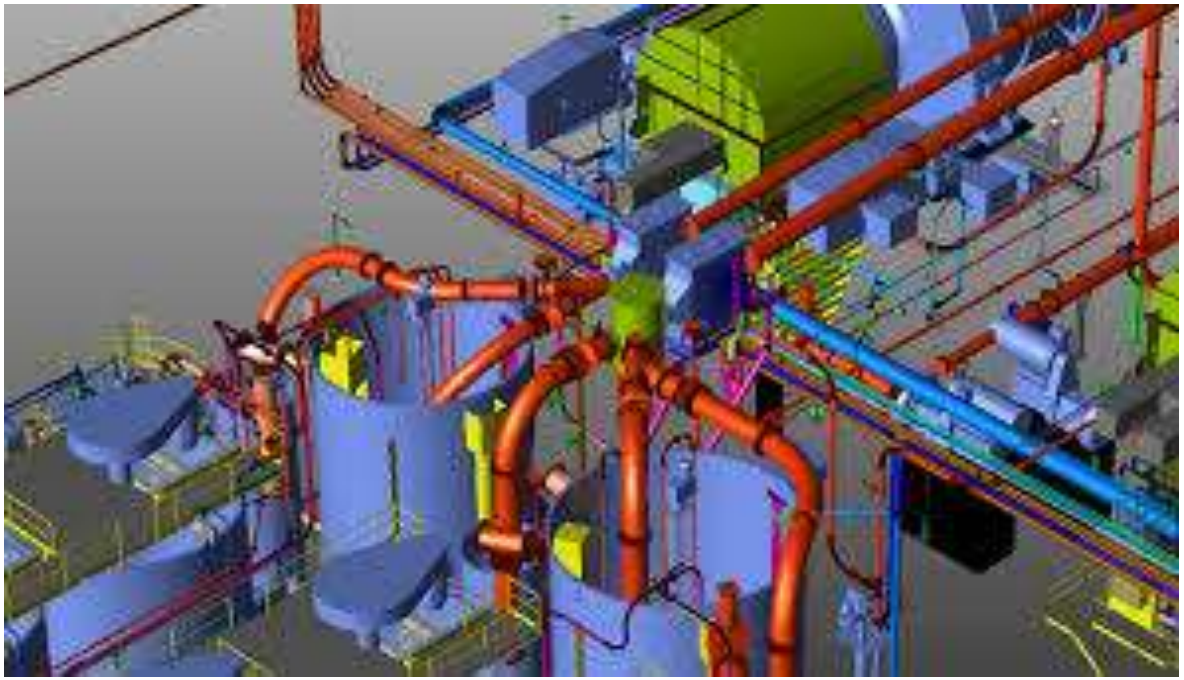
طراحی سیستمهای لوله کشی تحت فشار فرایندی
Process Pressure Piping



سیروس یحیی پور

ASNT Level III

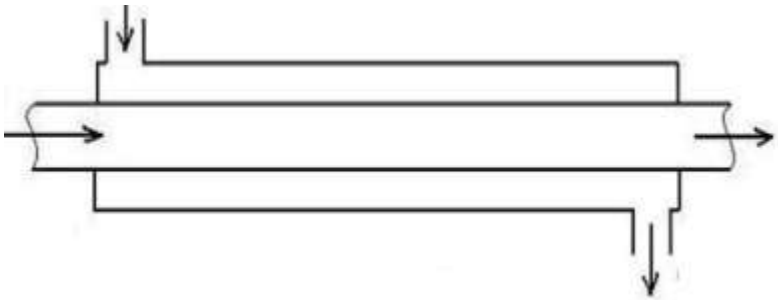
ASME Authorized Inspector

International Welding Engineer (IWE)

www.mohandes-iran.com

mohandes-iran.com

طبقه بندی ظروف بر اساس فشار



- فشار داخلی
- فشار خارجی
- ترکیبی

- آتمسفریک $1 > P < 2psi$
- کم فشار $2 > P < 15psi$
- تحت فشار $P > 15psi$
- تحت فشارهای بالا

در استاندارد B31.3 هنگامی که فشار بیش از حداکثر مجاز برای فلنج کلاس 2500 و فولاد A105 باشد. در این حالت رعایت الزامات فصل IX استاندارد اجباری است.

www.mohandes-iran.com

طبقه بندی ظروف تحت فشار

ASME B31.3

- ظروف تحت فشار جداره ضخیم
- ظروف تحت فشار جداره نازک $D/t > 6$

ASME Sec VIII Div1

- ظروف تحت فشار جداره ضخیم
- ظروف تحت فشار جداره نازک $D/t > 10$

www.mohandes-iran.com

سیستم لوله کشی چیست؟

هدف سیستم لوله کشی بطور عمده انتقال مواد است

www.mohandes-iran.com

PIPING

سیستم لوله کشی شامل :

- لوله های صاف
- لوله های خم شده
- اتصالات
- فلنج ها
- درپوش ها
- شیرها
- اجزایی نظیر ساپورت ها, ضربه گیرها, آویزها و ... است.

www.mohandes-iran.com

لوله کشی چه نیست؟

توجه:

لوله‌های بویلرها ، مخازن تحت فشار , مخازن ذخیره , راکتورها ,هدرها , مبدل های حرارتی , توزیع کننده ها , کلکتورها و هر وسیله ای که برای مقصد دیگری بجز انتقال مواد بکار رود ، لوله کشی محسوب نمی شود و یا جزیی از سیستم لوله کشی نیست.

www.mohandes-iran.com

انواع سیستم لوله کشی

- سیستم تحت فشار Pressure System
- سیستم باز Open System
- سیستم جریان ثقلی Gravity Flow System
- سیستم بسته Closed System

www.mohandes-iran.com

Piping Management Plan

- برنامه ریزی مدیریت سیستم های لوله کشی، برای اجرای صحیح امور از اهمیت زیادی برخوردار است و باید قبل از شروع کار تدوین گردد.

- برنامه مدیریت Piping باید حداقل شامل روش و مراحل برآورد اقلام لوله کشی، تعیین قطر متوسط لوله های هر واحد، انتخاب FW، زمان مناسب ساخت هر Spool، حداکثر ابعاد و نحوه انبارداری Spools،تخمین تعداد و زمان حضور تخصص های لازم در دفاتر فنی،اجرا و کنترل کیفیت، زمان نیاز به اجناس، Material Balance دوره ای، تعیین حداکثر میزان اختلاف بین تولید SW وFW، آزمایش پرتونگاری، برنامه نصب Lifting Plan برخی از Spools سنگین، تعیین تعداد و زمان تهیه Test Packages، آزمایش فشار و ... باشد.

www.mohandes-iran.com

What is ASME ?

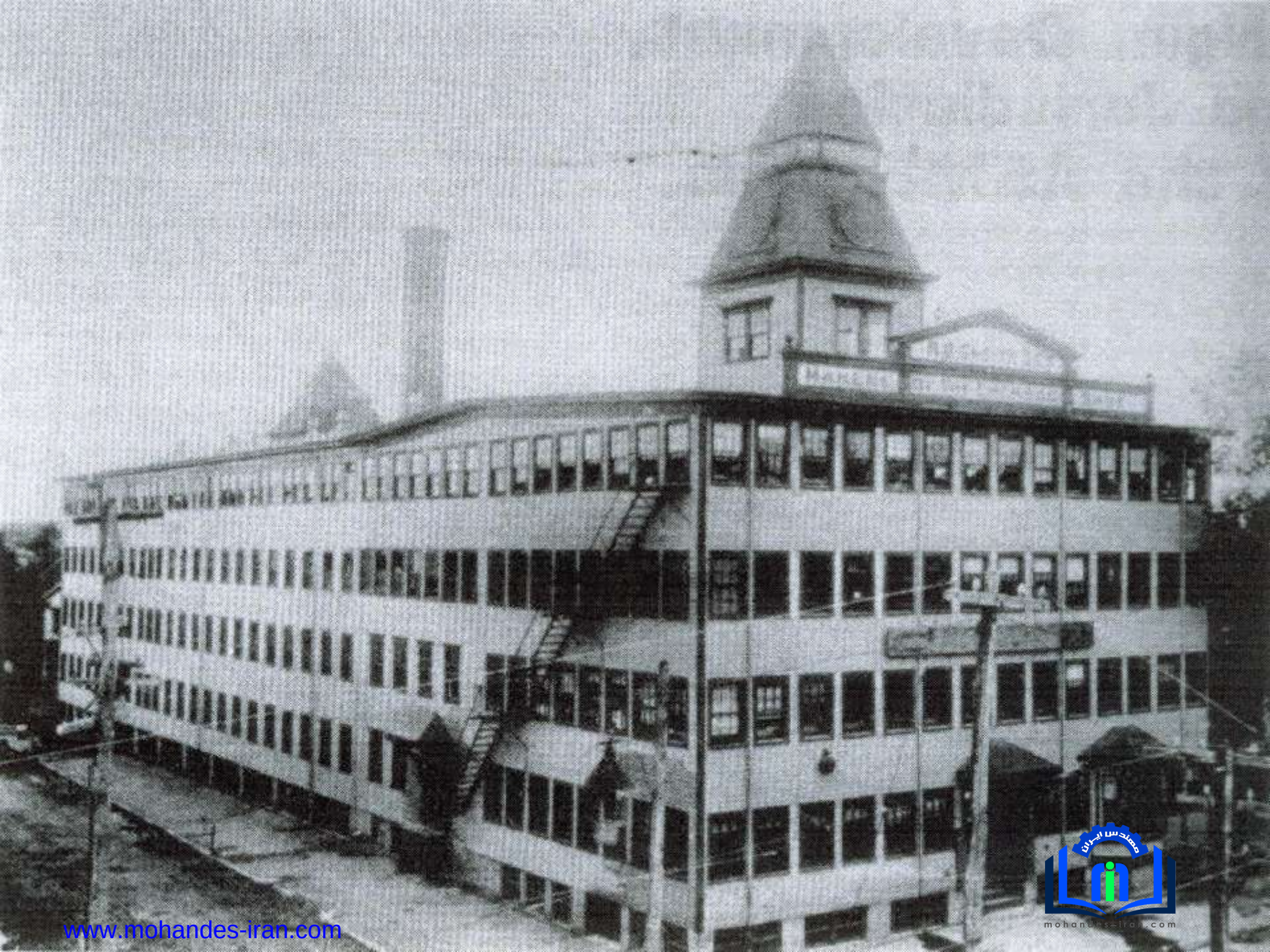
A	American
S	Society of
M	Mechanical
E	Engineers

www.mohandes-iran.com

برخی از واژه های کد

Shall	**الزام های اجباری**
May not	**ممنوعیت**
May **Can**	**توصیه‌ها یا معافیت‌ها از ممنوعیت**
Should	**توصیه‌ها**

www.mohandes-iran.com



www.mohandes-iran.com

www.mohandes-iran.com

- انجمن مهندسین مکانیک آمریکا در سال 1911 کمیته‌ای را پایه‌گذاری کرد که مقررات استانداردی را برای ساخت[1] دیگ‌های بخار و دیگر مخازن تحت فشار ایجاد کند. این کمیته در حال حاضر "Boiler and Pressure Vessel Committee" نامیده می‌شود
- ASME B&P شامل الزام های اجباری ممنوعیت‌های مشخص و راهنمایی‌های غیر اجباری برای عملیات ساخت است. کد شامل تمامی اطلاعاتی که در حین ساخت لازم است نمی‌شود و هر آنچه که در کد مشخصاً بیان نشده ممنوع نیست.
- کد Hand book نیست و نمی‌تواند جایگزین تحصیلات، دانش و تجربه شود و نباید بنحوی مورد قضاوت مهندسی Engineering Judgment قرار گیرد که الزامات اجباری یا ممنوعیت‌های مشخص آن نادیده گرفته شود..

1) واژه ساخت در استاندارد شامل تمامی موارد نظیر مواد ساخت آزمایش بازرسی Examination، Test، صدور گواهینامه و Pressure Relief است.

www.mohandes-iran.com

Countries accepting ASME Code Construction and Requirement Boilers and Pressure Vessels

Albania *	* Egypt	Lebanon	* Serbia
Algeria	* Estonia	Libya	Singapore
Argentina	Ethiopia	Lithuania *	South Africa
Australia	* Finland	Luxembourg *	* Spain
Austria *	Fiji	Malawi	Sri Lanka
Bahamas	* France	Malaysia	Sudan
Bahrain	Gambia	Malta *	Swaziland
Bangladesh	* Georgia	Mauritius *	* Sweden
Barbados	* Germany	Mexico	* Switzerland
Belarus *	Ghana	Moldowa *	Syria
Belgium *	* Greece	Morocco	Taiwan
Bermuda	* Hong Kong	Mozambique	Tanzania
Bolivia	* Hungary	Netherlands *	Thailand
Bosnia and Herzegovina *	* Iceland	New Zealand	The Russian Federation
Brazil	* India	Nicaragua *	Trinidad and Tobago
Burma (Myanmar) *	Indonesia	Nigeria *	* Tunisia
Canada	* Iraq	Norway	* Turkey
Chile	* Ireland	Oman *	* United Arab Emirates
China *	Israel	Pakistan	United Kingdom
Colombia	* Italy	Paraguay *	* Uganda
Costa Rica	Ivory Coast	Peru	Uruguay
Croatia *	Jamaica	Philippines	USA
Cuba	* Japan	Poland *	Venezuela
Cyprus	Jordan	Portugal	Yemen
Denmark *	Kazakhstan	Puerto Rico *	Yugoslavia
Djibouti	* Kenya	Quatar *	Zambia
Dominican Republic	Korea	Romania	Zimbabwe
Ecuador	Kuwait	Saint Lucia *	
	Latvia	Saudi Arabia	
		*	

* Subject to approval of local authority

Source: Technical help to Exporters, British Standard Inst. (June 2004)

www.mohandes-iran.com
mohandes-iran.com

SECTIONS

I Rules for Construction of Power Boilers

II Materials
- Part A — Ferrous Material Specifications
- Part B — Nonferrous Material Specifications
- Part C — Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals
- Part D — Properties (Customary)
- Part D — Properties (Metric)

III Rules for Construction of Nuclear Facility Components
- Subsection NCA — General Requirements for Division 1 and Division 2
- Appendices
- Division 1
  - Subsection NB — Class 1 Components
  - Subsection NC — Class 2 Components
  - Subsection ND — Class 3 Components
  - Subsection NE — Class MC Components
  - Subsection NF — Supports
  - Subsection NG — Core Support Structures
  - Subsection NH — Class 1 Components in Elevated Temperature Service*
- Division 2 — Code for Concrete Containments
- Division 3 — Containments for Transportation and Storage of Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Material and Waste
- Division 5 — High Temperature Reactors

IV Rules for Construction of Heating Boilers

V Nondestructive Examination

VI Recommended Rules for the Care and Operation of Heating Boilers

VII Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers

VIII Rules for Construction of Pressure Vessels
- Division 1
- Division 2 — Alternative Rules
- Division 3 — Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels

IX Welding, Brazing, and Fusing Qualifications

XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components

XII Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks

www.mohandes-iran.com

mohandes-iran.com

ASME B31 انتشارات

- B31.1 Power Piping
- B31.2 Fuel Piping (حذف شد)
- B31.3 Process Piping
- B31.4 Transportation Systems for Liquids and Slurries
- B31.5 Refrigeration Piping
- B 31.6 Chemical Plant Piping (حذف شد)
- B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems
- B13.9 Building Services Piping
- B31.11 Slurry Transportation Piping Systems (حذف شد)
- B31.12 Hydrogen Piping and Pipelines

www.mohandes-iran.com

ASME B31 انتشارات

- **B31E Standard for the Seismic Design & Retrofit of Above-Ground Piping Systems**
- **B31E Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines**
- **B31J Standard Test Method for Determining Stress Intensification Factor (i-Factor) for Metallic Piping Component**
- **B31Q Pipeline Personnel Qualification**
- **B31T Standard Toughness Requirement for Piping**

www.mohandes-iran.com

انتشارات کد ASME B 31

Editions	هر سه سال یک بار در ۱ July (،۹۵،۹۸،۲۰۰۱،۲۰۰۴....) انتشارمی‌یابد.
Addenda	هر سال به صورت رنگی در ۱ July انتشار می‌یابدو شامل تغییرات، حذف‌ها و جابجایی‌هاست. ۶ ماه بعد از انتشار اجباری خواهد شد.
Interpretations	تفسیرهای سئوالات رسیده توسط کمیته‌های ASME منتشر می‌شوند امّا جزو کد نیستند (Non mandatory)
Code cases	بوسیله کمیته ASME جهت توضیح و روشن شدن الزامات موجود در کد یا تهیه مقررات جدیدی که الزم آن در کد حس می‌شود انتشار می‌یابند.
Errata	به محض انتشار اجباري هستند.
Re-affirmed	عبارتند از کدها و استانداردهای مرجع.

www.mohandes-iran.com

ASME Code Scope

Construction Codes Sections Adress:

- Manufacturer‘s Authorization
- Materials,
- Design,
- Fabrication,
- Examination,
- Inspection,
- Testing,
- Certification,
- Assembly, Installation
- Pressure Relief.

Not adressed:

Inservice Inspection, Repairs, Alterations

www.mohandes-iran.com

انواع کد و استاندارد

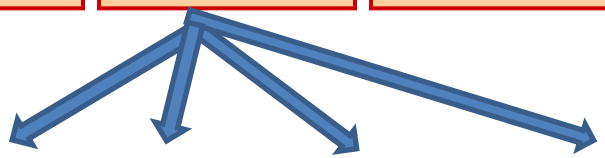
- تفاوت کد و استاندارد
- انواع کد و استاندارد
  - کدهای ساخت Construction Codes
  - کدهای بهره برداری In-Service Codes
  - کدهای کمکی یا ارجاعی Supplementary Codes
  - کدهای مرجع Reaffirm Codes
  - کدهای تعمیرات و بازرسی Repair & Inspection Codes

www.mohandes-iran.com

ارتباط انواع مختلف استاندارد با یکدیگر

Construction- Code

Section 1 Power Boilers	Section III 1.2.3 Nuclear Power	Section IV Heating Boilers	Section VIII 1.2.3 Pressure Vessels	Section X Fiber Plastics	ASME B31.1 Power Piping	ASME B31.3 Process Piping



Referenced Code

ASME B31.1 Power Piping	Section II Materials	Section V NDE	Section IX Welding

“In-service”- Code

Section VI Heating Boilers	Section VII Power Boilers	Section XI Nuclear Power

Standards, Recommendations

ANSI	ASTM	AWS	ASNT

- **National Board Inspection Code NBIC**

www.mohandes-iran.com

ASME Piping Codes B31.3

- مقدمه
- مقررات B31.3
- محدوده
- Fluid Service
- طراحی
- مواد
- Fabrication, Assembly, Erection
- بازرسی و آزمایش

www.mohandes-iran.com

ASME B 31.3 Contents

Chapter I Scope and Definitions

II Design

Conditions and criteria

Pressure design of piping components

Fluid Service Requirements

Flexibility and Support Systems

III Materials

IV Standards for Piping Components

V Fabrication, Assembly, Erection

VI Examination, Inspection and Testing

VII Nonmetallic Piping

VIII Piping for Category *M* Fluid Service

IX High Pressure Piping

X High Purity Piping

Appendices

www.mohandes-iran.com

mohandes-iran.com

TABLE 300.4
STATUS OF APPENDICES IN B31.3

Appendix	Title	Status
A	Stress Tables for Metallic Piping and Bolting Materials	Requirements
B	Stress Tables and Allowable Pressure Tables for Nonmetals	Requirements
C	Physical Properties of Piping Materials	Requirements (1)
D	Flexibility and Stress Intensification Factors	Requirements (1)
E	Reference Standards	Requirements
F	Precautionary Considerations	Guidance (2)
G	Safeguarding	Guidance (2)
H	Sample Calculations for Branch Reinforcement	Guidance
J	Nomenclature	Information
K	Allowable Stress for High Pressure Piping	Requirements (3)
L	Aluminum Alloy Pipe Flanges	Specification (5)
M	Guide to Classifying Fluid Services	Guidance (2)
Q	Quality System Program	Guidance (2)
V	Allowable Variations in Elevated Temperature Service	Guidance (2)
X	Metallic Bellows Expansion Joints	Requirements
Z	Preparation of Technical Inquiries	Requirements (4)

NOTES:
(1) Contains default requirements, to be used unless more directly applicable data are available.
(2) Contains no requirements but Code user is responsible for considering applicable items.
(3) Contains requirements applicable only when use of Chapter IX is specified.
(4) Contains administrative requirements.
(5) Contains pressure-temperature ratings, materials, dimensions, and markings of forged aluminum alloy flanges.

www.mohandes-iran.com
mohandes-iran.com

استاندارد B31.3

- واژه ساخت Construction در این استاندارد شامل تمام اقدام های لازم نظیر، طراحی، انتخاب مواد، جوشکاری، برشکاری، خمکاری، پیش ساخت، نصب، آزمایش های غیرمخرب، آزمایش فشار، و مدارک پایان کار و ... است

www.mohandes-iran.com

مبنای استاندارد B31.3

- استاندارد B31.3 معطوف به ایمنی انسان ها است. تمام ملاحظه های استاندارد نظیر تقسیم بندی های سیال، فشار طراحی، دمای طراحی، حداکثر تنش مجاز، روش های ممانت از شکست ترد و غیره از این زوایه مطرح شده اند.

- استاندارد B31.3 بر دو اصل مبتنی بر سیال و تنش های سیستم لوله کشی استوار است.

www.mohandes-iran.com

هدف استاندارد

300 GENERAL STATEMENTS

(c) Intent of the Code

(1) It is the intent of this Code to set forth engineering requirements deemed necessary for safe design and construction of piping installations.

(2) This Code is not intended to apply to the operation, examination, inspection, testing, maintenance, or repair of piping that has been placed in service. The provisions of this Code may optionally be applied for those purposes, although other considerations may also be necessary.

www.mohandes-iran.com

ASME B 31.3

- استاندارد B31.3 شامل تمام دانش و مهارت لازم برای اجرای Piping نیست و حداقلی از الزام های اجباری، توصیه های غیر اجباری و راهنمایی ها را ارائه می کند.
- استاندارد جایگزین دانش و تجربه مهندسی نیست .
- استاندارد نباید مورد قضاوت مهندسی قرار گیرد.
- هر شرکت طراحی و مهندسی به روش های نظام مند و فرایندهای تدوین شده مهندسی مخصوص به خود نیاز دارد.

www.mohandes-iran.com

ASME B 31.3 300.1 Scope

Scope: Piping for all fluids within the property lines of facilities for chemicals and petroleum Main aspect: Product transportation

Except:

- non toxic fluids at 0 ... 15 psig and -20°F ... 366°F
- boiler external piping
- boiler proper, pressure vessels
- piping according to B 31.4, B 31.8, B 31.11
- plumbing
- fire protection systems

Definitions: 300.2

www.mohandes-iran.com

301.1 مشخصات طراح

The Designer is the person(s) in charge of the engineering design of a piping system and shall be experienced in the use of this Code.

The qualifications and experience required of the Designer will depend on the complexity and criticality of the system and the nature of the individual's experience. The owner's approval is required if the individual does not meet at least one of the following criteria.

(a) Completion of an engineering degree, requiring 4 or more years of full-time study, plus a minimum of 5 years experience in the design of related pressure piping.

(b) Professional Engineering registration, recognized by the local jurisdiction, and experience in the design of related pressure piping.

(c) Completion of an engineering associates degree, requiring at least 2 years of full-time study, plus a minimum of 10 years experience in the design of related pressure piping.

(d) 15 years experience in the design of related pressure piping. Experience in the design of related pressure piping is satisfied by piping design experience that includes design calculations for pressure, sustained and occasional loads, and piping flexibility.

www.mohandes-iran.com

مهارت های مورد نیاز طراح

۱. منطق و خلاقیت

۲. شناخت از فرایند

۳. اطلاعات در مورد اجرا، نصب، نگهداری و تعمیرات

٤. تولید اسناد و مدارک روشن و دقیق

۵. رعایت ایمنی

www.mohandes-iran.com

مدارک مهندسی پروژه

اسناد مهندسی

1. اطلاعات مهندسی که باید توسط کارفرما ارئه شود.
2. اطلاعاتی که باید از فروشنده ها دریافت شود .
3. مدارکی که طراح تولید می کند.
٤. اسنادی که باید توسط دفاتر فنی اجرایی تدوین شود.

www.mohandes-iran.com

طراحی سیستم لوله کشی

پرسش های اساسی طراحی

۱. شدت جریان Flow Rate سیال

۲. دما و فشار فرایند

۳. انتخاب ماده مناسب

٤. انتخاب عایق

٥. تعیین و تخصیص بارهای وارد به سیستم

٦. انتخاب و طراحی سیستم تکیه گاه Supporting Systems

www.mohandes-iran.com

یکی از مسئولیت های طراح اطمینان از مناسب بودن کل اجزا سیستم لوله کشی است به همین منظور در بند ۳۰۵.۲ راهنمایی هایی در نظر گرفته شده است

FLUID SERVICE REQUIREMENTS FOR PIPING COMPONENTS

305 PIPE

Pipe includes components designated as "tube" or "tubing" in the material specification, when intended for pressure service.

305.1 General

Listed pipe may be used in Normal Fluid Service except as stated in paras. 305.2.1 and 305.2.2. Unlisted pipe may be used only as provided in para. 302.2.3.

305.2 Specific Requirements

305.2.1 Pipe for Category D Fluid Service. The following carbon steel pipe may be used only for Category D Fluid Service:

API 5L, Furnace Butt-Welded
ASTM A53, Type F
ASTM A134 made from other than ASTM A285 plate

305.2.2 Pipe Requiring Safeguarding. When used for other than Category D Fluid Service, the following carbon steel pipe shall be safeguarded:

ASTM A134 made from ASTM A285 plate
ASTM A139

305.2.3 Pipe for Severe Cyclic Conditions

(a) Except as limited in subparas. (b) through (d), only the following pipe may be used under severe cyclic conditions:

(1) pipe listed in Table A-1A, where $E_c \geq 0.90$,[7] or
(2) pipe listed in Table A-1B, where $E_j \geq 0.90$[7]

(b) For API 5L pipe, only the following materials may be used:

Grade A or B, seamless
Grade A or B, SAW, str. seam, $E_j \geq 0.95$
Grade X42, seamless
Grade X46, seamless
Grade X52, seamless
Grade X56, seamless
Grade X60, seamless

(c) For copper pipe, only ASTM B42 may be used.

(d) For copper alloy pipe, only ASTM B466 may be used.

(e) For aluminum alloy pipe, only ASTM B210 and B241, both in tempers O and H112, may be used.

305.2.4 Elevated Temperature Fluid Service. In Elevated Temperature Fluid Service, all longitudinal or spiral (helical seam) welds in P-No. 4 or P-No. 5 materials shall be examined by 100% radiography or 100% ultrasonic examination. Acceptance criteria are as stated in para. 341.3.2 and in Table 341.3.2, for Normal Fluid Service, unless otherwise specified.

www.mohandes-iran.com
mohandes-iran.com

نکات مورد توجه طراحان

A302.1 General

The designer shall be satisfied as to the adequacy nonmetallic material and its manufacture, considering at least the following:

(a) tensile, compressive, flexural, and shear strength, and modulus of elasticity, at design temperature (long term and short term)

(b) creep rate at design conditions

(c) design stress and its basis

(d) ductility and plasticity

(e) impact and thermal shock properties

(f) temperature limits

(g) transition temperature — melting and vaporization

(h) porosity and permeability

(i) testing methods

(j) methods of making joints and their efficiency

(k) possibility of deterioration in service

www.mohandes-iran.com

مرحله های طراحی واحدهای نفتی

۱ـ طرح ابتدائی و خام (Basic Design) :

در این مرحله مطالعات فرایندی (Process Design) انجام می شود محصول این قسمت ، نقشه ها و دیاگرامهای از فرایند مورد نیاز است که از جمله دیاگرام P&ID و P.F.D. است که در همین بخش راجع به این نقشه ها توضیح داده خواهد شد.

۲ـ مطالعه برروی طرح (Front End Engineerin)

در این مرحله بر اساس فرایند طراحی شده نقشه های ابتدایی شامل جانمایی تجهیزات و لوله کشی و... انجام می شود این مرحله بسیار حساس است و مهندسین طراح باید کلیه تجارب و دانش خویش را بکار ببرند تا طراحی دقیق و اقتصادی انجام دهند از نمونه محصول این مرحله مدرک PLOT PLAN است.

۳ـ دیتیل کردن طرح نهایی (Detail Design)

نقشه های دیتل وپلان های نهایی براساس مدارک ایجاد شده در مراحل قبلی در این مرحله ایجاد می شوند .این مرحله معمولا احتیاج به زمان زیادی دارد و بسیاری از مشکلات طراحی در قسمتهای قبل دراین مرحله دیده و مورد حل قرار می گیرد محصول این قسمت ایجاد گزارش دقیق مربوط به اقلام مورد نیاز برای خرید و سفارش ،نقشه های ایزومتریک جهت لوله کشی و..است

www.mohandes-iran.com

وابستگی انتخاب فنی مواد به متغیرهای پروژه

متغیرهای پروژه	نتایج انتخاب مواد
روش‌های طراحی فرایند و مقاومت در برابر خوردگی	➢ افت عمومی و کلی وزن، حاصل از خوردگی ➢ خوردگی موضعی(حفره‌ای، درزی، فرسایشی) ➢ تنش حاصل از خوردگی(مشهور به ترک‌خوردگی محیطی)
روش‌های طراحی مکانیکی و خواص مکانیکی	➢ استحکام(همچون ضخامت موردنیاز) ➢ قابلیت چکش خوری و مقاومت در برابر شکست ترد ➢ سختی(الزامات همواره بر اساس طراحی فرایند که با توجه به تنش حاصل از شکستگی خوردگی انجام می‌شود، معین می‌شوند) ➢ چقرمگی شکاف دما پایین (مازاد بر اثرات محیطی، این ویژگی می‌تواند به طراحی فرایند، همچون اثرات ژول-تامسون بر خروجی گازهای فشار بالا وصل شود و یا بر سیالات سرمازا اثر گذارد) ➢ استحکام دما بالا و مقاومت در برابر خزش ➢ مقاومت در برابر خستگی و ارتعاش
موقعیت‌های ساخت و سرهم بندی کردن	➢ کارگاهی یا محلی، شامل قابلیت دسترسی به تجهیزات و کارکنان ماهر ➢ نیازهای شکل‌دهی و خمش ➢ ارضای نیازهای اتصالی(جوشکاری، نبده‌زنی، زرد جوشکاری[1] و لحیم‌کاری)
وضعیت‌های بهره‌برداری	➢ سهولت تعمیر و نگهداری شامل در دسترس بودن تجهیزات و کارکنان ماهر (همچون جایگزینی نیروهای ماهر و غیر ماهر) ➢ الزامات تحویل محصول، رشد بازدهی بر اساس نقشهٔ قبلی، طرح پیشنهادی یا برنامهٔ زمان‌بندی برای گردش امور واحد ➢ کفایت حفاظت‌های ایمنی همچون جلوگیری از نشست بین جریان‌ها (یک یا دو شیر یک‌طرفه[2])، کفایت کنترل‌های فشار و درجه حرارت

www.mohandes-iran.com

کارفرما و طراح در ابتدا باید به دو پرسش اساسی پاسخ دهند

۱. عمر طرح مورد نظر چه مقدار است؟

۱.۱ عمر طرح های بر مبنای B31.3 در حدود ۲۰ تا ۳۰ سال است.

۱.۲ عمر طرح های مبتنی بر B31.1 در حدود ٤٠ سال در نظر گرفته می شود.

۲. سیستم باید چه ضریب اطمینانی داشته باشد؟

۲.۱ حداکثر ضریب ایمنی Safety Factor در B31.3 برابر ۳ و در B31.1 معادل ٤ است.

به عنوان مثال اگر در شرایط مشابه طراحی، ضخامت لوله در سیستم B31.1 برابر Schedule 80 شود، در سیستم مبتنی بر B31.3 در حدود Schedule 40 خواهد بود

www.mohandes-iran.com

انواع سیال

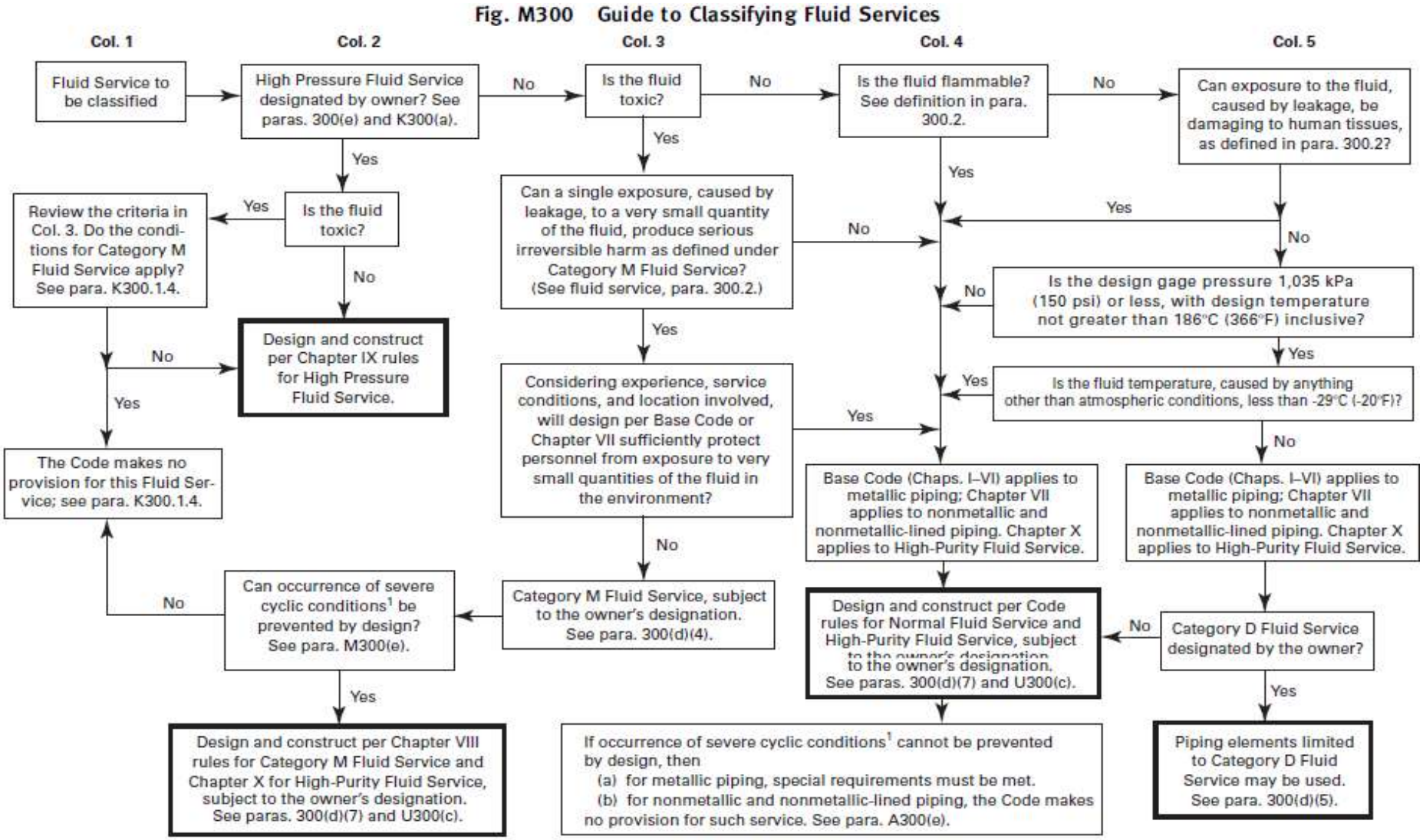
- پس از انتخاب استاندارد ASME B31.3 مهمترین پرسشی که باید پاسخ داده شود تعیین نوع سیال است.

- تعیین نوع سیال از مسئولیت های کارفرما است.

- پیوست M برای کمک و راهنمایی کارفرمایان در انتخاب نوع سیال تدوین شده است

www.mohandes-iran.com

B 31.3FIG. M300 GUIDE TO CLASSIFYING FLUID SERVICES



GENERAL NOTES:

(a) See paras. 300(b)(1), 300(d)(4) and (5), and 300(e) for decisions the owner must make. Other decisions are the designer's responsibility; see para. 300(b)(2).

(b) The term "fluid service" is defined in para. 300.2.

NOTE:

(1) Severe cyclic conditions are defined in para. 300.2. Requirements are found in Chapter II, Parts 3 and 4, and in paras. 323.4.2 and 241.4.3.

www.mohandes-iran.com
mohandes-iran.com

مبانی طبقه بندی سیستم Piping در ASME B31.3

در این استاندارد Piping بر دو اساس طبقه بندی شده است.

- **سیال**
  - **سیال نوع D**
  - **سیال عادی (فصل ۱ تا ۷)**
  - **سیال نوع M (فصل ۸)**
  - **Elevated Temperature Fluid Service (جدول ۳۰۲.۳.۵)**
  - **High Purity Fluid Service (فصل ۱۰)**
- **فشار**
  - **سیستم لوله کشی فشار بالا (فصل ۹) (بند K300)**
  - **سیستم لوله کشی تحت بارهای متناوب Sever Cyclic Conditions (بند ۳۰۲.۳.۵)**

مسئولیت انتخاب نوع سیال به عهده کارفرما است و طراح مسئولیت دارد تا بر این اساس، نوع مواد و الزام های طراحی، ساخت، آزمایش و ... را بر اساس فصل های استاندارد انتخاب کند.

www.mohandes-iran.com

Fluid Service

fluid service: a general term concerning the application of a piping system, considering the combination of fluid properties, operating conditions, and other factors that establish the basis for design of the piping system. See Appendix M.

(a) Category D Fluid Service: a fluid service in which all of the following apply:

(1) the fluid handled is nonflammable, nontoxic, and not damaging to human tissues as defined in para. 300.2

(2) the design gage pressure does not exceed 1 035 kPa (150 psi)

(3) the design temperature is not greater than 186°C (366°F)

(4) the fluid temperature caused by anything other than atmospheric conditions is not less than −29°C (−20°F)

(b) Category M Fluid Service: a fluid service in which both of the following apply:

(1) the fluid is so highly toxic that a single exposure to a very small quantity of the fluid, caused by leakage, can produce serious irreversible harm to persons on breathing or bodily contact, even when prompt restorative measures are taken

(2) after consideration of piping design, experience, service conditions, and location, the owner determines that the requirements for Normal Fluid Service do not sufficiently provide the leak tightness required to protect personnel from exposure

(c) Elevated Temperature Fluid Service: a fluid service in which the piping metal temperature is sustained equal to or greater than T_{cr} as defined in Table 302.3.5, General Note (b).

(d) High Pressure Fluid Service: a fluid service for which the owner specifies the use of Chapter IX for piping design and construction; see also para. K300.

(e) High Purity Fluid Service: a fluid service that requires alternative methods of fabrication, inspection, examination, and testing not covered elsewhere in the Code, with the intent to produce a controlled level of cleanness. The term thus applies to piping systems defined for other purposes as high purity, ultra high purity, hygienic, or aseptic.

(f) Normal Fluid Service: a fluid service pertaining to most piping covered by this Code, i.e., not subject to the rules for Category D, Category M, Elevated Temperature, High Pressure, or High Purity Fluid Service.

www.mohandes-iran.com

mohandes-iran.com

Fluid Service

severe cyclic conditions: conditions applying to specific piping components or joints in which S_E computed in accordance with para. 319.4.4 exceeds $0.8S_A$ (as defined in para. 302.3.5), and the equivalent number of cycles (N in para. 302.3.5) exceeds 7000; or other conditions that the designer determines will produce an equivalent effect.

www.mohandes-iran.com

ASME B 31.3 Fluid Services

Appendix M:

Category **D** fluid service:

Nontoxic, non flammable , not dangerous , designated by owner – design pressure ≤150psig.

Normal fluid service

Category **M** fluid service:

Toxic fluids, even at single exposure of small quantities, non protected personal, designated by owner

High pressure fluid service:

over Class 2500, designated by owner alternative rules in chapter IX

Severe Cyclic Conditions:

Piping over 7000 Cycles and significant displacement stress

www.mohandes-iran.com

سیال نوع D

- شرایط
  - غیر قابل اشتعال
  - غیر سمی
  - بدون اثر مخرب بر انسان
  - فشار طراحی > 150psi
  - 20- < دمای طراحی < 366F °

(366 دمای بخار اشباع در 150psi است)

- مواد
  - خم های دست ساز Miter با زاویه بیش از 45 ° (بند 306.3.2)
  - اتصال دنده ای Straight (314.2.1(d)
  - اتصال های آب بندی (316)

www.mohandes-iran.com

سیال نوع M, High Pressure & Normal

- سیال نوع فشار بالا نخستین بار به عنوان بخش IX اضمیمه Appendix C به ویرایش ۱۹۸٤ استاندارد اضافه شد. در این نوع سیال فشار از میزان تعیین شده در استاندارد ASME B16.5 برای فلنج های کلاس ۲۵۰۰ فراتر می رود.

- در صورتیکه کارفرما سیال را تحت طبقه بندی تحت فشار بالا تعریف کند، باید همه الزام های فصل IX استاندارد را رعایت کند.

- سیال نوع M در فصل VIII استاندارد تشریح شده است.

- سیال نوع Normalسیال هایی هستند که طبق بقیه سیال ها طبقه بندی نشده باشند.

www.mohandes-iran.com

انواع سیال

D fluid Service	سیال های غیر سمی و آتش نگیر که برای انسان خطرناک نباشند. بشرطی که دمای طراحی در محدوده ۲۹°c > t < ۶۱۸°c باشد و فشار طراحی از ۱۵۰psi بالاتر نرود. بند ۳۰۰.۲
Normal Fluid Service	اکثریت قریب به اتفاق سیستم لوله کشی صنایع نفت از این نوع هستند. سیال هایی که به هر دلیلی در گروه های دیگر قرار نگیرند نیز در این گروه طبقه بندی می شوند. بند ۳۰۰.۲
M fluid Service	سیال های سمی که مقدار کمی از آنها برای انسان خطرناک باشد. بخش ۹ استاندارد B31.3 بطور اختصاصی مربوط به این دسته از سیال ها است.
High Pressure Fluid Service	سیال هایی که فشار طراحی آنها از Piping Component کلاس #۲۵۰۰ در دمای معین بیشتر باشد. اگر سیال تحت فشار بالا در پروژه ای انتخاب شود. صرفا بخش ۱۰ استاندارد B31.3 بصورت مستقل مبنای طراحی خواهد بود.

www.mohandes-iran.com

ASME B 31.3 chapter I

Responsibilities (§ 300)

Owner: Overall responsibilities for Code compliance and establishment of (supplementary) requirements cover Jurisdictional requirements

Designer: Responsible for compliance of engineering design with Code / additional requirements Qualification as per 301.1

Manufacturer: Responsibility for material, components workmanship according to design and code

Owner's Inspector: Ensure that inspection, examination, and testing requirements are met. Qualification as per 340.4

www.mohandes-iran.com

B 31.3 Chapter II: Design

Design Criteria (302)

Piping Components with Specific Ratings (Table 326.1)
Pressure according to the rating at the operating temperature or according to the provisions of B 31.3

Without Specific Rating:
Considered as seamless pipe corresponding to the schedule or class

Variations above the ratings or Appendix A Stress Values allowed by: (302.2.4)

33% for no more than 10 hr at any one time, and no more than 100 hr/yr.

20% for no more than 50 hr at any one time, and no more than 500 hr/yr

Subject to the Owner‘s approval.

www.mohandes-iran.com

B 31.3 Chapter II: Design

301.2 Design Pressure: Most servere conditions expected in service

301.3 Design Temperature

301.4 Ambient Influences to be considered:

- **cooling effects on pressure (vacuum)**
- **fluid expansion effects**
- **atmospheric icing**
- **low ambient temp**

301.5 Dynamic Effects:

- **Impact - external or internal**
- **wind**
- **earth quake**
- **vibration**

301.6 Weight Effects: Live, dead, test and cleaning fluid loads (incl. snow & ice)

301.7 Thermal Expansion and Contraction Effects

301.10 Cyclic Effects

301.11 Air Compensating Effects

www.mohandes-iran.com

B 31.3 Pressure Design of Components

304.1 Straight Pipe
Internal Pressure
External Pressure (Section VIII-1 UG-28ff)
304.2 Curved Segments of Pipe
304.3 Branch Connections Reinforcement Calculation
304.4 Closures
304.5 Flanges and Blanks
304.6 Reducers (Reference Stds)
304.7 Other Components listed Table 326.1

Nonlisted - Calcs or proof test UG-101

Expansion Joints - App. X

www.mohandes-iran.com

فشار و دمای طراحی

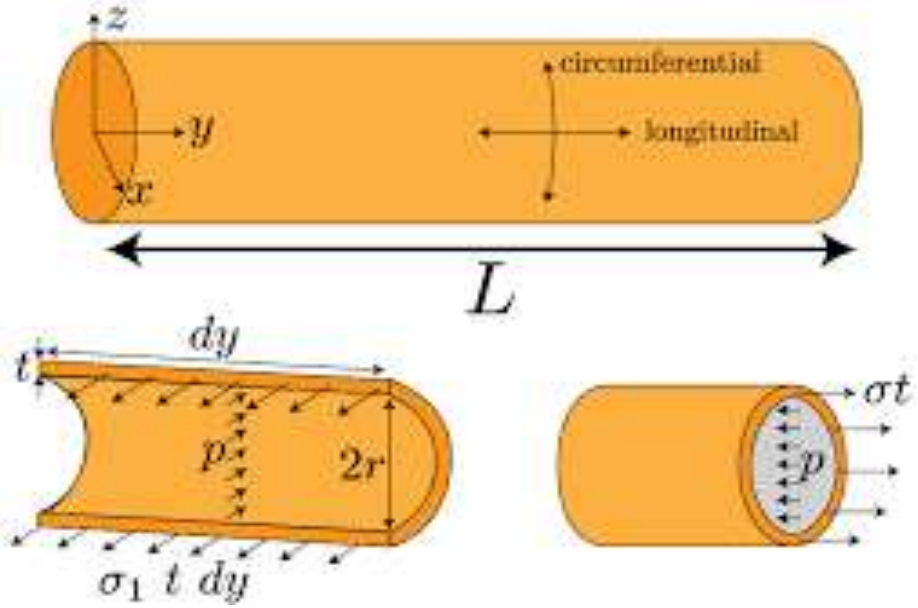
- فشار طراحی، بیشترین فشار در بالاترین نقطه یا ضخیم ترین جزء سیستم لوله کشی است، بند ۳۰۱.۲

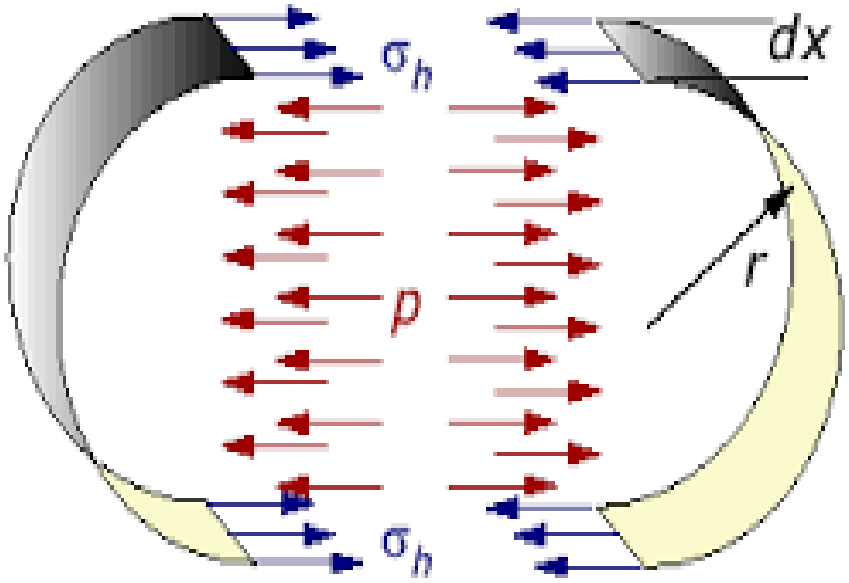
- دمای طراحی، بالاترین و پایین ترین درجه حرارتی است (۳۰۱.۳.۱) که جداره لوله تحمل می کند. در بندهای ۳۰۱ و ۳۰۲ راهنمایی هایی ارائه شده است. دمای طراحی براساس دمای سیال یا محیط انتخاب می شود و وجود یا عدم وجود عایق تاثیری در انتخاب دما ندارد.

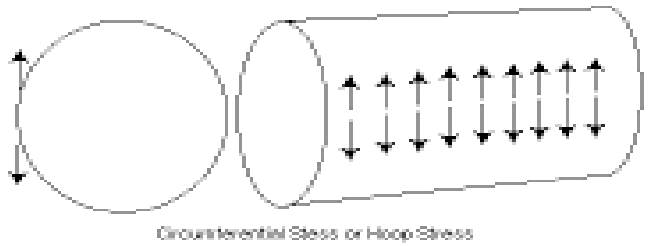
- فشار و دمای سیستم، در شرایط خاصی می تواند نسبت به فشار و دمای طراحی یا فشار و دمایی که برای Pressure Temperature Rating اجزایی نظیر فلنج ها تعیین شده است، تغییر کند. بند ۳۰۲.۲.۴

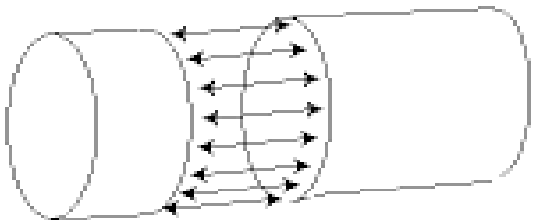
www.mohandes-iran.com

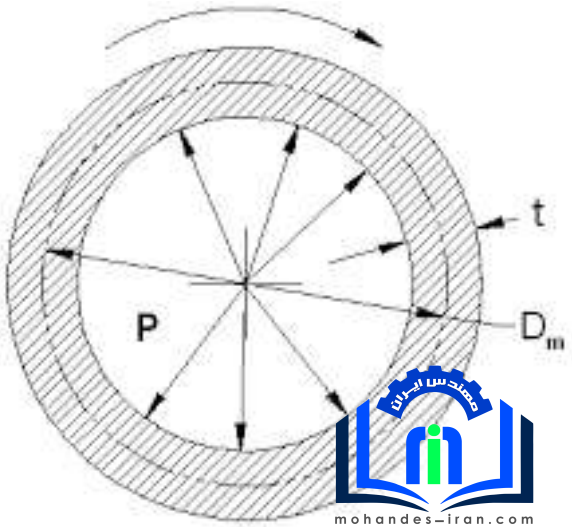
توزیع تنش در ظروف تحت فشار جداره نازک





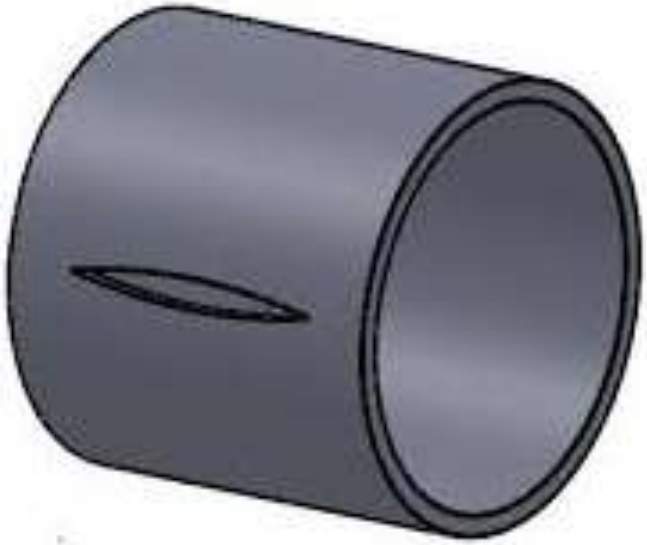

Circumferential Stress or Hoop Stress


Longitudinal Stress or Axial Stress



www.mohandes-iran.com

تاثیر تنش اصلی در مخازن تحت فشار جداره نازک



www.mohandes-iran.com

محاسبه ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

فرمول های محاسبه ضخامت جداره، بر مبنای نظریه شکست فون مایلز است و در مورد ظروف تحت فشار جداره نازک مصداق دارد. ضریب اطمینان فرمول ها کمتر از ۲ است

304.1.2 Straight Pipe Under Internal Pressure

(a) For $t < D/6$, the internal pressure design thickness for straight pipe shall be not less than that calculated in accordance with either eq. (3a) or eq. (3b)

$$t = \frac{PD}{2(SEW + PY)} \qquad (3a)$$

$$t = \frac{P(d + 2c)}{2[SEW - P(1 - Y)]} \qquad (3b)$$

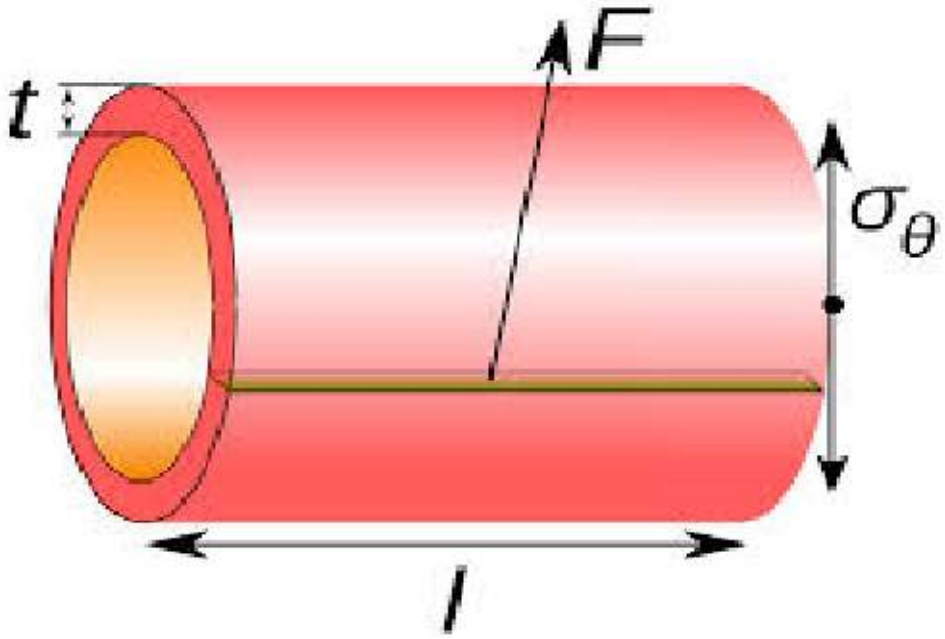
(b) For $t \geq D/6$ or for $P/SE > 0.385$, calculation of pressure design thickness for straight pipe requires special consideration of factors such as theory of failure, effects of fatigue, and thermal stress.

www.mohandes-iran.com

محاسبه ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

Wall thickness (t)

$$t = \frac{PD}{2(SE + Py)} + c$$

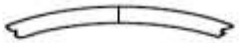
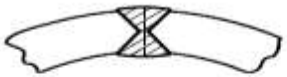
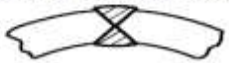


For $t \geq D/6$, or for $P/SE > 0.385$, calculations of pressure design thickness for straight pipe requires special consideration of factors such as theory of failure, effects of fatigue, and thermal stress. $t_m = t + c$

t_m = Minimum required thickness
t = Pressure design thickness
c = Sum of allowances
P = Internal design gage pressure
D = Outside diameter of pipe
Y = Coefficient from Table 304.1.1
SE = Stress value incl. Quality factor from Table A

www.mohandes-iran.com

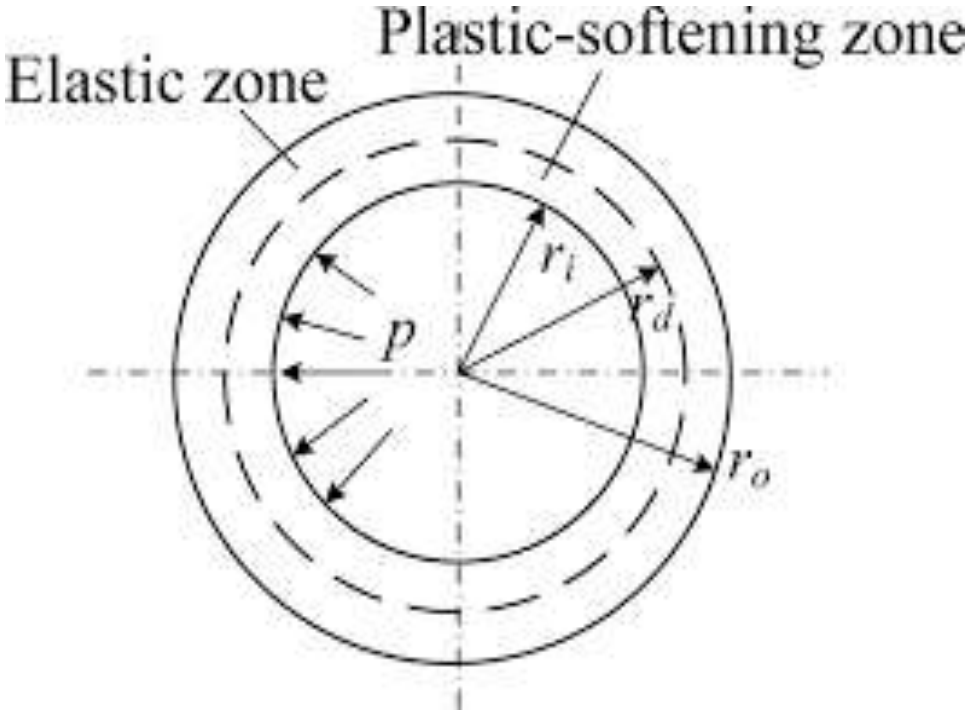
Table 302.3.4 Longitudinal Weld Joint Quality Factor, E_j

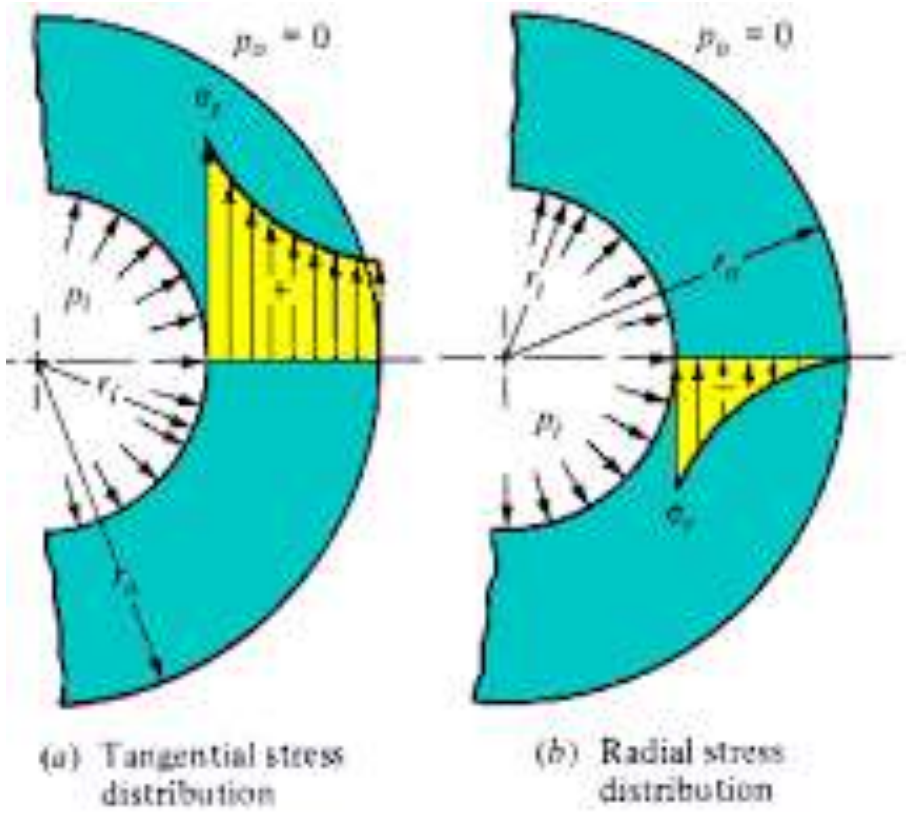
No.	Type of Joint		Type of Seam	Examination	Factor, E_j
1	Furnace butt weld, continuous weld		Straight	As required by listed specification	0.60 [Note (1)]
2	Electric resistance weld		Straight or spiral (helical seam)	As required by listed specification	0.85 [Note (1)]
3	Electric fusion weld				
	(a) Single butt weld		Straight or spiral (helical seam)	As required by listed specification or this Code	0.80
	(with or without filler metal)			Additionally spot radiographed in accordance with para. 341.5.1	0.90
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3.2	1.00
	(b) Double butt weld		Straight or spiral (helical seam) [except as provided in 4 below]	As required by listed specification or this Code	0.85
	(with or without filler metal)			Additionally spot radiographed in accordance with para. 341.5.1	0.90
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3.2	1.00
4	Specific specification				
	API 5L	Submerged arc weld (SAW) Gas metal arc weld (GMAW) Combined GMAW, SAW 	Straight with one or two seams Spiral (helical seam)	As required by specification	0.95
				Additionally 100% radiographed in accordance with para. 344.5.1 and Table 341.3	1.00

NOTE:
(1) It is not permitted to increase the joint quality factor by additional examination for joint 1 or 2.

www.mohandes-iran.com

توزیع تنش در مخازن تحت فشار جداره ضخیم





(a) Tangential stress distribution

(b) Radial stress distribution

$$\sigma_r = \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2 + r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i) / r^2}{r_o^2 - r_i^2}$$

www.mohandes-iran.com

ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

انتخاب نهایی ضخامت جداره در لوله های مستقیم تحت فشار داخلی

۱. محاسبه حداقل ضخامت بر اساس فشار طراحی

۲. افزودن ضخامت اضافی برای تمام شرایط Sum of Allowances

۳. افزودن Production Tolerance

٤. انتخاب Schedule تجاری

www.mohandes-iran.com

لوله های خم شده

- ضخامت لوله پس از خم کاری در هیچ نقطه ای نباید از t_m کمتر شود.
- در لوله کشی فشار بالا شعاع خم نباید از ۱۰ برابر NPS کوچکتر باشد.
- حداکثر Ovality معادل ۸٪ قطر اسمی است.
- درجه حرارت فولادهای فریتی در محل خم که بصورت سرد خم کاری شده اند، حداقل 50°F باید کمتر از دمای Tempering آنها باشد. بند ۳۳۲.۲
- آلیاژهای با P No 3,4,5,5,10A & 10B که بصورت گرم خمکاری شوند و پس از آن Quench-temper نشوند، باید عملیات حرارتی پس گرمایی PWHT صورت گیرد. بند ۳۳۲.٤
- خم Miter در سیستم لوله کشی تحت فشار و سیال سمی مجاز نیست.

www.mohandes-iran.com

304.2Curved and Mitered Segments of Pipe

Fig. 304.2.1 Nomenclature for Pipe Bends

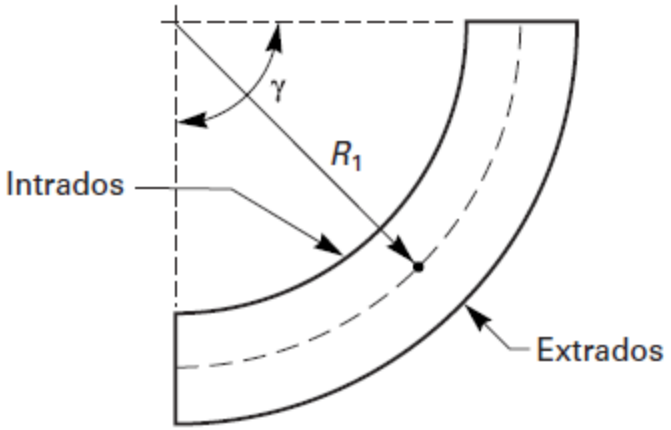
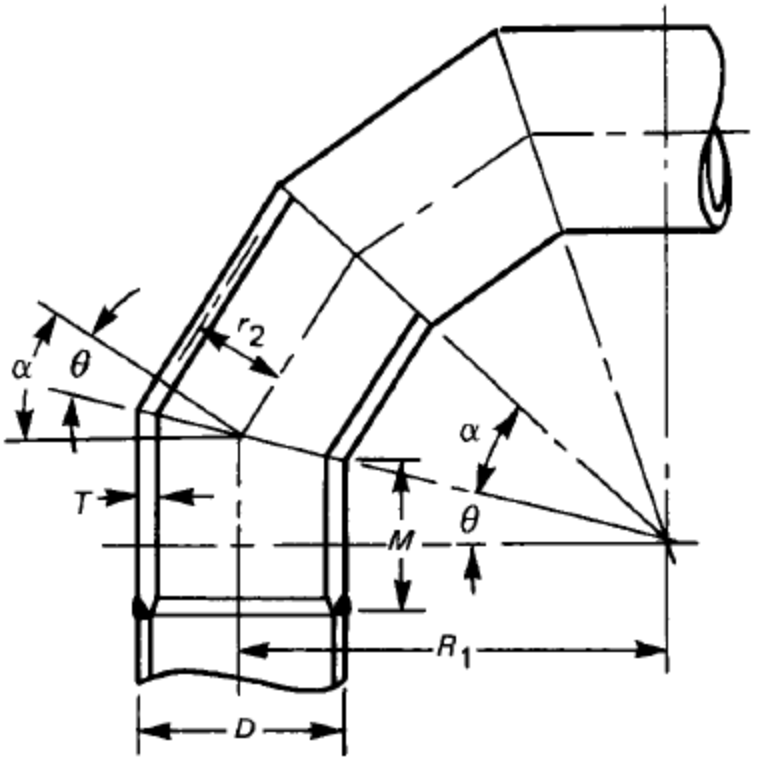


Fig. 304.2.3 Nomenclature for Miter Bends



$$I = \frac{4(R_1/D) - 1}{4(R_1/D) - 2} \qquad (3d)$$

(inside bend radius)

$$I = \frac{4(R_1/D) + 1}{4(R_1/D) + 2} \qquad (3e)$$

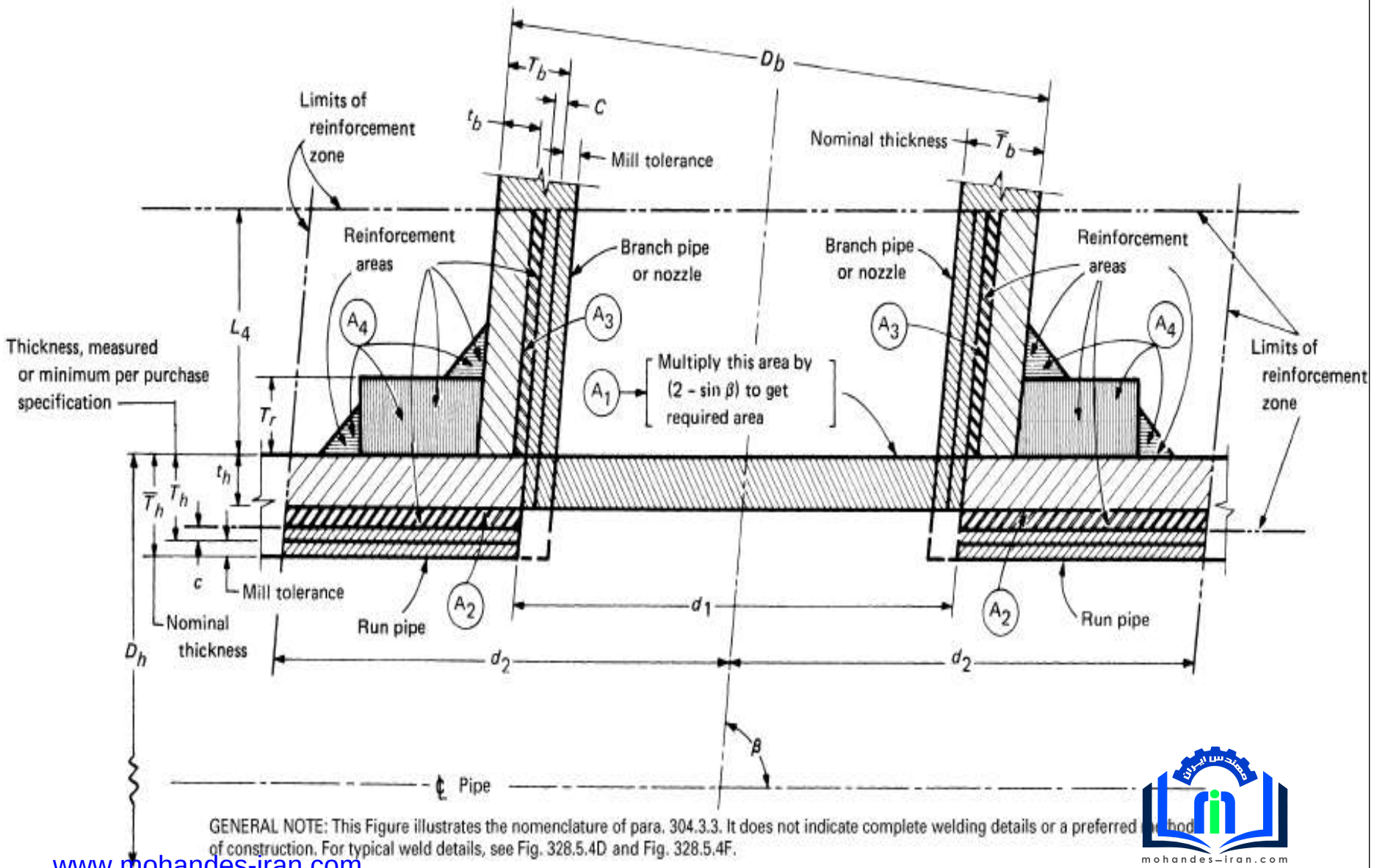
(outside bend radius)

$$t = \frac{PD}{2[(SEW/I) + PY]} \qquad (3c)$$

www.mohandes-iran.com

304.3 Branch Connections

Fig. 304.3.3 Branch Connection Nomenclature



GENERAL NOTE: This Figure illustrates the nomenclature of para. 304.3.3. It does not indicate complete welding details or a preferred method of construction. For typical weld details, see Fig. 328.5.4D and Fig. 328.5.4F.

www.mohandes-iran.com

انطعاف پذیری سیستم لوله کشی

- سیستم لوله کشی باید در برابر انبساط و انقباض طول لوله ها در اثر تفاوت دما، به اندازه کافی انعاف پذیر باشد تا این پدیده ها سبب تنش مضاعف در سیستم نشود. چند روش عمومی برای رسیدن به این هدف وجود دارد.
- اجتناب از طراحی مستقیم خطوط بین دو تجهیز
- استفاده از Expansion Loop
- استفاده از Expansion Joint
- کاهش ضخامت لوله ها تا حد ممکن
- استفاده از سیستم Support مناسب

www.mohandes-iran.com

تنش ها و بارها Load & Stresses

- تنش طولی
- تنش محیطی
- تنش مماسی
- تنش برشی

- بار اولیه
  - وزن، بار ناشی از ساپورت، آزاد سازی شیرهای اطمینان، ضربه قوچ، بار های ناشی از زلزله، برف، باد و ...
- بار ثانویه
  - بار جابجایی، نشست، ارتعاش

www.mohandes-iran.com

انقباض و انبساط

کاهش جابجایی لوله ها ناشی از انقباض و انبساط، یکی از مهمترین دغدغه های طراح است. مرسوم ترین روشها برای کاهش این جابجایی ها عبارتند از:

- حلقه انبساط Expansion Loop
- Expansion Joint
- Slip
- Ball
- Swivel
- Bellow
- Single, Double, Universal
- Metal Hose

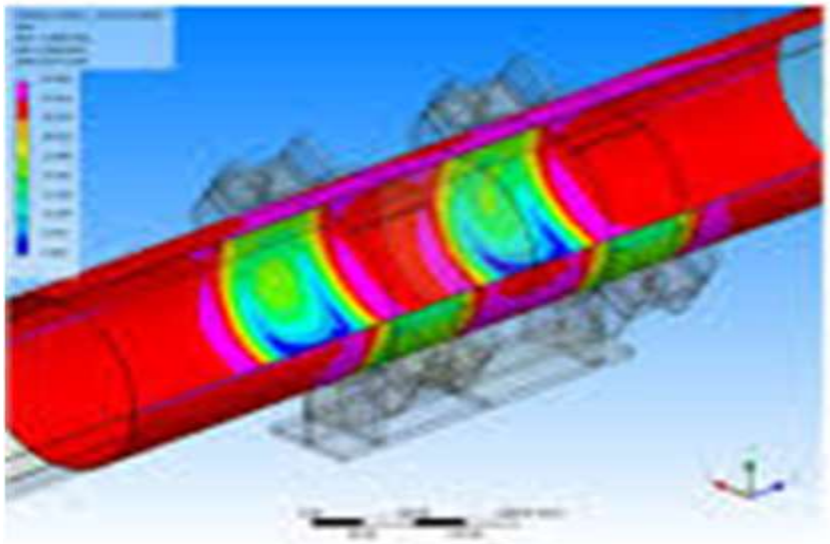
www.mohandes-iran.com

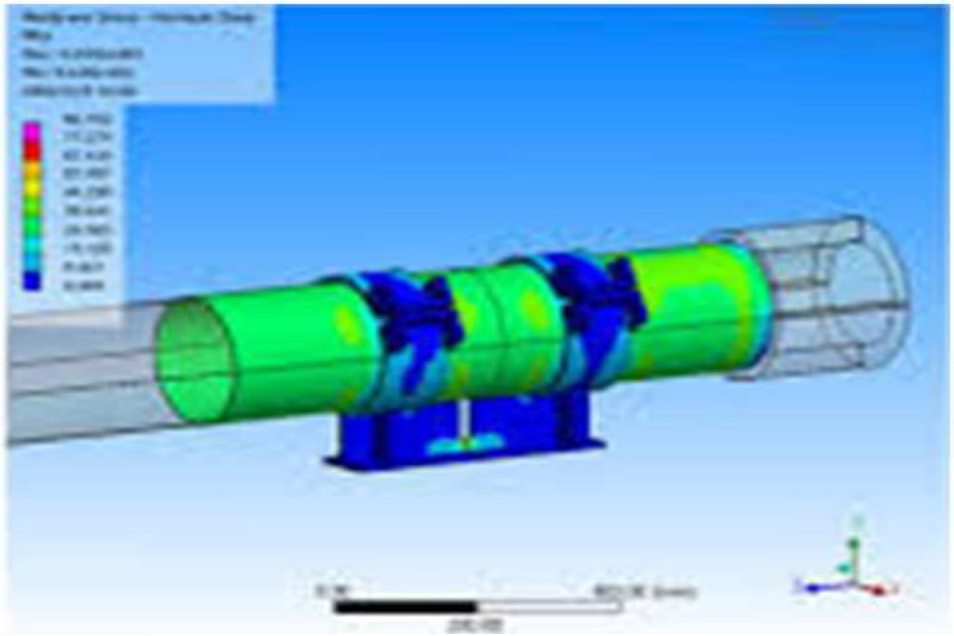
تنش در Support

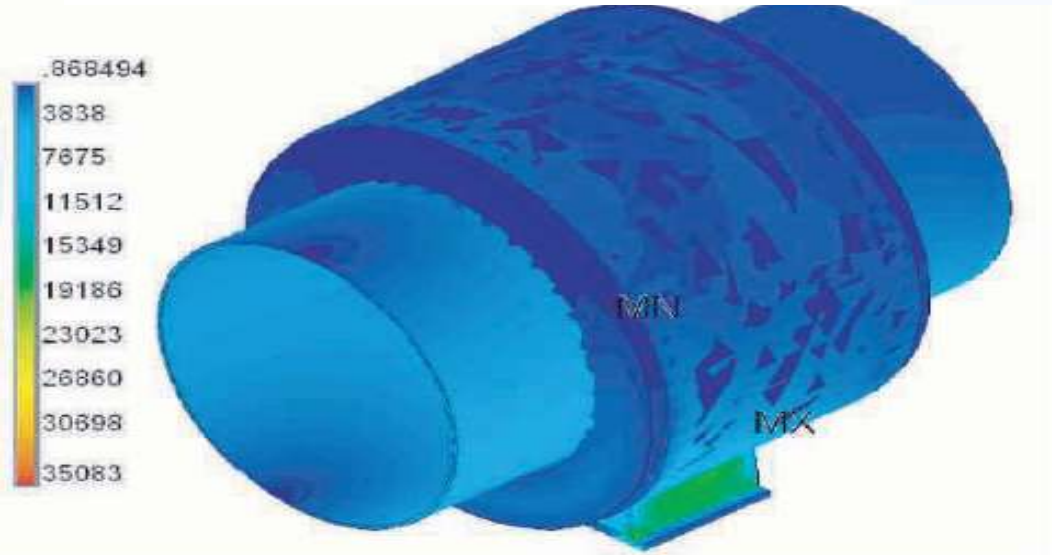
- تنش در لوله هایی که بدون حائل روی Support قرار دارند نسبت مستقیمی با D/t دارد.
- تنش خمشی ناشی از وزن لوله بر Support، می تواند موجب گسیختگی یا ترک برداشتن لوله شود.
- رابطه قطر، وزن، ضخامت و طول آزاد لوله بدون Support، وزن ، فشار و دمای سیال، عامل های مهم درطراحی Support است.

www.mohandes-iran.com

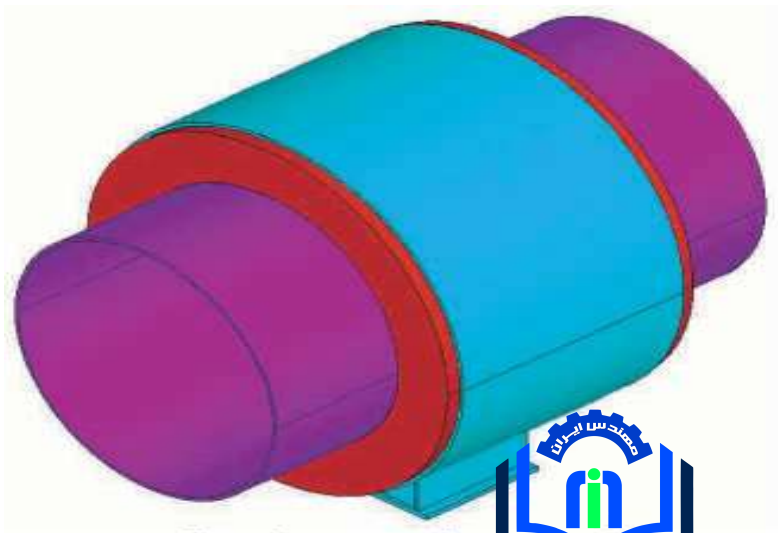
توزیع تنش در Support







Complete pipe shoe assembly for the 42" pipe shoe



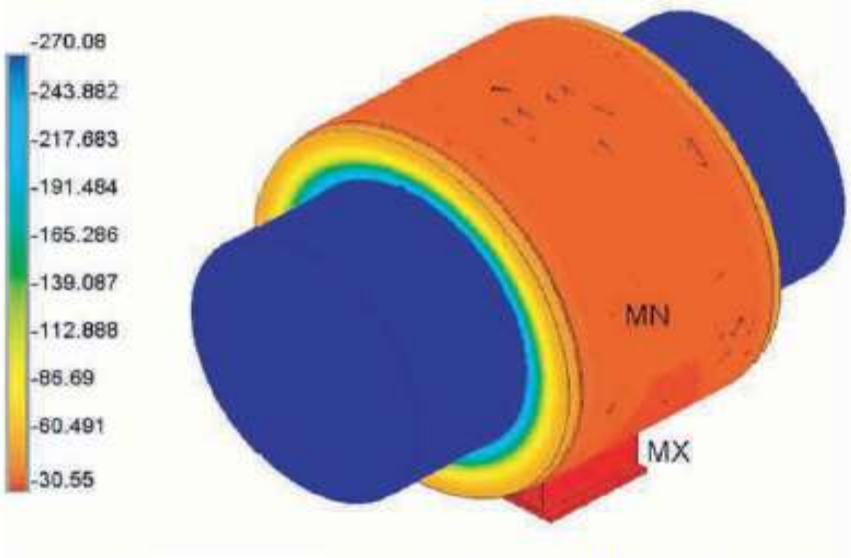
Complete pipe shoe assembly

www.mohandes-iran.com

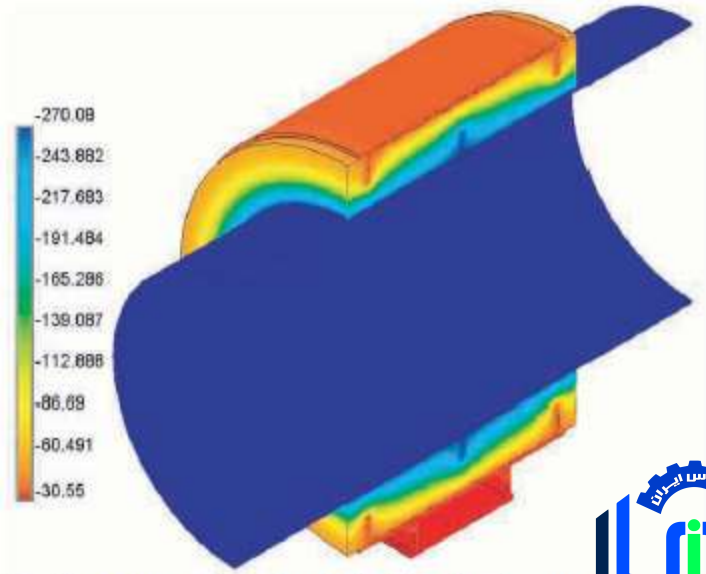
توزیع تنش در Support

Stresses in shell-base part

Detail of maximum stress



Complete assembly (°F)



Section view showing interface between the steel and insulation

www.mohandes-iran.com

Support

- سیستم لوله کشی، ترکیبی از اجزا نظیر لوله ها، زانوها، فلنج ها، شیرها، پمپ ها، کمپرسورها، مخازن تحت فشار و ذخیره، مبدل حرارتی و ... است که در کنش و اندر کنش با یکدیگر تنش ها و جابجایی هایی را ایجاد می کنند.

- اگر تنش ها، انقباض و انبساط ها، از حد مجاز بالاتر رود، امکان دارد، سیستم لوله کشی دچار آسیب شود.

- با طراحی Support مناسب می توان از تنش ها کاست و بر ایمنی سیستم افزود.

- هدف از طراحی تکیه گاه، ثابت نگهداشتن لوله ها در جهت های مورد نظر طراح و اجازه حرکت در جهت هایی است طراح مجاز بداند.

www.mohandes-iran.com

Support

- در طراحی Support به دو پرسش اصلی باید پاسخ داده شود
  - تعیین جهت اصلی و فرعی جابجایی خطوط
  - نوع Support که کاربری آن را مشخص می کند
- انواع Support
  - Weight Support
  - Pipe Shoe
  - Adjustable Support
  - Spring Support
  - Structural Support
  - Tie-Rod Support
  - Pick-Up
  - Rigid Support
  - Trunnion
  - Dummy Legs
  - Brackets
  - Pipe Rack
  - Temporary Support

www.mohandes-iran.com

Support

- شرایط کار Supports
  - بهره برداری Operation
  - Start-Up
  - Shut-Down
  - Hydro Test

www.mohandes-iran.com

Fig. 319.4.4A Moments in Bends

$$S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2}$$

displacement stress range.

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z}$$

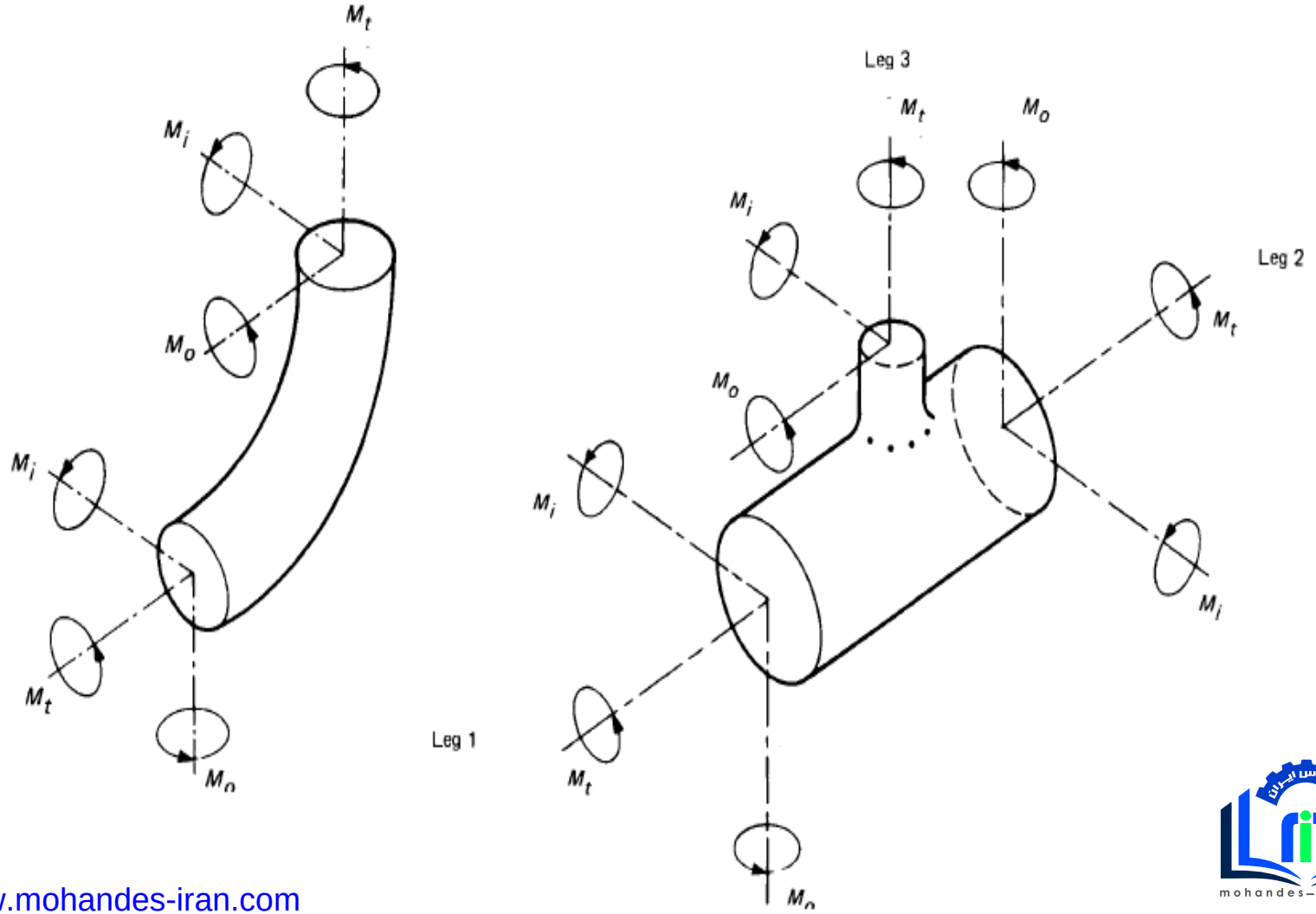
bending stress range

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{Z_e}$$

For branch (Leg 3)

$$S_b = \frac{\sqrt{(i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2}}{7}$$

For header (Legs 1 and 2)

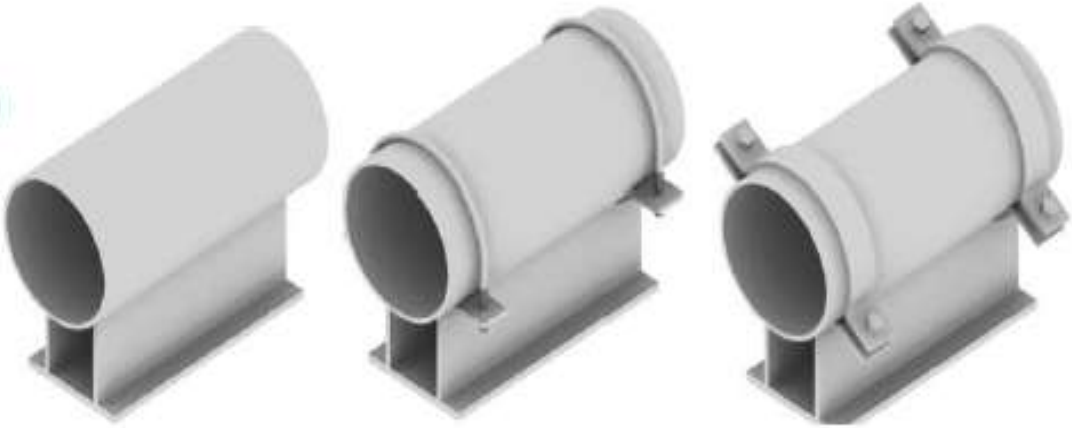


www.mohandes-iran.com

Shoe support

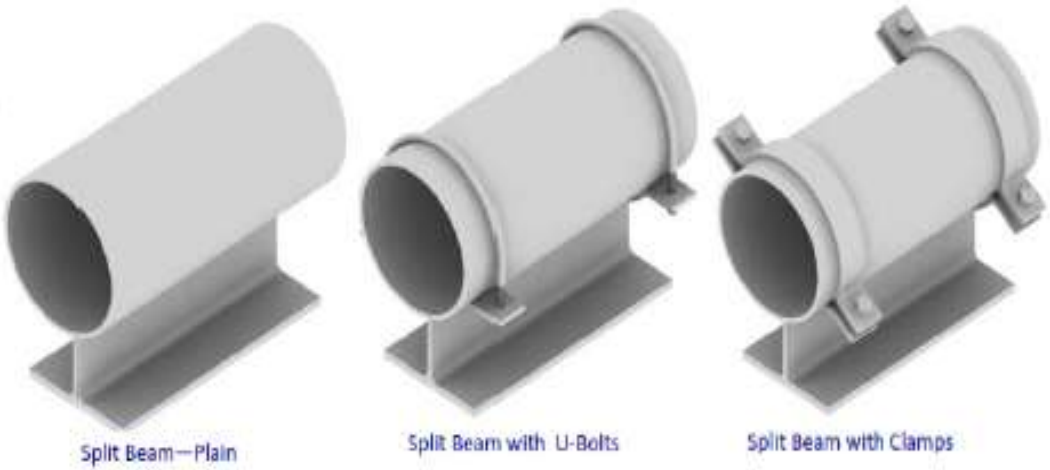
Shoe type(Double upright T-shoes)

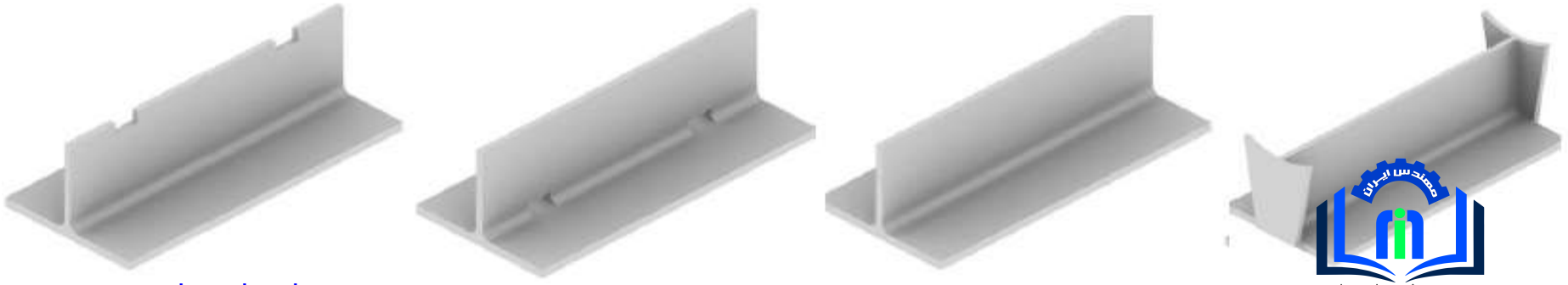
1. Double upright-plain
2. Double upright with U-bolt
3. Double upright with clamps



Shoe type(split beam T-shoes)

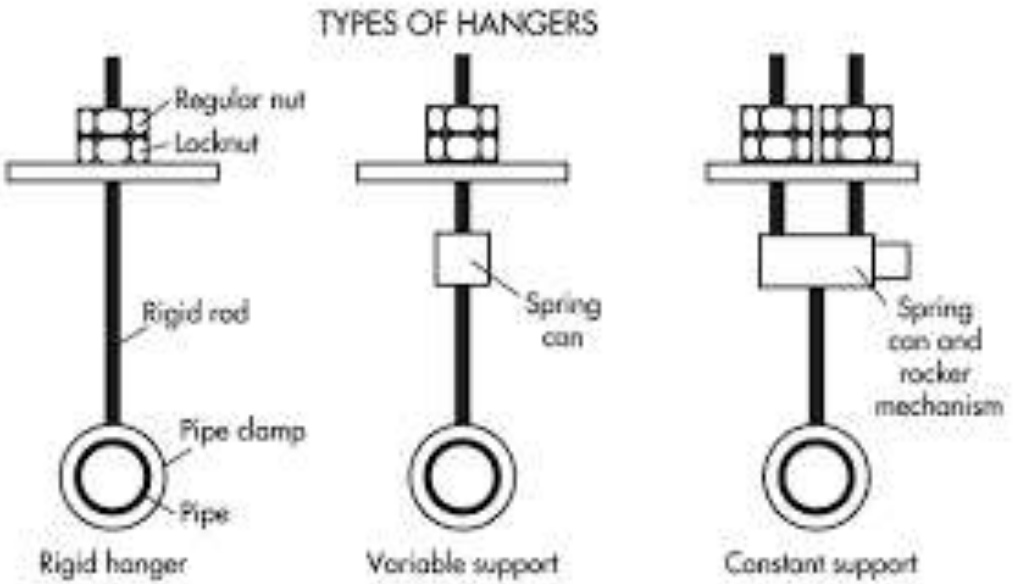
1. Split beam-plain
2. Split beam with U-bolt
3. Split beam with clamps

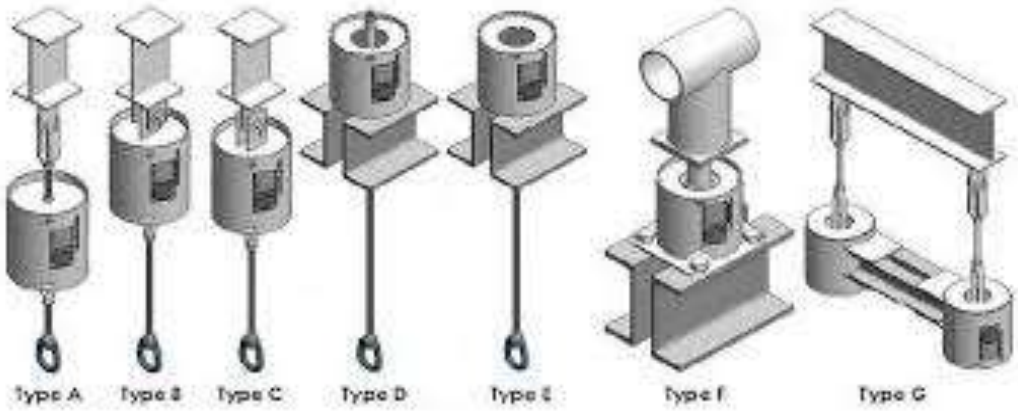


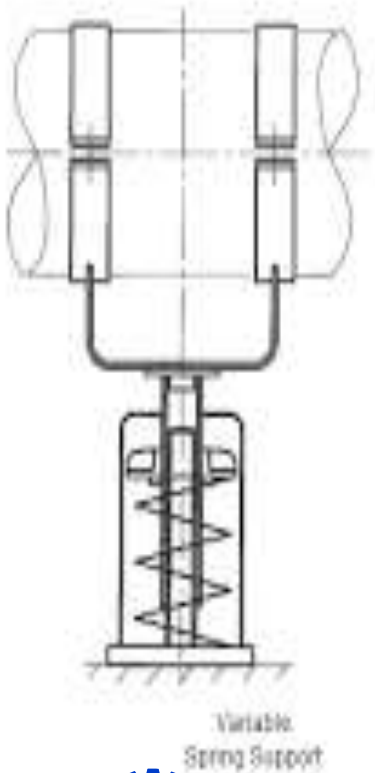


www.mohandes-iran.com

Spring Supports

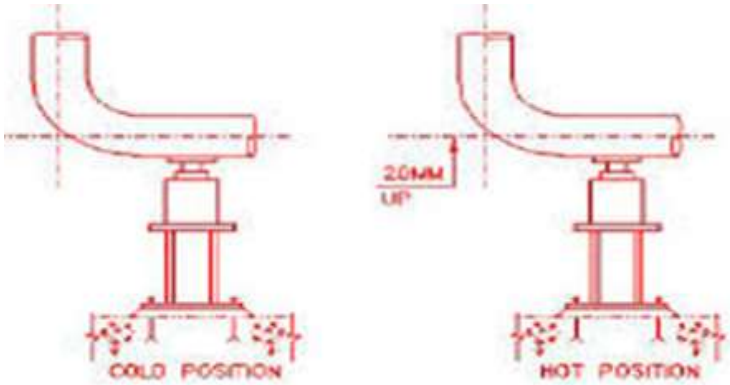






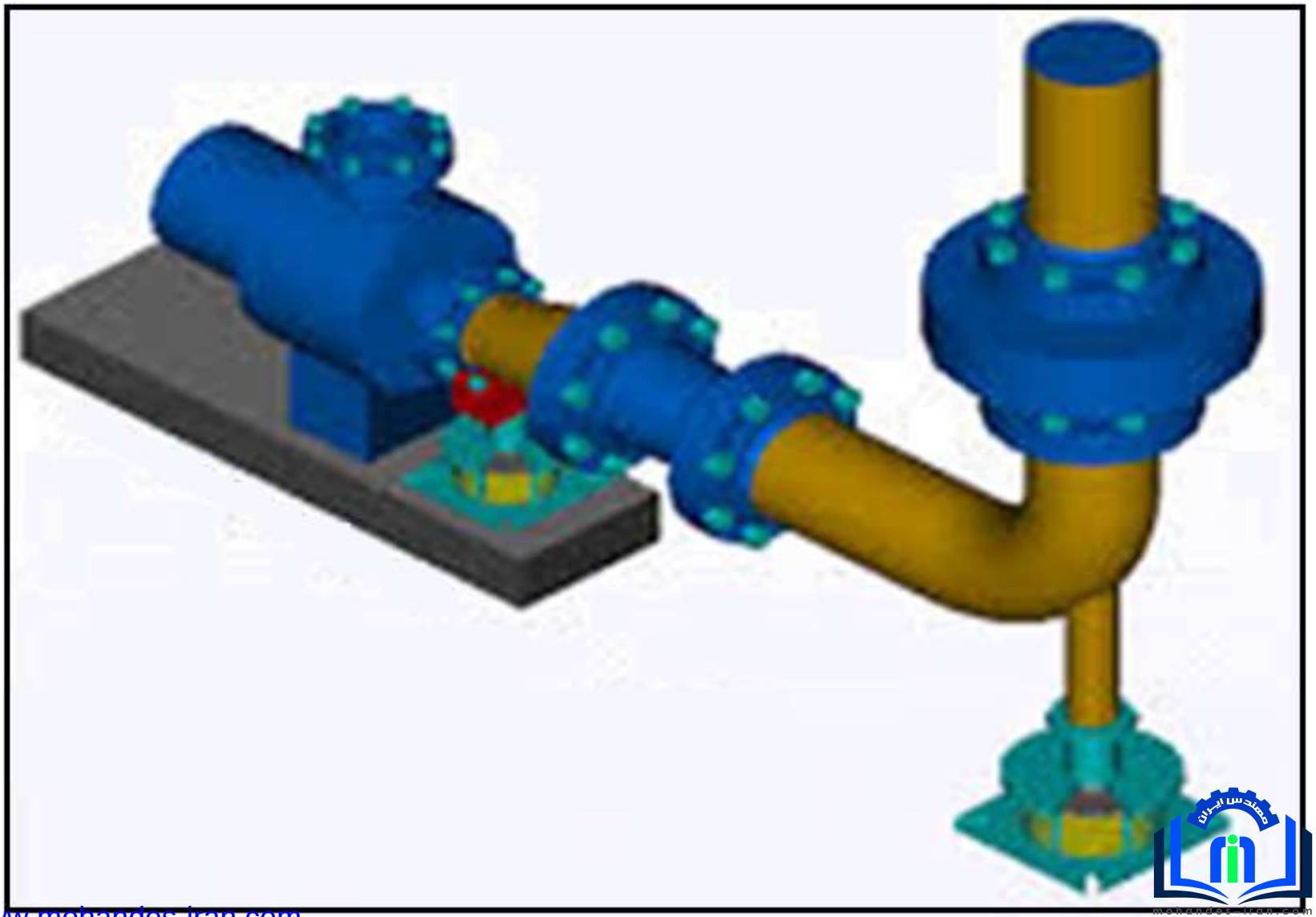
www.mohandes-iran.com

Adjustable Support



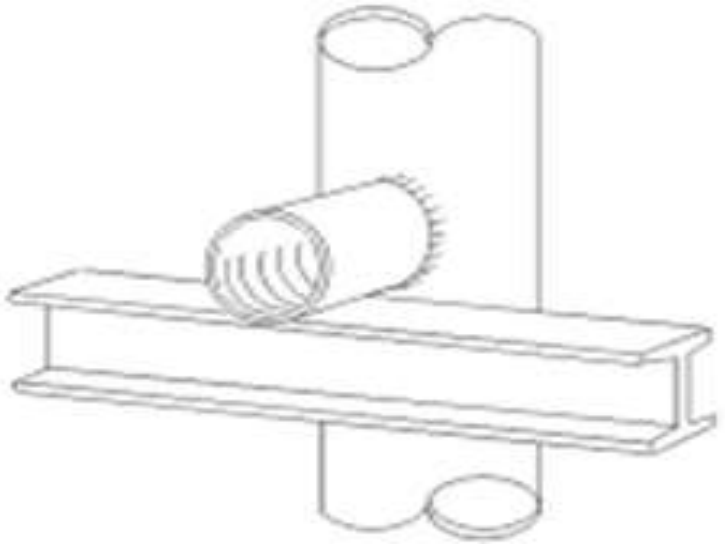
www.mohandes-iran.com

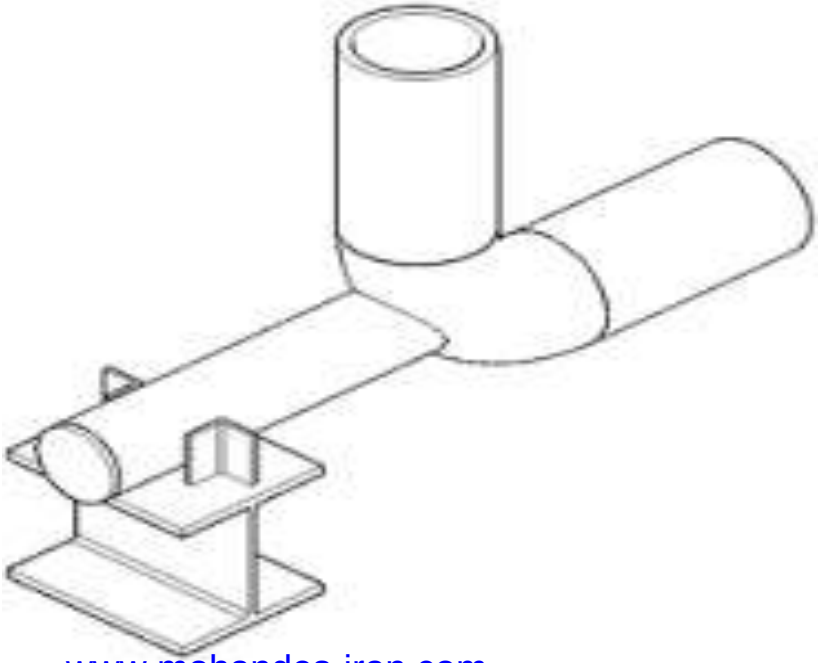
Dummy Support

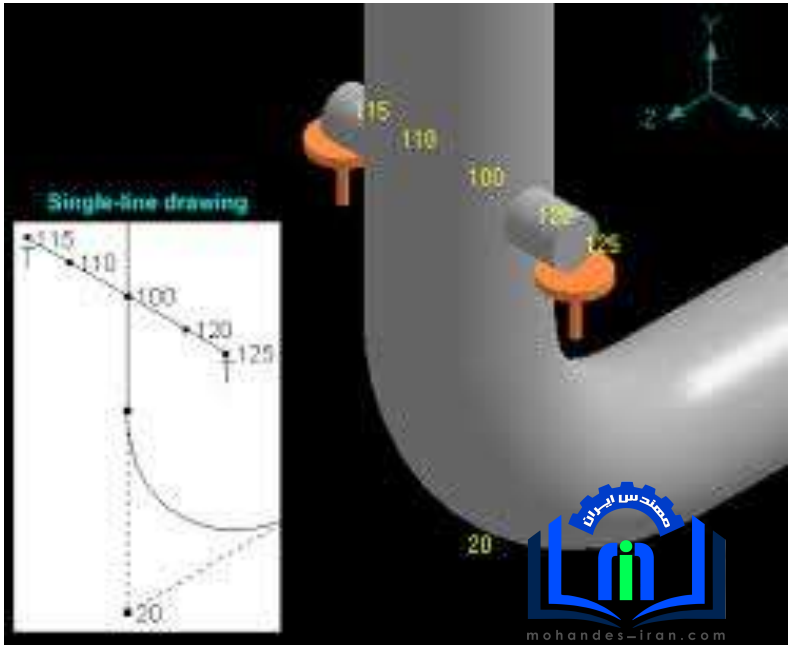


www.mohandes-iran.com

Trunnion Supports

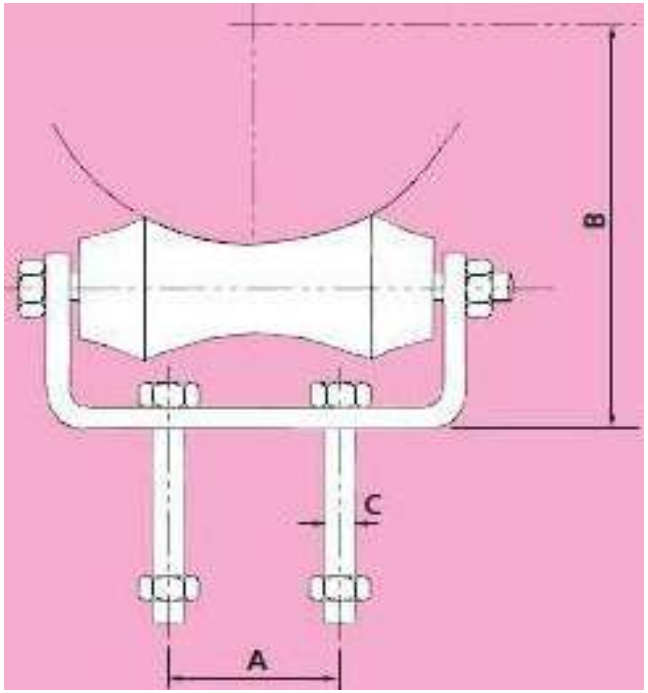


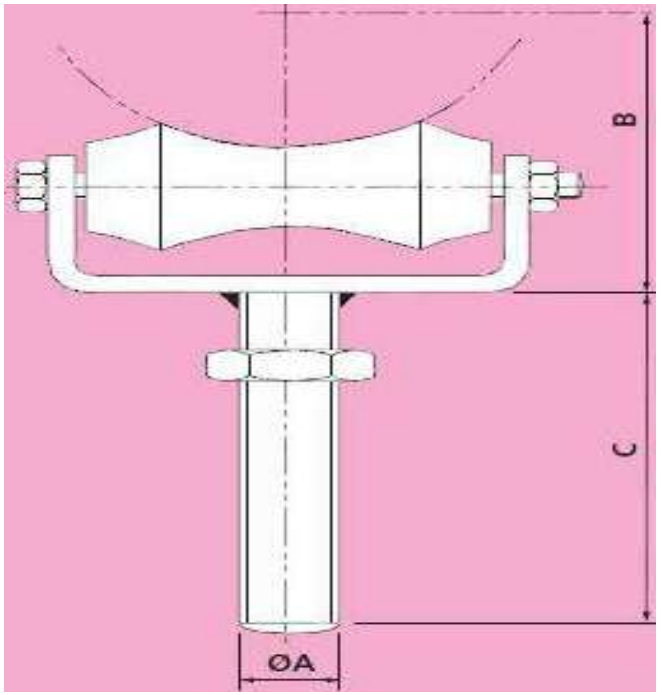




www.mohandes-iran.com

Roller Supports



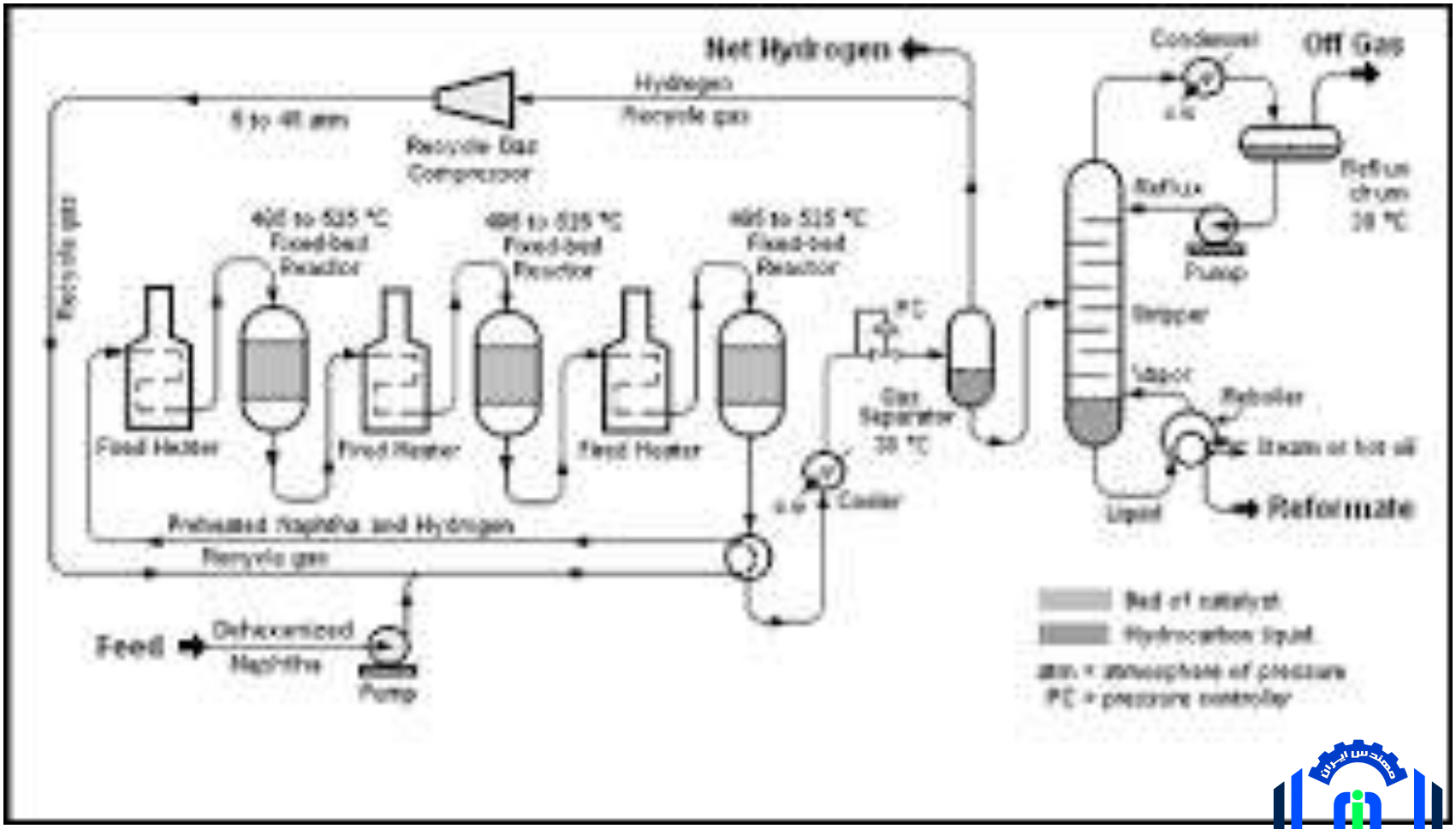


www.mohandes-iran.com

Pipe Rack

www.mohandes-iran.com

نقشه ها و مدارک مهندسی



www.mohandes-iran.com

نقشه Block Flow Diagram (BFD)

- مدرک BFD نقشه ای مقدماتی است که رئوس کلی فرایند بدون اشاره به جزییات در آن نمایش داده می شود.

- فرایند ها به همراه مصرف انرژی، میزان جریان خوراک ورودی، مقدار محصولات نهایی و... توسط مربع هایی Block با خطوط جریان به هم متصل می شوند.

www.mohandes-iran.com

Site Design Conditions

- مدرک شرایط طراحی سایت در ابتدای دوره مهندسی پایه تدوین می شود و هدف آن تهیه راهنمایی برای پاسخ به شرایط محیطی واحد فرایندی است.

- بر اساس این مدرک، برای طراح حداقل و حداکثر دما، درجه زلزله خیزی منطقه، احتمال رخداد زلزله، شدت زلزله احتمالی، سرعت باد ، جهت غالب وزش باد ، میزان حداکثر برف و تاثیر وزن آن بر تجهیزات، و ... مشخص می شود.

www.mohandes-iran.com

نقشه Process Flow Diagram (PFD)

- نقشه PFD بدون اندازه است.
- حاوی اطلاعات فرایندی در مورد تجهیزات، نحوه ارتباط آنها با یکدیگر توسط سیستم لوله کشی و ترتیب عملکرد آنها است.هر نقشه PFD معمولا اطلاعات ذیل را دارا است:
  - شماره تجهیزات
  - دما و فشار و شدت جریان خطوط فرایندی و تجهیزات
  - شکل ساده حلقه های کنترلی
  - خطوط جریان Utility
  - ترکیب سیال و خواصی نظیر ویسکوزیته، دانسیته، ظرفیت گرمایی Cp، گرمای نهان تبخیر Hv و ...
- این مدرک اولین مدرک مهم مهندسی است و سایر مدارک نظیر P & ID از روی آن تهیه می شوند.

www.mohandes-iran.com

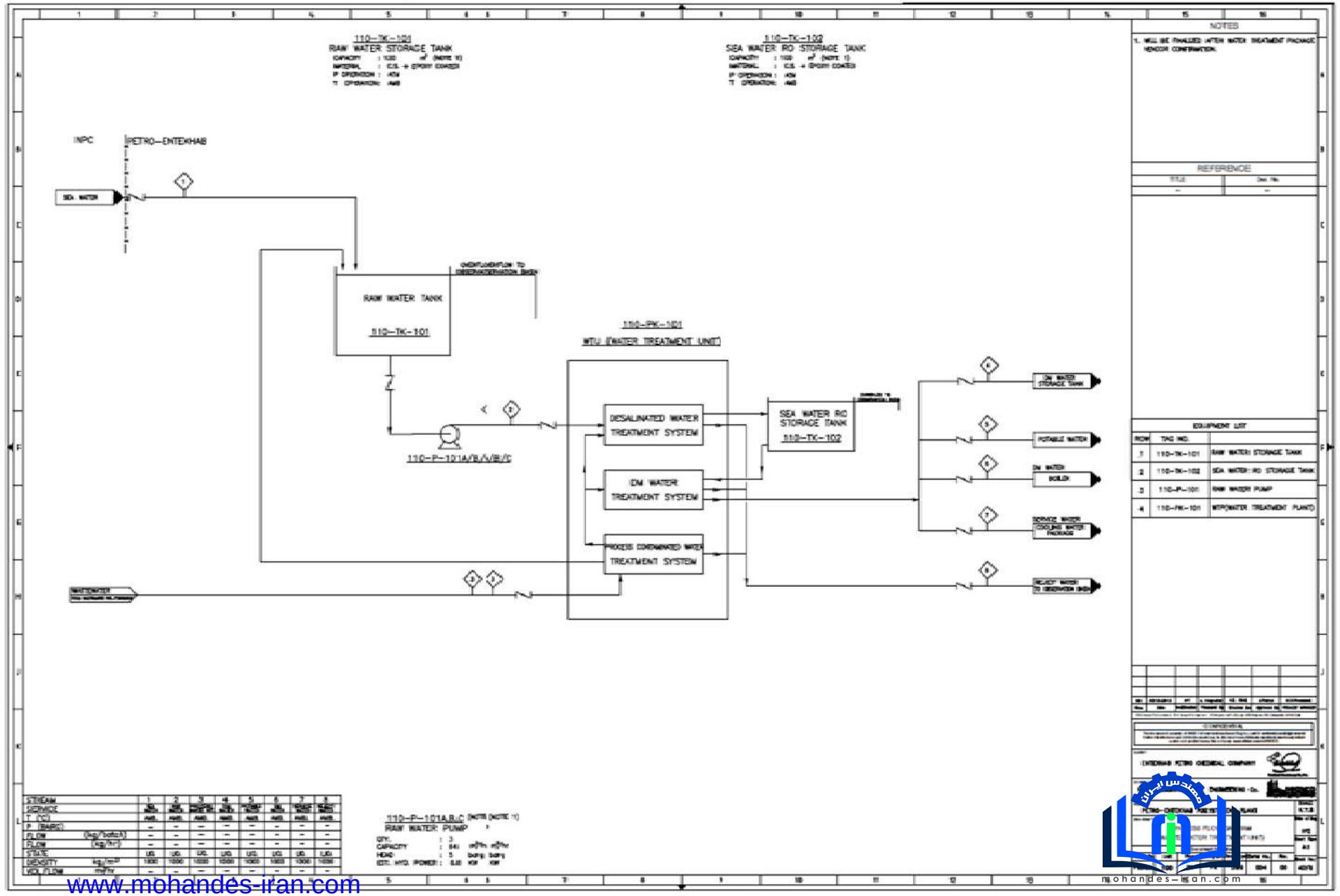
نقشه Process Flow Diagram (PFD)

- در نقشه PFD موارد ذیل نشان داده نمی شوند:
- خطوط فرایندی که همواره جریان ندارند.
- شیرهای اطمینان و شیرهای نمونه گیر(فقط شیر کنترل اصلی نشان داده می شود)
- ارتفاع تجهیزات
- از چند تجهیز مشابه یا یدکی فقط یکی بصورت P-110 A,B,C نشان داده می شود.
- موتور تجهزات دوار و فن ها (همزن راکتورها نشان داده می شود).

نقشه PFD در مرحله مهندسی پایه Basic Design تکمیل و به عنوان PFD Development سایر تجهیزاتی که در مرحله طراحی مفهومی Conceptual Design مشخص نبودند به آن اضافه می شود.

www.mohandes-iran.com

PFD



www.mohandes-iran.com

نقشه جانمایی Plot Plan

- طراحی Plot Plan
  - طراحی مفهومی Conceptual Design
  - طراحی پایه Basic Design

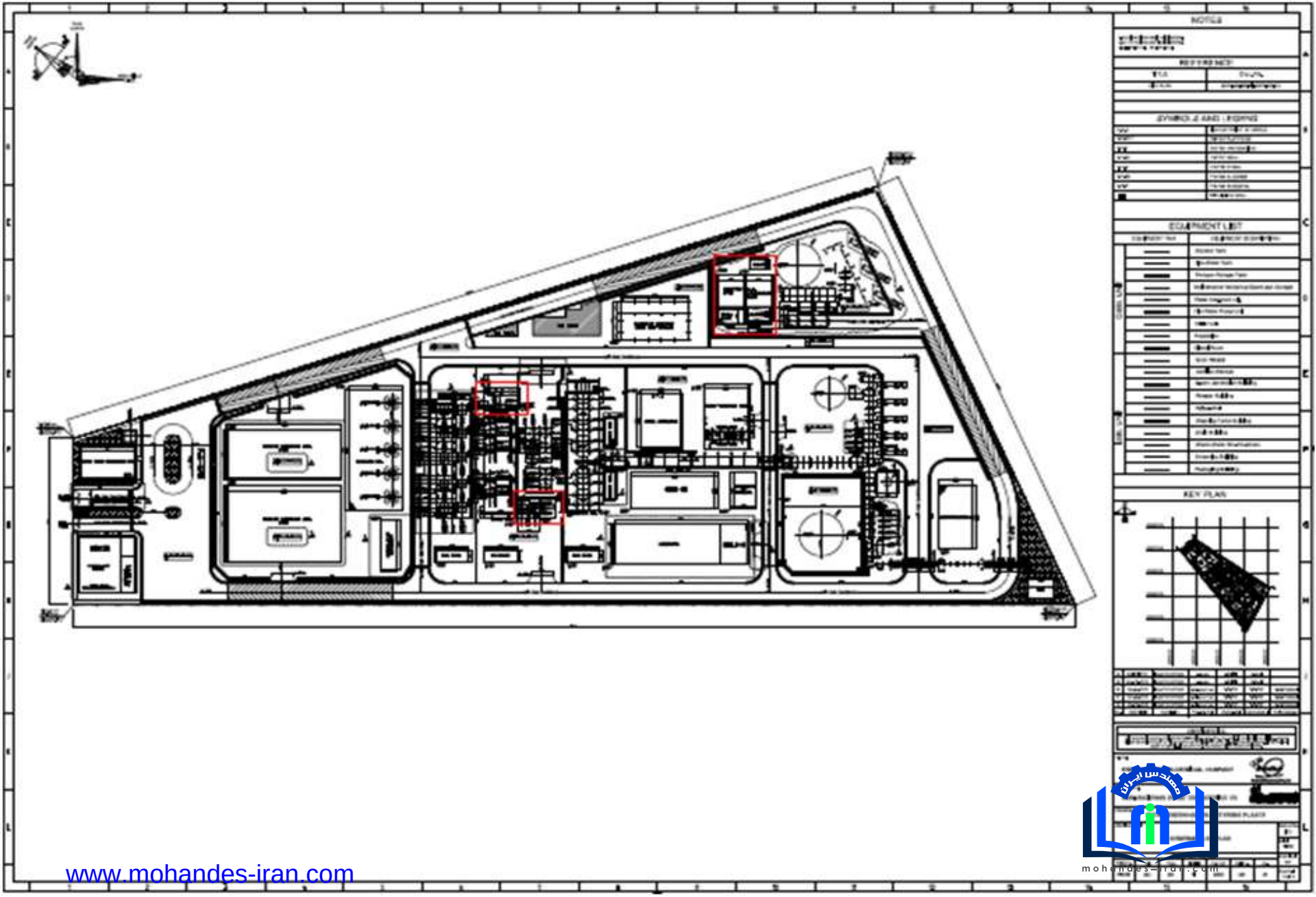
طراحی جانمایی در این مرحله باید تا حد امکان کامل باشد، که در مرحله بعد حداقل تغییرات رخ دهد.

  - طراحی تفصیلی Detailed Design

- نمای Plot Plan
  - نمای از بالا
  - نمای از روبرو
  - نمای سه بعدی

www.mohandes-iran.com

Plot Plan



www.mohandes-iran.com

Piping & Instrument Diagram نقشه (P &ID)

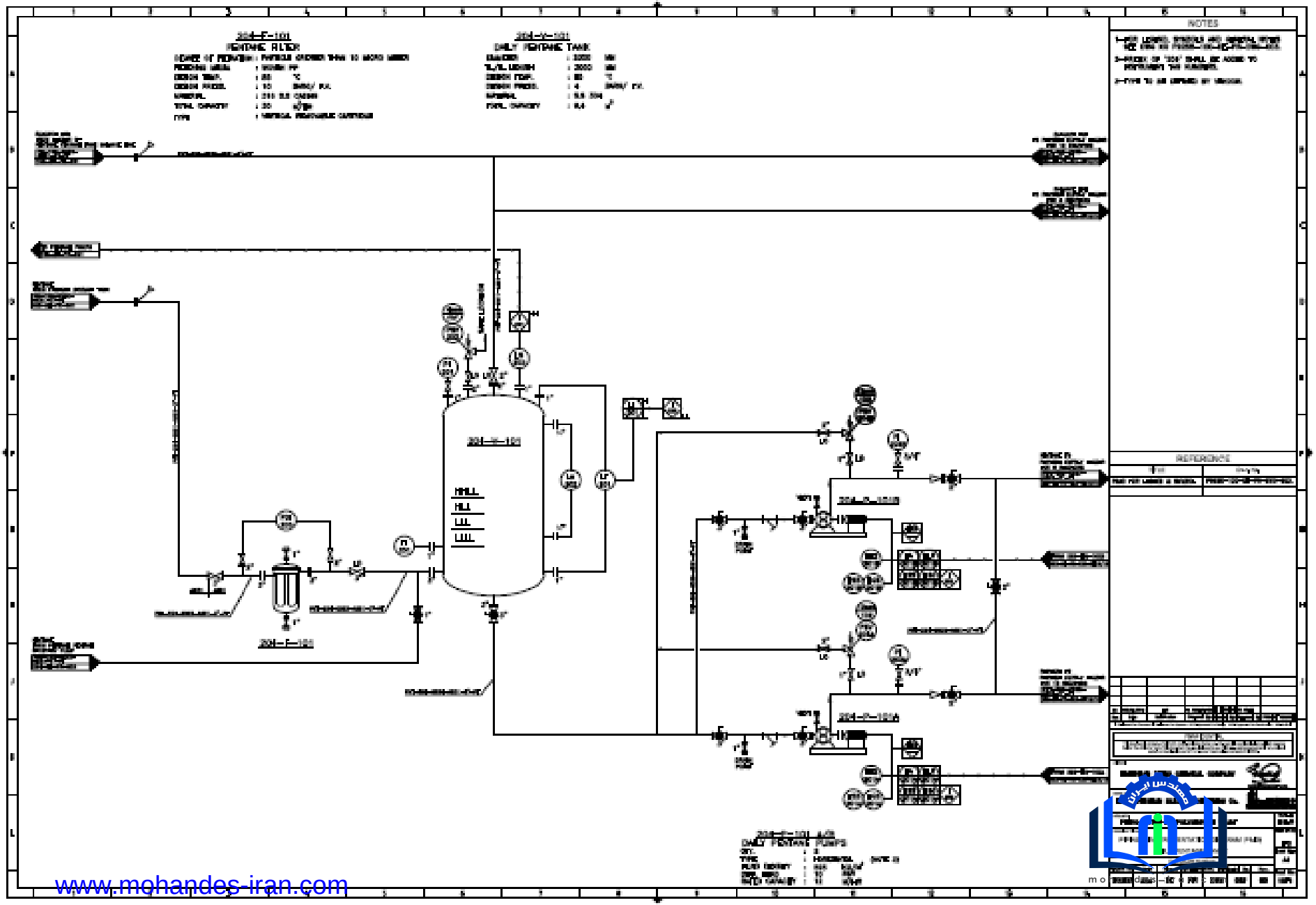
- نقشه لوله کشی و ابزاردقیق فرایند بر اساس PFD تهیه می شود. به عبارت دیگر این مدرک، نقشه تکمیل شده PFD است و واقعیت فنی فرایند، تجهیزات، لوله کشی و توابع کنترلی را بصورت نمادهای گرافیکی نشان می دهد.

- در این مدرک تمام تجهیزات فرایندی Process و Utility به همراه اجزا لوله کشی نظیر اتصال ها و شیرها (به جز زانویی) ، شماره خطوط، تجهیزات ابزار دقیق، Heat Tracing و عایق ها نشان داده می شوند.

- مدرک، Utility Flow Diagram نوع خاصی از P & ID است.

www.mohandes-iran.com

P & ID



www.mohandes-iran.com

نقشه Hook Up

- این نقشه راهنمای اتصال خطوط Piping، مخازن و تجهیزات به ابزار دقیق است و مدرکی مشترک بین گروه Piping و ابزار دقیق محسوب می شود.

- در این نقشه ها شماره خطی که ابزارهای کنترل و نشانگرها روی آن ها نصب می شوند، شماره تجهیزات ابزار دقیقی که باید نصب شوند، مصالح مورد نیاز و ... وجود دارد

www.mohandes-iran.com

Piping Stress Analysis Specifications

- مدرک مشخصات تحلیل تنش لوله کشی
- این مدرک در مرحله طراحی پایه تدوین می شود و در آن خطوط بحرانی از نظر تنش و جابجایی ها و نحوه تحلیل تنش و شیوه گزارش تحلیل، مشخص می شود.
- تحلیل تنش می تواند به روش های ذیل صورت گیرد:
  - دستی
  - کامپیوتری
  - تقریبی
  - کمی
  - کیفی

www.mohandes-iran.com

Emergency Shutdown Logic Diagram (ESD)

- نقشه ESD، برای خارج کردن دستگاه یا واحد در شرایط اضطراری است.
- سیستم ESD، معمولا دارای ٤ وضعیت Level 0, 1, 2 & 3 است.

www.mohandes-iran.com

Piping Material specification (PMS)

- مدرک PMS در واقع منتخبی است از استانداردهای مواد، که در پروژه کاربرد دارند.
- مدرک PMS حاوی اطلاعاتی در مورد جنس، قطر و ضخامت لوله ها، کلاس شیرها، فلنج ها و انواع درز های اتصال است.
- خطوط در این مدرک بر اساس دسته بندی نوع سیال، میزان خورندگی آن، دما، فشار فرایندی در کدهایی بر مبنای حروف و اعداد طبقه بندی می شوند.
- نحوه انشعاب از لوله ها Tee, Olet, Sockolet, Weldolet, Pipe to Pipe و نیاز یا عدم نیاز به ورق تقویتی طی جدولی ارائه می شود.

www.mohandes-iran.com

Consultant:	Project Title:	Client:
HICECO	Petro-Entekhab Polystyrene Plant	Entekhab Petrochemical Co., Pvt.
	Document Title: Piping Material Specification (PMS)	

Project No.	Document Number							Sheet No.	Client Project No.
	Project No.	Unit	Phase	Discipline	Doc. Type	Serial No.	Rev.		
9255	P9255	000	DE	PI	SPC	004	02	19 of 39	PP111

TABLE OF CONTENTS

1.0	SCOPE	4
2.0	STANDARDS & SPECIFICATIONS	4
3.0	GENERAL REQUIREMENTS	6
4.0	CODIFICATION	9
5.0	ABBREVIATIONS	9
6.0	ATTACHMENTS	11

www.mohandes-iran.com

mohandes-iran.com

Lists

در پروژه ها برای راحتی کار انواع لیست ها تهیه می شوند، مهمترین آنها در Piping عبارتند از:

- لیست مدارک Document Lists (کارفرما)
- لیست تجهیز Equipment List (کارفرما)
- لیست خطوط Line Lists (طراح)
- لیست مواد Material Lists (دفتر فنی Piping)
- لیست تکیه گاه ها Support Lists (دفتر فنی)
- لیست نقشه Isometric Lists (طراح)
- لیست شیرها Valve Lists (طراح)
- لیست ابزار دقیق Instrument Lists (طراح)

لیست ها برای اجتناب از خطا و دوباره کاری اهمیت زیادی دارند، اگر در پروژه ای طراح برخی از لیست ها را فراهم نکند، پیمانکار Piping حتما و حتی با هزینه خود باید آنها را تدوین کند.

www.mohandes-iran.com

Lists

❑ لیست تجهیزات Equipment List

- ❑ دسته بندی تجهیزات معمولا بر اساس انواع آنها است.
- ❑ در این مدرک اطلاعاتی نظیر شماره، ابعاد، وزن و توان تجهیز وجود دارد.
- ❑ مدرک توسط کارفرما در اسناد مناقصه ارائه می گردد و در براورد پروژه سند مهمی است.

❑ لیست خطوط Line List

- ❑ در جدول های این مدرک، خطوط با تمام جزییات نظیر، Class، سیال، نحوه خروج و ورود به تجهیزات، فشار و دمای طراحی، فشار و دمای بهره برداری، فشار Hydro Test و ... ارائه می شود.

www.mohandes-iran.com

OWNER: PARDIS PETROCHEMICAL COMPANY

PMC: NAMAVARAN DELVAR ENGINEERING & CONSTRUCTION Co.

Pardis 3rd Ammonia & Urea Project

TITLE: Line List

ENGINEERING CONTRACTOR: HAMPA ENERGY ENGINEERING & DESIGN COMPANY

Project No.: 2112

Doc. No.: 3-3401-LST-PR-005

Rev. 4

REV	LINE NUMBER	NOM. SIZE IN	SPEC.	FROM	TO	LINE CONTENT	State	DRAWING NO.	OPERATING		DESIGN		INSULATION TYPE	INSULATION TICKNESS mm	TEST PRES. Barg	TEST MEDIA	REMARKS
									PRES. barg	TEMP. degC	PRES. barg	TEMP. degC					
	CWR-4032002	1 3/4	AA01	3-P-4001 B	CWR-5350025	COOLING WATER RETURN	L	3-3440-PID-PR-032	1	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	
	CWR-4032003	3/4	AA01	3-P-4001 A	CWR-4032002	COOLING WATER RETURN	L	3-3440-PID-PR-032	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5136001	3	AA01	3-TK-5102	CWR-0014006	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5136002	3/4	AA01	CWR-5136001	3-PSV-5101	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
	CWR-5136003	1	AA01	3-PSV-5101	ATMOSPHERE	COOLING WATER RETURN	L	3-3451-PID-PR-038	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	
4	~~CWR-5230001~~	~~2"-1-3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5203 A~~	~~CWR-0014008~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230002~~	~~3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5203 B~~	~~CWR-5230001~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230001~~	~~2"-1-3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5203 A~~	~~CWR-0014002~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230002~~	~~3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5203 B~~	~~CWR-5230001~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230003~~	~~2"-1-3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5203 C~~	~~CWR-5230008~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230004~~	~~2"-1-3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5207A~~	~~CWR-0014009~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
4	~~CWR-5230006~~	~~3/4~~	~~AA01~~	~~3-P-5207B~~	~~CWR-5230004~~	~~COOLING WATER RETURN~~	~~L~~	~~3-3452-PID-PR-039A~~	~~1~~	~~48~~	~~7.5~~	~~100~~	~~N~~	~~0~~	~~11.2~~	~~H~~	Deleted
	CWR-5240001	2 1	AA01	3-TK-5204	CWR-0014007	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-040	1	48	7.5	100	N	0 0	11.2 11.2	H H	
	CWR-5240004	3/4	AA01	CWR-5240001	3-PSV-5210	COOLING WATER RETURN	L	3-3452-PID-PR-040	1	48	7.5	100	N	0	11.2	H	

www.mohandes-iran.com

مدارک مهندسی در اجرا

Piping

- ❑ Specification
- ❑ Lists
- ❑ Hook up
- ❑ Tables
- ❑ P & ID
- ❑ Piping Plans
- ❑ Isometric
- ❑ Spool
- ❑ Spool Sheet
- ❑ Special Piping Detail

Support

- ❑ Pipe Support Specification
- ❑ Support Painting Specification
- ❑ Support Index
- ❑ Support List
- ❑ Support Drawing Details
- ❑ Standard Support Drawings
- ❑ Special Support Details

www.mohandes-iran.com

مراحل اجرا

- پیش ساخت
  Prefabrication
  - خطوط زیر زمینی
  - خطوط رو زمینی
- گارگاه پیش ساخت
- انبار اسپول ها **Spool Yard**
- انبار موقت
- کنترل اسپول ها
  - کنترل ابعاد و کنترل مواد
  - کنترل جوشکاری و رنگ
  - انیارداری اسپول ها

- Spool
  - Spool Sheet
  - Joint History
  - MTO
  - MIV
  - MRV
  - NDT
  - QC Forms
  - Sand Blast & Painting

www.mohandes-iran.com

مراحل اجرا

- نصب
- Fit Up و جوشکاری در سایت
- پرتو نگاری
- تنش زدایی PWHT
- پرتو نگاری مجدد در صورت لزوم
- کنترل نصب
- تنظیم خطوط با Supports

- Test Package
- لوپ بندی Test Package
- تکمیل مدارک Test Package
- رفع عیب قبل از آزمایش H.T
- آزمایش فشار Hydro Test
- رفع عیب بعد از آزمایش H.T
- رنگ نهایی و لکه گیری
- Tracing
- عایق کاری
- Box-Up و Reinstatement

www.mohandes-iran.com

فرم های اجرا

- فرم های Test Package
  - برگه روی جلد
  - برگ فهرست مدارک
  - گزارش تست خطوط
  - چک لیست
  - فرم رفع عیب قبل از تست
  - فرم فلاشینگ خط
  - گواهی کالیبره فشار سنج ها
  - فرم رفع نواقص بعد از تست
  - خلاصه Joint History
  - فرم Technical Inquiry

QC Forms

- فرم تحویل Fit Up
- فرم تحویل جوشکاری روزانه
- فرم تحویل سند بلاست و رنگ آستری
- فرم تحویل رنگ میانی
- فرم تحویل رنگ نهایی
- فرم تحویل عایقکاری
- فرم تحویل Wrapping
- فرم تحویل رادیوگرافی و NDT
- فرم تحویل ورق های تقویتی
- فرم معرفی جوشکاران برای آزمایش
- فرم تحویل تنش زدایی
- فرم اجازه رادیو گرافی
- فرم تحویل ساپورت ساخته شده
- فرم تحویل نصب ساپورت

www.mohandes-iran.com

تغییرات Modification

- هر تغییری در نقشه ها و مدارک و فرم ها باید با علائمی نظیر ابر Revision Cloud یا مثلث Revision Training مشخص Highlight شود.

- تمام مدارکی که پس از تغییر از جریان طراحی یا اجرا خارج می شوند، باید با عبارت Void مهر شوند و بر اساس نظمی تدوین شده، بایگانی گردند.

- در بایگانی مدارک باید لیست به روز شده تمام مدارک به همراه شماره تمام مدارک خارج شده از جریان پروژه وجود داشته باشد.

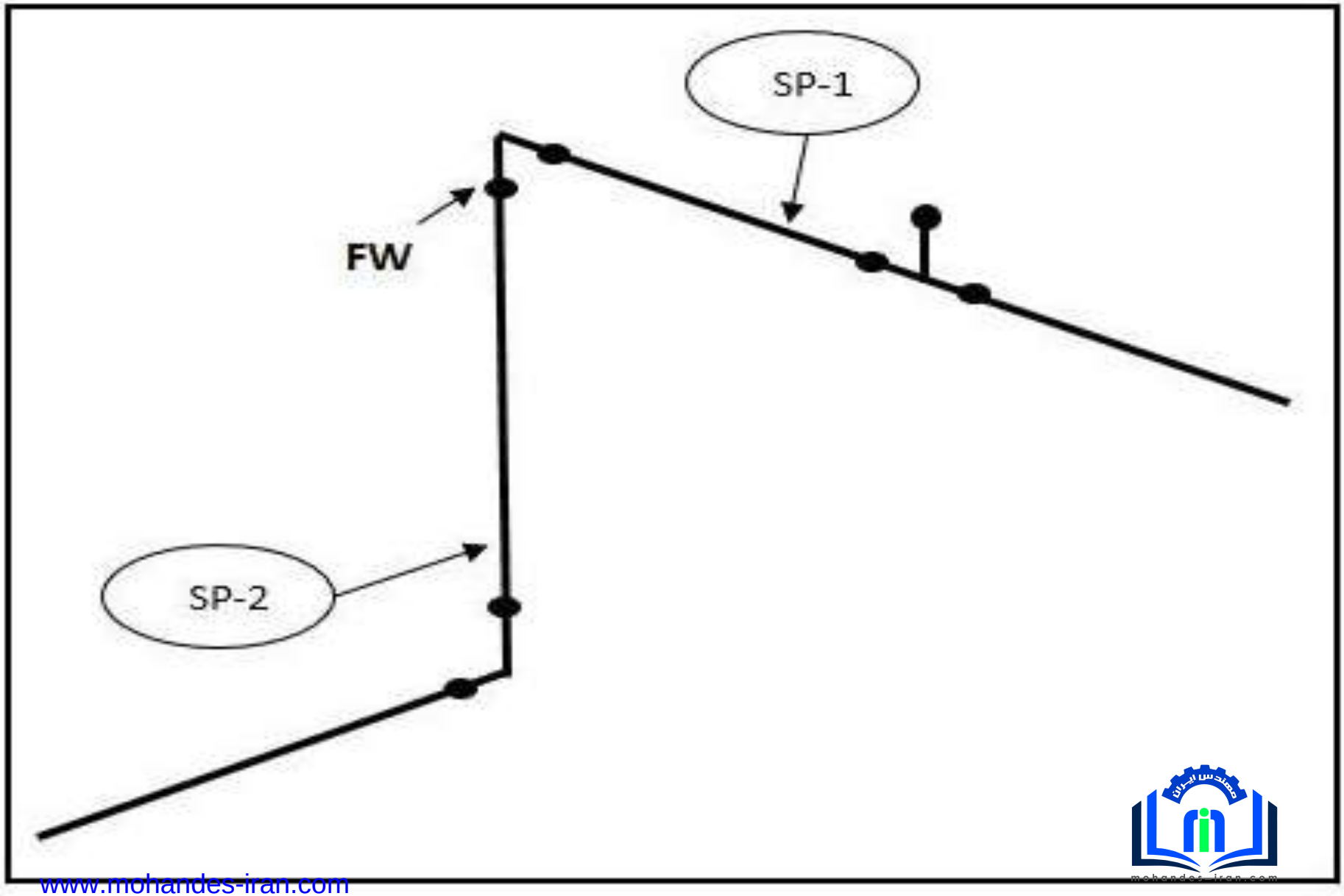
www.mohandes-iran.com

نقشه های Isometric

- نقشه ISO سه بعدی و بدون مقیاس است و مسیر خط، طول خط، اجزا، اتصالات و انواع روش های اتصال (جوش، فلنج یا رزوه) را نشان می دهد.
- نقشه های ISO ابتدا باید با نقشه های PFD و P & ID از نظر کلاس، مسیر، طول و اجزا تشکیل دهنده کنترل گردد تا اختلاف های احتمالی پیدا شود.
- سرجوش گذاری برای ساده شدن اجرا به Shop Weld و Fieldتقسیم می شوند.
- انتخاب محل FW و اندازه Spool به ابعاد، وزن، محل نصب، ارتفاع نصب و ... دارد و باید از قبل به توان جراثقال لازم برای نصب توجه کامل داشت.

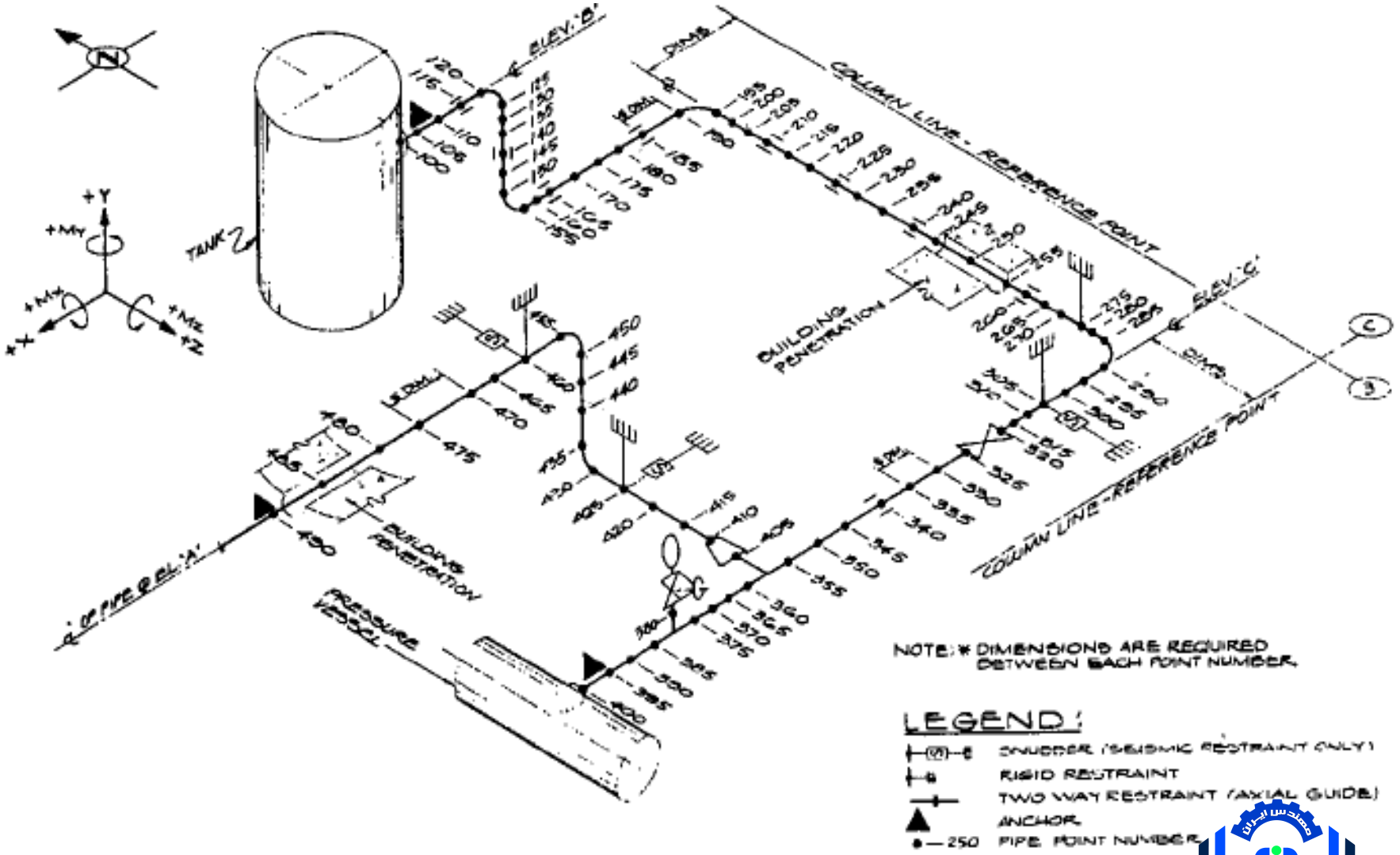
www.mohandes-iran.com

Isometric



www.mohandes-iran.com

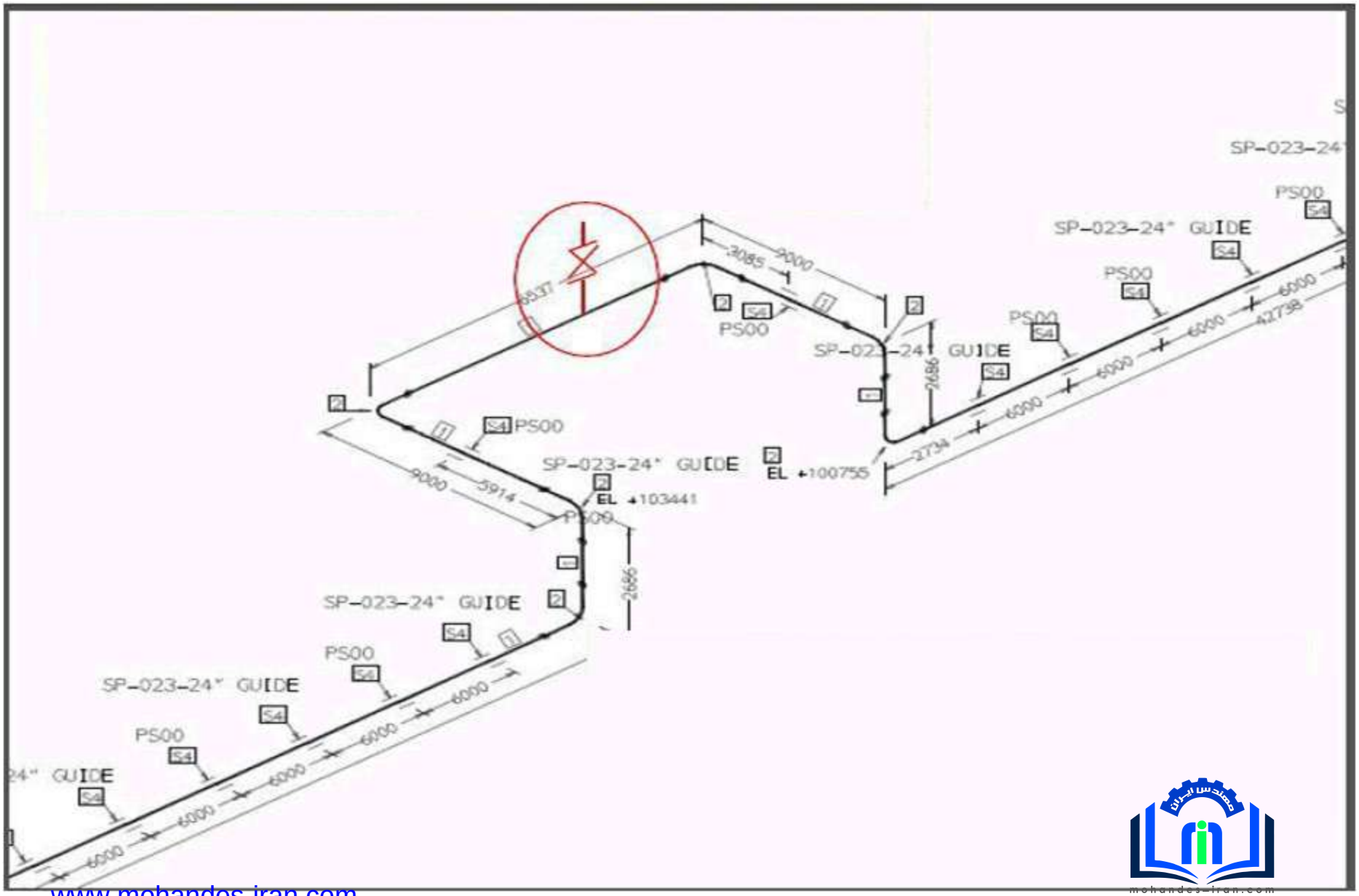
Isometric



نمونه‌ای از یک ایزومتریک ساپورت گذاری شده

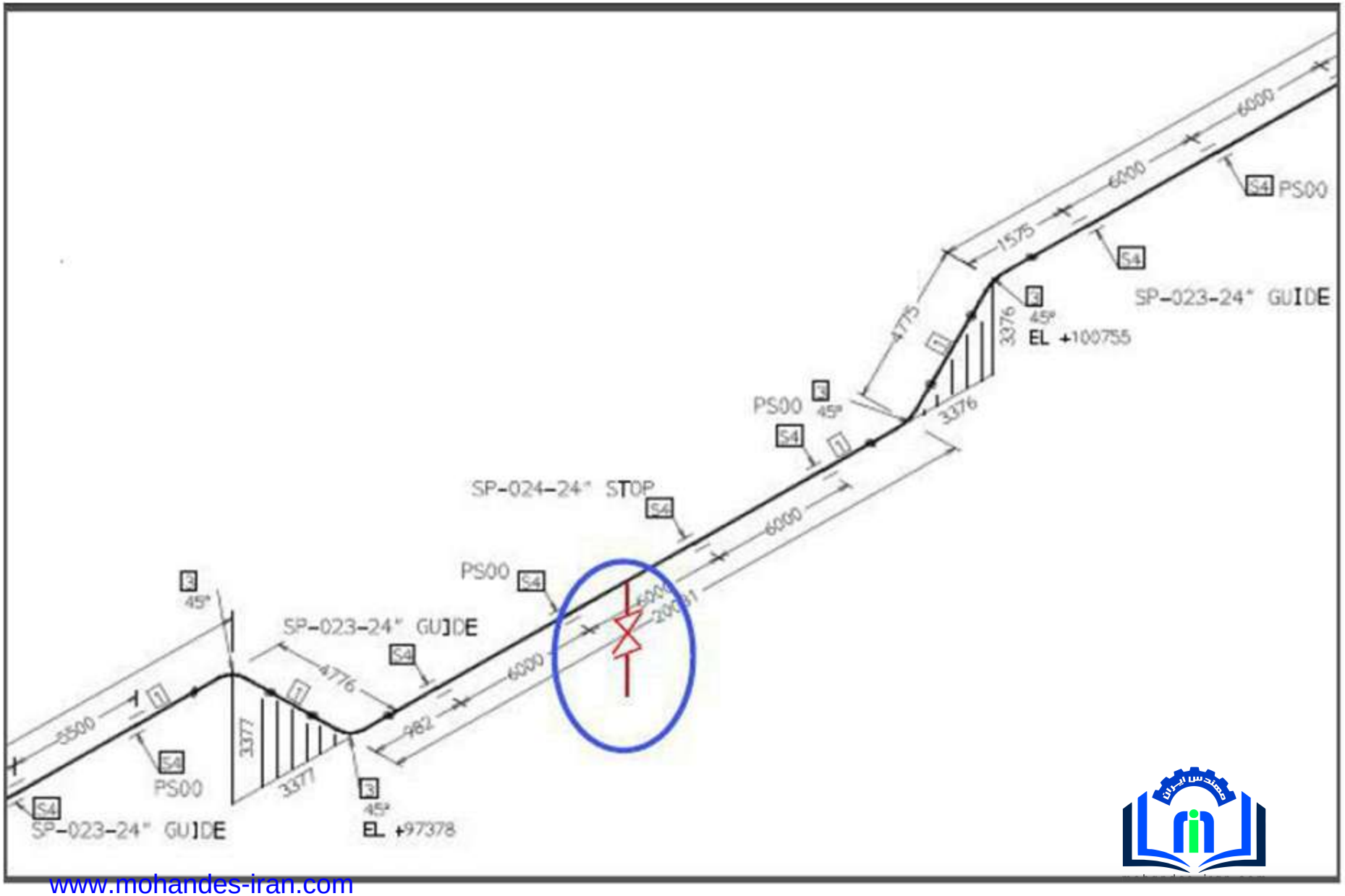
www.mohandes-iran.com

Isometric



www.mohandes-iran.com

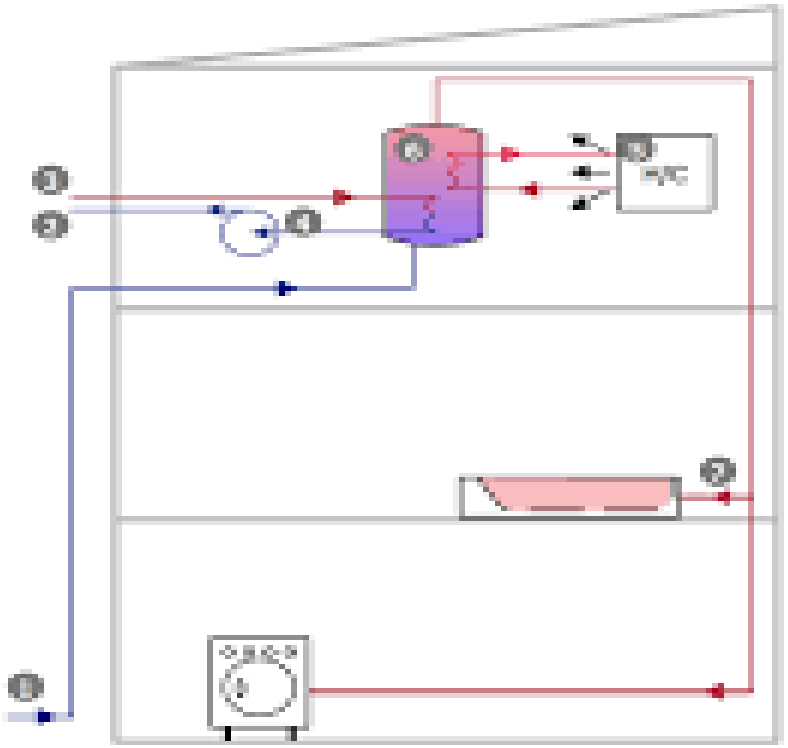
Isometric



www.mohandes-iran.com

Piping Plan or Piping Layout

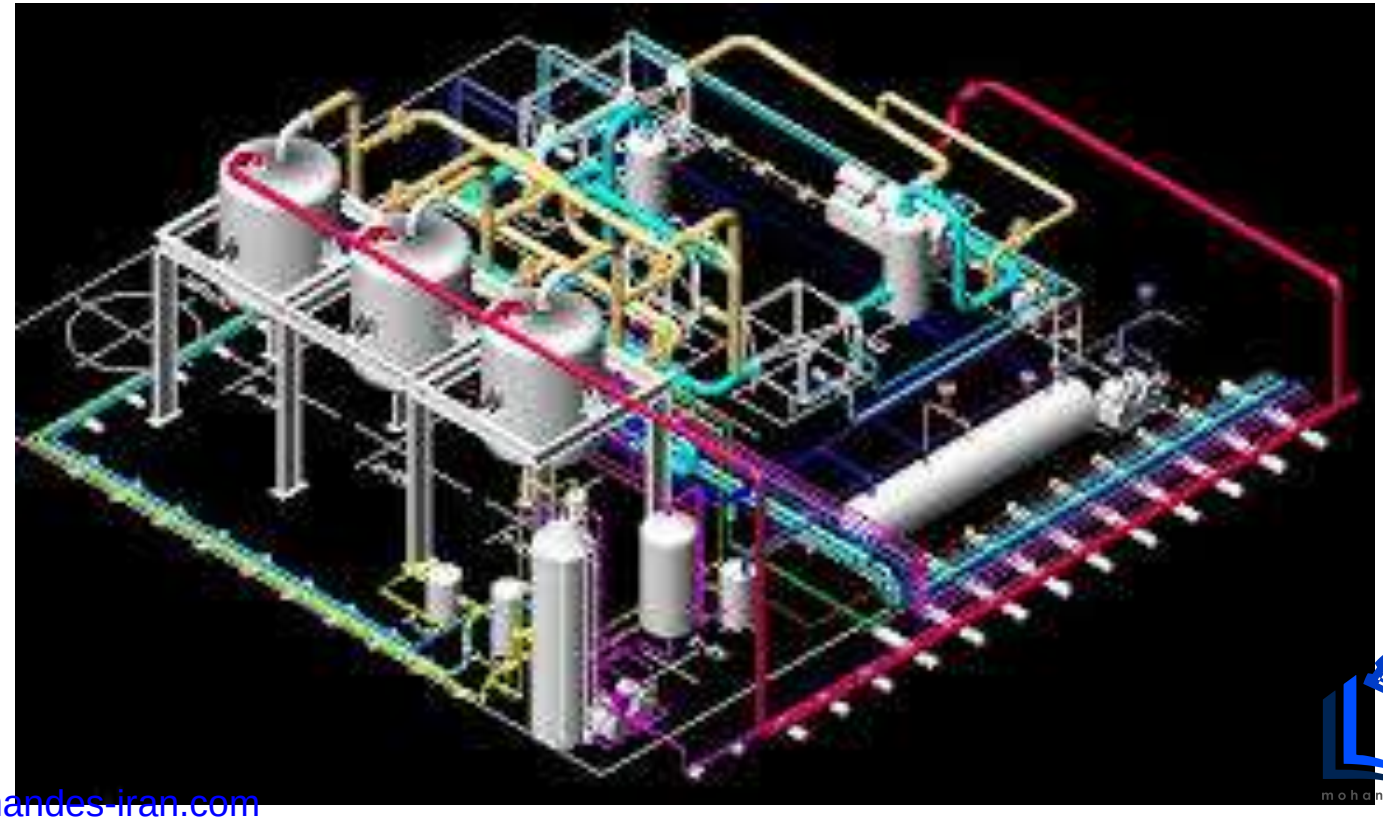
- این نقشه ها در دوره طراحی تفصیلی و توسط سازمان طراح تهیه می شود و مکمل نقشه های Iso است. این مدرک لوله کشی را در ترکیب با تکیه گاه ها، تجهیزات و اسکلت های فلزی بطور یکجا نشان می دهد و در ساخت و نصب سیستم لوله کشی و طراحی Support مدرکی حیاتی است.



www.mohandes-iran.com

Plant 3D Model

- تهیه مدل سه بعدی واحد فرایندی یا Utility کمک زیادی به درک طراحان از مشکلات و موانع خواهد کرد.
- معروف ترین و کارآمد ترین نرم افزار مدل سه بعدی در حال حاضر PDMS است.



www.mohandes-iran.com

سخن پایانی

- استاندارد شامل تمام شرایط سیال، تنش و فرمول های مورد نیاز طراحی نیست و جانشین تجربه طراح نمی شود.
- هر شرکت طراحی باید مشخصه .Spec طراحی خود را در پروژه بر اساس شرایط تدوین کند. Spec می تواند در بخشی از موارد سخت گیرانه تر از استاندارد باشد، اما اگر اساس استاندارد را تغییر دهد یا الزام های آسانتری را بنحو وسیعی جایگزین کند، طراح مجاز نخواهد بود، برای طراحی خود،به استاندارد ارجاع دهد.
- مشخصه طراحی .Design Spec در واقع جدا کردن آن بخش هایی از استاندارد است که در طراحی پروژه ای معین کاربرد ندارند.
- استاندارد Handbook نیست و نمی توان ملاحظه های الزامی آن را دست چین کرد.
- هیچ شخصی صرفا با یاد گیری استاندارد، به طراحی مجرب تبدیل نمی شود. اما اگر طراح شناخت دقیقی از استاندارد نداشته باشد، قطعا طراحی معیوبی ارائه خواهد کرد.

www.mohandes-iran.com

منابع

۱. برخی از تصویرهای فایل از آقایان مهندسان احسان سلیمی، صالح سجودی، کیامرث مکوندی، محمد شریعت و یوسف اکبری گرفته شده است

2. *ASME B31.3* Process Piping. ASME, 2015.

3. Chermisinoff, Nicholas P, *Handbook of Process Equipments*, Butterworth, 2000.

4. Frikken, Don, A *Comparison B31.3 versus B31.1*, 2008.

5. Nayyar, Mohinder. L, *Piping Handbook*. Seventh Edition, Mcgraw-Hill, nd.

6. Rao, K.R, *Companion Guide to the ASME Boiler & Pressure Vessel & Piping Codes*. Third Edition, ASME, 2009.

www.mohandes-iran.com