنات.
- ضربات مکانیکی، صدمات خارجی.
- خستگی فلز.
- نیروهای هیدرودینامیکی.
- نیروهای ژئوتکنیکی.
- گسترش عیوب مواد.
- فشار بیش از حد.
- نیروهای حاصل از انبساط حرارتی.

با وجود الزامات ASME B 31.4/8 و این استاندارد، توصیه می شود که عواملی که برای ایمنی عمومی و حفاظت محیط زیست بحرانی هستند برای طول عمر خط لوله از جمله مدت زمانی که متروک نگه داشته شده است تحلیل گردند. توصیه می شود که با در نظر گرفتن هدف مشخص جلوگیری از بروز نشتی، خطرپذیری تا آنجا که منطقاً عملی است پایین آورده شود. سطح خطرپذیری ممکن است با زمان تغییر نماید، به نظر میرسد که تا حدودی با گذشت عمر خط لوله افزایش یابد.

۶-۲ ارزیابی های خطر پذیری ایمنی

توصیه می شود که ارزیابی کمی و رسمی خطرپذیری در حالات زیر با مشخص نمودن کلاس موقعیت انجام پذیرد.

- سیالات دسته (B) و (C) در کلاسهای موقعیت ۳ و ۴

- سیالات دسته (D) در تمام کلاسهای موقعیت محل

توصیه می شود که این ارزیابی کافی بودن مقادیر انتخابی برای ضرایب طراحی (بند ۷-۲-۵-۲) و فاصله همجواری (بند ۹-۳) را تأیید نماید.

خطرپذیری خط لوله در درجه اول مربوط به تواتر خرابی های مورد انتظار به علت خوردگی های داخلی و خارجی، بارهای خارجی (برای مثال ضربه ها، اختلاف های نشست و دهنه های آزاد)، عیوب مواد یا ساخت، و مشکلات عملیاتی می باشد. در درجه دوم مربوط به پی آمدهای خرابی بر مبنای طبیعت سیال، از نظر قابلیت اشتعال، پایداری، اثرات سمی بودن و

effect, the location of the pipeline in terms of ignition sources, population densities and proximity to occupied buildings, and the prevailing climatic conditions. The expected frequency of failure and the possible consequences may be time-dependent and should be analyzed over the entire life of the pipeline.

Risks levels can be reduced by using lower design factors (e.g. higher wall thickness or stronger steel), rerouting, providing additional protection to the pipeline, application of facilities to minimize any released fluid volumes, and controlled methods of operation, maintenance and inspection.

Note:

Pipelines with a wall thickness lower than 10 mm are susceptible to penetration, even by small mechanical excavators. External interference by third parties is a major cause of pipeline failures.

Specific precautions against this type of hazard should be addressed; this is particularly relevant to pipelines transporting category C and D fluids.

7.6.3 Environmental impact assessments

An environmental impact assessment (EIA) shall be carried out for all pipelines or groups of pipelines.

EIA is a process for identifying the possible impact of a project on the environment, for determining the significance of those impacts, and for designing strategies and means to eliminate or minimize adverse impacts.

An EIA should consider the interaction between the pipeline and the environment during each stage of the pipeline life cycle. The characteristics of the environment may affect pipeline design, construction method, reinstatement techniques, and operations philosophy.

8. MATERIALS

8.1 General

Depending mainly on the type of the fluid to be transported, specially its corrosivity, flow regime, temperature and pressure, the selection of pipeline material type can become a fundamental issue which should be decided at the conceptual design stage of a pipeline project. The most frequently used pipeline materials are metallic, especially carbon steel. Since the protection of internal

آلودگی، محل و استقرار خط لوله از نظر نزدیکی به منابع تولید جرقه، تراکم جمعیت و همجواری ساختمانهای مسکونی و شرایط آب و هوایی غالب می باشد. تواتر خرابی های مورد انتظار و پی آمدهای آن ممکن است تابعی از زمان بوده و توصیه می شود که در طول عمر خط لوله تحلیل گردد.

سطح خطرپذیری را می توان با استفاده از ضرایب طراحی پایین تر (برای مثال ضخامت بدنه بالاتر یا فولاد قوی تر)، تغییر مسیر، تهیه محافظ های اضافی برای خط لوله، کاربرد تسهیلات برای به حداقل رساندن حجم سیال آزاد شده و کنترل روشهای عملیاتی، تعمیرات و بازرسی پایین آورد.

یادآوری:

دیواره خطوط لوله با ضخامت بدنه کمتر از ۱۰ میلیمتر حتی با وسایل کوچک حفاری مکانیکی مستعد به نفوذ هستند. بزرگترین دلیل خرابی خط لوله دخالت خارجی توسط گروههای شخص ثالث می باشد.

توصیه می شود که اقدامات پیشگیرانه ویژه ای در مقابل این نوع صدمات انجام پذیرد؛ این اقدامات مخصوصاً در مورد خطوط لوله هائی که سیالات دسته (C) و (D) را انتقال می دهند انجام پذیرد.

۷-۶-۳ ارزیابی تأثیرات زیست محیطی

یک ارزیابی تأثیرات زیست محیطی (EIA) برای کلیه خطوط لوله یا گروههایی از خطوط لوله باید انجام گیرد.

این ارزیابی (EIA) فرآیندی است برای بررسی تأثیرات احتمالی زیست محیطی پروژه، برای تعیین اهمیت این تأثیرات، و برای استراتژی های طراحی و تدابیر حذف یا تقلیل اثرات مضر آن.

در ارزیابی تأثیرات زیست محیطی توصیه می شود اثرات متقابل خط لوله و محیط زیست در هر مرحله عمری خط لوله بررسی گردد. خصوصیات محیط زیست ممکن است روی طراحی خط لوله، روش اجرا، روش های بازگردانی به حالت اولیه و فلسفه عملیات اثر بگذارد.

۸- جنس مواد

۸-۱ عمومی

بطور کلی بسته به نوع سیالی که انتقال داده می شود مخصوصاً خوردگی، نوع جریان، دما و فشار آن، انتخاب جنس مواد خط لوله می تواند یک مسئله اساسی باشد که در مرحله طراحی مفهومی پروژه خط لوله راجع به آن تصمیم گیری به عمل خواهد آمد. در اکثر موارد جنس خط لوله از فلز، مخصوصاً فولاد کربنی انتخاب می شود. با توجه به اینکه

corrosion and erosion of the pipe wall, which are governed by a variety of process conditions such as corrosivity of the fluid (particularly due to presence of water combined with hydrogen sulphide, carbon dioxide or oxygen), temperature, pressure and velocity of the fluid as well as deposition of solids, etc., can not be easily achieved in the same manner as for the protection of external corrosion, the selection of pipeline material should be made after careful consideration of all conditions to ensure that pipeline can remain fit-for-purpose throughout its life time.

When sour service conditions are foreseen (as specified in NACE MR 0175/ISO 15156) the line pipe material and other materials shall be specified to resist sour services, regardless of whether or not the fluid is to be dehydrated and inhibitors are to be used.

Carbon steel line pipe material may be used in "light" sour corrosive conditions (typically where rate of corrosion is less than 0.5 mm/year without inhibition) but with sufficient corrosion allowance, inhibitor injection, appropriate inspection and controlled operation. Corrosion allowances in excess of 3 mm shall not be considered without detailed analysis by corrosion specialists.

If conditions which may cause erosion can not be avoided, special materials with improved designs to reduce or eliminate erosion should be used.

When selecting higher grades of steel line pipe ($\times 60$ and higher), special attention shall be given to weld ability and welding procedure (specially requirement for preheating to 300°C), the unfinished welds before re-welding, and required yield to tensile ratio. Use of grades higher than $\times 70$ is not recommended at present.

When low temperatures are expected (e.g. at downstream of gas pressure reducing stations), attention shall be given to the fracture toughness properties of pipe material (for possibility of long running fractures). See [IPS-M-PI-190](#).

شرایط عملیاتی مختلف مثل قابلیت خوردگی سیال (مخصوصاً به علت وجود آب همراه با سولفید هیدروژن، دی اکسید کربن یا اکسیژن در سیال)، دما، فشار و سرعت آن و همچنین رسوب مواد جامد و غیره از عواملی هستند که می‌توانند باعث خوردگی داخلی و سایش جداره لوله شوند لذا جلوگیری از آنها به آسانی روشهای حفاظتی در مقابل خوردگی خارجی امکان پذیر نمی باشد، از اینرو توصیه می‌شود انتخاب جنس خط لوله پس از بررسی دقیق تمام شرایط فوق و با هدف کارکرد مطمئن خط لوله در تمام دوره عمری پیش بینی شده برای آن انجام پذیرد.

وقتی که خط لوله در سرویس مواد ترش قرار می‌گیرد (با توجه به شرایط تعیین شده در NACE MR 0175/ISO 15156) صرفنظر از آنکه آب سیستم گرفته شده و از مواد بازدارنده از خوردگی استفاده شده یا نه، جنس خط لوله و سایر مواد باید به نحوی انتخاب شوند که در مقابل محیط ترش مقاوم باشند.

در شرایط سرویسهای کمی ترش در صورت منظور نمودن ضخامت اضافی کافی برای خوردگی، تزریق مواد بازدارنده از خوردگی، بازرسی مناسب و عملیات کنترل شده ممکن است از لوله‌های فولادی استفاده شود (به عنوان نمونه وقتی که سرعت خوردگی بدون استفاده از بازدارنده‌های خوردگی کمتر از 0.5 میلی‌متر در سال باشد). ضخامت اضافی مجاز بیشتر از 3 میلی‌متر برای خوردگی نباید بدون تحلیل تفصیلی کارشناسان خوردگی در نظر گرفته شود.

اگر از شرایطی که باعث سایش شود نتوان اجتناب نمود، توصیه می‌شود برای کاهش یا حذف سایش از مواد مخصوصی همراه با اصلاح طراحی استفاده شود.

وقتی برای خط لوله از فولاد با گرید بالاتر ($\times 60$ یا بالاتر) استفاده شود باید به قابلیت و روش جوش کاری (مخصوصاً الزام به پیش گرمی تا 300 درجه سانتیگراد)، جوش های ناتمام قبل از جوش کاری مجدد و نسبت تنش تسلیم مورد نیاز به تنش کششی توجه مخصوص شود. (مخصوصاً نیاز به پیشگیری تا 300 درجه سانتیگراد)، جوشهای ناتمام قبل از جوشکاری مجدد، و نسبت تنش تسلیم مورد نیاز به تنش کششی. در حال حاضر استفاده از فولاد با گرید بالاتر از $\times 70$ توصیه نمی‌شود.

وقتی که امکان پایین آمدن دما وجود دارد (برای مثال قسمت پایین دستی ایستگاههای تقلیل فشار گاز)، باید به خاصیت چقرمگی جنس لوله توجه شود (برای احتمال گسترش شکستگی طولی). [IPS-M-PI-190](#) ملاحظه شود.

8.2 Material Procurement

All materials should comply with relevant codes, standards, specifications and technical requirements set and/or approved by the Company and should be procured from company approved Vendors/ Manufacturers/ Suppliers.

Depending on criticality of pipeline, type of material, past performance and quality control system of manufacturer, the Company shall specify the level and extent of inspection that the Company intends to perform (if any).

For each pipe size, sufficient spare materials for possible route deviations, transportation and construction damages, testing and set-up of contingency stock should be estimated and ordered with the actual quantities required for the project.

8.3 Line Pipe Materials

Carbon steel line pipe shall be in accordance with API Spec. 5L supplemented by [IPS-M-PI-190](#).

Line pipe materials other than carbon steel shall comply with ASME B 31.4 and B 31.8 and this supplement as well as other specific relevant supplements and codes specified by the Company.

Note: Using line pipe as per API 5L (PSL1) is not allowed.

8.4 Valves

Valves shall comply with [IPS-M-PI-110](#). The valve inlet and outlet passages should be specified to match the pipe internal diameter.

Check valves should preferably be swing type to API-6D. Other types may be considered subject to prior approval of the Company.

8.5 Branch Connections, Fittings, etc.

Flanges and fittings shall comply with [IPS-M-PI-150](#)

Threaded connections (pipe to pipe, fittings, etc.) and slip-on flanges shall not be used in any part of the pipeline system.

"Pup" pieces should not be less than 0.15 m or 2½ pipe diameter whichever is greater.

Flanges should preferably be of welding neck type and the neck should match the internal diameter

۲-۸ تدارک کالا

توصیه میشود تمام مواد با آئین نامه ها، استانداردها، مشخصات و الزامات فنی تعیین شده و یا تأکید شده توسط کارفرما مطابقت داشته باشند و از فروشندگان/سازندگان/تهیه کنندگان تأیید شده توسط کارفرما خریداری گردند.

بسته به اهمیت خط لوله، نوع مواد، عملکرد قبلی و سامانه کنترل کیفی سازنده، کارفرما باید سطح و دامنه بازرسی که قصد انجام آن را دارد (در صورت وجود) مشخص نماید.

توصیه می شود برای هر قطری از خط لوله به منظور احتمال تغییر مسیر، صدمات ناشی از حمل و نقل و نصب، آزمایش و به عنوان ارقام ذخیره به مقدار کافی کالای اضافی پیش بینی و همراه مقادیر حقیقی مورد نیاز پروژه سفارش شوند.

۳-۸ مواد خط لوله

لوله های فولادی کربنی باید با مشخصات API Spec. 5L که توسط [IPS-M-PI-190](#) تکمیل شده مطابقت داشته باشند.

لوله های غیر فولاد کربنی باید با استانداردهای ASME B 31.4 و B 31.8 و این استاندارد و همچنین سایر استانداردها و آئین نامه های مربوطه که توسط کارفرما مشخص شده مطابقت داشته باشند.

یادآوری: استفاده از لوله بر اساس API 5L (PSL1) مجاز نیست.

۴-۸ شیرها

شیرها باید طبق استاندارد [IPS-M-PI-110](#) باشند. توصیه میشود مجراهای ورودی و خروجی شیر به نحوی تعیین شوند که با قطر داخلی لوله همخوانی داشته باشند.

توصیه می شود شیرهای یکطرفه ترجیحاً از نوع لولایی و طبق استاندارد API-6D باشند. در صورت اخذ تأیید قبلی از کارفرما سایر انواع ممکن است مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۸ انشعابات، اتصالات، غیره

فلنج ها و اتصالات باید مطابق با [IPS-M-PI-150](#) باشند.

اتصالات رزوه ای (لوله به لوله، اتصالات، غیره) و فلنج های نر و ماده ای نباید در هیچ قسمت خط لوله بکار برده شوند.

توصیه می شود تکه لوله های انتهایی کوتاهتر از ۰/۱۵ متر یا ۲/۵ برابر قطر لوله هر کدام که بیشتر است نباشند.

توصیه می شود فلنج ها ترجیحاً از نوع گلوئی بوده و گلوئی آن

of the line pipe for welding. Flanged connections shall conform to the followings:

- Raised face flanges for classes 600 and below.
- Ring type joint flanges for classes above 600 and flow lines.

Note:

Gaskets should be raised face spiral wound for raised face flanges. Branch or instrument connections smaller than DN 50 (NPS 2) should not be used on pipeline for mechanical strength reasons. For pipelines smaller than DN 50 (NPS 2), the branch connections shall be of the same diameter as the pipeline. Weldolets larger than DN 75 (NPS 3) should not be used.

9. PIPELINE ROUTE SELECTION

9.1 General

In selecting the route, full account shall be taken of the associated risks (particularly safety and environmental risks based on location classes, fluid categories, expected frequency of failure, etc.), the accessibility for maintenance and inspection, as well as economic factors (length of line, difficult terrains and crossings, etc.).

Site checks of alternative routes should be made and available maps and geotechnical/geological information should be studied before selecting a suitable route for detailed survey.

9.2 Route and Soil Surveys

Detailed survey data should be made available before finalizing the pipeline route and carrying out detailed design. These data shall comply with those indicated in client standard drawing. Additional plan and profile drawings at enlarged scales should be provided for difficult sections such as crossings at rivers, roads, railways, etc. Full topographic surveys may be required for certain areas.

The profile drawings should also indicate areas in which major excavation or elevated pipeline supports may be required.

با قطر داخلی خط لوله برای جوشکاری همخوانی داشته باشد. متابعت از شرایط زیر در اتصالات فلنجی باید انجام شود:

- فلنج از نوع سطح برجسته برای رده فشار ۶۰۰ و کمتر.
- فلنج از نوع اتصال رینگی برای رده فشار بالای ۶۰۰ و خطوط جریان.

یادآوری:

برای فلنج های سطح برجسته توصیه می شود از واشر از نوع سطح برجسته که بصورت مارپیچ پیچیده شده، استفاده شود. به دلیل استحکام مکانیکی استفاده از انشعابات و یا اتصالات ابزار دقیق کوچکتر از DN 50 (NPS 2) در خط لوله توصیه نمی شود. برای خطوط لوله کوچکتر از DN 50 (NPS 2) اندازه انشعابات باید برابر قطر لوله باشد. استفاده از رابط انشعاب جوشی بزرگتر از DN 75 (NPS 3) توصیه نمی شود.

۹- انتخاب مسیر خط لوله

۹-۱ عمومی

در انتخاب مسیر باید توجه خاصی به خطرات مربوطه (مخصوصاً ایمنی و خطرات مربوط به محیط زیست بر مبنای رده های موقعیت خط لوله، دسته بندی های سیال، احتمال خرابی های مکرر و نظایر آن) قابل دسترسی برای تعمیر و نگهداری و بازرسی خط لوله و همچنین عوامل اقتصادی (طول خط لوله، مناطق صعب العبور، تقاطع ها و نظایر آن) توجه خاصی مبذول گردد.

قبل از انتخاب مسیر مناسب و انجام نقشه برداری توصیه می شود که مسیرهای دیگر نیز تحت بررسی قرار گرفته و نقشه های موجود و اطلاعات فنی زمین/زمین شناسی مطالعه گردند.

۹-۲ بررسی مسیر و خاک

قبل از نهایی کردن مسیر خط لوله و انجام طراحی تفصیلی توصیه می شود اطلاعات بررسیهای انجام شده در مورد جزئیات مسیر در دسترس قرار گیرند. این اطلاعات باید با اطلاعات داده شده در نقشه استاندارد کارفرما همخوانی داشته باشند. توصیه می شود نقشه های اضافی پلان و برش طولی مسیر در مقیاس بزرگ برای مقاطع دشوار مثل تقاطع با رودخانه ها، جاده ها، راه آهن و نظایر آن تهیه شوند. برای مناطق معینی ممکن است نیاز به تهیه نقشه های کامل توپولوژی باشد.

توصیه می شود مناطقی که نیاز به حفاری عمیق و یا نگهدارنده های با ارتفاع بالا دارند در نقشه های برش طولی مسیر نشان داده شوند.

The radius of curvature of the pipeline foundation along the route should not be less than 500 times the pipeline diameter (bends should be used when lower values are necessary). Additional data to be furnished as follows:

- a) Geotechnical and other environmental data (such as landslides, faults, earthquakes, floods, currents at river crossings, climatic data, vegetation, fauna, etc.).
- b) Soil investigation for type and consolidation of ground for assessing the degree of excavation difficulties.
- c) Soil investigation for foundation design (burial and/or support design), subsidence areas (e.g. underground erosion and cavitations by acidic water or mining activities).
- d) Water table levels at mid spring and winter along the route of the pipeline where it is to be buried.
- e) Soil resistivity along the pipeline route for coating selection and cathodic protection design. Areas where soil properties may change due to causes such as Sulphide reducing bacteria, which increases current required for cathodic protection systems, should be identified.

9.3 Proximity to Occupied Buildings

For minimum distance of pipeline from occupied buildings, reference shall be made to the safety regulations enforced by related Company.

9.4 Proximity to other Facilities

- For categories B, C and D, the separation requirements of the pipeline to other facilities within plant fences should be in accordance with [IPS-E-PI-240](#).
- For separation requirement at crossings see Section 11 of this Standard.
- Refer to the Institute of Petroleum Model Code of Safe Practice Part 15 for area classifications around the pipeline.

9.5 Right-of-Way

Every pipeline shall have a permanent right-of-way with sufficient width to enable the line to be constructed (including future additional lines) and

توصیه می شود شعاع انحنای خط لوله در طول مسیر کمتر از ۵۰۰ برابر قطر خط لوله نباشد (وقتی مقادیر کمتری مورد نیاز باشد توصیه می شود از خم استفاده گردد). اطلاعات اضافی به شرح زیر باید ارائه شوند.

- الف) اطلاعات فنی زمین و سایر عوامل زیست محیطی (مثل ریزش کوه یا رانش زمین، گسل ها، زلزله ها، سیل ها، جریانات در تقاطع های با رودخانه، اطلاعات جوی، پوشش گیاهی، جانوری و نظایر آن).
- ب) بررسی خاک به منظور تعیین نوع خاک و استحکام آن برای تعیین میزان مشکلات حفاری.
- ج) بررسی خاک به منظور طراحی زیرسازی (دفن و/یا طراحی نگهدارنده)، نشست زمین (برای مثال سایش زیرزمین و تشکیل حفره توسط آبهای اسیدی یا فعالیتهای استخراج معادن).
- د) سطح آبهای زیرزمینی در اواسط بهار و زمستان در طول مسیر خطوط لوله که قرار است مدفون شود.
- ه) مقاومت خاک در طول مسیر خط لوله به منظور انتخاب پوشش و طراحی حفاظت کاتدی. توصیه می شود مناطقی که خواص خاک ممکن است به علت عواملی نظیر باکتری های سولفیدی احیا کننده تغییر نمایند، که این امر جریان مورد نیاز برای سامانه های حفاظت کاتدی را افزایش می دهد، از قبل شناسائی گردند.

۹-۳ مجاورت با ساختمانهای مسکونی

برای تعیین حداقل فاصله خط لوله از ساختمانهای مسکونی باید به مقررات ایمنی ابلاغی شرکت مربوطه مراجعه نمود.

۹-۴ مجاورت با سایر تأسیسات

- توصیه می شود برای سیالهای دسته B, C و D الزامات جداسازی خط لوله از سایر تأسیسات داخل محدوده کارخانه طبق استاندارد [IPS-E-PI-240](#) باشد.
- برای الزامات جداسازی در تقاطع ها به بند ۱۱ این استاندارد مراجعه شود.
- برای دسته بندی مناطق اطراف خطوط لوله به بخش ۱۵ از دستورالعمل مدل عملیات ایمن موسسه نفت مراجعه شود.

۹-۵ جاده اختصاصی

هر خط لوله باید دارای یک جاده اختصاصی دائمی با عرض کافی به منظور عملیات اجرایی نصب خط لوله (شامل خطوط لوله اضافی در آینده) و امکان دستیابی برای بازرسی و

to allow access for pipeline inspection and maintenance.

Land acquisition drawings shall be prepared and necessary coordination with related authorities shall be made.

9.5.1 Right-of-way width

For every pipeline project, the width of the right-of-way should be decided based on the following criteria:

- Pipeline being buried or above ground.
- Diameter of the pipeline.
- Method of construction.
- Zigzag configuration of above ground pipeline.
- Pipeline being in flat areas or in mountainous or hilly areas, etc.
- Future pipelines along the same route (particularly in hilly and mountainous areas where blasting and/or excavation for widening the existing right-of-way may create problem).
- Type of fluid and pressure of the pipeline and the consequential risks of pipeline failure.

For buried pipeline widths of right-of-way shall conform to standard drawing ([IPS-D-PI-143](#)).

The following figures can be considered as minimum widths of right-of-way and may be increased where necessary to suit the particular requirements of a specific project or may be reduced, subject to prior approval of the Company, if certain restrictions do not permit widening of the right-of-way to the required ideal widths:

a) For above ground pipelines in flat areas:

For DN 150 (NPS 6) and below	25 m
For DN 200 (NPS 8) up to and including DN 650 (NPS 26)	40 m
For above DN 650 (NPS 26) and based on 1 to 3 lines per track	60 m

b) For above ground pipelines in hilly and mountainous areas:

For DN 400 (NPS 16) and below	21 m
For above DN 400 (NPS 16)	24 m

تعمیرات آن باشد.

نقشه های تحصیل اراضی باید تهیه شود و با مسئولان مربوطه هماهنگی لازم به عمل آید.

۹-۵-۱ پهنای جاده اختصاصی

توصیه می شود برای هر پروژه خط لوله بر مبنای معیارهای زیر پهنای جاده اختصاصی مشخص شود:

- خط لوله مدفون یا رو زمینی.
- قطر خط لوله.
- روش ساخت.
- وضعیت زیگزاک خط لوله روی زمینی.
- قرار گرفتن خط لوله در مناطق هموار یا کوهستانی یا تپه ای و نظایر آن.
- خطوط لوله آینده در همان مسیر (مخصوصاً در مناطق تپه ای و کوهستانی که ممکن است عملیات انفجاری و/یا تعریض جاده اختصاصی موجود تولید مشکل نماید).
- نوع سیال و فشار خط لوله و عواقب مخاطرات ناشی از شکست خط لوله.

پهنای جاده اختصاصی برای خطوط لوله مدفون باید بر مبنای نقشه استاندارد [IPS-D-PI-143](#) باشد.

اعداد زیر میتوانند به عنوان حداقل پهنای جاده اختصاصی در نظر گرفته شوند و در صورت لزوم میتوان آن را تا حدی که مناسب الزامات پروژه مخصوصی باشد اضافه نمود و یا اگر محدودیت های معینی اجازه تعریض جاده اختصاصی تا پهنای ایده آل و مورد نیاز را ندهد با اخذ تأیید از کارفرما آن را کم نمود:

الف) برای خطوط لوله روی زمینی در مناطق هموار:

برای قطر اسمی ۱۵۰ (۶ اینچ) و کمتر	۲۵ متر
برای قطر اسمی ۲۰۰ (۸ اینچ) تا و شامل قطر اسمی ۶۵۰ (۲۶ اینچ)	۴۰ متر
برای قطر اسمی بالاتر از ۶۵۰ (۲۶ اینچ) و بر مبنای یک تا سه خط در هر مسیر	۶۰ متر

ب) برای لوله های روی زمینی در مناطق تپه ای و کوهستانی:

برای قطر اسمی ۴۰۰ (۱۶ اینچ) و کمتر	۲۱ متر
برای قطر اسمی بالاتر از ۴۰۰ (۱۶ اینچ)	۲۴ متر

c) For buried pipelines, widths of right-of-way should be as per [IPS-D-PI-143](#), unless otherwise specified.

Notes:

- 1) When several pipelines have to be installed in the same trench, the minimum separation between 2 adjacent pipelines shall be 0.3 m.
- 2) The crossing of existing pipelines, cables, power lines, roads, railways and waterways should be at an angle between 90 and 60 degrees.
- 3) When installing a pipeline along power lines, the horizontal distance from any of the power cables and posts should be at least 4 m for power lines up to 63 kV and 10 m for power lines above 63 kV.

9.5.2 Other considerations

The longitudinal slope of right-of-way should not exceed 22%. However, for short distances (less than 1 km), the longitudinal slope of the right-of-way may be up to 30% in which case the service roads with maximum longitudinal slope of 22% should be considered for access to these sections. In high longitudinal slope and depending on depth of trench coverage and type of soil and seasonal inundation where pipeline may lose its full restraint, it should be ensured that the equivalent stresses in the pipe wall are within acceptable limits or else remedial provisions are considered to reduce or eliminate longitudinal forces due to effective component of the dead weight of the pipeline and its content.

The design of right-of-way should comply with line bending specification and also civil construction standard specification [IPS-C-CE-112](#) (Earthworks).

10. PIPELINE PROTECTION AND MARKING

10.1 Burial Philosophy

Pipelines are normally buried to protect them from mechanical damage, unusual environmental and climatical conditions, fires, tampering, etc. and to assure that they are fully restrained. As a general rule, pipelines of DN 400 (NPS 16) and larger should normally be buried unless the terrain would make burial impracticable or the length is

ج) برای خطوط لوله مدفون توصیه می شود که عرض جاده اختصاصی بر اساس نقشه استاندارد [IPS-D-PI-143](#) باشد، مگر آنکه چیز دیگری مشخص شده باشد.

یادآوری‌ها:

- ۱) وقتی که چندین خط لوله باید از یک کانال لوله عبور نمایند، حداقل فاصله بین دو خط لوله مجاور باید ۰/۳ متر باشد.
- ۲) در محل تقاطع خط لوله با خطوط لوله موجود، کابلها، خطوط برق فشار قوی، جاده ها، راه آهن و آبراهه توصیه می شود که زاویه تقاطع بین ۶۰ تا ۹۰ درجه باشد.
- ۳) اگر خط لوله در مسیر خطوط برق فشار قوی باشد، توصیه می شود که فاصله افقی آن از هر یک از کابلها و دکلهای برق برای ولتاژ تا ۶۳ کیلو ولت حداقل ۴ متر و در ولتاژهای بیشتر از ۶۳ کیلو ولت حداقل ۱۰ متر باشد.

۹-۵-۲ سایر ملاحظات

توصیه می شود شیب طولی جاده اختصاصی از ۲۲ درصد تجاوز ننماید. با این وجود، در فواصل کوتاه (کمتر از یک کیلومتر) شیب طولی جاده اختصاصی می تواند به ۳۰ درصد هم برسد که در این حالت برای دسترسی به این قسمت ها جاده های دسترسی با شیب طولی حداکثر ۲۲۵ در نظر گرفته می شوند. در شیب های طولی تند، با در نظر گرفتن عمق دفن، نوع خاک و وجود سیلاب های فصلی که امکان دارد باعث از جا کنده شدن خط لوله شوند، بهتر است اطمینان حاصل گردد که تنش های معادل در دیواره لوله در محدوده قابل قبول باشد یا تدابیر ترمیمی اندیشیده شود تا نیروهای طولی وارد بر خط لوله حاصل از وزن خط لوله و محتوی آن را کم یا حذف نماید.

توصیه می شود طراحی جاده اختصاصی با مشخصات خم لوله و همچنین با مشخصات استاندارد [IPS-C-CE-112](#) مطابقت داشته باشد.

۱۰- حفاظت و علامت گذاری خط لوله

۱-۱۰ فلسفه دفن

برای حفاظت خط لوله از صدمات مکانیکی، شرایط محیطی و آب و هوایی غیر عادی، آتش سوزی، غلطیدن و غیره و جهت اطمینان از اینکه آنها کاملاً مهار شده‌اند، معمولاً خطوط لوله را در زیر خاک دفن می کنند. به عنوان یک قاعده کلی که معمولاً خطوط لوله با قطر اسمی ۴۰۰ (۱۶ اینچ) و بیشتر دفن می شوند مگر آنکه شرایط زمین، دفن لوله را غیر عملی سازد

too short to justify burial advantages. Pipelines of DN 300 (NPS 12) and smaller and short life pipelines of all sizes (such as flowlines) may be laid above ground unless there are good reasons for burial; e.g. process requirements or where protection from diurnal temperature variation is necessary or where the line passes through populated areas, etc.

10.2 Trench Dimensions

The recommended minimum covers are given in Table 3, based on ASME B 31.8 Article 841.142 but with some modifications for increased safety margins.

و یا اینکه طول خط لوله به قدری کوتاه باشد که مزایای دفن کردن قابل توجیه نباشد. خطوط با قطر اسمی ۳۰۰ (۱۲ اینچ) و کمتر و با عمر کوتاه در تمام اندازه ها (مثل خطوط جریانی) می توانند رو زمینی باشند. مگر آنکه دلایل قابل قبولی مثل الزامات فرآیندی، حفاظت در برابر تغییرات روزانه دما یا گذر از مکانهای مسکونی و نظایر آن برای دفن وجود داشته باشد.

۱۰-۲ اندازه های کانال لوله

حداقل عمق دفن توصیه شده برای خطوط لوله مدفون در جدول ۳ داده شده است. این جدول از بند 841.142 استاندارد ASME B 31.8 اقتباس شده و به منظور ایمنی بیشتر تغییراتی در آن داده شده است.

TABLE 3 - RECOMMENDED MINIMUM COVER FOR BURIED PIPELINES

جدول ۳- حداقل عمق دفن توصیه شده برای خطوط لوله مدفون

LOCAL محل	MINIMUM COVER (m) IN NORMAL GROUND حداقل عمق دفن (متر) در زمینهای معمولی	MINIMUM COVER (m) IN ROCK REQUIRING BLASTING حداقل عمق دفن (متر) در زمینهای صخره‌ای نیازمند انفجار
Class 1 کلاس ۱	0.9	0.6
Class 2 کلاس ۲	1.0	0.8
Class 3 & 4 کلاس ۳ و ۴	1.2	1.0
Public road and railway crossings تقاطع با جاده های عمومی و راه آهن	2	2

Notes:

- 1) The cover refers to the undisturbed ground level to the top of the pipe.
- 2) A minimum vertical clearance of 0.3 m should be kept between the pipeline and other buried structures (see also 11.3.4 for crossing other pipelines).

Additional depth may be required in certain locations such as agricultural areas where depth of ploughing and of drain systems shall be taken into account. A cover of 1.2 m would be adequate in most cases. The width of trench should be not less than 400 mm wider than the pipeline outside diameter in all ground conditions including rock.

When pipelines are coated and/or insulated, the outside diameter of coated or insulated pipe should be assumed as outside diameter for minimum coverage.

یادآوری ها:

- 1) منظور از عمق دفن فاصله سطح دستکاری نشده تا روی لوله می باشد.
- 2) توصیه می شود بین خط لوله و سایر تأسیسات مدفون حداقل ۰/۳ متر فاصله عمودی منظور گردد (برای تقاطع با سایر خطوط لوله به بند ۱۱-۳-۴ مراجعه شود).

در محل‌های مشخص ممکن است نیاز به عمق بیشتری برای دفن باشد مثل زمینهای زراعتی جایی که عمق شیار شخم و سیستم زهکشی باید در نظر گرفته شوند. در بیشتر حالات عمقی برابر ۱/۲ متر برای عمق دفن کافی خواهد بود. توصیه می شود عرض کانال در تمام زمین ها از جمله زمینهای صخره ای حداقل ۴۰۰ میلیمتر بیشتر از قطر خارجی خط لوله باشد. برای خطوط لوله پوشش داده شده و/یا عایق بندی شده توصیه می شود قطر خارجی روکش یا عایق برای محاسبه حداقل عمق دفن در نظر گرفته شود.

10.3 Thermal Expansion and other Forces

Buried pipelines operating at very high temperatures may be prone to upheaval buckling caused by high compressive loads due to expansion. In such cases, the depth of burial cover should be increased to prevent the upheaval buckling. In general, the recommended cover depth should be enough to make the pipeline fully restrained and to contain thermal expansion and contraction of the pipeline as well as other forces due to internal pressure and pipeline weight in slopes. Pipeline anchors should be installed at end points of buried pipelines and at other locations where the pipeline rises above ground level for connections to facilities, etc.

Pipeline anchors should be designed for the particular application to withstand forces due to MAIP and temperature variations and to suit the ground conditions specially where subject to seasonal inundation or in dry water courses in high slopes where pipeline dead weight creates longitudinal stresses.

10.4 Non-Buried Pipelines

Any non-buried pipeline sections shall be justified on an individual basis and hence shall be installed in such a way that stay clear of the ground all the time to avoid external corrosion. Pipe supports should be designed in accordance with [IPS-G-PI-280](#).

The height of supports should be chosen to suit local conditions but should be sufficient to keep the bottom of pipeline at least 300 mm above the highest recorded flood level.

Non-buried pipelines should normally be laid in a zigzag configuration to cater for the effect of thermal expansion and contraction. The zigzag configuration may be in accordance with Fig. 1. However, for specific cases, the correct configuration should be determined by appropriate design.

Where zigzag configuration is not or can not be employed, alternative means, such as fully restraining the pipeline from movements (e.g. by adequate anchoring at appropriate intervals), should be provided to contain thermal expansion and contraction as well as other prevailing forces.

Pipeline anchors should be considered for non-

۱۰-۳ انبساط حرارتی و سایر نیروها

لوله های مدفون در سرویس‌هایی با دمای بالا ممکن است به علت نیروی فشاری بالا به وجود آمده بر اثر انبساط حرارتی تحت کمانش فاحش قرار گیرند. در چنین حالتی توصیه می شود عمق دفن لوله اضافه شود تا از این کمانش فاحش جلوگیری گردد. توصیه می شود که بطور کلی ضخامت خاک روی لوله به اندازه‌ای باشد که بتواند اثرات نیروهای حاصل از انبساط و انقباض و سایر نیروهای وارده بر اثر فشار داخلی و نیز وزن خط لوله در سرازیری را مهار نماید. دو انتهای خط لوله دفن شده و سایر نقاطی که خط جهت اتصال به تأسیسات روی زمین می آیند باید به وسیله لنگر مهار شوند.

این لنگر باید برای کاربرد مخصوص به خود طراحی شود تا بتواند نیروهای وارده از MAIP و تغییرات دما را تحمل نموده و مناسب با شرایط زمین مخصوصاً در مسیرهای سیلاب های فصلی و یا مجاری آب خشک شده، شیب های تند، محلی که وزن خط لوله تولید تنش های طولی می نماید باشد.

۱۰-۴ خطوط لوله غیر مدفون

کلیه قسمتهای غیر مدفون خط لوله باید بر اساس شرایط مختص به خود مورد توجه قرار گرفته و از این رو بعلت جلوگیری از خوردگی خارجی به نحوی نصب شوند که همیشه از تماس آن ها با زمین جلوگیری شود. نگهدارنده های لوله باید بر اساس استاندارد [IPS-G-PI-280](#) طراحی شوند.

ارتفاع نگهدارنده ها باید مناسب با شرایط محلی انتخاب شوند اما توصیه می شود به حدی باشند که کف خط لوله از بالاترین سطح سیل ثبت شده ۳۰۰ میلیمتر بالاتر باشد.

توصیه می شود که معمولاً خطوط لوله غیر مدفون به شکل زیگزاک نصب شوند تا از اثرات انبساط و انقباض حرارتی مصون باشند. شکل زیگزاک ممکن است مطابق با شکل ۱ باشد. بهر حال در شرایط خاص توصیه می شود که شکل صحیح با طراحی مناسب تعیین شود.

جایی که از شکل زیگزاک نتوان استفاده نمود، توصیه می شود که روش های جایگزین مثل مهار کامل خط لوله از هرگونه حرکت (بعنوان مثال در فواصل مناسب استفاده از لنگر کافی)، تهیه تا از اثرگذاری انبساط و انقباض حرارتی و نیز سایر نیروهای متداول غالب جلوگیری شود. در کلیه اتصالات نهائی لوله های غیر مدفون به سایر تأسیسات و یا

buried pipelines at all tie-in connections to other facilities and at other positions where restraint may be necessary.

Hillside anchors shall be designed, as and where required and shall be installed on steep hills to restrain pipeline movement and to keep the combined stresses in the pipeline wall within the acceptable limits. The effect of the weight of the pipeline and its contents on the longitudinal stress in the pipeline wall should be considered in calculating the combined stresses.

10.5 Corrosion Protection

As a general rule, in normally dry climates, no external anti-corrosion coating is required for above-ground pipelines which are supported clear of the ground. However, where the climatic conditions or the ground are such that external corrosion may occur, either a corrosion allowance on the pipe wall thickness may be required or, alternatively, a suitable anti-corrosion coating should be considered.

Where sections of above-ground pipelines are to be buried (e.g. road, railway or river crossings), the buried sections shall be suitably coated, cathodically protected and electrically isolated from the rest of the pipeline in accordance with [IPS-E-TP-820](#).

Those sections of pipeline which pass above waterways and rivers should be externally coated for protection against corrosion caused by condensation of water vapor on the pipeline exterior.

Where above-ground pipelines pass through culverts or below bridges (which are normally for pipelines crossing the main roads and/or for surface water passages), these sections of the lines shall be suitably coated for protection against splashing water and blown sand and dirt.

All metallic buried pipelines including duplex material pipelines, shall be coated externally by a suitable anti-corrosion coating, supplemented by cathodic protection and electrically isolated from the plants and facilities to which they are connected.

The design of cathodic protection systems shall be carried out in accordance with [IPS-E-TP-820](#).

Protective coatings shall be selected to suit the soil and other environmental conditions and shall comply with [IPS-E-TP-270](#).

در نقاطی که نیاز به مهار کردن خط لوله است توصیه می‌شود که از لنگرهای مهارکننده استفاده شود.

در سرازیری تپه ها و در هر محلی که مورد نیاز است باید لنگرهایی طراحی و نصب شوند تا از تغییر مکان خط لوله جلوگیری نموده و تنش های ترکیبی در دیواره خط لوله را در محدوده قابل قبول نگه دارد. در محاسبه تنش های ترکیبی توصیه می شود که تنش های طولی بوجود آمده در دیواره لوله بر اثر وزن خط و محتوی آن را نیز در نظر گرفته شود.

۱۰-۵ محافظت در برابر خوردگی

به عنوان یک قاعده کلی در شرایط آب و هوایی خشک نیازی به اعمال پوشش ضد خوردگی روی لوله هایی که با زمین تماس ندارند نمی باشد. به هر حال وقتی شرایط جوی یا خاک طوری باشند که امکان خوردگی خارجی لوله وجود داشته باشد در این صورت یا باید ضخامت اضافی (خوردگی مجاز) برای دیواره لوله در نظر گرفت یا روی آن پوشش مناسب ضد خوردگی اعمال نمود.

جایی که قسمتهایی از خطوط لوله روی زمینی دفن می‌شوند (مثل تقاطع با جاده، راه آهن و یا رودخانه ها)، باید به صورت مناسب پوشش داده شده و طبق [IPS-E-TP-820](#) حفاظت کاتدی گردد و نسبت سایر قسمت های خط لوله از لحاظ الکتریکی عایق شود.

آن قسمتهایی از خط لوله که از بالای جریان آب و رودخانه ها عبور داده میشوند توصیه می شود که به منظور جلوگیری از خوردگی بر اثر ایجاد قطرات بخار آب، سطح خارجی آن ها پوشش داده شوند.

در محل هایی که خطوط لوله روی زمینی از داخل مجاری آبگذر یا زیر پلها عبور داده می شوند (که معمولاً در مواقع تقاطع خط لوله با جاده های اصلی و/یا محل عبور آبهای سطحی می باشد) به منظور محافظت در مقابل پاشش آب یا ماسه و سایر ذرات بطور مناسب پوشش داده شوند.

سطح خارجی کلیه خطوط لوله فلزی مدفون از جمله از جنس دوبلکس باید تحت پوشش ضد خوردگی مناسب قرار گرفته و حفاظت کاتدی شوند و از نظر عبور جریان الکتریکی به واحدها یا تأسیساتی که به آنها وصل می شود عایق الکتریکی گردد.

طراحی سامانه های حفاظت کاتدی باید طبق استاندارد [IPS-E-TP-820](#) انجام شود.

پوشش های حفاظتی باید با توجه به نوع خاک و شرایط محیطی و طبق استاندارد [IPS-E-TP-270](#) انتخاب شوند.

10.6 Pipeline Markers

The location of buried pipelines shall be clearly identified by markers. In areas where the risk of interference or disturbance by mechanical excavators or boat anchors (at river crossings) is high, additional warning signs should be installed to lower the risk. Pipeline markers should be installed at the following locations along buried pipelines:

- a) At one kilometer interval.
- b) At all major changes in direction of the pipeline.
- c) At both sides of every road, railway and under-water crossings.
- d) At changes in wall thickness or material.
- e) At branches.
- f) At buried valves and fittings such as check valves, vents, drains, slug-catchers, etc.

Fabrication and installation details should be as per Standard Drawing No. [IPS-D-TP-712](#)

11. CROSSINGS

11.1 River Crossings

11.1.1 Where pipeline has to cross a major river, careful studies shall be carried out as to determine the most suitable way of crossing which will ensure maximum reliability during the pipeline operating life with minimum maintenance problems. The selection of the most suitable location and type of crossing should be based on the survey results and information on geotechnical and hydroclimatological conditions and other prevailing environmental issues. The migration of the river course should also receive particular attention.

11.1.2 Elevated pipe supports should be high enough to carry the line at least 300 mm clear of highest flood level (oldest available return conditions). This clearance should be increased if there is likelihood of large floating objects being carried by flood water and where the river is navigable. Elevated pipe supports should be

۱۰-۶ نشانگرهای خطوط لوله

محل لوله‌های مدفون باید بصورت واضح با نشانگرها شناسایی شوند. در محل‌هایی که احتمال صدمه رسیدن به خطوط لوله توسط خاکبرداری‌های مکانیکی و یا لنگر قایق‌ها (در تقاطع با رودخانه‌ها) زیاد است جهت پایین آوردن احتمال این نوع صدمات توصیه می‌شود که علائم هشدار دهنده اضافی نصب گردد. در مسیر خطوط لوله مدفون توصیه می‌شود که در محل‌های زیر نشانگرهای خط لوله نصب شوند:

- الف) در فواصل یک کیلومتری.
- ب) در تمام تغییر مسیرهای عمده خط لوله.
- ج) در هر دو طرف تقاطع با جاده‌ها، راه آهن، آب راه‌های زیرزمینی.
- د) در محل‌های تغییر جنس یا ضخامت دیواره لوله.
- ه) در انشعابات.
- و) در محل اتصالات و شیرهای مدفون مثل شیرهای یکطرفه، انشعابات هواگیری، انشعابات تخلیه، لجن گیرها و غیره.

توصیه می‌شود که جزئیات ساخت و نصب طبق نقشه استاندارد [IPS-D-TP-712](#) باشد.

۱۱- تقاطع‌ها

۱۱-۱ تقاطع با رودخانه

۱۱-۱-۱ وقتی که خط لوله باید یک رودخانه بزرگ را قطع کند، به منظور تعیین مناسبترین راه برای انجام تقاطع که توانایی خط لوله را برای کارکرد مطمئن در مدت زمان عمر عملیاتی و حداقل مشکلات نگهداری را تضمین نماید، مطالعات دقیقی باید انجام شود. توصیه می‌شود که انتخاب مناسبترین محل و نوع تقاطع بر مبنای نتایج بررسی‌های انجام شده و اطلاعات بدست آمده از شرایط ژئوتکنیکی و وضعیت آب و سایر موضوعات زیست محیطی متداول. توصیه می‌شود جابجائی مسیر رودخانه نیز مورد توجه خاص قرار گیرد.

۱۱-۱-۲ توصیه می‌شود که ارتفاع نگهدارنده‌ها به حدی باشد که خط لوله حداقل ۳۰۰ میلی‌متر از بالاترین سطح سیل (قدیمی‌ترین شرایط برگشت موجود) فاصله داشته باشد. اگر احتمال اینکه اجسام شناور بزرگ همراه سیل حرکت کنند و یا اینکه رودخانه قابل کشتیرانی باشد این فاصله باید افزایش یابد. این نگهدارنده‌های مرتفع باید

designed to suit the particular circumstances and be strong to withstand the forces imposed on them by flood water and the objects which are carried by the flood and may be caught by the supports. In wide rivers and where there are possibilities of torrential flood, pipe bridges are preferred to single pipe supports. If pipeline is to be cathodically protected, means of isolating the pipeline from the supports should be considered.

11.1.3 The sections of pipelines laid under the river bed should be coated and wrapped in accordance with [IPS-E-TP-270](#) and cathodically protected in accordance with [IPS-E-TP-820](#).

11.1.4 The sections of pipeline laid in trenches in the river bed should be weight coated to give the necessary negative buoyancy to the pipeline to fully restrain the pipeline in position at all times, during construction, operation and while shut down for maintenance or inspection. The weight coating should normally be designed to maintain pipeline stability in mud of specific gravity 1.2. In any case, the nature of the river bed should be taken into account in determination of required weight.

Depth of cover and the curvature of the pipeline during laying and henceforth as well as method of laying the pipeline should be selected for the particular application to avoid damage to the pipeline specially when it is being installed.

11.1.5 Isolating block valves fitted with automatic line-break-operators should be installed in fenced areas on either side of the major river crossings. If valves are installed in valve pits, the top of the pits should be above maximum recorded high water level and if there is possibilities of water ingressing into the pits, facilities should be considered for emptying the water.

The automatic line-break-operators should be designed to close the valve in the event of pipeline failure and subsequent rapid rate of change of pressure in the pipeline but should not be affected by normal operational pressure fluctuations. The design should ensure that changes of the water

مناسب با شرایط مخصوص طراحی شوند و به قدری مقاوم باشند که نیروهای وارده از طرف سیل و یا اجسام شناور همراه سیل که با آنها برخورد می کنند را تحمل نمایند. در رودخانه‌های عریض و در مکانهایی که امکان وقوع جریانات سیل آسا وجود دارد، ترجیح داده میشود به جای نگهدارنده‌های منفرد لوله از پل استفاده شود. اگر خط لوله باید حفاظت کاتدی شود، توصیه می شود که وسایل عایق کردن خط لوله از نگهدارنده از نظر الکتریکی مد نظر قرار گیرد.

۱۱-۱-۳ قسمتهایی از خط لوله که زیر بستر رودخانه خوابانده می‌شود و توصیه می‌شود طبق استاندارد [IPS-E-TP-270](#) پوشش و نوار پیچی شود و طبق استاندارد [IPS-E-TP-820](#) حفاظت کاتدی شوند.

۱۱-۱-۴ توصیه می شود که قسمتهایی از خط لوله که در کانال های لوله در کف رودخانه خوابانده می شوند پوشش وزنه ای داده شوند بطوری که خط لوله شناوری منفی لازم را داشته باشد و در تمام اوقات، ضمن عملیات اجرایی، سرویس عملیاتی و زمانی که جهت بازرسی و تعمیر از سرویس خارج است در محل خود ثابت نگه داشته شود. توصیه می شود که بطور معمول پوشش وزنه ای بنحوی طراحی شود که خط لوله در میان گل و لای با وزن مخصوص ۱/۲ پایدار باقی بماند. در هر حالتی توصیه می شود که برای تعیین وزنه مورد نیاز ماهیت بستر رودخانه در نظر گرفته شود.

توصیه می شود که عمق دفن و انحنای خط لوله در ضمن خواباندن آن و از آن به بعد و نیز روش خواباندن برای کاربرد مخصوص به خود انتخاب شود تا از صدمه به خط لوله مخصوصاً در موقع نصب جلوگیری گردد.

۱۱-۱-۵ توصیه میشود شیرهای جداکننده مجهز به عمل کننده های قطع خودکار در طرفین تقاطع با رودخانه های بزرگ در محوطه محصور نصب شوند. اگر این شیرها در حوضچه نصب شوند، توصیه می شود که سطح بالای حوضچه از حداکثر ارتفاع ثبت شده آب بالاتر باشد و اگر امکان نفوذ آب به داخل حوضچه وجود داشته باشد تسهیلاتی برای تخلیه آب در نظر گرفته شود.

توصیه می شود که عمل کننده‌های قطع خودکار بنحوی طراحی شوند که در صورت شکست لوله و به دنبال آن تغییر ناگهانی فشار عمل نموده و سبب بسته شدن شیر شوند ولی در نوسانات معمول فشار در ضمن عملیات تحت تأثیر قرار نگیرند. توصیه می شود که این طراحی مطمئن سازد که در

course and/or collapse of the river side walls will not endanger the integrity of the valve support.

11.2 Road and Railway Crossings

Pipelines crossing roads and railways should preferably be through culverts or concrete box and bridges (new or existing). The use of casing pipe should be discouraged (due to external corrosion problems and electrical contact between casing pipe and carrier pipe). (See API RP 1102 for recommendations in this respect.) Suitable protection should be provided on both sides of the road to prevent damage to the pipeline by vehicles leaving the road. For minimum recommended coverage at crossings see Table 3 Clause 10.2 of this Standard.

If the right-of-way is intended for more than one pipeline, culverts or bridge should be wide enough to accommodate future pipeline(s). In this case the horizontal space between two adjacent pipelines should not be less than 400 mm. For angle of crossing refer to Note 2 of Clause 9.5.1 of this Standard.

11.3 Crossing other Pipelines

11.3.1 Where above-ground pipelines cross each other a minimum clearance of 300 mm should be maintained between adjacent lines.

11.3.2 Where a buried pipeline is to cross an existing above-ground pipeline an increased depth of cover should be specified for the whole width of the right-of-way.

11.3.3 Where an above-ground pipeline is to cross an existing buried pipeline means should be provided to allow continued use of the buried pipeline right-of-way.

11.3.4 Where a buried pipeline is to cross an existing buried pipeline the new line should pass under the existing line with at least 900 mm clearance between the two lines.

11.3.5 Potential test points, current test points and bonding points (direct or resistance) should be installed on both lines at the crossing to enable the cathodic protection systems to be interconnected,

صورت تغییر مسیر جریان آب و یا خراب شدن دیواره‌های جانبی رودخانه یکپارچگی نگهدارنده شیر را به مخاطره نمی‌اندازد.

۱۱-۲ تقاطع با جاده و راه آهن

برای تقاطع خط لوله با جاده ها و راه آهن ترجیحاً از گذرگاه یا محفظه‌های بتنی و پل‌ها (جدید یا موجود) استفاده می‌شود. استفاده از غلاف (به علت مشکلات خوردگی سطح خارجی لوله و تماس الکتریکی بین غلاف و خط لوله) توصیه نمی‌شود. (جهت ملاحظه توصیه‌هایی درباره این موضوع به API RP 1102 مراجعه شود). جهت جلوگیری از صدمه به خط لوله توسط وسایل نقلیه‌ای که از جاده منحرف می‌شوند توصیه می‌شود که محافظ‌های مناسب در دو طرف جاده تعبیه گردد. به منظور تعیین حداقل عمق دفن توصیه شده در تقاطع ها جدول ۳ بند ۱۰-۲ این استاندارد ملاحظه گردد.

اگر جاده اختصاصی برای عبور بیش از یک خط لوله در نظر گرفته شده باشد، گذرگاه ها یا پلها باید دارای پهنای کافی برای خطوط لوله آتی باشند. در این حالت فاصله افقی بین دو خط لوله مجاور نباید کمتر از ۴۰۰ میلیمتر باشد. برای تعیین زاویه تقاطع به یادآوری ۲ از بند ۹-۵-۱ این استاندارد مراجعه شود.

۱۱-۳ تقاطع با سایر خطوط لوله

۱۱-۳-۱ توصیه می شود جایی که خطوط لوله های رو زمینی همدیگر را قطع می نمایند حداقل ۳۰۰ میلیمتر فاصله بین خطوط مجاور منظور گردد.

۱۱-۳-۲ توصیه می شود جایی که یک خط لوله مدفون با خط لوله رو زمینی موجود تقاطع می نماید افزایش یکسانی در عمق دفن خط لوله برای تمام عرض جاده اختصاصی در نظر گرفته شود.

۱۱-۳-۳ توصیه می شود جایی که یک خط لوله رو زمینی یک خط لوله مدفون موجود را قطع نماید شرایطی در نظر گرفته شود تا امکان تداوم استفاده از جاده اختصاصی خط لوله مدفون را فراهم نماید.

۱۱-۳-۴ توصیه می شود جایی که یک خط لوله مدفون خط لوله مدفون موجود را قطع نماید خط جدید با فاصله ۹۰۰ میلیمتری از زیر خط لوله موجود عبور نماید.

۱۱-۳-۵ توصیه می شود نقاط آزمایش پتانسیل، نقاط آزمایش جریان و نقاط پیوند (مستقیم یا مقاومتی) روی هر دو خط که در محل تقاطع نصب شوند تا در صورت نیاز

if required.

11.3.6 For a minimum distance of 15 meters on either side of the pipeline crossing the new pipeline shall be double wrapped.

11.3.7 Where a pipeline crosses an existing pipeline owned by an outside Company, the design of the crossing and cathodic protection should satisfy the requirements of the outside company.

11.4 Crossing Land Faults

When pipeline has to cross a passive fault, the necessity of provision of any protection system should be decided after geotechnical survey results are studied by Company geological department or Company appointed geologist and hence or otherwise their recommendations are given.

Crossing an active fault shall be avoided if feasible. When, however, pipeline has to cross an active fault or a passive fault which is expected to become active, the following considerations should be given at the crossing for the protection of the pipeline:

11.4.1 Design factors similar to those indicated for rivers, dunes and beaches should be used (see Table 2 of Clause 7.5.2.2 of this Standard).

11.4.2 Crossing angle should be selected for minimum bending and shear stresses in the pipeline wall due to movement of the fault banks.

11.4.3 There should be no horizontal bends, flanges, tees, valves or similar constraints such as concrete weights in at least 200 meters of the pipeline either sides of the fault center.

11.4.4 The trench dimensions and the backfill material around the pipeline at 200 meters either sides of the fault center should be selected in such a way that the pipeline is subjected to minimum restraint.

11.4.5 Line break valves with automatic shut-down operators shall be installed at 250 meters either side of the fault center. These valves should be secured against movements of the section of the pipeline which crosses the fault by means of

سیستم‌های حفاظت کاتدی آنها بهم متصل گردند.

۱۱-۳-۶ برای حداقل ۱۵ متر از طرفین محل تقاطع، خط خط لوله جدید باید دوبار نوارپیچی شود.

۱۱-۳-۷ توصیه می شود جایی که خط لوله یک خط لوله موجود متعلق به شرکت دیگری را قطع نماید طراحی تقاطع و حفاظت کاتدی با الزامات شرکت مذکور همخوانی داشته باشد.

۱۱-۴ تقاطع با گسله های زمین

زمانی که یک خط لوله اجباراً با یک گسل غیر فعال برخورد می نماید، توصیه می شود در خصوص ضرورت اتخاذ سامانه محافظتی مناسب توسط واحد زمین شناسی کارفرما یا زمین شناس معرفی شده وی پس از مطالعات زمین شناسی تصمیم گیری شده و بنابراین یا به عبارت دیگر توصیه های آنها در نظر گرفته شود.

در صورت امکان از تقاطع با گسله فعال باید پرهیز شود. وقتی که بهر حال خط لوله مجبور به تقاطع با یک گسله فعال و یا گسله غیر فعال که انتظار فعال شدن آن وجود دارد می باشد، توصیه می شود که برای محافظت خط لوله در این نوع تقاطع ها موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱۱-۴-۱ توصیه می شود که از ضرایب طراحی شبیه ضرایب تعیین شده برای رودخانه ها، تپه های شنی و سواحل استفاده گردد. (جدول ۲ از بند ۷-۵-۲-۲ این استاندارد ملاحظه شود).

۱۱-۴-۲ توصیه می شود که زاویه تقاطع به نحوی انتخاب شود که تنش های خمشی و برشی در دیواره خط لوله حاصل از حرکت گسله انتخاب شود.

۱۱-۴-۳ توصیه می شود که در حداقل ۲۰۰ متر از خط لوله در هر دو طرف مرکز گسله از خم های افقی، فلنج ها، سه راهی ها، شیرها یا قید و بندهای مشابه نظیر وزنه های بتنی استفاده نشود.

۱۱-۴-۴ توصیه می شود ابعاد کانال لوله، مواد خاکریزی شده در اطراف خط لوله در فاصله ۲۰۰ متری از هر طرف مرکز گسله به نحوی انتخاب شوند که خط لوله دارای حداقل قید و بند باشد.

۱۱-۴-۵ شیرهای قطع جریان مجهز به فعال کننده های قطع اضطراری خودکار باید در فاصله ۲۵۰ متری از هر طرف مرکز گسله نصب شوند. توصیه می شود که با طراحی قید و

adequately designed anchors.

11.5 Land Slides

Passing near the areas where there are evidence of land slide shall be avoided by using alternative routes or going around the suspected areas.

12. RECORDS

A comprehensive set of design documents shall be produced and retained for the life of the pipeline. These documents should include all the design criteria, calculations and assessments which led to the technical choices during conception and design of the pipeline. They shall also include pipeline operating and maintenance manual which should cover the range of key operating conditions that can be envisaged for the entire life span, major features, parameters, contingency plans, etc.

بند کافی این شیرها در صورت حرکت خط لوله در قسمت تقاطع با گسله بصورت ثابت مهار شوند.

۱۱-۵ رانش زمین

عبور از نزدیکی مناطقی که رانش زمین مشهود است با استفاده از مسیر جایگزین و یا دور زدن آن منطقه، باید پرهیز گردد.

۱۲- اسناد و سوابق

یک مجموعه جامع از مدارک طراحی باید تهیه و تا پایان عمر خط لوله نگهداری شود. توصیه می شود که این مدارک تمام معیارهای طراحی، محاسبات و برآوردهایی را که در طراحی مفهومی و طراحی خط لوله باعث یک انتخاب فنی می شود را شامل شوند. این مدارک باید شامل دفترچه های راهنمای عملیات و تعمیر و نگهداری خط لوله نیز باشند که توصیه می شود که این دفترچه ها محتوی تمام شرایط عملیاتی کلیدی قابل تصور در تمام دوره عمر خط، خصوصیات اصلی، پارامترها، و موارد غیر منتظره و غیره باشند.

APPENDICES

APPENDIX A

SERVICE PIPELINE CO. FORMULA

پیوست ها

پیوست الف

فرمول شرکت سرویس پایپ لاین

 For turbulent flow up to $Re = 170,000$

 برای جریان متلاطم تا $Re = 170,000$

$$P = \frac{31.92 \times 10^3 \times Q^{1.748} \times \nu^{0.2518} \times S}{D^{4.748}}$$

یا or

$$Q = \frac{2.6527 \times 10^{-3} \times D^{2.716} \times P^{0.572}}{\nu^{0.144} \times S^{0.572}}$$

Where:

P	Pressure drop bar/km
Q	Flow rate m^3/d
D	Pipe inside diameter mm
ν	Kinematic viscosity cS
S	Specific gravity

که در آن:

P	افت فشار (بار بر کیلومتر)
Q	دبی (متر مکعب در روز)
D	قطر داخلی لوله (میلیمتر)
ν	لزجت جنبشی (سانتی استوک)
S	وزن مخصوص

**APPENDIX B
SHELL / MIT FORMULA**

**پیوست ب
فرمول شل / میت**

Calculations are made in accordance with the method recommended by Wilson and Mc Adams and reported in "Contribution No. 19 from the Department of Chemical Engineering, Massachusetts Institute of Technology". Converted to metric form the formulas are as follows:

محاسبات بر اساس روش توصیه شده ویلسون و مک آدامز در گزارش "همکاری شماره ۱۹ بخش مهندسی شیمی، موسسه فن آوری ماساچوست" در سیستم متریک بصورت زیر آمده است:

$$P = \frac{4.4191 \times 10^6 \times f \times S \times Q^2}{D^5}$$

For viscous flow

برای جریان لزج

$$f = 0.16025 \left(\frac{v}{DV} \right) \times$$

For turbulent flow

برای جریان متلاطم

$$f = 0.0018 + 0.013685 \left(\frac{v}{DV} \right)^{0.355}$$

Where:

که در آن:

P	Pressure drop	bar/km
Q	Flow rate	m ³ /d
D	Pipe inside diameter	mm
v	Kinematic viscosity	cS
S	Specific gravity	
F	Friction factor	
V	Average velocity of fluid	m/s

P	افت فشار	(بار بر کیلومتر)
Q	دبی	(متر مکعب در روز)
D	قطر داخلی لوله	(میلیمتر)
v	لزجت جنبشی	(سانتی استوک)
S	وزن مخصوص	
f	ضریب اصطکاک	
V	سرعت متوسط سیال	(متر در ثانیه)

APPENDIX C

پیوست ج

SIMPLIFIED DARCY EQUATION

معادله ساده شده داریسی

$$P = 6.254 \times 10^5 \times \frac{f_m \times W_T^2}{d^5 \rho_m}$$

Where:

که در آن:

P Pressure drop (Bar/km)

P افت فشار (بار در کیلومتر)

f_m Darcy or moody friction factor (see Appendix H)

f_m ضریب اصطکاک داریسی یا مودی (پیوست ح ملاحظه شود)

W_T Total liquid plus vapor flow rate (kg/h)

W_T دبی کل مایع و بخار (کیلوگرم در ساعت)

D Inside diameter of pipe (mm)

D قطر داخلی لوله (میلیمتر)

ρ_m Gas/liquid mixture density at operating pressure and temperature (kg/m³)

ρ_m چگالی مخلوط گاز و مایع در فشار و دمای عملیاتی (کیلوگرم بر متر مکعب)

Notes:

یادآوری‌ها:

may be calculated from the following derived equation:

(۱) مقدار ρ_m می تواند از فرمول زیر به دست آورده شود :

$$\rho_m = \frac{28829.6 S_L \times P + 35.22 R \times G \times P}{28.82 P + 10.12 R \times T \times Z}$$

Where:

که در آن :

S_L Relative density of oil (water = 1)

S_L چگالی نسبی نفت (آب=۱)

P Operating pressure (kPa Absolute)

P فشار عملیاتی (کیلوپاسکال مطلق)

R Gas/oil ratio (m³ of gas/m³ of oil at metric standard conditions)

R نسبت گاز به نفت (متر مکعب گاز/ مترمکعب نفت در شرایط استاندارد متریک)

G Gas relative density = $\left(\frac{MW}{28.9}\right)$ at standard conditions

G چگالی نسبی گاز $\left(\frac{MW}{28.9}\right)$ در شرایط استاندارد

MW Molecular weight of the gas at 20°C and 760 mm mercury

MW وزن ملکولی گاز در ۲۰ درجه سانتیگراد و ۷۶۰ میلیمتر جیوه

T Operating temperature (°K)

T دمای عملیاتی (درجه کلونین)

Z Gas compressibility factor

Z ضریب تراکم گاز

2) The above Darcy equation loses its accuracy when pressure drop is more than 10% (due to changes in density of gas). For pressure drops higher than 10%, calculations should be carried out for smaller segments of the pipeline and the values added together.

(۲) معادله داریسی فوق وقتی که افت فشار بیشتر از ۱۰ درصد (بعلت تغییرات چگالی گاز) باشد دقت خود را از دست می‌دهد. برای افت فشارهای بیشتر از ۱۰ درصد، توصیه می‌شود که محاسبات برای قسمت های کوچکتر خط لوله انجام شده و جوابها با هم جمع شوند.

**APPENDIX D
T.R. AUDE AND HAZEN-WILLIAM'S
FORMULAS**

**پیوست د
فرمول های تی.آر.اوده و هازن - ویلیامز**

1) T.R. Aude formula

(۱) فرمول تی.آر.اوده

$$Q = \frac{3.4657 \times 10^{-3} \times D^{2.66} \times P^{0.552} \times C}{S^{0.448} \times \mu^{0.104}}$$

یا or

$$P = \frac{28635 Q^{1.812} \times \mu^{0.188} \times S^{0.812}}{C^{1.812} \times D^{4.819}}$$

2) Hazen-william's formula

(۲) فرمول هازن - ویلیامز

$$Q = \frac{2.6 \times 10^{-3} \times D^{2.63} \times P^{0.54} \times C}{S^{0.54}}$$

یا or

$$P = \frac{61.07 \times 10^3 \times Q^{1.852} \times S}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

Where:

که در آن:

Q	Rate of flow	(m ³ /d)	Q دبی (متر مکعب در روز)
D	Inside diameter of pipe	(mm)	D قطر داخلی لوله (میلیمتر)
P	Pressure drop	(bar/km)	P افت فشار (بار در کیلومتر)
C	T.R. Audi's friction factor		C ضریب اصطکاک تی.آر.اوده
	(pipe efficiency)= 1.2 for new steel pipe=1.0 for old steel pipe		(راندمان لوله) برای لوله فولادی نو برابر ۱/۲ و برای لوله فولادی قدیمی برابر ۱/۰
S	Specific gravity of liquid		S وزن مخصوص مایع
μ	Absolute viscosity (centipoises)		μ لزجت مطلق (سانتی پویز)

**APPENDIX E
WEYMOUTH FORMULA**

**پیوست ه
فرمول ویموث**

$$Q = 0.003749 \times \frac{T_0}{P_0} \left(\frac{(P_1^2 - P_2^2) D^{5.333}}{S \times T \times L} \right)^{0.5}$$

Where:

که در آن:

Q Flow rate	m ³ /d	(متر مکعب در روز)	Q دبی
S Specific ravity of gas	(Air=1)	(هوا=۱)	S وزن مخصوص گاز
L Length of line	km	(کیلومتر)	L طول خط
T₀ Temperature basis for defining gas	°K	(درجه کلوین)	T₀ دمای مبنا برای گاز معین
T Mean flowing temperature	°K	(درجه کلوین)	T دمای متوسط جریان
P₁ Inlet pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₁ فشار ورودی
P₂ Final pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₂ فشار نهایی
P₀ Pressure basis for defining gas	bar (abs)	بار (مطلق)	P₀ فشار مبنا برای گاز معین
D Pipe inside diameter	mm	(میلیمتر)	D قطر داخلی لوله

APPENDIX F

PANHANDLE REVISED OR B FORMULA

پیوست و

فرمول بی یا تجدید نظر شده پان هندل

$$Q = 10.024 \times 10^{-3} \times E \times \left(\frac{P_1^2 - P_2^2}{S^{0.961} \times T \times L \times Z} \right)^{0.51} \times D^{2.53} \times \left(\frac{T_0}{P_0} \right)^{1.02}$$

Where:

که در آن:

Q Flow rate	m ₃ /d	(متر مکعب در روز)	Q دبی
S Specific gravity of gas	(Air=1)	(هوا=1)	S وزن مخصوص گاز
L Length of line	km	(کیلومتر)	L طول خط
T₀ Temperature basis for defining gas	°K	(درجه کلوین)	T₀ دمای مبنا برای گاز معین
T Mean flowing temperature	°K	(درجه کلوین)	T دمای متوسط جریان
P₁ Inlet pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₁ فشار ورودی
P₂ Final pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₂ فشار نهایی
P₀ Pressure basis for defining gas	bar (abs)	بار (مطلق)	P₀ فشار مبنا برای گاز معین
D Pipe inside diameter	mm	(میلیمتر)	D قطر داخلی لوله
E Efficiency factor	(taken as 0.9)	(برابر ۰/۹ گرفته شده)	E فاکتور کارایی
Z Compressibility factor			Z ضریب تراکم

APPENDIX G
IGT/AGA FORMULA

پیوست ز
فرمول آی جی تی / آی جی ای

$$Q = 2.298 \times 10^{-3} \times \frac{T_0}{P_0} \left(\frac{P_1^2 - P_2^2 - \left(\frac{0.06834(h_2 - h_1)p^2}{TXZ} \right)}{S \times T \times Z \times L} \right)^{0.5} D^{2.5} \times \text{Log} \frac{3.7D}{Ke}$$

Where:

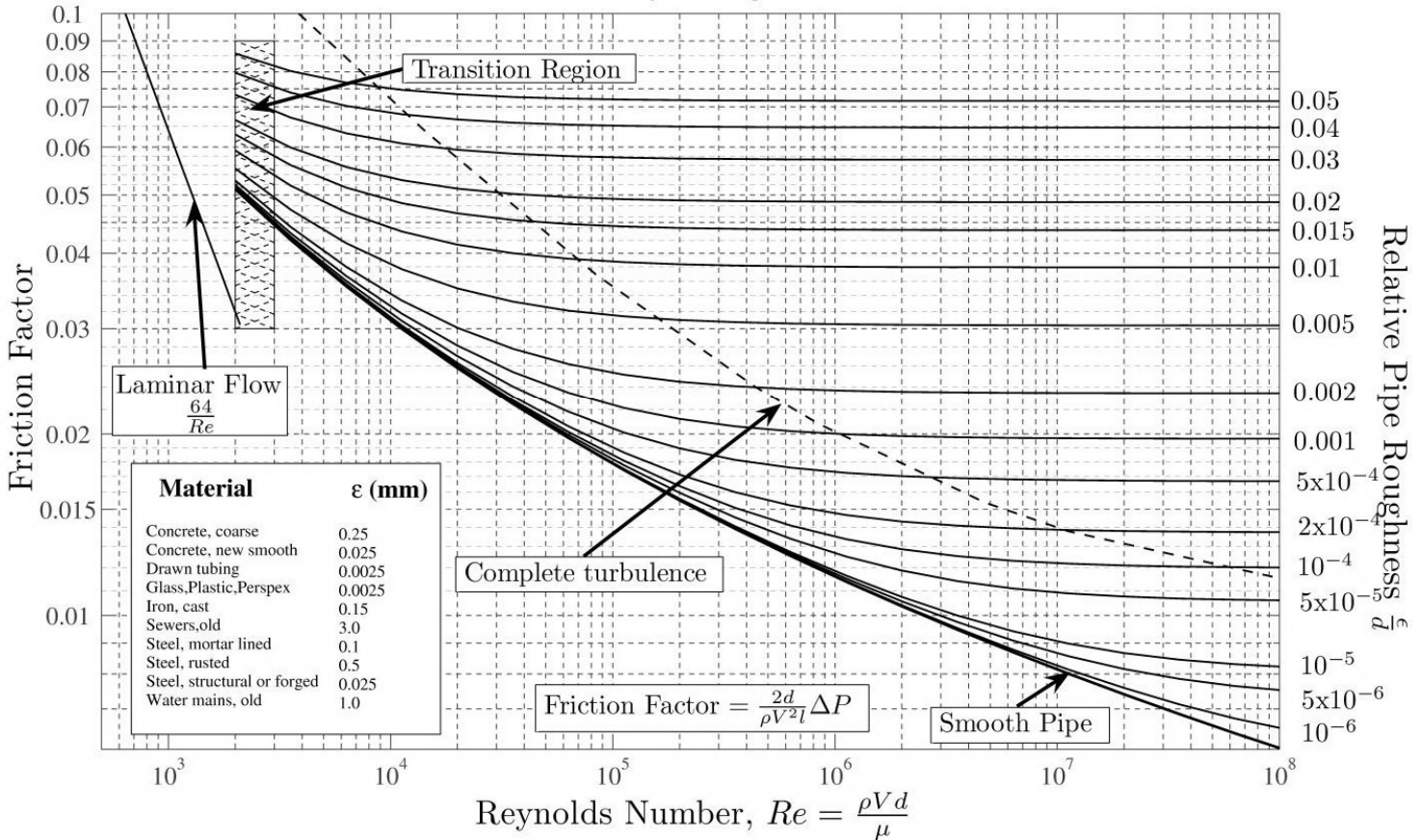
که در آن:

Q Flow rate	m ³ /d	(متر مکعب در روز)	Q دبی
S Specific gravity	(Air = 1)	(هوا=1)	S وزن مخصوص
T₀ Temperature basis for defining gas	°K	(درجه کلوین)	T₀ دمای مبنا برای گاز معین
T Mean flowing temperature	°K	(درجه کلوین)	T دمای متوسط جریان
P₁ Inlet pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₁ فشار ورودی
P₂ Final pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P₂ فشار نهایی
P₀ Pressure basis for defining gas	bar (abs)	بار (مطلق)	P₀ فشار مبنا برای گاز معین
P Average pressure	bar (abs)	بار (مطلق)	P فشار متوسط
L Length of line	km	(کیلومتر)	L طول خط
D Pipe inside diameter	mm	(میلیمتر)	D قطر داخلی لوله
Z Average compressibility factor at P and T			Z معدل ضریب تراکم در P و T
Ke Effective roughness of pipe wall	mm	(میلیمتر)	Ke زبری موثر دیواره لوله
h₁ Initial elevation of line	m	(متر)	h₁ ارتفاع اولیه خط
h₂ Final elevation of line	m	(متر)	h₂ ارتفاع نهایی خط

APPENDIX H
MOODY FRICTION FACTOR
CHART

پیوست ح
نمودار ضریب اصطکاک مودی

Moody Diagram



MOODY DIAGRAM	دیاگرام مودی	IRON, CAST	آهن، ریخته گری
TRANSITION REGION	ناحیه تحول	SEWERS, OLD	مجاری فاضلاب، قدیمی
LAMINAR FLOW	جریان یکنواخت	STEEL, MORTAR LINED	فولاد، روکش داخلی بتونی
COMPLETE TURBULENCE	تلاطم کامل	STEEL, RUSTED	فولاد، زنگ زده
SMOOTH PIPE	لوله صاف و صیقلی	STEEL, STRUCTURAL OR FORGED	فولاد، ساختمانی یا چکش خوار
FRICTION FACTOR	ضریب اصطکاک	WATER MAINS, OLD	لوله های اصلی آب، قدیمی
RELATIVE PIPE ROUGHNESS	زبری نسبی لوله	d PIPE DIAMETER mm	d قطر لوله (میلیمتر)
REYNOLDS NUMBER	عدد رینولدز	V FLUID VELOCITY m/s	V سرعت سیال (متر در ثانیه)
CONCRETE, COARSE	بتون، خشن	P FLUID DENSITY	ρ چگالی سیال
CONCRETE, NEW SMOOTH	بتون، صاف و صیقلی جدید	μ FLUID VISCOSITY cp	μ لزجت سیال (سانتی پوین)
DRAWN TUBING	تیوب کشیده شده	ABSOLUTE PIPE ROUGHNESS mm	ϵ زبری مطلق لوله (میلیمتر)
GLASS, PLASTIC, PERSPEX	شیشه، پلاستیک، پلاستیک نرم و شفاف		

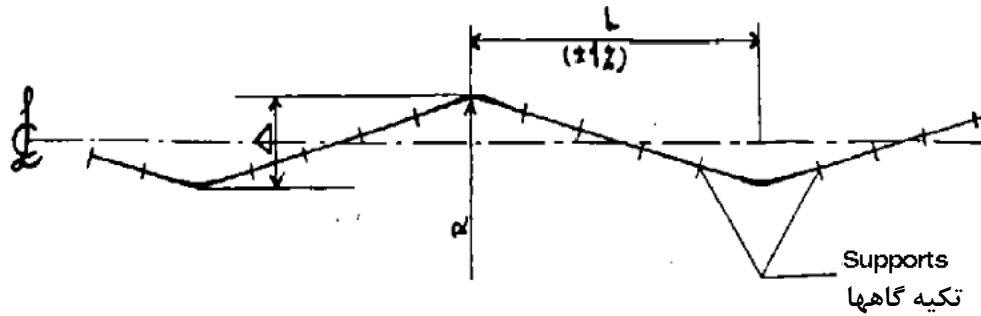


Fig. 1 - PLAN VIEW OF ZIG-ZAG CONFIGURATION FOR ABOVE-GROUND PIPELINE

شکل ۱- نمای بالا از شکل زیگزاک برای خطوط لوله روی زمینی

TABLE 4 - ZIG-ZAG CONFIGURATION DIMENSIONS

جدول ۴- اندازه های شکل زیگزاک

PIPE SIZE DN (NPS) اندازه لوله DN (NPS)	PIPE MATERIAL GRADE PER API 5L گرید جنس لوله بر اساس API 5L	STRAIGHT LENGTH L (m) طول مستقیم L (متر)	OFFSET Δ (m) (MINIMUM) جابجایی Δ (متر) (حداقل)	BEND RADIUS R (m) (MINIMUM) شعاع خم R (متر) (حداقل)
Up to DN 300 (NPS 12)	GR B	60	4	25 × Dia.
DN 400 (NPS 16)	GR B/ X 42	116	9.1	17× Dia
	X 52/ ×X 60	100	6.5	17× Dia
DN 500 (NPS 20)	GR B/ X 42	116	9.1	22× Dia
	X 52/ X 60	100	6.5	22× Dia
DN 550 (NPS 22)	GR B/ X 42	116	9.5	23× Dia
	X52/ X 60	100	6.5	23× Dia
DN 600 (NPS 24)	GR B/ X 42	116	9.5	25× Dia
	X 52/ X 60	100	6.5	25× Dia
DN 650 (NPS 26)	GR B/ X 42	116	7.1	28× Dia
	X 52/ X 60	100	6.5	28× Dia
DN 750 (NPS 30)	GR B/ X 42	116	7.1	31× Dia
	X 52/ X 60	100	6.5	31× Dia