دانشگاه شهید چمران اهواز

دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان

گزارش سالیانه فعالیت‌های انجام‌شده در سال ۱۳۸۶

KHGCRO YR 1386

۴ اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۷

عنوان	گزارش سالانه فعالیت‌های ۱۳۸٦
کد گزارش	KHGCRO YR 1386
تاریخ	۱۳۸۷/۲/٤
تدوین کنندگان	دکتر مرتضی بهبهانی‌نژاد، عضو هیئت علمی گروه مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران اهواز مهندس مازیار چنگیزیان، کارشناس ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه شهید چمران مهندس سید محمد فاطمی اردستانی، کارشناس ارشد فرآوری و انتقال گاز دانشگاه صنعت نفت اهواز خانم هاجرحیدری‌مهر، کارشناس ارشد شیمی فیزیک دانشگاه شهید چمران اهواز خانم فروزنده عمید، کارشناس شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
چکیده	در این گزارش فعالیت‌های دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان در سال ۱۳۸٦ تشریح شده است.عمده این فعالیت‌ها در ارتباط با دستگاههای اندازه‌گیری دبی گاز، شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه، مروری بر تکنولوژی‌های بدون تراشه، معرفی لوله‌های پلاستیکی شبکه توزیع گاز، آئین‌نامه سلامت و ایمنی و غیره می‌باشد.

فهرست مطالب

۱مقدمه ۱

۲ دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی گاز ۱

۱.۲ انواع دبی‌سنج‌های جریان گاز ۱
۱.۱.۲دبی‌سنج جرمیِ حرارتی ۱
۲.۱.۲کنترل‌کننده‌های جریان جرمی ۲
۳.۱.۲رتامتر ۲
٤.۱.۲دبی سنج گردابه‌ای ۳
۵.۱.۲دبی سنج گردابه‌ای جرمیِ چند متغیره ۳
٦.۱.۲دبی‌سنج چندفازی ٤
۷.۱.۲دبی‌سنج توربینی ۵
۸.۱.۲دبی سنج کالریمتریک ۵
۹.۱.۲دبی‌سنج اریفیس ۵
۱۰.۱.۲ دبی‌سنج اولتراسونیک با پدیده دوپلر ٦
۱۱.۱.۲ ..دبی‌سنج ونتوری ۷
۱۲.۱.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی ۷
۲.۲ پارامترهای شاخص دبی‌سنج‌ها ۸
۳.۲ انتخاب وسیله اندازه گیری ۱۰
٤.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی ۱۰
۱.٤.۲شرکت Elster-Instrumet ۱۰
۲.٤.۲دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet ۱۱
۳.٤.۲شرکتDMS ۱٤
٤.٤.۲شرکتBELL ۲۱
۵.٤.۲شرکت IMAC ۳۳
٦.٤.۲شرکت Beloma ۳۵
۷.٤.۲شرکت Equimeter Incorporated ۳۸
۸.٤.۲شرکت Excel ٤۰

۹.٤.۲شرکت حدید سازه پیشرو ٤۱
۱۰.٤.۲دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Briffault ٤۲
۵.۲ دبی‌سنج‌های آلتراسونیک ٤۲
۱.۵.۲انوع دبی‌سنج‌های آلتراسونیک و نحوه عملکرد آنها ٤۲
۲.۵.۲شرکت Elster-Instromet ٤۷
۳.۵.۲دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت Flow Technology ٤۹
٤.۵.۲دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت Emerson Process Management ۵۱
۵.۵.۲دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel SeniorSonic™ ۵۱
٦.۵.۲دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel JuniorSonic™ ۵۲
۷.۵.۲دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت FMC Technology ۵۲
۸.۵.۲دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 Series B ۵۲
۹.۵.۲دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 Series B ۵۳
۱۰.۵.۲دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 Series B ۵۵
٦.۲معیارهای انتخاب یک کنتور مناسب ۵۵
۱.٦.۲کنتورهای مختص استفاده در صنایع گاز ۵٦
۲.٦.۲تعیین کنتور مناسب ٦۰
۳.٦.۲تقسیم بندی کنتورها بر اساس فاکتورهای جریان ٦۱
۷.۲ مطالعات اولیه طراحی نرم‌افزار انتخاب کنتور ٦۸
۱.۷.۲انتخاب نوع کنتور از بین کنتورهای متداول در صنایع گاز ٦۸
۲.۷.۲طراحی اولیه نرم‌افزار ۷۹
۳.۷.۲بررسی عملکرد نرم‌افزار با ذکر یک مثال ۸٤

۳ شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه ۸۹

۱.۳ درخواست نقشه‌های شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه از شرکت گاز ۸۹
۲.۳ شماره‌گذاری اجزای شبکه ۸۹
۳.۳ بدست‌آوردن طول و قطر لوله‌های شبکه از روی نقشه ۹۰
٤.۳ بدست‌آوردن دبی هر مصرف کننده ۹۰
۵.۳ وارد کردن اطلاعات شبکه در نرم‌افزار PSSF ۹۱
٦.۳ نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز حمیدیه ۹۱

۷.۳ مراجع ۱۱۰

۴ مروری بر تکنولوژی‌های بدون ترانشه ۱۱۲

۱.٤ انواع روش‌های بدون ترانشه ۱۱۲
۱.۱.٤تکنولوژی بی‌ترانشه جهت نصب خطوط لوله جدید (TCM) ۱۱۳
۲.٤ امکان‌سنجی فنی و اقتصادی تکنولوژی‌های حفاری بدون ترانشه ۱۱٦
۱.۲.٤ملاحظات فنی ۱۱٦
۲.۲.٤ارزیابی مکان ۱۱۷
۳.۲.٤ملاحظات اقتصادی ۱۲۰
۳.٤ مراجع ۱۲۲

۵ معرفی لوله‌های پلاستیکی شبکه‌ی توزیع گاز ۱۲۴

۱.۵ لوله‌های ترموپلاستیکی فیبری(RTP) ۱۲٤
۲.۵ تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی ۱۲٦
۳.۵ لوله‌های پلی‌آمیدی (PA 12) ۱۲۸
۱.۳.۵مقایسه لوله‌های پلی‌آمیدی با لوله‌های استیل ۱۳۰
٤.۵ مراجع ۱۳۱

۶ آئین‌نامه سلامت و ایمنی ۱۳۲

۱.٦ بخش A ۱۳٤
۲.٦ بخش B ۱٤۱
۳.٦ بخش C ۱٤٦
٤.٦ بخش D ۱۵۱
۵.٦ بخش E ۱۵۵
٦.٦ بخش F ۱٦۱
۷.٦ بخش G ۱٦٦

۷ برگزاری سمینارهای مرتبط ۱۷۰

۱.۷ اداره مهندسی اندازه‌گیری و توزیع گاز ۱۷۰

۲.۷ اداره خدمات فنی و مهندسی..... ۱۷۱

۸ شرکت در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی..... ۱۷۲

۱.۸ مروری بر اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته..... ۱۷۲
۱.۱.۸گزیده‌ای از مقالات ارائه شده..... ۱۷٤

۹ مقالات علمی و پایان نامه های دانشجویی..... ۱۸۸

۱.۹ پروژه‌های تعریف شده در مقطع کارشناسی..... ۱۸۸
۲.۹ پروژه‌های تعریف شده در مقطع کارشناسی‌ارشد..... ۱۹۱
۱.۲.۹تحلیل عددی حفاظت کاتدیک خطوط لوله گاز طبیعی به روش المان مرزی..... ۱۹۱
۲.۲.۹الگوریتم‌های مختلف حل عددی جریان غیردائم درون شبکه‌های گاز شهری و تحلیل دینامیکی یک شبکه نمونه..... ۱۹۲
۳.۲.۹مدلسازی رتبه کاسته جریان گذرا در خطوط لوله گاز طبیعی..... ۱۹۳
۳.۹ طرح‌های تحقیقاتی تعریف شده توسط دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان..... ۱۹٤
٤.۹ مقالات ارائه شده در سمینارها و کنفرانس‌های داخلی..... ۱۹٤

۱۰ تدوین بانک اطلاعاتی پژوهشگران و اعضای هیئت علمی..... ۱۹۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۱.۲: شکل دبی‌سنج جرمیِ حرارتی ۲
شکل ۲.۲: شکل کنترل‌کننده‌های جریان جرمی ۲
شکل ۳.۲: شکل دبی‌سنج رتامتر ۳
شکل ٤.۲: شکل دبی سنج گردابه‌ای ۳
شکل ۵.۲: شکل دبی سنج گردابه‌ای جرمیِ چند متغیره ٤
شکل ٦.۲: شکل دبی‌سنج چندفازی ٤
شکل ۷.۲: شکل دبی‌سنج توربینی ۵
شکل ۸.۲: شکل دبی سنج کالریمتریک ۵
شکل ۹.۲: شکل دبی‌سنج اریفیس ٦
شکل ۱۰.۲: شکل دبی‌سنج مافوق صوت با پدیده دوپلر ٦
شکل ۱۱.۲: شکل دبی‌سنج ونتوری ۷
شکل ۱۲.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی ۷
شکل ۱۳.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G1.6 - BK-G6 ..... ۱۱
شکل ۱٤.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G10 - BK-G25 ..... ۱۲
شکل ۱۵.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G40, BK-G65, BK-G100 ..... ۱۳
شکل ۱٦.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری High Pressure-DM ۱٤
شکل ۱۷.۲: دبی‌سنج سری U6 شرکت DMS ۱۵
شکل ۱۸.۲: : دبی‌سنج سری G1.6 شرکت DMS ۱۵
شکل ۱۹.۲: دبی‌سنج سری G2.5 شرکت DMS ۱٦
شکل ۲۰.۲: دبی‌سنج سری G16 شرکت DMS ۱۹
شکل ۲۱.۲ دبی‌سنج سری G25 شرکت DMS ۲۰
شکل ۲۲.۲: دبی‌سنج سری G40 شرکت DMS ۲۰
شکل ۲۳.۲: دبی‌سنج سری 1/2" Diaphragm Meter Qmax 2.5m3/h شرکت BELL ۲۲
شکل ۲٤.۲: دبی‌سنج سری 3/4" Diaphragm Meter Qmax 3.1m3/h شرکت BELL ۲۳
شکل ۲۵.۲: دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 25m3/h شرکت BELL ۲۸

شکل۲٦.۲:دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 40m3/h شرکت BELL ۲۹
شکل۲۷.۲:دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746 1 شرکت BELL ۳۰
شکل۲۸.۲:دبی‌سنج سری 1" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746 - Transco Standard Variety شرکت BELL ۳۱
شکل ۲۹.۲: دبی‌سنج سری AC-250 Diaphragm Gas Meter شرکت IMAC ۳۳
شکل ۳۰.۲: دبی‌سنج سری DTM-200 and DTM 325 Dry Test Meter ۳٤
شکل ۳۱.۲: : دبی‌سنج سری DTM-200 and DTM 325 Dry Test Meter ۳۵
شکل ۳۲.۲ : دبی‌سنج سری SGD-1 شرکت Beloma ۳٦
شکل ۳۳.۲: دبی‌سنج سری SGMN شرکت Beloma ۳۷
شکل ۳٤.۲: دبی‌سنج سری Residential Gas Meter شرکت Equimeter Incorporated ۳۸
شکل ۳۵.۲: دبی‌سنج سری Large Diaphragm شرکت Equimeter Incorporated ۳۹
شکل ۳٦.۲: مشخصات دبی‌سنج سری TY-LNM-1.6 شرکت EXCEL ٤۰
شکل ۳۷.۲:انواع دبی سنج های شرکت حدید سازه پیشرو ٤۲
شکل ۳۸.۲: شکل شماتیک کارکرد دبی‌سنج آلتراسونیک پالسی ٤۳
شکل ۳۹.۲: شکل شماتیک کارکرد دبی‌سنج آلتراسونیک دوپلری ٤٦
شکل ٤۰.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک FlareSonic شرکت الستر ٤۷
شکل ٤۱.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک CheckSonic شرکت الستر ٤۸
شکل ٤۲.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک USM شرکت الستر ٤۸
شکل ٤۳.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک UGF 20 ..... ٤۹
شکل ٤٤.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1 استاندارد (چپ)، دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1 ضد حریق (راست) ۵۰
شکل ٤۵.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel SeniorSonic ۵۱
شکل ٤٦.۲: Mark III™ Electronics ۵۲
شکل ٤۷.۲: دبی‌سنج Daniel JuniorSonic™ ۵۲
شکل ٤۸.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 Series B ۵۳
شکل ٤۹.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 Series B ۵٤
شکل ۵۰.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 Series B ۵۵

شکل ۵۱.۲: کنتور اختلاف فشاری (اوریفیسی) ۵٦
شکل ۵۲.۲: کنتور سطح متغیر ۵۷
شکل ۵۳.۲: کنتور جابه‌جایی مثبت (دیافراگمی) ۵۸
شکل ۵٤.۲: کنتور توربینی ۵۸
شکل ۵۵.۲: کنتور نوسانی (ریزش گردابه) ۵۹
شکل ۵٦.۲: کنتور کوریولیس ۵۹
شکل ۵۷.۲: ترتیب اهمیت موضوعات در انتخاب یک کنتور [۵] ٦۰
شکل ۵۸.۲: تقسیم بندی کنتورها بر اساس اندازه‌گیری جرم یا حجم گاز ٦۱
شکل ۵۹.۲: تقسیم بندی کنتورها بر اساس اندازه‌گیری دبی لحظه‌ای یا مجموع حجم گاز[۷] ٦۲
شکل ٦۰.۲: معیار انتخاب کنتورها بر اساس دبی و فشار کارکرد [۹] ٦۸
شکل ٦۱.۲: صفحه اول نرم افزار انتخاب فلومتر ۷۹
شکل ٦۲.۲: گزینه‌های مربوط به زیر بخش فایل ۸۰
شکل ٦۳.۲: صفحه اول نرم افزار انتخاب فلومتر ۸۰
شکل ٦٤.۲: زیر بخش‌های منوی Flow meter ۸۱
شکل ٦۵.۲: انواع فلومترهای از نوع Differential Pressure ۸۱
شکل ٦٦.۲: صفحه مربوط به دریافت اطلاعات اولیه فلومتر ۸۲
شکل ٦۷.۲: صفحه نتایج حاصل از ورودیهای کاربر ۸۳
شکل ٦۸.۲: مشخصات ثانویه مربوط به هر کنتور ۸۳
شکل ۲. ٦۹: صفحه اول نرم‌افزار انتخاب کنتور ۸۷
شکل ۷۰.۲: صفحه مربوط به نتایج حاصل از دیتاهای ورودی کاربر ۸۷
شکل ۷۱.۲: اطلاعات بیشتر در مورد دبی‌سنج انتخابی ۸۸
شکل ۱.٤: دسته بندی کلی تکنولوژی های بدون ترانشه ۱۱۳
شکل ۲.٤: انواع روش‌های TCM از لحاظ نحوه‌ی اجرا ۱۱۳
شکل ۳.٤: انواع مختلف روش‌های HEB ۱۱٤
شکل ٤.٤: بخش‌های مختلف برای اجرای روش HDD (ابتدای مسیر) ۱۱۸
شکل ۵.٤ :بخش‌های مختلف برای اجرای روش HDD (انتهای مسیر) ۱۱۸
شکل ٦.٤: یک نمونه دستگاه حفاری برای اندازه‌های بزرگ ۱۱۹
شکل ۱.۸: لایه‌های مختلف لوله‌های RTP ۱۲۵
شکل ۲.۸: نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به روش معمول ۱۲۷

شکل ۳.۸: نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به‌وسیله MAGIC BOX™..... ۱۲۸
شکل ٤.۸: مقایسه‌ی شبکه‌های استیل و پلی‌آمید و پلی‌اتیلن از نظر هزینه‌های اقتصادی ۱۳۱

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱:مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK- BK-G1.6 - G6 ..... ۱۱
جدول ۲-۲: مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK- BK-G10 - G25 ..... ۱۲
جدول ۲-۳:خواص دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G40, BK-G65, BK-G100 ..... ۱۳
جدول ۲-٤: مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری High Pressure- DM ۱٤
جدول ۲-۵:مشخصات دبی‌سنج سری U6 شرکتDMS ۱۵
جدول ۲-٦: مشخصات دبی‌سنج سری G1.6 شرکتDMS ۱٦
جدول ۲-۷: مشخصات دبی‌سنج سری G2.5 شرکتDMS ۱۷
جدول ۲-۸: مشخصات G4 Natural Gas Diaphragm Meter ۱۷
جدول ۲-۹: مشخصات G6 Natural Diaphragm Gas Meter ۱۸
جدول ۲-۱۰: مشخصات G10 Natural Gas Diaphragm Meter ۱۸
جدول ۲-۱۱: مشخصات دبی‌سنج سری G16 شرکتDMS ۱۹
جدول ۲-۱۲: مشخصات دبی‌سنج سری G25 شرکتDMS ۲۰
جدول ۲-۱۳: مشخصات دبی‌سنج سری G40 شرکتDMS ۲۱
جدول ۲-۱٤: مشخصات دبی‌سنج سری 1/2" Diaphragm Meter Qmax 2.5m3/h شرکت BELL ۲۲
جدول ۲-۱۵: مشخصات دبی‌سنج سری 3/4" Diaphragm Meter Qmax 3.1m3/h شرکت BELL ۲۳
جدول ۲-۱٦: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6m3/h ۲٤
جدول ۲-۱۷: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 6m3/h ۲۵
جدول ۲-۱۸: مشخصات دبی‌سنج سری1" Diaphragm Meter Qmax 10m3/h ۲۵

جدول ۲-۱۹: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 10m3/h ۲٦
جدول ۲-۲۰: مشخصات دبی‌سنج سری 1-1/4" Diaphragm Meter Qmax 16m3/h ۲۷
جدول ۲-۲۱: مشخصات دبی‌سنج سری 1-1/4" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 16m3/h ۲۷
جدول ۲-۲۲: مشخصات دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 25m3/h شرکت BELL ۲۸
جدول ۲-۲۳: مشخصات دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 40m3/h شرکت BELL ۲۹
جدول ۲-۲٤: مشخصات دبی‌سنج سری SGD-1 شرکت Beloma ۳٦
جدول ۲-۲۵: مشخصات دبی‌سنج سری SGMN شرکت Beloma ۳۷
جدول ۲-۲٦: مشخصات دبی‌سنج سری TY-LNM-1.6 شرکت EXCEL ٤۱
جدول ۲-۲۷: انواع دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت حدید سازه پیشرو ٤۱
جدول ۲-۲۸: مشخصات فنی دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1 ..... ۵۰
جدول ۲-۲۹: محدوده‌ی دبی برای دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 ..... ۵۳
جدول ۲-۳۰: محدوده‌ی دبی برای دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 ..... ۵۳
جدول ۲-۳۱: ابعاد صنعتی دبی‌سنج آلتراسونیک 600 و MPU 1200 ..... ۵٤
جدول ۲-۳۲: فاکتورهای مهم در انتخاب یک کنتور [۳] ٦۱
جدول ۲-۳۳: دسته‌بندی کنتورها بر اساس قابلیت استفاده برای اندازه‌گیری جریان گاز [۳] ٦۳
جدول ۲-۳٤: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای اختلاف فشاری ٦٤
جدول ۲-۳۵: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای اختلاف فشاری (ادامه) ٦٤
جدول ۲-۳٦: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای جرمی ٦۵
جدول ۲-۳۷: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای نوسانی ٦۵
جدول ۲-۳۸: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای جابه‌جایی مثبت و توربینی ٦٦
جدول ۲-۳۹: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای سطح متغیر و آلتراسونیک ٦۷
جدول ۲-٤۰: کنتورهای متداول در صنایع گاز ٦۹
جدول ۲-٤۱: راهنمای جداول ۷۱
جدول ۲-٤۲: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت اول ۷۲
جدول ۲-٤۳: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت دوم ۷۳

جدول ۲-٤٤: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت سوم ۷٤
جدول ۲-٤٥: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت چهارم ۷٥
جدول ۲-٤٦: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت پنجم ۷٦
جدول ۲-٤۷: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت ششم ۷۷
جدول ۲-٤۸: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت هفتم ۷۸
جدول ۲-٤۹: کنتورهای متداول در صنایع گاز ۸٤
جدول ۲-٥۰: مشخصات دبی‌سنج variable Area ۸٥
جدول ۲-٥۱: شرایط در نظر گرفته شده برای دبی‌سنج variable Area ۸٦
جدول ۳-۱: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه ۹۲
جدول ۳-۲: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹۳
جدول ۳-۳: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹٤
جدول ۳-٤: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹٥
جدول ۳-٥: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹٦
جدول ۳-٦: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹۷
جدول ۳-۷: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹۸
جدول ۳-۸: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۹۹
جدول ۳-۹: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۰
جدول ۳-۱۰: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۱
جدول ۳-۱۱: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۲
جدول ۳-۱۲: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۳
جدول ۳-۱۳: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰٤
جدول ۳-۱٤: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰٥
جدول ۳-۱٥: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰٦
جدول ۳-۱٦: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۷
جدول ۳-۱۷: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۸
جدول ۳-۱۸: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۰۹
جدول ۳-۱۹: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه) ۱۱۰
جدول٤-۱: مشخصات عمده دو روش UT و PJ ۱۱٤
جدول٤-۲: مشخصات عمده روش‌های مختلف HEB ۱۱٥

جدول٤-۳: برخی مشخصات دستگاه‌های لوله‌گذاری به روش HDD ۱۱۹
جدول٤-٤: راهنمای کاربرد روش HDD ۱۲۱
جدول٤-۵: زمان انجام کارها به روش HDD ۱۲۱
جدول٤-٦: زمان انجام کارها به روش HDD بر اساس جنس خاک و قطر لوله ۱۲۲
جدول۸-۱: مقایسه‌ی کیفی لوله‌های استیلی و RTP ۱۲٦
جدول۸-۲: مقایسه ساختار شیمیایی پلی‌آمید با پلی‌اتیلن‌های با دانسیته بالا و متوسط ۱۲۹
جدول۸-۳: مقایسه لوله‌های پلی‌آمیدی با لوله‌های پلی‌اتیلنی از نظر حداکثر فشار عملیاتی ۱۳۰
جدول۱۰-۱: جدول بانک اطلاعاتی اساتید دانشگاه شهید چمران ۱۹٦

۱ مقدمه

در این گزارش که گزارش سالیانه مربوط به سال ۱۳۸٦ در ارتباط با فعالیت‌های دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان می‌باشد، عمده فعالیت‌های انجام‌شده مورد بحث قرار گرفته‌است. برخی از این فعالیت‌ها در ارتباط با دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی گاز و اصول انتخاب کنتور مناسب است که در نهایت هدف تدوین یک نرم‌افزار بومی و مناسب جهت انتخاب سریع کنتورهای موردنظر می‌باشد. فصل دوم این گزارش به این موارد می‌پردازد.

در ادامه گزارش مربوط به شبیه‌سازی شبکه گاز حمیدیه با درنظرگرفتن انشعابات دواینچی ارائه شده‌است. این فعالیت به‌منظور دستیابی به نقاط بحرانی و کم‌فشار این شبکه برای پیاده‌سازی سیستم کنترل مورد نظر به‌درخواست شرکت گاز استان انجام شده‌است و بصورت مبسوط در فصل سوم مورد بحث قرار می‌گیرد. از دیگر فعالیت‌های انجام شده مطالعاتی در زمینه لوله‌گذاری بدون حفر ترانشه می‌باشد که در قالب فصل چهارم تحت عنوان تکنولوژی‌های بدون ترانشه نتیجه این مطالعات ارائه شده‌است.

سمینارهای برگزارشده در سال ۱۳۸٦ در ارتباط با معرفی ادارات مختلف شرکت گاز به پژوهشگران و اعضای هیئت علمی و بررسی نیازهای پژوهشی مربوطه در قالب فصل پنجم تدوین شده‌است. گزارش مربوط به شرکت در همایش‌های تخصصی و مختصری از عمده مطالب ارائه‌شده نیز در فصل ششم گنجانده شده‌است. در ارتباط با پروژه‌های دانشجوئی تعریف‌شده در ارتباط با صنعت گاز طبیعی و مقالات تدوین‌شده در این ارتباط، فصل هفتم در نظرگرفته شده‌است که بطور مفصل به این مطالب می‌پردازد.

مطالعات دیگری نیز در مورد انواع لوله‌های پلاستیکی مورد استفاده در توزیع گاز طبیعی مانند لوله‌های ترموپلاستیکی، پلی‌اتیلنی و پلی‌آمیدی انجام شده‌است که مطالب آن نیز فصل هشتم را به خود اختصاص داده‌است. در زمینه HSE نیز مطالعات مختصری در مرکز انجام شد که در این راستا یکی از آئین‌نامه‌های مربوط به سلامت وایمنی تدوین‌شده در کشور انگلستان تحت عنوان 1998 No.2451, HEALTH AND SAFETY, The Gas Safety (Instulation and Use) Regulation 1998 مورد مطالعه قرار گرفت. ترجمه این آئین‌نامه نیز در فصل نهم بطور جداگانه ارائه شده‌است. در نهایت خلاصه فعالیت‌های انجام شده در ارتباط با ایجاد یک بانک اطلاعاتی از پژوهشگران و اعضای هیئت‌علمی به‌همراه تجارب و زمینه‌های تخصصی آنها در فصل آخر این گزارش مورد بحث قرارگرفته‌است.

۲ دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی گاز

در این فصل انواع دبی سنج های موجود در صنعت و خصوصا دبی سنج های مورد استفاده در صنعت گاز مورد بررسی قرار می گیرد و در نهایت نرم افزار انتخاب دبی سنج با توجه به شرایط عملیاتی طراحی گردیده است.

۱.۲ انواع دبی‌سنج‌های جریان گاز

در این بخش انواع دبی‌سنج‌های جریان گاز دسته‌بندی شده و هر یک به طور مختصر معرفی می‌شود. در بخش بعدی دبی‌سنج دیافراگمی و شرکت‌های سازنده آن معرفی می‌شود. در ادامه هر یک از این دبی‌سنج‌ها و شرکت‌های سازنده آنها بطور تفضیلی معرفی می‌شوند.

۱.۱.۲ دبی‌سنج جرمیِ حرارتی[1]

سرعت گرمای جذب شده توسط جریان سیال با دبی جرمی سیال نسبت مستقیم دارد. در این دبی‌سنج مولکول‌های یک گاز متحرک به منبع گرم برخورد می‌کنند و گرما را جذب می‌کنند و منبع سرد می‌شود. هر چه سرعت جریان افزایش یابد، تعداد مولکول‌هایی که به منبع گرم برخورد می‌کنند، افزایش می‌یابد. در نتیجه میزان گرمایی که از منبع جذب می‌کنند افزایش می‌یابد. مقدار گرمایی که منبع گرم از دست می‌دهد با تعداد مولکول‌های گاز(جرم گاز)، خواص دمایی گاز و هم‌چنین خواص جریان متناسب است. شکل این دبی‌سنج در شکل ۱.۲ نشان داده شده است.

[1] Thermal Mass Flowmeter

شکل ۱.۲: شکل دبی‌سنج جرمیِ حرارتی

۲.۱.۲ کنترل‌کننده‌های جریان جرمی[۲]

کنترل‌کننده‌های جریان جرمی در مکان‌هایی که کنترل و اندازه‌گیری دبی جرمی گاز مستقل از تغییرات فشار و دما در محدوده‌ی خاصی مورد نیاز باشد، بکار می‌روند. کنتورهای جریان جرمی(MFMs) در مکان‌هایی که اندازه‌گیری جریان مورد نیاز باشد و نه کنترل جریان، به کار گرفته می‌شوند. اجزای MFC را می‌توان به ٤ بخش تقسیم کرد: کنارگذر، سنسور، صفحه‌ی الکترونیکی، شیر تنظیم کننده. شکل این دبی‌سنج در شکل ۲.۲ نشان داده شده است.

شکل ۲.۲: شکل کنترل‌کننده‌های جریان جرمی

۳.۱.۲ رتامتر[۳]

رتامترها کنتورهای اندازه‌گیری با سطوح متغیر هستند.یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان رتامترها در اروپا Rota Yokogowa است. به طور کلی رتامترهایی با لوله‌های اندازه‌گیری از جنس شیشه، پلاستیک و فلز در دسترس هستند. خانواده‌ی رتامترها با لوله‌های اندازه‌گیری ٦mm تا ۱۲۵mm ، محدوده‌ی دمایی از$^{\circ}$C ۱۸۰- تا $^{\circ}$C ٤۰۰+ ، و ٪۱/٦ +- خطا و قیمت مناسب در دسترس هستند. این دستگاه‌ها قبلا برای اندازه‌گیری دبی هوا و آب به‌کار می‌رفتند، ولی امروزه اثبات شده‌است که کاربردهایی نظیر

[2] Mass Flow Controller (MFC)
[3] Rotameter

صنعت گاز و سیالات ویسکوز(با گرانروی بالا) و غیرهادی شمیایی و بخار سوخت هم کاربرد دارند. شکل این دبی‌سنج در شکل ۳.۲ نشان داده شده است.

شکل ۳.۲: شکل دبی‌سنج رتامتر

۴.۱.۲ دبی سنج گردابه‌ای[۴]

در این دبی‌سنج‌ها یک زائده در لوله باعث ایجاد گردابه‌هایی در جریان پائین دستی زائده می‌شود. سنسورهای دمایی و فشاری فرکانس گردابه‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند تا سرعت جریان را اندازه‌گیری کنند. فرکانس تشکیل گردابه‌ها تابعی از سرعت عبوری جریان است. با اندازه‌گیری سرعت دبی عبوری معین می‌شود. شکل این دبی‌سنج در شکل ٤.۲ نشان داده شده است.

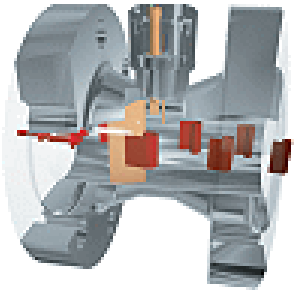
شکل ٤.۲: شکل دبی سنج گردابه‌ای

۵.۱.۲ دبی سنج گردابه‌ای جرمیِ چند متغیره[۵]

بر خلاف کنتورهای اندازه‌گیری جریان گردابی معمولی که تنها دبی حجمی جریان را اندازه‌گیری می‌کرد دبی سنج گردابی جرمیِ چند متغیره، پنج متغیر فرآیند را با یک دستگاه یکپارچه با کاربرد سه نوع سنسور اولیه که عبارتند از : سنسور سرعت بیرون ریختن گرداب، دماسنج(سنسور دما) RTD و مبدل Solid-State Pressure، دبی جرمی گازها، مایعات و بخار را اندازه‌گیری می‌کند. ویژگی که این کنتور را از کنتورهای دیگر متمایز می‌کند توانایی آن برای مشاهده‌ی تمامی فرآیندهای متغیر در یک

[4] Vortex Flowmeter
[5] Multiparameter Mass Vortex Flowmeter

محل و افزایش دقت اندازه‌گیری است. مزیت این کنتور نسبت به دیگر کنتورها این است که متغیرها را در یک نقطه اندازه‌گیری می‌کند در حالی دیگر کنتورها از دو نقطه برای اندازه‌گیری جریان استفاده می‌کنند. شکل این دبی‌سنج در شکل ۵.۲ نشان داده شده است.



شکل ۵.۲: شکل دبی سنج گردابه‌ای جرمیِ چند متغیره

۶.۱.۲ دبی‌سنج چندفازی[۶]

این دبی‌سنج برای اندازه‌گیری دقیق سرعت جریان نفت، گاز و آب در چاه‌های نفت بکار می‌رود، بدون آنکه جداسازی، مخلوط کردن و یا بخش‌های متحرک در آن وجود داشته باشد. این کنتورها پیشرفته‌ترین نوع کنتورها در بازار جهانی هستند و لذا دقت و تجربه بالایی در استفاده از آنها نیاز است. شکل این دبی‌سنج در شکل ٦.۲ نشان داده شده است.

شکل ٦.۲: شکل دبی‌سنج چندفازی

[6] Multiphase Flowmeter

۷.۱.۲ دبی‌سنج توربینی[۷]

در این دبی سنج جریان سیال درون لوله به پره‌های توربین برخورد می‌کند و آنها را به حرکت در می‌آورد که به کمک سرعت چرخش پره‌ها می‌توان دبی جریان را اندازه‌گیری نمود. شکل این دبی‌سنج در شکل ۷.۲ نشان داده شده است.

شکل ۷.۲: شکل دبی‌سنج توربینی

۸.۱.۲ دبی سنج کالریمتریک[۸]

در این دبی‌سنج دو PTCs[۹] در دو سر یک میله قرار داده می‌شود. یکی از این PTC ها در دمای سیال و دیگری به دمایی بالاتر از دمای سیال حرارت داده می‌شود. وقتی جریان از روی میله حرکت می‌کند جریان هدایتی متناسب با سرعت جریان تغییر می‌کند. در نتیجه PTC ها سیگنالی ایجاد می‌کنند که به وسیله آن دبی جریان اندازه‌گیری می‌شود. این کنتورها برای اندازه‌گیری هر نوع جریانی به کار می‌روند. شکل این دبی‌سنج در شکل ۸.۲ نشان داده شده است.

شکل ۸.۲: شکل دبی سنج کالریمتریک

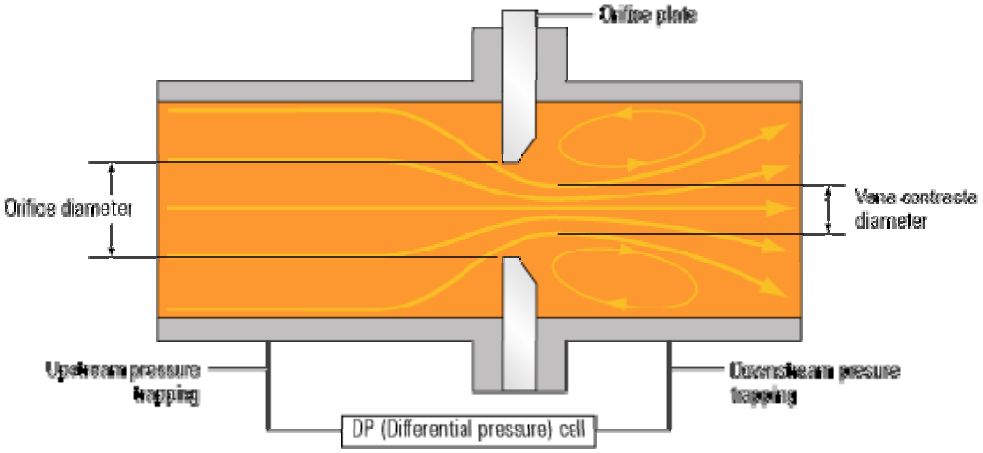
۹.۱.۲ دبی‌سنج اریفیس[۱۰]

اوریفیس به اندازه‌گیری دبی جریان بر اساس اختلاف فشار ایجاد شده در جریان بالادستی و پائین‌دستی یک گرفتگی در لوله، می‌پردازد. این گرفتگی توسط یک صفحه روزنه‌دار که در لوله قرار داده می‌شود، ایجاد می‌شود. هرچه دبی جریان بیشتر باشد اختلاف فشار جریان‌های بالادستی و

---

[7] Turbin Flowmeter
[8] Calorimetric Flowmeter
[9] positive temperature coefficient thermistors
[10] Orifice Plate Flowmeter

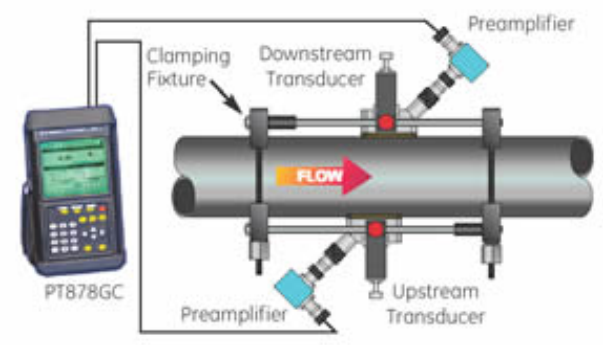
پائین‌دستی بیشتر خواهد بود. صفحه‌های اوریفیس مدل‌های مختلفی دارند که عبارتند از : هم‌مرکز، مختلف‌المرکز، segmental . هر یک از این مدل‌ها شکل مخصوص به خود را دارد. شکل این دبی‌سنج در شکل ۹.۲ نشان داده شده است.



شکل ۹.۲: شکل دبی‌سنج اریفیس

۱۰.۱.۲ دبی‌سنج اولتراسونیک با پدیده دوپلر[11]

کنتورهای داپلری سرعت ذرات متحرک با جریان سیال را اندازه‌گیری می‌کنند. سیگنال‌های صوتی با فرکانس‌های مشخص انتشار می‌یابند و انعکاس آنها از ذرات، توسط یک گیرنده گرفته می‌شود. سیگنال‌های دریافت شده آنالیز می‌شوند برای میزان انتقال فرکانس و نتایج مقدار میانگین میزان انتقال فرکانس می‌تواند به طور مستقیم با میانگین سرعت ذرات متحرک با سیال ارتباط داده شود. شکل این دبی‌سنج در شکل ۱۰.۲ نشان داده شده است.

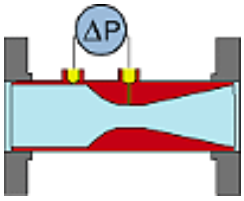


شکل ۱۰.۲: شکل دبی‌سنج مافوق صوت با پدیده دوپلر

[11] Doppler ULTRASONIC Flowmeter

۱۱.۱.۲ دبی‌سنج ونتوری[۱۲]

این دستگاه جریان را به یک قسمت محصور شده برای جریان می‌فرستد و سپس اختلاف فشار دو قسمت محصور شده و نامحصور اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه اگر به طور صحیح کالیبره شود می‌تواند برای اندازه‌گیری‌های دقیق به کار گرفته شود. شکل این دبی‌سنج در شکل ۱۱.۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۱.۲: شکل دبی‌سنج ونتوری

۱۲.۱.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی[۱۳]

دبی‌سنج‌های دیافراگمی یکی از انواع دبی‌سنج‌های جابجایی هستند که مجرای عبوری جریان از دبی‌سنج طوری طراحی شده است که بهترین شرایط عملیاتی و کمترین افت فشار را ایجاد کند. این دبی‌سنج‌ها برای اندازه‌گیری دبی گاز طبیعی و دیگر گازها تا فشار bar ۰.۵ مناسب هستند. بازه اندازه‌گیری دما در آنها بین ۲۰- الی ۵۰ درجه سانتیگراد است. شکل این دبی‌سنج در شکل ۱۲.۲ نشان داده شده است.

شکل ۱۲.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی

[12] Venturi Tube Flowmeter
[13] Diaphragm Flowmeter

۲.۲ پارامترهای شاخص دبی‌سنج‌ها

اندازه‌گیری دبی نسبت به اندازه‌گیری دیگر پارامترهای جریان بسیار مشکل است چون امکان اندازه‌گیری مستقیم آن مانند دما و فشار وجود ندارد. برای اندازه‌گیری آن باید از روش‌های غیر مستقیم مانند اختلاف فشار در فاصله‌ای معین، سرعت چرخش یک جزء دورانی و غیره استفاده کرد. بر این اساس دستگاه‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری دبی در بازه‌های مختلف ساخته شده‌است. در این فصل پارامترهای شاخصی که قابلیت‌های یک دبی‌سنج را بیان می‌کند مورد بحث قرار می‌گیرد.

یک دبی سنج و یا هر وسیله اندازه‌گیری دیگر توسط شاخص‌های زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

۱. دقت و صحت

این پارامتر نشان‌دهنده توانایی دستگاه در اندازه‌گیری دبی واقعی عبوری است. برای محاسبه این خاصیت می‌توان از فرمول (۱.۲) استفاده کرد.

$$Accuracy = \frac{Abs(ActualRate - MeasuredRate)}{ActualRate} \times 100\% \qquad (۱.۲)$$

در فرمول (۱.۲)، *Accuracy* دقت و صحت وسیله، *ActualRate* دبی واقعی سیال، *MeasuredRate* دبی اندازه‌گیری شده سیال و *Abs* بیانگر قدرمطلق عبارت مربوطه است.

دقت معمولا به دو روش گزارش می شود:

- مقیاس کامل[۱۴]

در این حالت دقت به صورت درصدی از بازه اندازه گیری وسیله بیان می‌شود. به عنوان مثال برای دبی سنج با بازه اندازه گیری 100 MMSCFD (۱۰۰ میلیون متر مکعب استاندارد در روز) مقدار دقت ۱٪ به معنی این است که مقدار خوانده شده به اندازه 1+ و یا 1- میلیون متر مکعب در روز با مقدار واقعی تفاوت دارد. مقدار خطا در این حالت برای تمامی اعداد خوانده شده یکی است. وسایل اندازه‌گیری اریفیس و روتامتر از این روش بیان دقت استفاده می‌کنند.

- مقیاس لحظه‌ای[۱۵]

[14] Full Scale
[15] Reading Scale

در این حالت دقت به صورت درصدی از مقدار دبی لحظه‌ای توسط وسیله بیان می‌شود. به عنوان مثال مقدار دقت ۱٪ برای عدد خوانده شده 10 MMSCFD به این معنی است که دبی بین ۹/۹ الی ۱۰/۱ میلیون متر مکعب در روز است و برای 100 MMSCFD به معنی این است که دبی بین ۹۹ الی ۱۰۰ میلیون متر مکعب در روز است. لذا بیان دقت به این صورت بسیار بهتر است چون میزان خطا با مقدار عدد خوانده شده متفاوت خواهد بود و متناسب با عدد خوانده شده‌است. وسایل اندازه‌گیری جابجایی مثبت و توربینی از این روش بیان دقت استفاده می‌کنند.

۲. نسبت بازه‌ی اندازه‌گیری[16]

این پارامتر عبارت است از نسبت حداکثر دبی قابل اندازه گیری توسط وسیله به حداقل دبی قابل اندازه‌گیری توسط وسیله. برای محاسبه این خاصیت می‌توان از فرمول (۲.۲) استفاده کرد.

$$\text{Rangeability} = \frac{\text{حداکثر دبی قابل اندازه‌گیری}}{\text{حداقل دبی قابل اندازه‌گیری}} \qquad (۲.۲)$$

دقت و صحت این پارامتر همواره به صورت $1:\textit{Rangeability}$ گزارش می‌شود.

۳. تکرار پذیری[17]

این پارامتر نشان‌دهنده توانایی وسیله در اندازه‌گیری یکسان یک دبی معین در یک بازه زمانی است. این مقدار بوسیله حداکثر اختلاف بین اندازه‌گیری یک دبی معین در یک بازه زمانی و گاهی اوقات به صورت مقیاس کامل بیان می‌شود .

٤. خطی بودن[18]

این پارامتر نشان‌دهنده میزان انحراف منحنی کالیبراسیون وسیله نسبت به خط راست است. مقدار آن در یک بازه جریان و یا در یک جریان معین قابل اندازه‌گیری است. منحنی کالیبراسیون خطی برای یک وسیله بسیار مناسب است چون دستگاه دارای دقت اندازه‌گیری ثابتی در یک بازه اندازه‌گیری جریان خواهد بود.

---

[16] Rangeability
[17] Repeatability
[18] Linearity

۳.۲ انتخاب وسیله اندازه گیری

برای انتخاب وسیله اندازه‌گیری دبی باید به موارد زیر توجه کرد:

- دقت و قابل اعتماد بودن وسیله
- بازه اندازه‌گیری جریان وسیله
- بازه دما و فشار جریان
- نوع سیال که مایع یا گاز باشد چون هریک دارای محدودیت‌ها و گرانروی خاصی هستند .
- هزینه سرمایه‌گذاری و عملیات و نگهداری و تعمیر وسیله
- زمان عمر وسیله

پارامترهای دیگر مانند در دسترس بودن وسیله و نیروی محرک آن و آسانی کار با وسیله و حساسیت و .....

۴.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی

دبی‌سنج‌های دیافراگمی یکی از انواع دبی‌سنج‌های جابجایی هستند که مجرای عبوری جریان از دبی‌سنج طوری طراحی شده است که بهترین شرایط عملیاتی و کمترین افت فشار را ایجاد کند. این دبی‌سنج‌ها برای اندازه‌گیری دبی گاز طبیعی و دیگر گازها تا فشارbar ۰.۵ مناسب هستند. بازه اندازه‌گیری دما در آنها بین ۲۰- الی ۵۰ درجه سانتیگراد است. انواع شرکت‌های سازنده دبی‌سنج‌های دیافراگمی و محصولات آنها در بخش‌های بعدی ارائه می‌شود.

۱.۴.۲ شرکت Elster-Instrumet

شرکت Elster-Instrumet یک شرکت آلمانی است که در زمینه سیستم‌های اندازه‌گیری گاز و دستگاه‌های کنترلی و سیستم‌های در ارتباط با صنعت گاز فعالیت می‌کند. مشخصات این شرکت در ذیل آورده شده‌است.

Elster-Instromet GmbH · Steinern Straße 19 - 21· 55252 Mainz-Kastel
Postfach 129 · 55248 Mainz-Kastel
Tel.: +49 (0) 6134 - 605 - 0 · Fax: +49 (0) 6134 - 605 - 390
E-Mail: info@elster-instromet.com

Internet: http://www.elster-instromet.com/

Commercial register of the local courts :

Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9318
VAT identification number: DE811120204

۲.۴.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet

۱. سری BK-G1.6 - BK-G6

این سری دبی‌سنج‌های دیافراگمی تجاری هستند. این دبی‌سنج‌ها در دو نوع two-pipe و co-axial موجود می‌باشند. قسمت اندازه‌گیری این دبی‌سنج بر اساس اصل کنترل پنوماتیک عمل می‌کند.لذا دارای صدای کم و پایداری بالا و دقت بالا بوده و دارای تصحیح کننده با مکانیزم مکانیکی برای دما در آن وجود دارد. شکل این دبی‌سنج‌ها در شکل ۱۳.۲ آورده شده است.

شکل ۱۳.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G1.6 - BK-G6

دیگر مشخصات آنها در جدول جدول ۲-۱ آورده شده است. ضمناً بروشور آنها همراه گزارش بصورت فایل داده شده است.

جدول ۲-۱:مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G1.6 - BK-G6

Model	Cyclic volume	Rangeability	TC correction range
BK-G 1.6	0.8 litres	0.016 –3 m3/h	(not BK-G 1.6 V 0.8)
BK-G 2.5	1.2 litres	0.025 –4 m3/h	–5 °C to +35 °C (standard)
BK-G 4	2.0 litres	0.04 –6 m3/h	–20 °C to +50 °C (optional)
BK-G 6	3.5 litres	0.06 –10 m3/h	

۲. سری BK-G10 - BK-G25

این سری دبی‌سنج‌های دیافراگمی تجاری هستند. این دبی‌سنج‌ها در دو نوع two-pipe و co-axial موجود می‌باشند و دارای محفظه فولادی پرس‌شده می‌باشند. قسمت اندازه‌گیری این دبی‌سنج بر اساس اصل کنترل پنوماتیک عمل می‌کند. لذا دارای صدای کم و پایداری بالا و دقت بالا هستند. شکل این دبی‌سنج‌ها در شکل ۱٤.۲آورده شده است.

شکل ۱٤.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G10 - BK-G25

دیگر مشخصات آنها در جدول ۲-۲ آورده شده است. ضمناً بروشور آنها همراه گزارش بصورت فایل داده شده است.

جدول ۲-۲: مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G10 - BK-G25

Model	Cyclic volume	Rangeability
BK-G 10	6 litres	0.1 - 16 m3/h
BK-G 16	6 litres	0.16 - 25 m3/h
BK-G 25	12 litres	0.25 - 40 m3/h

۳. سری BK-G40, BK-G65, BK-G100

این سری دبی‌سنج‌های دیافراگمی فشرده و سبک صنعتی هستند که برای پاسخگویی به نیاز دقت اندازه‌گیری بالا و ایمنی در صنعت ساخته شده‌اند و دارای دو نوع one-pipe و two-pipe هستند.شکل این دبی‌سنج‌ها در شکل ۱۵.۲ آورده شده است.

شکل ۱۵.۲: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G40, BK-G65, BK-G100

دیگر خواص آنها در جدول ۲-۳ آورده شده است. ضمناً بروشور آنها همراه گزارش بصورت فایل داده شده است.

جدول ۲-۳:خواص دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری BK-G40, BK-G65, BK-G100

Model	Cyclic Volume	Rangeability
BK-G 40	18 dm3	0.4 - 65 m3/h
BK-G 65	24 dm	0.65 - 100 m3/h
BK-G100	48 dm3	1.0 - 160 m3/h

٤. سری High Pressure-DM

این سری دبی‌سنج‌های دیافراگمی فشار بالا هستند.این دبی‌سنج‌ها دارای دیافراگم سنتزی با کیفیت بالا هستند و بر اساس اصل محفظه اندازه‌گیری ثابت کار می‌کنند. لذا دارای پایداری بالا و دقت بالا بوده.شکل این دبی‌سنج‌ها درشکل ١٦.٢ آورده شده است.

شکل ١٦.٢: دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری High Pressure-DM

دیگر مشخصات آنها درجدول ٢-٤ آورده شده است. ضمناً بروشور آنها همراه گزارش بصورت فایل داده شده است.

جدول ٢-٤: مشخصات دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Elster-Instromet سری High Pressure-DM

Model	Rangeability	Line pressure
G4	0.04 - 6 m3/h	up to 25 bar,
G6	0.06 - 10 m3/h	other pressures on request

ضمناً بروشور آنها همراه گزارش بصورت فایل داده شده است.

٣.٤.٢ شرکت DMS

شرکت DMS یک شرکت اروپائی است که در زمینه سیستم‌های اندازه‌گیری انرژی، گاز و آب فعالیت می‌کند، مشخصات این این شرکت در ذیل آورده شده‌است.

The Lodge, Mansfield Road, Eastwood, Nottingham NG16 3AQ
Tel: 01773 534 555 Fax: 01773 534 666
http://www.dmsltd.com/Diaphragm/58
email: sales@dmsltd.com

مدل‌های مختلف دبی‌سنج دیافراگمی این شرکت عبارتنداز:

١. سری U6

شکل ۱۷.۲: دبی‌سنج سری U6 شرکتDMS

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل داده شده‌است.

BS746 (British Standard) Screwed 3/4" Brass Meter Unions included
Suitable for Natural Gas and LPG Applications
Transco Approved - Fits Standard Household (152mm) Meter Brackets

جدول ۲-۵:مشخصات دبی‌سنج سری U6 شرکتDMS

TECHNICAL	Cyclic volume	2.0 dm³
DATA	Rated capacity Q max	6.0 m³/hr
	Rated capacity Q min	0.04 m³/hr
	Working pressures up to	0.5 bar
	Weight	4 kg
	Max. index reading	99999,999 m³
	Case work	Corrosion resistant coated steel
	Finish	Powder Coated
	Fire resistant to	BS4161 (821°C rise in 30 min)
	Gas	Natural, manufactured or LPG
	Diaphragms	Synthetic
	Typical connection size	1" threaded
OPTIONAL	Outputs	Integral / retrofit
PULSE OUTPUT	Pulse value	0.01 m³
	Max ratings	12Vdc 10mA

۲. سری G1.6 Natural Gas Diaphragm

شکل ۱۸.۲: : دبی‌سنج سری G1.6 شرکتDMS

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل داده شده‌است.

Euro 2000/MEC G1.6 gas meter has been designed to satisfy the requirements of EEC directives, and is ideally suited for measuring natural, manufactured and liquefied petroleum gases where low domestic gas loads are to be monitored. For example LPG applications on caravan sites, or when metering Natural Gas in low volume secondary meter applications

جدول ۲-۶: مشخصات دبی‌سنج سری G1.6 شرکت DMS

SPECIFICATIONS :			
Max. working pressure :	100 mbar		
Max. case pressure :	2 Kgf/cm² (20 kpa).		
Max. registration :	9999·999 cubic metres.		
Starting flow rate :	1 litre/hour.		
Minimum unit of index :	0.2 litres.		
Cyclic volume/revolution :	0.7 litres.		
Meter Body Connections :	1" BSPM		
Capacity	**Air**	**Natural Gas (SG: 0.64)**	**Propane Gas (SG: 1.55)**
at 20 mm H2O pressure drop	4.1 m^3/hr	5.0 m^3/hr	3.3 m^3/hr
at 15 mm H20 pressure drop	3.2 m^3/hr	3.9 m^3/hr	2.6 m^3/hr

۳. سری G2.5 Natural Gas Diaphragm Meter

شکل ۱۹.۲: دبی‌سنج سری G2.5 شرکت DMS

این نوع از دبی‌سنج در دو نوع G2.5 AL و G2.5 LA می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 4M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Confiorms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۷: مشخصات دبی‌سنج سری G2.5 شرکت DMS

Tipo-*Model* RS / 2001			G2,5 AL	G2,5 LA
Volume ciclico / *Cyclic volume*	v	dm^3	1,2	1,2
Portata min. / *Min. capacity*	Q min.	m^3/h	0,025	0,025
Portata max. / *Max. capacity*	Q max.	m^3/h	4	4
Pressione max. / *Max. pressure*	P max.	bar	1	0,5
Attacco fisso / *fixed connection*			1" 1/4 gas	1" 1/4 gas
Peso /*Weight*		kg	1,9	1,9

۴. سری G4 Natural Gas Diaphragm Meter

این نوع از دبی‌سنج در دو نوع G4 AL و G4 LA می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 6M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Confiorms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۸: مشخصات G4 Natural Gas Diaphragm Meter

Tipo-*Model* RS / 2001			G4 AL	G4 LA
Volume ciclico / *Cyclic volume*	v	dm^3	1,2	1,2
Portata min. / *Min. capacity*	Q min.	m^3/h	0,04	0,04
Portata max. / *Max. capacity*	Q max.	m^3/h	6	6
Pressione max. / *Max. pressure*	P max.	bar	1	0,5
Attacco fisso / *fixed connection*			1" 1/4 gas	1" 1/4 gas
Peso /*Weight*		kg	1,9	1,9

۵. سری G6 Natural Diaphragm Gas Meter

این نوع از دبی‌سنج در دو نوع G6 AL و G6 LA می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 10M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Confiorms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۹: مشخصات G6 Natural Diaphragm Gas Meter

Tipo-*Model* RS / 5			G6 AL	G6 LA
Volume ciclico / *Cyclic volume*	v	dm^3	5	5
Portata min. / *Min. capacity*	Q min.	m^3/h	0,06	0,06
Portata max. / *Max. capacity*	Q max.	m^3/h	10	10
Pressione max. / *Max. pressure*	P max.	bar	1	0,5
Attacco fisso / *fixed connection*			1" 1/4 gas	1" 1/4 gas
Peso /*Weight*		kg	5	5

۶. سری G10 Natural Gas Diaphragm Meter

این نوع از دبی‌سنج در دو نوع G10 AL و G10 LA می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 16M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Confiorms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۱۰: مشخصات G10 Natural Gas Diaphragm Meter

Tipo-*Model* RS / 6			G10 AL	G10 LA
Volume ciclico / *Cyclic volume*	v	dm^3	6	6
Portata min. / *Min. capacity*	Q min.	m^3/h	0,10	0,10
Portata max. / *Max. capacity*	Q max.	m^3/h	16	16
Pressione max. / *Max. pressure*	P max.	bar	1	0,5
Attacco fisso / *fixed connection*			1" 1/4 - 1" 3/4 - 2" gas	
Peso /*Weight*		kg	5	5

۷. سری **NEW** G16 Natural Gas Diaphragm Meter

شکل ۲۰.۲: دبی‌سنج سری G16 شرکت DMS

مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 25M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Conforms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۱۱: مشخصات دبی‌سنج سری G16 شرکت DMS

Tipo-model RS/10			G16
Volome ciclico / Cyclic volume	V	dm3	10
Min. Capacity	Qmin	m3/hr	0.16
Max. Capacity	Qmax	m3/hr	25
Max. pressure	Pmax	bar	0.5
Fixed connection			2″ gas
Weight		Kg	20

۸. سری **NEW** G25 Natural Gas Diaphragm Meter

شکل ۲۱.۲ دبی‌سنج سری G25 شرکت DMS

مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 40M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Conforms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۱۲: مشخصات دبی‌سنج سری G25 شرکت DMS

Tipo-model RS/20			G25
Volome ciclico / Cyclic volume	V	dm3	20
Min. Capacity	Qmin	m3/hr	0.25
Max. Capacity	Qmax	m3/hr	40
Max. pressure	Pmax	bar	0.5
Fixed connection			2″ 1/2 gas
Weight		Kg	29

۹. سری G40 Natural Gas Diaphragm Meter

شکل ۲۲.۲: دبی‌سنج سری G40 شرکت DMS

این نوع از دبی‌سنج در دو نوع G40 VE(Vertical) و G10 OR(Orizzontale) می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج، در ذیل آورده شده‌است.

Gas Meter Capacity: 40M3/hr Maximum Pressure: 500mbar Confiorms with EEC 71/318 and UNI - CIG 7987/7988 norms and with OIML regulations. Synthetic diaphragm. Oven catalysed epox painting. Low frequency pulse (on request).

جدول ۲-۱۳: مشخصات دبی‌سنج سری G40 شرکت DMS

Tipo-*Model* RS / 30			G40 VE	G40 OR
Volume ciclico / *Cyclic volume*	v	dm^3	30	30
Portata min. / *Min. capacity*	Q min.	m^3/h	0,40	0,40
Portata max. / *Max. capacity*	Q max.	m^3/h	65	65
Pressione max. / *Max. pressure*	P max.	bar	0,5	0,5
Attacco fisso / *fixed connection*			DN 80	DN 80
Peso /*Weight*		kg	54	64

۴.۴.۲ شرکت BELL

شرکت BELL یک شرکت انگلیسی است که در زمینه سیستم‌های اندازه‌گیری گاز فعالیت می‌کند. مشخصات این شرکت در ذیل آورده شده‌است.

Bell Flow Systems Ltd, registered in England and Wales, registered number 3386045 Registered Address: Unit 7 Swan Business Centre Osier Way Buckingham Bucks MK,181TB,Great,Britain

☎+44 (0) 1280 817304 FAX+44 (0) 1280 817185

✉mail@bellflowsystems.co.uk

دبی‌سنج‌های دیافراگمی این شرکت به دو دسته تقسیم می‌شوند حال به معرفی انواع مدل‌های این دو دسته می‌پردازیم.

۱. Medium Pressure Drop Meters -Secondary Billing

- سری 1/2" Diaphragm Meter Qmax 2.5m3/h

شکل ۲۳.۲: دبی‌سنج سری 1/2" Diaphragm Meter Qmax 2.5m3/h شرکت BELL

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل آمده‌است.

1/2" Diaphragm Meter
Qmax 2.5m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
See Data sheet for pressure drop info
Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱٤: مشخصات دبی‌سنج سری 1/2" Diaphragm Meter Qmax 2.5m3/h شرکت BELL

Maximum working pressure	10 Kpa
Maximum flow rate	2.5 m3/hr
Minimum flow rate	16 L / h
Cyclic volume	0.4 L / Rev
Register capacity	9.999 m3

- سری 3/4" Diaphragm Meter Qmax 3.1m3/h

شکل ۲٤.۲: دبی‌سنج سری 3/4" Diaphragm Meter Qmax 3.1m3/h شرکت BELL

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل آمده‌است.

3/4" Diaphragm Meter
Qmax 3.1m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
See Data sheet for pressure drop info
Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱۵: مشخصات دبی‌سنج سری 3/4" Diaphragm Meter Qmax 3.1m3/h شرکت BELL

Technical Data	
Maximum flow rate:	4 m³/h
Minimum flow rate:	0,025 m³/h
Nominal flow rate:	2,5 m³/h
Cyclic volume:	0,8 dm³
Maximum working pressure:	0,5 bar
Index max. indication	99999,999 m³
Starting flow rate:	3 dm³/h
Weight:	2 kg
Fireproof up to 650 °C according to EN1359	up to 0,1 bar

- سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6m3/h

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل آمده‌است.

1" Diaphragm Meter
Qmax 6m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱٦: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	Qmax = 6 m³/h
Minimum flow rate:	Qmin = 0,04 m³/h
Nominal flow rate:	Qn = 4 m³/h
Cyclic volume:	V = 2,2 dm³
Max. working pressure:	Pmax = 0,5 bar
Index max indication	99999,999 m³
Starting flow rate:	5 dm³/h
Weight:	3 kg
Fireproof up to 650°C according to EN1359	up to 0,1 bar

- سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 6m3/h

مشخصات این دبی‌سنج در ذیل آمده‌است.

1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 6m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
Pulser: 1 imp/0.01 m3 ~ Reed Switch
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱۷: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 6m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	Qmax = 6 m³/h
Minimum flow rate:	Qmin = 0,04 m³/h
Nominal flow rate:	Qn = 4 m³/h
Cyclic volume:	V = 2,2 dm³
Max. working pressure:	Pmax = 0,5 bar
Index max indication	99999,999 m³
Starting flow rate:	5 dm³/h
Weight:	3 kg
Fireproof up to 650°C according to EN1359	up to 0,1 bar

- سری 1" Diaphragm Meter Qmax 10m3/h

1" Diaphragm Meter
Qmax 10m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱۸: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter Qmax 10m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	Qmax = 10 m³/h
Minimum flow rate:	Qmin = 0,06 m³/h
Nominal flow rate:	Qn = 6 m³/h
Cyclic volume:	V = 2,2 dm³
Max. working pressure:	Pmax = 0,5 bar
Index max indication	99999,999 m³
Starting flow rate:	8 dm³/h
Weight:	3 kg
Fireproof up to 650°C according to EN1359	up to 0,1 bar

- سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 10m3/h

1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 10m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
Pulser: 1 imp/0.01 m3 ~ Reed Switch
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۱۹: مشخصات دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 10m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	Qmax = 10 m³/h
Minimum flow rate:	Qmin = 0,06 m³/h
Nominal flow rate:	Qn = 6 m³/h
Cyclic volume:	V = 2,2 dm³
Max. working pressure:	Pmax = 0,5 bar
Index max indication	99999,999 m³
Starting flow rate:	8 dm³/h
Weight:	3 kg
Fireproof up to 650°C according to EN1359	up to 0,1 bar

- سری 1-1/4" Diaphragm Meter Qmax 16m3/h

1-1/4" Diaphragm Meter
Qmax 16m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۲۰: مشخصات دبی‌سنج سری 1-1/4" Diaphragm Meter Qmax 16m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	16 m^3/h
Minimum flow rate:	0,1 m^3/h
Nominal flow rate:	10 m^3/h
Cyclic volume:	5 dm^3
Maximum working pressure:	0,5 bar
Index max indic. volume:	99999,999 m^3
Starting flow rate:	13 dm^3/h
Weight:	6,8 kg
Meets the requirements of:	OIML R31

- سری1-1/4" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 16m3/h

1-1/4" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 16m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Fireproof up to 650°C EN1359
Rugged/Reliable Construction
Pulser: 1 imp/0.01 m3 ~ Reed Switch
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for secondary metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG

جدول ۲-۲۱: مشخصات دبی‌سنج سری 1-1/4" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 16m3/h

Technical Data	
Maximum flow rate:	16 m^3/h
Minimum flow rate:	0,1 m^3/h
Nominal flow rate:	10 m^3/h
Cyclic volume:	5 dm^3
Maximum working pressure:	0,5 bar
Index max indic. volume:	99999,999 m^3
Starting flow rate:	13 dm^3/h
Weight:	6,8 kg
Meets the requirements of:	OIML R31

- سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 25m3/h

2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 25m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Rugged/Reliable Construction
Pulser: 1 imp/0.1 m3 ~ Reed Switch
See Data sheet for pressure drop info

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

شکل ۲۵.۲: دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 25m3/h شرکت BELL

جدول ۲-۲۲: مشخصات دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 25m3/h شرکت BELL

Technical Data	
Maximum flow rate:	Qmax = 25 m^3/h
Minimum flow rate:	Qmin = 0,16 m^3/h
Nominal flow rate:	Qn = 16 m^3/h
Cyclic volume:	V = 20 dm^3
Max. working pressure:	Pmax = 0,2 bar
Index max indication	99999,999 m^3
Starting flow rate:	13 dm^3/h
Weight:	30 kg

- سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 40m3/h

2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 40m3/h
Mechanical Register of Total Flow m3
Rugged/Reliable Construction
Pulser: 1 imp/0.1 m3 ~ Reed Switch
See Data sheet for pressure drop info
Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

شکل ۲۶.۲ : دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 40m3/h شرکت BELL

جدول ۲-۲۳: مشخصات دبی‌سنج سری 2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output Qmax 40m3/h شرکت BELL

Technical Data	
Maximum flow rate:	40 m^3/h
Minimum flow rate:	0,25 m^3/h
Nominal flow rate:	25 m^3/h
Cyclic volume:	20 dm^3
Maximum working pressure:	0,2 bar
Index max indication volume:	99999,999m^3
Starting flow rate:	20 dm^3/h
Weight:	30 kg

۲. Low pressure drop meters-OFGEM approved

- سری €1 1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746

SKU: U6-100EU
1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h
Fireproof to EN1359
€1 Coin Operation
UK Construction / Proven Design
BS746 Connections

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG in
Most Domestic applications

شکل ۲۷.۲: دبی‌سنج سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746 شرکت BELL

- سری 1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746 1 Coin Op. SKU

SKU: U6-100P

1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h
Fireproof to EN1359
£1 Coin Operation
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
BS746 Connections

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG in
Most Domestic applications

- سری 1" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746 - Transco Standard Variety

1" Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h
Fireproof to EN1359
Transco Standard Domestic Meter
OFGEM Approved

UK Construction / Proven Design
BS746 Connections
Pulse Output Option

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG in
Most Domestic application

شکل ۲۸.۲: دبی‌سنج سری - 1" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 6 m3/h Certified to BS746
Transco Standard Variety شرکتBELL

- سری1-1/4" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 16 m3/h

1-1/4" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 16 m3/h
OFGEM Approved
Fireproof to EN1359
Proven Design

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG in
Larger homes & commercial units

- سری2" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 25 m3/h

2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 25 m3/h
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
Fireproof to EN1359

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

- سری 2" Pulsed Diaphragm Meter Qmax 40 m3/h

2" Diaphragm Meter c/w Pulse Output
Qmax 40 m3/h
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
Fireproof to EN1359

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

- سری 3" Pulsed Flanged Diaphragm Meter Qmax 100 m3/h

3" Flanged Diaphragm Meter
c/w Pulse Output
Qmax 100 m3/h
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
Fireproof to EN1359

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

- سری 4" Pulsed Flanged Diaphragm Meter Qmax 160 m3/h

4" Flanged Diaphragm Meter
c/w Pulse Output
Qmax 160 m3/h
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
Fireproof to EN1359

Suitable for metering of:
Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

- سری 65mm Pulsed Flanged Diaphragm Meter Qmax 65 m3/h

65mm Flanged Diaphragm Meter
c/w Pulse Output
Qmax 65 m3/h
Transco Approved
UK Construction / Proven Design
Fireproof to EN1359

Suitable for metering of:

Natural Gas, Town Gas, LPG
to industrail plant etc

۵.۴.۲ شرکت IMAC

IMAC[۱۹] یک شرکت آمریکائی در زمینه ساخت دبی‌سنج‌های گازی می‌باشد. مشخصات آن در ذیل آورده شده‌است.

IMAC is a stocking distributor of American Meter Gas Meters. Large Quantities are kept in stock at all times.

History:

IMAC Systems, Inc. was established in 1978 by Donald E. Kohart Sr. with the help of Junius (Jay) Wilson, William Somers and Robert Calhoun. Five expansions and 25+ years later IMAC Systems, Inc. owns and occupies a modern 33,000 square ft. facility on the Delaware River in Tullytown, PA.
http://www.imacsystems.com

انواع دبی‌سنج‌های دیافراگمی این شرکت در ذیل معرفی می‌گردد.

۱. دبی‌سنج سری AC-250 Diaphragm Gas Meter

شکل ۲۹.۲: دبی‌سنج سری AC-250 Diaphragm Gas Meter شرکت IMAC

American Meter AC-250

–Capacity:	250 ft^3/hr
–Maximum operating system:	10 psi

[۱۹] International measurement & control system

٢. AL-425 Diaphragm Gas Meter

–Capacity: 425 scfh

–Max Operating Pressure: 25 PSIG

–Applications: Indoor or outdoor use

٣. AC-630 Diaphragm Gas Meter

–Capacity: 630 scfh

–Max Operating Pressure: 25 PSIG

–Applications: Indoor or outdoor use

The AC-630 Diaphragm Gas Meter is a superior meter because the housing consists of a one-piece cast aluminum alloy body and aluminum alloy top and covers. American Meter diaphragm meters have an outstanding record for durability and reliability .

٤. DTM-200 and DTM 325 Dry Test Meter

شکل ٣٠.٢: دبی‌سنج سری DTM-200 and DTM 325 Dry Test Meter شرکت IMAC

–Capacity: 200 and 325 scfh

–Max Operating Pressure: 10 PSIG

–Applications: Test use

۵. Rebuilt Diaphragm Gas Meter

شکل ۳۱.۲: دبی‌سنج سری DTM-200 and DTM 325 Dry Test Meter
شرکت IMAC

–Capacity: Pilot to 10,000 scfh

–Max Operating Pressure: 100 PSIG

–Applications: Indoor or outdoor use

۶.۴.۲ شرکت Beloma

Beloma یک شرکت روسی در زمینه ساخت دبی‌سنج‌های دیافراگمی می‌باشد. مشخصات این شرکت عبارتند از:

The address:
23, Makayonok St., 220023, Minsk, Republic of Belarus

The assistant to the sales manager on selling:

Tel.: (+375-17)- 263-97-75
Fax: 267-02-22

http://www.belomo.by/en

در سایت مربوط به این شرکت دو نوع دبی‌سنج معرفی شده که در ذیل به معرفی آنها می‌پردازیم.

۱. سری SGD-1

این سری از دبی‌سنج، در دو مدل G-1.6 و G-2.5 می‌باشد. مشخصات این سری از دبی‌سنج درجدول ۲-۲٤ آورده شده‌است.

شکل ۳۲.۲ : دبی‌سنج سری SGD-1 شرکت Beloma

جدول ۲-۲٤: مشخصات دبی‌سنج سری SGD-1 شرکت Beloma

Standard size	G-1,6	G-2,5
Rated gas consumption Q rated, m³/h	1,6	2.5
Maximum gas consumption Q max., m³/h	2.5	4
Minimum gas consumption Q min., m³/h	0.016	0.025
Measurement error: - in case of consumption from Qmin. to 0,1 Qrated, %, max	±3	
Measurement error: - in case of consumption from 0,1 Qrated to Qmax., %, max.	±1,5	
Maximum operating pressure, kPa	60	
Exploitation temperature, C°	(-10 to +50)	
Maximum operating overpressure, kPa	60	

۲. سری SGMN

این سری از دبی‌سنج، در دو مدل G-6 و G-4 می‌باشد. مشخصات این سری از دبی‌سنج در جدول ۲-۲۵ آورده شده‌است.

شکل ۲.۳۳: دبی‌سنج سری SGMN شرکت Beloma

جدول ۲-۲۵: مشخصات دبی‌سنج سری SGMN شرکت Beloma

Standard size	G-6	G-4
Rated gas consumption Q rated, m³/h	6	4
Maximum gas consumption Q max., m³/h	10	6
Minimum gas consumption Q min., m³/h	0.06	0.04
Measurement error: - in case of consumption from Qmin. to 0,1 Qrated, %, max	±3	
Measurement error: - in case of consumption from 0,1 Qrated to Qmax., %, max.	±1,5	
Maximum operating pressure, kPa	60	
Exploitation temperature, C°	(-40 to +50)	

۷.۴.۲ شرکت Equimeter Incorporated

شرکت Equimeter Incorporated یک شرکت آمریکائی است که محصولات این شرکت در دو رده Residential Gas Meter (مصارف خانگی) و Large Diaphragm ارائه شده است. مشخصات این شرکت در ذیل آمده‌است.

Equimeter Incorporated, 805 Liberty Boulevard, DuBois, PA 15801
(814) 371-8000
FAX (814) 375-8460
www.equimeter.com

۱. Residential Gas Meter

شکل ۳٤.۲: دبی‌سنج سری Residential Gas Meter شرکت Equimeter Incorporated

این سری از دبی‌سنج‌ها در مدل‌های مختلف، بسته به شرایط عملیاتی ارائه می‌شوند. مدل‌های مختلف این سری از دبی‌سنج‌های دیافراگمی عبارتند از:

- R275-(275 SCFH)
- R315 - (315 SCFH)
- #415 - (415 SCFH)
- RT230 - (210SCFH)
- RT275 - (250SCFH)

در صورتی که سیال گاز طبیعی باشد، بازه دمائی مناسب برای این دبی‌سنج‌ها بین -30F تا +150F می‌باشد.

۲. Large Diaphragm

شکل ۳۵.۲: دبی‌سنج سری Large Diaphragm شرکت Equimeter Incorporated

مدل‌های مختلف این سری از دبی‌سنج‌های دیافراگمی عبارتند از:

- 10000Meter

این دبی‌سنج جزء بزرگترین مدل دبی‌سنج‌های هم رده خود می‌باشد. جنس بدنه آن از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد. وزن کم در قیاس با اندازه آن(194 Kg)، اندازه‌گیری فشارهای بالا (Working Pressure - 100Psig) از مزیت‌های این نوع از دبی‌سنج می‌باشد.

- 3000Meter

این نوع دبی‌سنج دارای ساختار محکمی بوده و مناسب برای مصارف تجاری و صنعتی می‌باشد. ماکزیمم فشار عملیاتی آن 100 psig می‌باشد.

- 750 &1600 Meter

این دبی‌سنج برای شرایط مختلف عملیاتی بکار می‌رود، زیرا مشکل کمبود حجم و تعمیرات در آن به حداقل رسیده است.ساختار بدنه مدل 1600 از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد و برای ظرفیت‌های بالا و فشار بالا مناسب می باشد.

- 5000Meter

استفاده از آلیاژ آلومینیوم در این مدل و در نتیجه وزن کم این مدل نسبت به نمونه مشابه از جنس آهن، باعث شده تا حمل و نقل آن آسان و در نتیجه هزینه حمل ونقل آن کاهش یابد.

- 1000Meter

این مدل از دبی سنج برای شرایط با دبی‌های متوسط در حدود 35300 m^3/hr طراحی شده‌است.

۸.۴.۲ شرکت Excel

شرکت Excel یک شرکت آمریکائی بوده که یک نمایندگی‌های آن در آسیا، آمریکای شمالی و جنوبی می‌باشد. این شرکت در سال ۱۹۹٤ میلادی تاسیس شده و فعالیتهای آن در زمینه بخش انرژی و تکنولوژی‌های انتقال سیالات می‌باشد. در سایت این شرکت یک نمونه دبی‌سنج دیافراگمی معرفی شده(TY-LNM-1.6) که مناسب برای اندازه‌گیری دبی گازهای مختلف مانند گاز سنتز، گاز طبیعی، هوا و سایر گازها می‌باشد. جنس بدنه آن از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد. مشخصات این دبی‌سنج در ذیل آمده است.

شکل ۳٦.۲: مشخصات دبی‌سنج سری TY-LNM-1.6 شرکت EXCEL

جدول ۲-۲٦: مشخصات دبی‌سنج سری TY-LNM-1.6 شرکت EXCEL

Technical Parameters for Diaphragm Gas Meter		
Parameter Name	Unit	Type TY-LNM-1.6
Nominal flow	M3/h	1.6
Maximum flow	M3/h	2.5
Minimum flow	M3/h	0.016
Maximum operating pressure	KPa	10
Basic Error	% Class A	Qmin... +3% Q:1Qmax.. +2 %
	% Class B	Qmin... +3% Q:1Qmax.. +1.5 %
Outline Dimensions	mm	168X115X215
Thread of Connection Ends for meter	mm	M30X2
Center Distance between Connection Ends for meter	mm	130
Weight	Kg	1.6
Total Pressure Loss	Pa	200

۹.۴.۲ شرکت حدید سازه پیشرو

با توجه به امکانات بالقوه در گروه صنعتی مرصاد و با هدف نهائی کردن و متمرکز کردن فعالیتهای این گروه مدیریت گروه در سال ۱۳۷۹ جهت تاسیس و ایجاد شرکت فنی و مهندسی حدید سازه اقدام نمود.

این شرکت فعالیت‌های خود را روی ساخت دبی‌سنج‌های دیافراگمی و توربینی متمرکز و اقدام به عقد قرارداد با شرکت‌های گاز استانی نموده‌است. انواع دبی‌سنج‌های دیافراگمی این شرکت در جدول ۲-۲۷ آورده‌شده‌است.

جدول ۲-۲۷: انواع دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت حدید سازه پیشرو

Size	Cyclic Volume (dm3)	Measuring Range (m3/h)		.Weight(k.g)
		Qmin	Qmax	
G-4	2	0.004	6	3.4
G-6	3.5	0.06	10	3.5
G-16	10	0.16	25	10
G-25	20	0.25	40	14
G-40	30	0.4	65	65.5
G-65	60	0.65	100	N

شکل انواع این مدلها در ذیل آمده است.

شکل ۳۷.۲:انواع دبی سنج های شرکت حدید سازه پیشرو

۱۰.۴.۲ دبی‌سنج‌های دیافراگمی شرکت Briffault

با مراجعه به آدرس وب‌سایت این شرکت http://www.briffault.cu مشاهده می‌شود که این سایت در حال بازسازی است و لذا دسترسی به اطلاعات آن امکان‌پذیر نبود.

۵.۲ دبی‌سنج‌های آلتراسونیک

در این فصل نحوه عملکرد و انواع دبی‌سنج‌های آلتراسونیک بررسی می‌شود.

۱.۵.۲ انوع دبی‌سنج‌های آلتراسونیک و نحوه عملکرد آنها

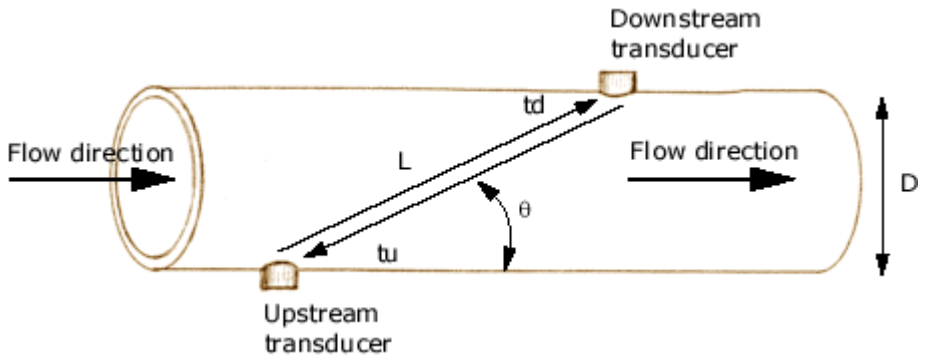
دبی‌سنج‌های آلتراسونیک بر دو نوع زیر هستند:

- دبی‌سنج آلتراسونیک پالسی

- دبی‌سنج آلتراسونیک انتقال دوپلری

۱. دبی‌سنج آلتراسونیک پالسی

در این دبی‌سنج یک جفت ترانسدیوسر که هر کدام گیرنده و فرستنده مخصوص به خود را دارند بر روی دیواره‌های لوله قرار گرفته‌است. یک جفت از این گیرنده و فرستنده‌ها بر روی دیواره‌ی بالادستی و جفت دیگر بر روی دیواره‌ی پایین‌دستی قرار گرفته‌است. زمان مورد نیاز برای انتقال موج صوتی از ترانسدیوسر بالادستی به ترانسدیوسر پایین‌دستی که با t_d نمایش داده می‌شود کوتاهتر از زمان مورد نیاز برای انتقال موج صوتی از ترانسدیوسر پایین‌دستی به ترانسدیوسر بالادستی است که با t_u نمایش داده می‌شود. این اختلاف زمان به سرعت سیال بستگی دارد. شکل شماتیکی از این نوع دبی‌سنج در شکل ۳۸.۲ آورده شده‌است.



شکل ۳۸.۲: شکل شماتیک کارکرد دبی‌سنج آلتراسونیک پالسی

که t_d و t_u را می‌توان از معادلات زیر محاسبه نمود:

$$t_d = \frac{L}{c + V\cos\theta} \qquad (۳.۲)$$

$$t_u = \frac{L}{c - V\cos\theta} \qquad (۴.۲)$$

که در آنها پارامترهای مختلف به شکل زیر تعریف می‌شوند:

$C =$ سرعت صوت در سیال

$L =$ فاصله‌ی میان ترانسدیوسرها

$V =$ سرعت سیال

$\theta =$ زاویه‌ی سیگنال ارسال شده با جهت جریان

اختلاف میان این دو زمان از معادله‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$\Delta t = t_u - t_d = \frac{L}{c - V\cos\theta} - \frac{L}{c + V\cos\theta} \qquad (۵.۲)$$

$$= L\frac{2V\cos\theta}{c^2 - V^2\cos^2\theta}$$

$$= \frac{\frac{2VX}{c^2}}{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2\cos^2\theta} = L\frac{2V\cos\theta}{c^2 - V^2\cos^2\theta}$$

X در معادلات قبل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$X =$ طول تصویر افقی فاصله میان ترانسدیوسرها

معمولا سرعت سیال کوچکتر از سرعت صوت در سیال است و با توجه به این موضوع می‌توان اختلاف زمان را از معادله زیر محاسبه نمود:

$$\Delta t \approx \frac{2VX}{c^2} \qquad (٦.۲)$$

$$V = \frac{c^2\Delta t}{2X} \qquad (۷.۲)$$

لازم به ذکر است که سرعت صوت در سیال تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله دما و دانسیته قرار دارد. می‌توان سرعت صوت را بر اساس زمان‌های انتقال موج صوتی بیان کرد:

$$c + V\cos\theta = \frac{L}{t_d} \qquad (۸.۲)$$

$$c - V\cos\theta = \frac{L}{t_u} \qquad (۹.۲)$$

$$c = \frac{1}{2}\left[L\left(\frac{1}{t_d} + \frac{1}{t_u}\right)\right] = \frac{(t_d + t_u)}{t_d t_u}\frac{L}{2} \qquad (۱۰.۲)$$

بنابراین با توجه به رابطه به دست آمده برای C سرعت سیال(V) فقط تابعی از مختصات ترانسدیوسرها (L,X) خواهد بود:

$$V = \frac{c^2 \Delta t}{2X} = \left[\frac{(t_d + t_u)}{t_d t_u}\frac{L}{2}\right]^2 \frac{\Delta t}{2X} \qquad (۱۱.۲)$$

$$= \frac{L^2}{8X}\left[\frac{(t_u + t_d)}{t_u t_d}\right]^2 \Delta t$$

$$= \frac{L^2}{8X}\left[\frac{(t_u + t_d)^2 (t_u - t_d)}{{t_u}^2 {t_d}^2}\right]$$

$$(t_u + t_d)^2 = 4\left(\frac{t_u + t_d}{2}\right)\left(\frac{t_u + t_d}{2}\right) = 4\left(t_u - \frac{\Delta t}{2}\right)\left(t_d + \frac{\Delta t}{2}\right) \qquad (۱۲.۲)$$

$$= 4\left[t_u t_d + \frac{\Delta t}{2}(t_u - t_d) - \frac{\Delta t^2}{4}\right]$$

$$= 4\left[t_u t_d + \frac{\Delta t^2}{4}\right]$$

$$\approx 4 t_d t_u$$

با توجه به رابطه‌ی به‌دست آمده می‌توان سرعت جریان را محاسبه نمود:

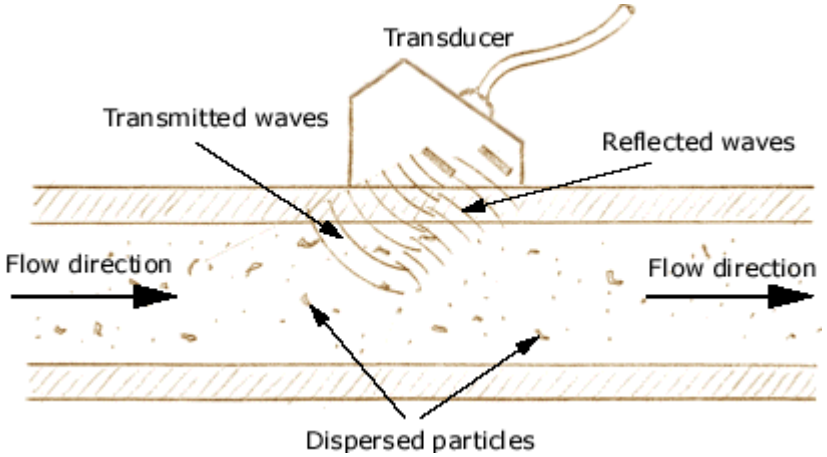
$$V = \frac{L^2}{8X}\left[\frac{(t_u + t_d)^2 (t_u - t_d)}{{t_u}^2 {t_d}^2}\right] \qquad (۱۳.۲)$$

$$\approx \frac{L^2 \Delta t}{2X t_u t_d}$$

۲. دبی‌سنج آلتراسونیک انتقال دوپلری

دبی‌سنج آلتراسونیک دوپلری بر اساس اصل جابه‌جایی دوپلر کار می‌کند. فرکانس‌ها به صورت خطی فرستاده می‌شوند و توسط ذرات و حباب‌های درون سیال منعکس می‌شوند.

نتیجه مهم آن انتقال فرکانسی است که از فرستنده به گیرنده منتقل می‌شود که این انتقال فرکانس به‌طور مستقیم با سرعت سیال متناسب است. در صورتی که قطر درونی لوله مشخص باشد می‌توان دبی حجمی را اندازه‌گیری نمود. دبی‌سنج‌های دوپلری برای آنکه مقدار دبی را اندازه‌گیری کنند به مقدار کمی جامد یا هوا در جریان نیاز دارند. اگر تمامی ذرات پراکنده شده در جریان سیال در حال حرکت باشند آن‌گاه می‌توان سرعت جریان را از روی فرکانس انتقالی دوپلری محاسبه نمود. شکل شماتیک از این نوع دبی‌سنج در شکل ۳۹.۲ آورده شده‌است.



شکل ۳۹.۲: شکل شماتیک کارکرد دبی‌سنج آلتراسونیک دوپلری

$$V_D = c\, f_D / 2f \cos\theta \qquad ١٤.٢$$

که در آن پارامترهای مختلف به شکل زیر تعریف می‌شوند:

V_D = سرعت جریان

c = سرعت صوت در سیال

f_D = اختلاف فرکانس دوپلر(اختلاف میان فرکانس‌های گیرنده و فرستنده، توجه داشته باشید که f_D با عدد ماخ V_D / c متناسب است.)

f = فرکانس فرستنده

θ = زاویه‌ی میان پرتو صوت و محورهای لوله

شرکت‌های سازنده دبی‌سنج‌های آلتراسونیک و محصولات آنها در بخش‌های بعد معرفی شده‌اند.

۲.۵.۲ شرکت Elster-Instromet

شرکت الستر یک شرکت آلمانی است که در زمینه سیستم‌های اندازه‌گیری گاز و دستگاه‌های کنترلی و سیستم‌های در ارتباط با صنعت گاز فعالیت می‌کند.

۱. دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت Elster-Instrumet

- دبی‌سنج آلتراسونیک FlareSonic

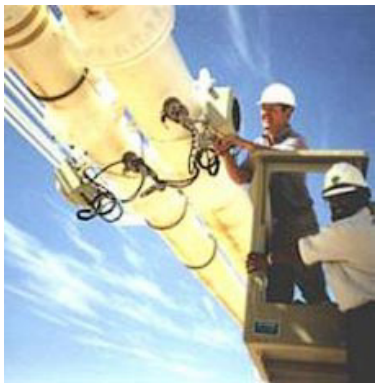
این دبی‌سنج ویژه‌ی اندازه‌گیری دبی گاز فلرهای پالایشگاهی است. همچنین امکان قرار دادن دیگر وسایل اندازه‌گیری در داخل جریان سیال[20] از طریق این دبی‌سنج وجود دارد. نمایی از این دبی‌سنج را در شکل ٤٠.٢ مشاهده می‌شود.

شکل ٤٠.٢: دبی‌سنج آلتراسونیک FlareSonic شرکت الستر

- دبی‌سنج آلتراسونیک CheckSonic

این دبی‌سنج‌ها به علت عملکرد خطی، دقت و صحت بالایی دارند و به خاطر تکنولوژی خاص این وسیله، با افزایش طول مدت زمان رسیدن سیگنال از فرستنده به گیرنده، دقت بالایی را در اندازه‌گیری دبی فراهم می‌کند. به علت عدم وجود اجزای متحرک، این کنتور توانایی اندازه‌گیری دبی در جریان‌های پالسی را در محدوده‌ی وسیعی از دبی دارد و از آسیب ذرات جامد و سیالات مایع در امان است. نمونه‌ای از این دبی‌سنج در شکل ٤١.٢ مشاهده می‌شود.

[20] Hot tap



شکل ۴۱.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک CheckSonic شرکت الستر

- دبی‌سنج آلتراسونیک USM

این دبی‌سنج برای اندازه‌گیری گاز طبیعی، نیتروژن، بیوگاز و هوای فشرده مناسب است. دبی‌سنج USM برای اندازه‌گیری جریان از دو کانال ورودی استفاده می‌کند و به همین‌علت ناآرامی‌های جریان بر روی آن کاملا بی‌تأثیر است. این دبی‌سنج می‌تواند حجم واقعی $V(m^3)$ و دبی واقعی جریان $Q(m^3/h)$ را ثبت کند.

محدوده‌ی اندازه‌گیری این دستگاه ۱:۱۴۰ است. این دستگاه در محدوده‌ی $۲/۵–۱۶۰۰\ m^3/h$ دبی را اندازه‌گیری می‌کند. حداکثر فشار کارکرد این دبی‌سنج ۱۶ بار است. این دبی‌سنج کوچک و کم حجم است و نیاز به نگهداری خاصی ندارد. تغییرات فشار روی آن بی تأثیر، نصب آن ساده و دو مسیر اندازه‌گیری دارد. نمونه‌ای از این دبی‌سنج در شکل ۴۲.۲ مشاهده می‌شود.

شکل ۴۲.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک USM شرکت الستر

۳.۵.۲ دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت Flow Technology

شرکت Flow Technology یک شرکت آمریکایی است که در زمینه تولید سیستم‌های اندازه‌گیری نفت و گاز فعالیت می‌کند و در این زمینه حدود ۵۰ سال سابقه دارد[۱]. مشخصات این شرکت در ذیل آورده شده‌است.

Flow Technology, Inc., 8930 South Beck Ave., Suite 107, Tempe, AZ,85284, USA
Phone: 480.240.3400. Fax: 480.240.3401
Tollfree: 800.528.4225
Email: ftimark@ftimeters.com

۱. دبی‌سنج آلتراسونیک UGF 20

دبی‌سنج آلتراسونیک UGF 20 در هنگام اندازه‌گیری دبی هیچ‌گونه اختلاف فشاری در جریان گاز ایجاد نمی‌کند، این دبی‌سنج در مقابل نوسانات جریان و ذرات معلق در جریان آسیبی نمی‌بیند. این مدل دبی‌سنج قادر به اندازه‌گیری محدوده‌ی وسیعی از جریان می‌باشد و نیازی به دبی‌سنج‌های متعدد نخواهد بود. دبی‌سنج آلتراسونیک UGF 20 به‌طور خودکار تغییرات سیگنال‌هایی را که به علت شرایط جریان مانند فشار و دبی ایجاد می‌شود جبران می‌کند. این دستگاه همچنین به یک نمایشگر LCD مجهز شده‌است که تغییرات دبی جریان را در هر لحظه، در طول مسیر و دبی کل جریان را نشان می‌دهد. از دیگر ویژگی‌های این دبی‌سنج می‌توان به اندازه‌گیری سرعت جریان مستقل از دیگر خواص گاز اشاره نمود، تکرار پذیری این دبی‌سنج ٪۰/۲± است و استفاده از آن آسان است و هیچ‌گونه فرآیند پیچیده‌ای ندارد. این دبی‌سنج دو مسیر اندازه‌گیری دارد و از قدرت تفکیک بالایی برخوردار است. نمایی از این دبی‌سنج در شکل ۴۳.۲ آمده‌است.

شکل ۴۳.۲: دبی‌سنج آلتراسونیکUGF 20

۲. دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت OVAL

شرکت OVAL یک شرکت ژاپنی است که در زمینه سیستم‌های مربوط به صنایع گاز فعالیت دارد. مشخصات دفتر مرکزی این شرکت در ذیل آورده شده‌است[۲].

Address : 3-10-8 kamiochiai, shinjiku-ku, Tokyo 161-8508
Tel : 81-3-3360-5121 (International Sales Div.)

- دبی‌سنج (Psonic-1)

این دبی‌سنج برای استفاده در فشارهای پایین گاز طراحی شده‌است. دبی‌سنج آلتراسونیک OVAL دقت و حساسیت بسیار خوبی دارد و افت فشار آن تقریباً صفر است. این دبی‌سنج قادر به اندازه‌گیری دبی‌های خیلی کم گاز است که در دیگر انواع دبی‌سنج‌ها به سختی قابل تشخیص است. این دبی‌سنج قادر به حفظ انرژی در فرآیند است و به علت وجود ریزپردازنده داخلی ساختار یا تغییرات در تنظیم دستگاه برای محدوده‌ی دبی‌های متفاوت مانند تعداد پالس‌ها، محدوده‌ی ابتدایی، فرآیند مشخصه‌ی اولیه و یا دیگر پارامترها به راحتی از راه دور امکان‌پذیر است. دو نمونه از این دبی‌سنج‌ها در شکل ٤٤.۲ و مشخصات فنی آنها در جدول آمده‌است.

شکل ٤٤.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1 استاندارد (چپ)، دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1 ضد حریق (راست)

جدول ۲-۲۸: مشخصات فنی دبی‌سنج آلتراسونیک Psonic-1

Nominal size		50 to 250 mm(300 to 600mm available)
Flow velocity range		-30 to +30 m/s
Operating temp. range		-10 to +80 deg C.
Max. Operating press.		1.96 MPa (Depends on process connection rating)
Accuracy(Linearity)		±1% of RD ±0.03% of F.S.
Converter	Output	Pulse, Analog, bi-directional flow signal (open collector)
	Communication	RS-485
	Power supply	85 to 264 VAC 50/60Hz or 20 to 30 VDC
Construction		Non-explosion-proof or explosion-proof

۴.۵.۲ دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت Emerson Process Management

متأسفانه در مورد تاریخچه این شرکت اطلاعاتی در دست نیست.[۳]

۵.۵.۲ دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel SeniorSonic™

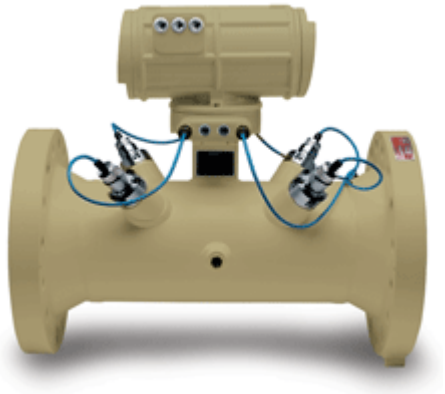
این دبی‌سنج برای مواردی که نیاز به دقت بالایی می‌باشد، طراحی شده‌است. این دستگاه دقتی در حدود ٪۰/۱± دارد و محدوده‌ی اندازه‌گیری آن بین ۱۰۰-۱ می‌باشد. بعد از کالیبراسیون جریان، دستگاه در طولانی مدت به خوبی اندازه‌گیری را انجام می‌دهد. این دبی‌سنج جریان‌هایی با سرعت ۴۰-۳۰ m/s را با دقت خوبی اندازه‌گیری می‌کند و مجهز به یک سیستم الکترونیکی به نام Mark III است که به کمک آن داده‌های اندازه‌گیری شده سریعتر برای استفاده آماده می‌شوند. Mark III یک برد الکترونیکی است که امکان انتقال داده‌های اندازه‌گیری به کامپیوتر را فراهم کرده و از آن می‌توان برای محاسبه‌ی حجم تصحیح شده، دبی جرمی و سرعت صوت براساس استاندارد AGA 10 استفاده کرد. یکی‌دیگر از ویژگی‌های این دستگاه این است که به چهار مسیر chordal اجازه می‌دهد که دقت، پایداری و بخش‌های زائد و هزینه‌های عملکردی را ذخیره کند. نمایی از دبی‌سنج Daniel SeniorSonicو نمایی ازMark III™ Electronics به ترتیب در شکل ۴۵.۲ و شکل ۴۶.۲ آمده‌است.

شکل ۴۵.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel SeniorSonic

شکل ٤٦.٢: Mark III™ Electronics

۶.۵.۲ دبی‌سنج آلتراسونیک Daniel JuniorSonic™

این دبی‌سنج دارای دقت خوبی است و در این دبی‌سنج نیز از Mark III™ Electronics استفاده شده‌است که موجب می‌شود مدیریت اطلاعات اندازه‌گیری بسیار سریع صورت پذیرد. این دستگاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. شرکت Emerson دبی‌سنج JuniorSonic را در دو نوع تک و دو مسیره با قطر لوله‌هایی از ٤ تا ٤٢ اینچ طراحی کرده‌است. از دیگر مزایای این دستگاه می‌توان به امکان استفاده‌ی آن برای گازهای تر اشاره نمود. نمایی از این دبی‌سنج در شکل ٤٧.٢ آمده‌است.



شکل ٤٧.٢: دبی‌سنج Daniel JuniorSonic™

۷.۵.۲ دبی‌سنج‌های آلتراسونیک شرکت FMC Technology

شرکت FMC Technology یک شرکت آلمانی است که از سال ۱۹٦۲ در زمینه تولید سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل جریان مایع و گاز فعالیت خود را آغاز کرده‌است[٤].

۸.۵.۲ دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 Series B

دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 Series B ٦ مسیر اندازه‌گیری دارد و ترانسدیوسر پیشرفته آن امکان اندازه‌گیری دبی گاز را با دقت بالا فراهم می‌کند. این دبی‌سنج با اجزای الکترونیکی پیشرفته

می‌تواند مقدار دانسیته را از روی سرعت صوت اندازه‌گیری نماید و تغییرات دما و فشار را جبران کند. نمایی از این دبی‌سنج در شکل ٤٨.٢ و مشخصات فنی آن در جدول ٢-٢٩ آمده‌است.

شکل ٤٨.٢: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 Series B

جدول ٢-٢٩: محدوده‌ی دبی برای دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200

Size	Meter/Second	Feet/Second
6-16 in.	0.4-30	1.3-98
18-30 in.	0.3-26	1.0-82
32-52 in.	0.2-20	0.7-50

٩.٥.٢ دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 Series B

دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 Series B ٣ مسیر اندازه‌گیری دارد و ترانسدیوسر پیشرفته آن امکان اندازه‌گیری دبی گاز را با دقت بالا فراهم می‌کند. دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 پارازیت سیگنال‌های آلتراسونیک را برطرف می‌کند. ترانسدیوسر این دبی‌سنج را در هنگام عملیات می‌توان تعویض نمود. این دبی‌سنج با اجزای الکترونیکی پیشرفته می‌تواند مقدار دانسیته را از روی سرعت صوت اندازه‌گیری نماید و تغییرات دما و فشار را جبران کند. از این دبی‌سنج می‌توان در ایستگاه‌های گاز، ایستگاه‌های مخلوط کردن گاز، نیروگاه‌های برق ، اتصالات خطوط لوله و ایستگاه‌های کمپرسور استفاده نمود. نمایی از این دبی‌سنج در شکل ٤٩.٢ و مشخصات فنی آن به ترتیب در جدول ٢-٣٠ و جدول ٢-٣١ آمده است.

جدول ٢-٣٠: محدوده‌ی دبی برای دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600

Size	Meter/Second	Feet/Second
4-16 in.	0.4-30	1.3-98
18-30 in.	0.3-26	1.0-82
36 in.	0.2-20	0.7-50

شکل ٢.٤٩: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 600 Series B

جدول ٢-٣١: ابعاد صنعتی دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 1200 و 600

Size	ANSI 150		ANSI 300		ANSI 600		ANSI 900		ANSI 1500		
	Length (in/mm)	Weight (lb/kg)	Length (in/mm)	Weight (lb/kg)	Length (in/mm)	Weight (lb/kg)	Length (in/mm)	Weight (lb/kg)	Length (in/mm)	Weight (lb/kg)	
4"	29" 737 mm	C/F	29" 737 mm	C/F	29" 737 mm	C/F	31" 787 mm	C/F	31" 787 mm	C/F	
6"	29" 737 mm	400 lb 182 kg	29" 737 mm	450 lb 205 kg	29" 737 mm	525 lb 239 kg	31" 787 mm	600 lb 273 kg	34" 864 mm	800 lb 364 kg	
8"	31" 787 mm	325 lb 148 kg	31" 787 mm	375 lb 170 kg	31" 787 mm	450 lb 205 kg	34" 864 mm	575 lb 261 kg	38" 965 mm	775 lb 352 kg	
10"	35" 889 mm	425 lb 193 kg	35" 889 mm	500 lb 227 kg	35" 889 mm	650 lb 295 kg	38" 965 mm	800 lb 364 kg	44" 1118 mm	1200 lb 545 kg	
12"	37" 940 mm	550 lb 250 kg	37" 940 mm	650 lb 295 kg	37" 940 mm	800 lb 364 kg	41" 1041 mm	1000 lb 455 kg	48" 1219 mm	1750 lb 795 kg	
16"	40" 1016 mm	800 lb 364 kg	40" 1016 mm	1000 lb 455 kg	40" 1016 mm	1250 lb 568 kg	44" 1118 mm	1500 lb 682 kg	52" 1321 mm	3100 lb 1409 kg	
20"	46" 1168 mm	1150 lb 523 kg	46" 1168 mm	1550 lb 705 kg	46" 1168 mm	1900 lb 864 kg	51" 1295 mm	2400 lb 1091 kg	60" 1524 mm	5000 lb 2273 kg	
24"	53" 1346 mm	1800 lb 818 kg	53" 1346 mm	2400 lb 1091 kg	53" 1346 mm	2850 lb 1295 kg	61" 1549 mm	4250 lb 1932 kg	71" 1803 mm	8000 lb 9696 kg	

۱۰.۵.۲ دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 Series B

دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 Series B یک مسیر اندازه‌گیری دارد و ترانسدیوسر پیشرفته آن امکان اندازه‌گیری دبی گاز را با دقت بالا فراهم می‌کند. این دبی‌سنج می‌تواند یکی از بهترین دبی‌سنج‌های رزرو باشد که برای افزایش دقت دستگاه به عنوان دبی‌سنج تأیید کننده صحت اندازه‌گیری دبی به کار می‌رود. از این دبی‌سنج می‌توان برای اندازه‌گیری دبی گازهای تر و آلوده استفاده کرد. دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 پارازیت سیگنال‌های آلتراسونیک را برطرف می‌کند. ترانسدیوسر این دبی‌سنج را در هنگام عملیات می‌توان تعویض نمود. این دبی‌سنج با اجزای الکترونیکی پیشرفته می‌تواند مقدار دانسیته را از روی سرعت صوت اندازه‌گیری نماید و تغییرات دما و فشار را جبران کند. نمایی از این دبی‌سنج در شکل ۵۰.۲ آمده است.

شکل ۵۰.۲: دبی‌سنج آلتراسونیک MPU 200 Series B

۶.۲ معیارهای انتخاب یک کنتور مناسب

مرور مختصری بر انواع دستگاه‌های متداول اندازه‌گیری دبی گاز در (بخش ۱.۱ ، ۲.۱) انجام گرفت. همانگونه که در منابع مذکور مشاهده می‌گردد، شرکت‌های مختلف با تولیدات متنوعی در این زمینه فعال می‌باشند. روش‌های مختلف اندازه‌گیری دبی و نیز انواع متداول دستگاه‌های اندازه‌گیری راه را برای انتخاب دبی‌سنج مناسب سخت کرده و از این‌رو نیاز به وجود معیارهایی برای انتخاب کنتور متناسب با شرایط دلخواه احساس می‌شود.

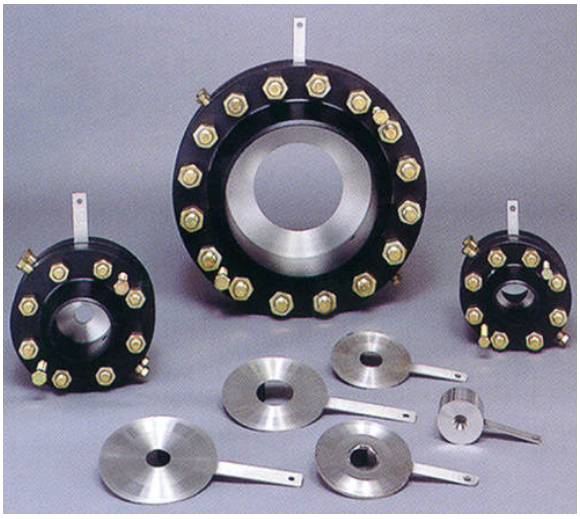
انتخاب صحیح کنتور نیازمند به آشنایی با انواع کنتورها و نحوه‌ی عملکرد هر یک از آنها می‌باشد. در این فصل با معرفی مختصر برخی از کنتورهای متداول، معیارهای انتخاب یک کنتور بررسی می‌شود.

۱.۶.۲ کنتورهای مختص استفاده در صنایع گاز

دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان در انواع و اقسام مختلف و نیز برای سیالات مختلف طراحی و ارائه شده‌اند[۵]. از بین دستگاه‌های مختلف منبع [۶] کنتورهای زیر را برای استفاده در صنایع گازی پیشنهاد داده است.

- کنتورهای اختلاف فشاری[۲۱]

این کنتورها از متداول‌ترین دستگاه‌های اندازه‌گیری دبی بوده که از گذشته تاکنون در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کنتورها به کمک یک بازدارنده‌ی جریان که در مسیر گاز نصب می‌شود، افت فشار در جریان بوجود آورده و با توجه به تناسب دبی عبوری با افت فشار تولید شده، دبی گاز مشخص می‌شود. دبی‌سنج‌های اوریفیسی از مشهورترین این نوع کنتورها می‌باشند. در شکل ۵۱.۲ نمونه‌ای از کنتورهای اختلاف فشاری مشاهده می‌شود.



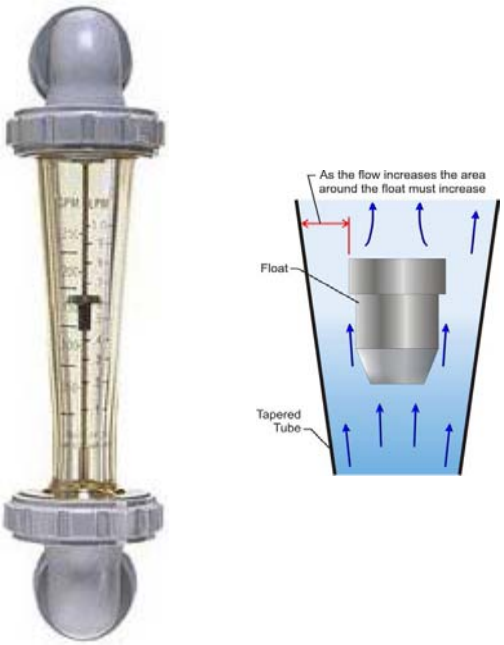
شکل ۵۱.۲: کنتور اختلاف فشاری (اوریفیسی)

- کنتورهای سطح متغیر[۲۲]

[۲۱] Positive Displacement

[۲۲] Vareable Area

این نوع کنتورها، نوع خاصی از کنتورهای اختلاف فشاری می‌باشند. در کنتورهای اختلاف فشاری سطح مقطع ورودی ثابت و دبی بر اساس اختلاف فشار به‌وجود آمده محاسبه می‌گردد. در کنتورهای سطح متغیر، افت فشار ثابت بوده و دبی با تغییر در اندازه‌ی سطح مقطع ورودی تعیین می‌شود. در شکل ۵۲.۲نمونه‌ای از کنتورهای سطح متغیر مشاهده می‌شود.

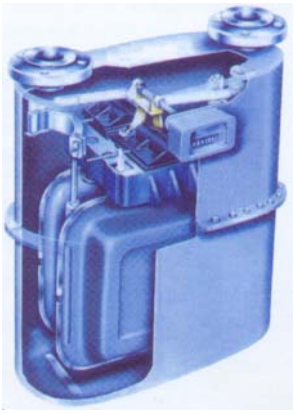


شکل ۵۲.۲: کنتور سطح متغیر

- کنتورهای جابه‌جایی مثبت[۲۳]

کنتورهای جابه‌جایی مثبت مکانیزمی ساده داشته و از جمله مشهورترین آنها می‌توان به کنتورهای دیافراگمی اشاره نمود. در بخش۱.۱ شرح مبسوطی از این کنتورها و انواع آن داده شده‌است. در شکل ۵۳.۲ نمونه‌ای از کنتورهای جابه‌جایی مثبت مشاهده می‌شود.

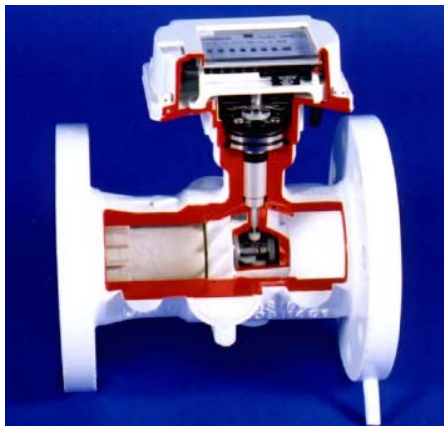
[۲۳] Positive Displacement



شکل ۵۳.۲: کنتور جابه‌جایی مثبت (دیافراگمی)

- کنتورهای توربینی

کنتورهای توربینی از جمله دقیق‌ترین نوع کنتورها بوده و در محدوده‌ی وسیعی از دبی گاز از ۰/۰۰۱ acfm تا ۲۵۰۰۰ acfm مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت عمده این نوع دبی‌سنج‌ها با بقیه مدل‌ها در وجود یک بخش چرخان به‌نام روتور می‌باشد. با عبور سیال از دبی‌سنج، پره‌های تعبیه شده روی روتور حرکت کرده و روتور را می‌چرخانند. دبی گاز با اندازه‌گیری سرعت روتور تعیین می‌شود. در شکل ۵٤.۲ نمونه‌ای از کنتورهای توربینی مشاهده می‌شود.

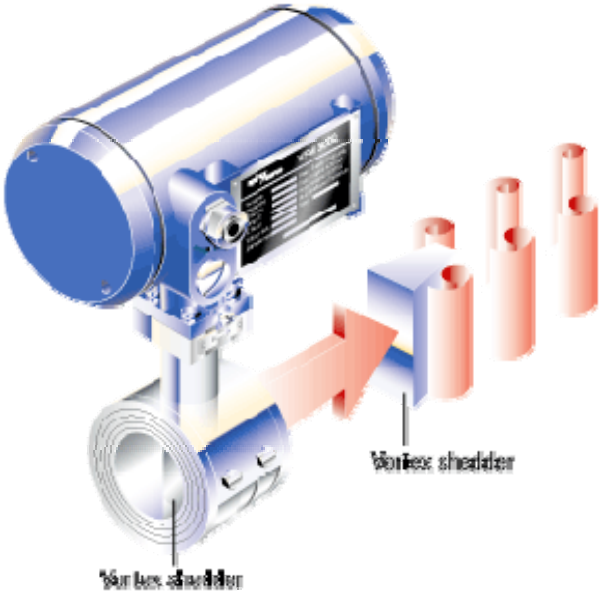


شکل ۵٤.۲: کنتور توربینی

- کنتورهای نوسانی[۲٤]

[۲٤] Oscillatory

این نوع کنتورها با ایجاد گردابه در مسیر جریان به اندازه‌گیری دبی می‌پردازند. نحوه‌ی محاسبه‌ی دبی به کمک این گردابه‌ها در منبع [۳] ذکر شده است. در شکل ۵۵.۲ نمونه‌ای از کنتورهای نوسانی مشاهده می‌شود.



شکل ۵۵.۲: کنتور نوسانی (ریزش گردابه)

- کنتورهای کوریولیس[۲۵]

این نوع کنتورها دبی جرمی سیال را مستقیماً اندازه‌گیری می‌کنند. مکانیزم کار و نحوه‌ی عملکرد آنها در منبع [۵] شرح داده شده‌است. در شکل ۵۶.۲ نمونه‌ای از کنتورهای کوریولیس مشاهده می‌شود.

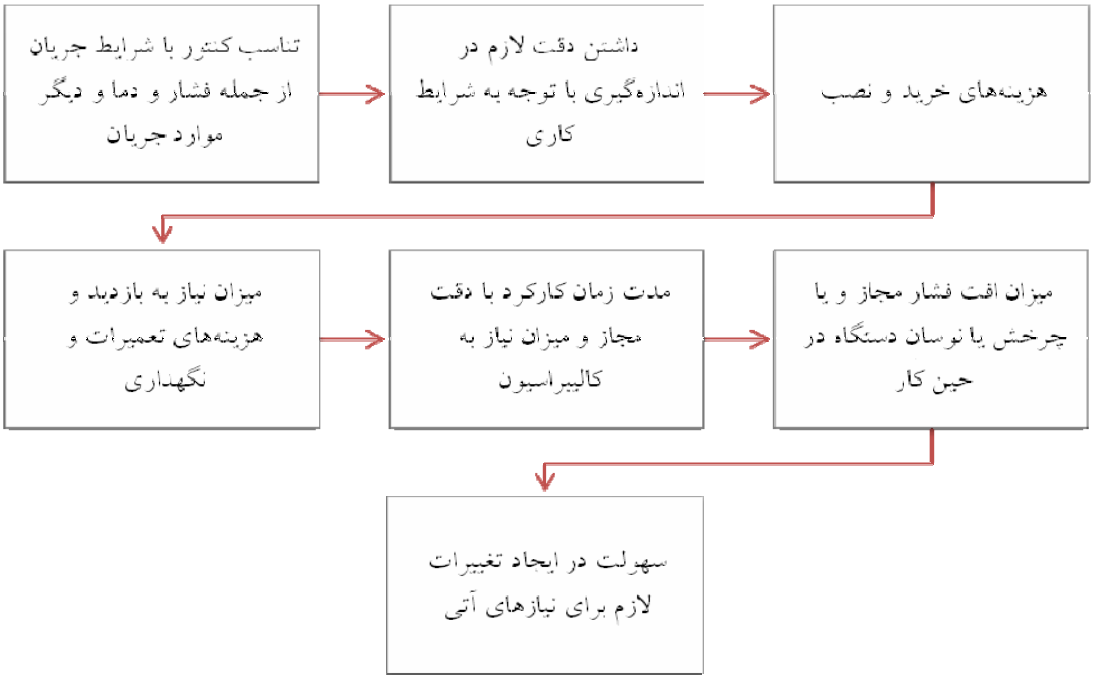
شکل ۵۶.۲: کنتور کوریولیس

[۲۵] Coriolis

علاوه بر کنتورهایی که در بالا معرفی شده، کنتورهای جدیدتری نیز وارد عرصه صنایع گاز شده که از آن جمله می‌توان به کنتورهای آلتراسونیک و کنتورهای دمایی اشاره نمود. در گزارش‌های پیشین [۲] نحوه‌ی عملکرد و انواع این کنتورها بررسی شده است.

۲.۶.۲ تعیین کنتور مناسب

با توجه به بخش قبل می‌توان دریافت که طیف وسیعی از کنتورها قابل استفاده در صنایع گاز می‌باشند. روند انتخاب یک کنتور بر حسب اهمیت موضوعات به صورت شکل ۵۷.۲ پیشنهاد می‌شود.



شکل ۵۷.۲: ترتیب اهمیت موضوعات در انتخاب یک کنتور [۵]

به‌منظور انتخاب یک کنتور مناسب فاکتورهای زیادی باید لحاظ گردد. این فاکتورها شامل محدوده‌ی دبی کنتور، فشار و دمای کاری، افت فشار مجاز، دقت مطلوب، نصب و تعمیرات و میزان نیاز به کالیبراسیون و بسیاری دیگر از موارد مشابه، می‌شود. جدول ۲-۳۲ مهم‌ترین فاکتورهایی که در تعیین یک کنتور باید درنظرگرفته شوند را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۳۲: فاکتورهای مهم در انتخاب یک کنتور [۳]

حداقل و حداکثر دبی سیال	استفاده برای اندازه‌گیری دبی یا مشخصات سیال	وجود جریان با مشخصه متغیر
حداقل و حداکثر فشار	ویسکوزیته سیال	وجود جریان نوسانی
حداقل و حداکثر دما	جنس خطوط لوله	افت فشار
فاز سیال	نحوه اتصال دبی سنج	نحوه مشاهده اطلاعات
فاکتورهای کالیبراسیون	میزان ارتعاشات مجاز	محدودیت‌های مکانی
نوع سیال- متان و..	دقت اندازه‌گیری لازم	هزینه
ماهیت سیال- خورنده و..	تکرارپذیری	استانداردهای ساخت
اندازه و شکل خط لوله	زمان اثر پذیری دبی‌سنج	شرایط محیطی
دانسیته سیال	هزینه	ایمنی کنتور

۳.۶.۲ تقسیم بندی کنتورها بر اساس فاکتورهای جریان

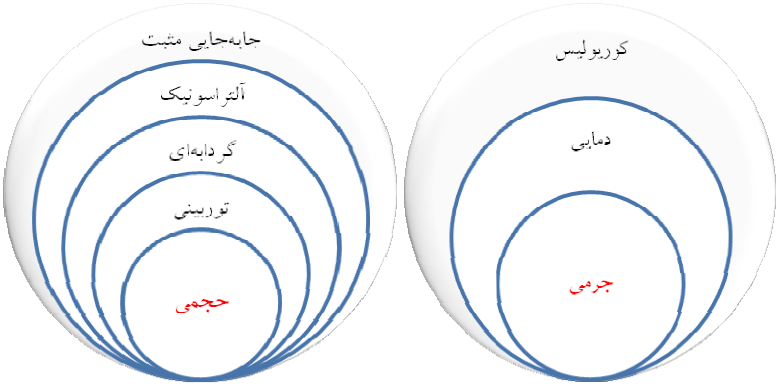
یکی از روش‌های متداول در تقسیم‌بندی کنتورها بر اساس پارامتر اندازه‌گیری شده از جریان سیال می‌باشد. در این بین یک گونه تقسیم‌بندی می‌تواند شامل بر موارد زیر باشد.

۱. نوع اندازه‌گیری، اندازه‌گیری جرم یا حجم

۲. نوع خروجی کنتور، دبی جریان یا مجموع جریان

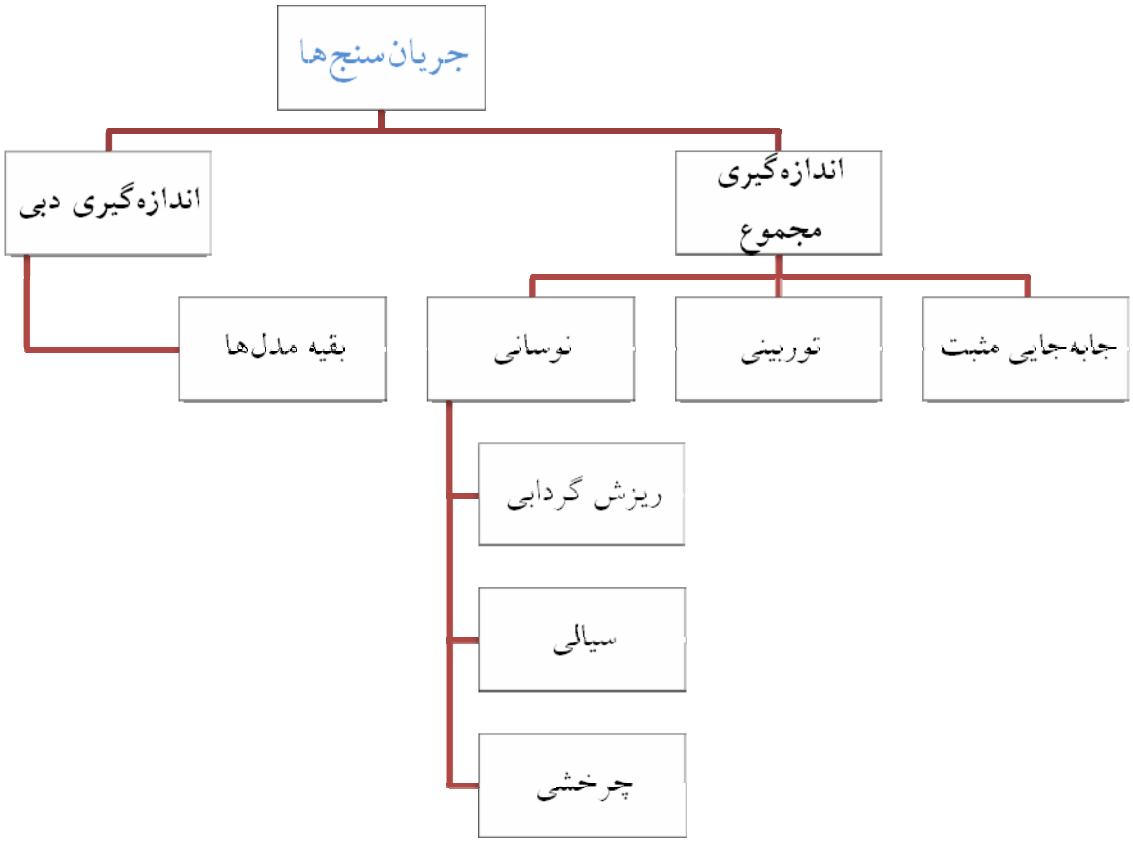
۳. فاز سیالاتی که کنتور می‌تواند جریان آنها را اندازه‌گیری کند مشتمل بر مایع، گاز، بخار، سیالات دوغاب مانند

در شکل ۵۸.۲ دسته‌بندی کنتورها برای اندازه‌گیری حجم یا جرم نشان داده شده‌است. کنتورهای ارائه شده در این شکل مختص به گاز می‌باشند.



شکل ۵۸.۲: تقسیم بندی کنتورها بر اساس اندازه‌گیری جرم یا حجم گاز

در شکل ۵۹.۲ کنتورهایی که دبی لحظه‌ای و یا مجموع حجم گاز را نشان می‌دهند، ارائه شده‌است.



شکل ۵۹.۲: تقسیم بندی کنتورها بر اساس اندازه‌گیری دبی لحظه‌ای یا مجموع حجم گاز[۷]

گونه‌ای دیگر از تقسیم‌بندی‌ها بر اساس فاز سیال و ماهیت سیال عبوری از جریان‌سنج‌ها می‌باشد. در جدول ۲-۳۳ کنتورهای مناسب برای اندازه‌گیری جریان گاز ارائه شده است.

جدول ۲-۳۳: دسته‌بندی کنتورها بر اساس قابلیت استفاده برای اندازه‌گیری جریان گاز [۳]

		سیال به صورت گاز یا بخار
کنتورهای اختلاف فشاری	اوریفیسی	۱
	ونتوری	۱
	نازل	۱
	پیتوت	۱
	زانویی	۱
کنتورهای جرمی	کوریولیس	۲
	حرارتی	۱
کنتورهای نوسانی	ریزش گردابه‌ای[۲۶]	۱
	چرخشی[۲۷]	۱
	سیالی[۲۸]	۰
کنتورهای جابه‌جایی مثبت		۱
کنتورهای توربینی		۱
کنتورهای آلتراسونیک	پالسی	۲
	دوپلر	۰
کنتورهای سطح متغیر		۱

۱-قابل استفاده

۲-قابل استفاده تحت شرایط خاص

۳-غیر قابل استفاده

همان‌گونه که در جدول فوق مشاهده می‌گردد، کنتور آلتراسونیک دوپلری را نمی‌توان برای اندازه‌گیری جریان گاز استفاده نمود. این امر به دلیل نیاز این کنتور به وجود ذرات معلقی به اندازه ۱۰۰ میکرون با غلظت ۱۰۰ppm درون سیال می‌باشد.[۸]

[۲۶] Vortex Shedding

[۲۷] Vortex Precession

[۲۸] Fluidic

جدول ۲-۳٤: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای اختلاف فشاری

	اوریفیسی	ونتوری
نوع سیال	مایع، گاز و بخار	مایع، گاز و بخار
محدوده جریان	بالاتر از ۰/۱ cm^3/min	بالاتر از ۲۰ scfm
دقت	±۰/۶٪ از ماکزیمم جریان	±۱٪ از ماکزیمم جریان
اندازه	بدون محدودیت	تا ″۷۲
مزایا	نصب آسان، کم هزینه، متنوع در نوع و جنس، سهولت در تغییر ظرفیت، عدم نیاز به منبع توان خارجی	ماندگاری بالا، مناسب برای دوغاب و سیالات کثیف
معایب	نامناسب برای سیالات کثیف و ویسکوز	اغلب مورد استفاده برای هوا و آب، ابعاد و وزن زیاد مخصوصا در سایزهای بالا

جدول ۲-۳۵: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای اختلاف فشاری (ادامه)

	نازل	پیتوت	زانویی
نوع سیال	مایع، گاز و بخار	مایع و گاز	مایع و گاز
محدوده جریان	بالاتر از ۲۰ scfm	متناسب با قطر لوله	متناسب با قطر لوله
دقت	±۱٪ از ماکزیمم جریان	±۵٪ از ماکزیمم جریان	±۵٪ تا ±۱۰٪از ماکزیمم جریان
اندازه	″۳ تا ″٤۸	بدون محدودیت	بدون محدودیت
مزایا	اقتصادی، ماندگاری بالا	بسیار کم هزینه،	بسیار اقتصادی، نصب آسان، افت فشار پایین، نیاز به حداقل طول لوله بالادست
معایب	غیر قابل استفاده برای سیالات ویسکوز، نیاز به کالیبراسیون متوالی	دقت محدود	نامناسب برای جریان‌های کم سرعت، دقت پایین نسبت به دیگر مدل‌ها،

جدول ۲-۳٦: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای جرمی

	کوریولیسی	دمایی
نوع سیال	مایع، دوغاب و تحت شرایطی گاز	گاز و تحت شرایطی مایع
فشار کاری	تا ۲۸۰۰psig	۵۰۰psig به بالا
دمای کاری	تا ٤۰۰ درجه‌ی فارنهایت	تا ۱۵۰ درجه‌ی فارنهایت و بالاتر
محدوده جریان	تا ۲۳۰۰۰lb/min	تا ٤۰۰۰ gpm برای مایعات، تا ۱۵۰۰ scfm برای گاز
دقت	±۰/۵٪ از ماکزیمم جریان	±۱٪ از ماکزیمم جریان
اندازه	۱/۱٦″ تا ٦″	۱/۸″ تا ۱۰″
مزایا	اندازه‌گیری مستقیم جرم عبوری، مناسب برای شرایط دشوار	اندازه‌گیری مستقیم جرم عبوری، افت فشار بسیار کم، مناسب برای اندازه‌گیری گاز با سرعت کم
معایب	هزینه‌های بالا، نیاز به تجهیزات مخصوص برای نصب، افت فشار بالا	شکستنی، اثر پذیر از پوشش

جدول ۲-۳۷: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای نوسانی

	ریزش‌گردابه	سیالی	چرخشی
نوع سیال	مایع، گاز و بخار	مایع	مایع و گاز
فشارکاری	تا ۳٦۰۰psig	تا ٦۰۰psig	تا ۱٤۰۰psig
دمای کاری	تا ۷۵۰ درجه‌ی فارنهایت	۰ تا ۲۵۰ درجه فارنهایت	۱۰۰- تا ۳۵۰ درجه فارنهایت
محدوده جریان	۳ تا ۵۰۰۰gpm برای مایعات و ۱۰۰۰۰۰۰۰scfh	۱ تا ۱۰۰۰gpm	۱/۸ تا ۳۰۸۲gpm برای مایعات و ۱۰۰۰۰۰۰۰scfh
دقت	±۱٪ از ماکزیمم جریان مایع ±۲٪ از ماکزیمم جریان گاز	±۱٪ از ماکزیمم جریان مایع	±۱٪ از ماکزیمم جریان مایع
اندازه	۱/۲″ تا ۸″	۱″ تا ٤″	۱/۲″ تا ۱۲″
مزایا	بدون اجزای متحرک، قابل استفاده برای طیف وسیعی از سیالات، به‌صرفه	بدون اجزای متحرک، قابل استفاده برای طیف وسیعی از مایعات، به‌صرفه	بدون اجزای متحرک، ایده‌ال برای گازهای خورنده و بدقلق
معایب	نیاز به خط لوله مستقیم، حساس به افزایش ویسکوزیته	نیاز به خط لوله مستقیم، حساس به افزایش ویسکوزیته	گران، عدم وابستگی چندان به دبی گاز و دانسیته‌ی آن

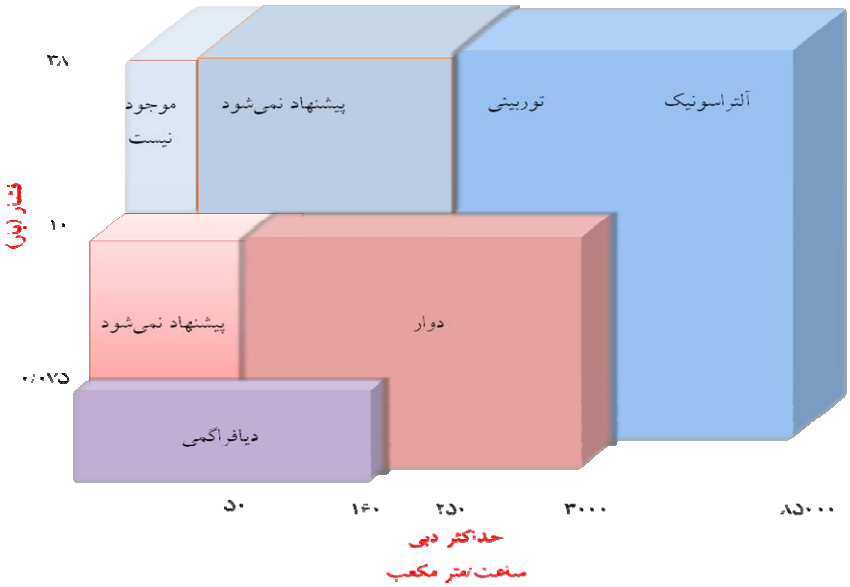
جدول ۲-۳۸: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای جابه‌جایی مثبت و توربینی

	جابه‌جایی مثبت	توربینی
نوع سیال	مایع یا گاز تمیز	مایع یا گاز (بخار) تمیز
فشار کاری	تا ۱٤۰۰psig برای مایع یا گاز	تا ۳۰۰۰psig
دمای کاری	تا ٦۰۰ درجه‌ی فارنهایت مایع، تا ۲۵۰ درجه‌ی فارنهایت گاز	٤۵۰- تا ۵۰۰ درجه فارنهایت
محدوده جریان	۰/۱ تا ۹۰۰۰gpm برای مایعات و ۰ تا ۱۰۰۰۰۰scfh برای گازها	۰/۰۰۱ تا ٤۰۰۰۰gpm برای مایعات و ۱۰۰۰۰۰۰۰scfh برای گازها
دقت	٪۱/۲± از ماکزیمم جریان (مایع) ٪۱± از ماکزیمم جریان (گاز)	٪۰/۲۵± از ماکزیمم جریان (مایع) ٪۱± از ماکزیمم جریان (گاز)
اندازه	تا ″۱۲	تا ″۲٤
مزایا	مناسب برای سیالات ویسکوز، نیاز به یک لوله بالادست مستقیم کوتاه، مدل‌های ساده مستقل از منبع تامین انرژی	دقت بسیار بالا، محدوده کاری مناسب، سهولت در نصب و نگهداری، قابل استفاده برای دبی‌های بسیار پایین، کوچک در اندازه و ابعاد
معایب	دارای چرخدنده‌های مکانیکی، نیاز به بازرسی مداوم، حساس به گردوغبار و نیازمند به فیلتراسیون جریان بالادست، بزرگ و سنگین	حساس به افزایش ویسکوزیته، غیر قابل استفاده در سیالات دو فازی، نیاز به یک خط لوله مستقیم در بالا دست

جدول ۲-۳۹: برخی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های کنتورهای سطح متغیر و آلتراسونیک

سطح متغیر / آلتراسونیک (پالسی)	سطح متغیر	آلتراسونیک (پالسی)
نوع سیال	مایع یا گاز (بخار)	مایعات نسبتا تمیز (برخی موارد گازها)
فشار کاری	تا ۳۵۰psig (لوله‌ی شیشه‌ای) تا ۷۲۰psig (لوله‌ی فلزی)	تا ۱۰۰۰psig
دمای کاری	تا ٤٠٠ درجه‌ی فارنهایت (لوله‌ی شیشه‌ای)، تا ۱۰۰۰ درجه‌ی فارنهایت گاز(لوله‌ی فلزی)	۳۰۰- تا ۵۰۰ درجه فارنهایت
محدوده جریان	۰/۰۱cm^3/min تا ۳۰۰gpm (مایعات) ۰/۳cm^3/min تا ۱۵۰۰ scfm (گاز)	۰/۰۰۱ تا ٤٠٠٠٠gpm برای مایعات و ۱۰۰۰۰۰۰۰scfh برای گازها
دقت	٪۰/۵± تا ٪۱۰± ماکزیمم جریان	٪۱± تا ٪۵± ماکزیمم جریان
اندازه	تا ″۳	۳/۸″ به بالا
مزایا	ارزان، غیر حساس به تغییرات ویسکوزیته، بی‌نیاز به منبع توان خارجی، نیاز به حداقل لوله کشی	عدم وجود مسدود کننده جریان،
معایب	جاگذاری به صورت عمودی، نیاز به مبدل برای تبدیل خروجی‌ها	نیاز به یک لوله مستقیم در بالا دست برای تولید جریان یکنواخت، تنها برای سیالات تمیز

در منبع [۹] نیز معیار انتخاب کنتورها بر اساس دبی و فشار کارکرد به صورت شکل ٦٠.٢ ارائه شده‌است.



شکل ٦٠.٢: معیار انتخاب کنتورها بر اساس دبی و فشار کارکرد [٩]

٧.٢ مطالعات اولیه طراحی نرم‌افزار انتخاب کنتور

باتوجه به برگزاری سمینار آشنایی با اداره اندازه‌گیری و توزیع گاز توسط جناب آقای نکونام نیاز به طراحی یک نرم‌افزار انتخاب نوع کنتور احساس شد. با وجود این نرم افزار کاربر قادر خواهد با توجه به شرایط عملیاتی در اجرای طرح‌ها نوع کنتور مناسب را با استفاده از این نرم‌افزار انتخاب کند.

برای طراحی نرم‌افزار انتخاب کنتور دو مرحله در نظر گرفته شده است:

- مرحله اول شامل انتخاب نوع کنتور از بین کنتورهای متداول در صنایع گاز می‌باشد.
- مرحله دوم شامل انتخاب مدل کنتور با توجه به شرکت سازنده و نوع کنتور انتخاب شده در مرحله اول می‌باشد.

در این فصل مرحله اول پروژه بررسی شده است.

١.٧.٢ انتخاب نوع کنتور از بین کنتورهای متداول در صنایع گاز

کنتورهای متداول در صنایع گاز در جدول ٢-٤٠ نشان داده شده است. معرفی این کنتورها در گزارش اردیبهشت‌ماه ٨٦ آورده شده است.

برای انتخاب نوع کنتور از بین کنتورهای متداول در صنایع گاز پارامترهای بیشماری وجود دارد. در این پروژه این پارامترها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

١. پارامترهای اولیه که انتخاب اولیه کنتور بر اساس آنها انجام می‌شود.این پارامترها عبارتند از:

- Gas Type[Clean or Dirty] (نوع گاز {تمیز یا کثیف})
- Design Pressure (فشار طراحی شده برای کارکرد کنتور)
- Design Temperature (دمای طراحی شده برای کارکرد کنتور)
- Flow Range (بازه جریان که کنتور می‌تواند در آن کار کند)
- Accuracy
- Rangeability
- Relative Cost(قیمت نسبی کنتور)

جدول ٢-٤٠: کنتورهای متداول در صنایع گاز

<table>
<tr><td rowspan="6">Differential Pressure</td><td>Concentric (Square Edged) Orifice Plate</td><td rowspan="2">Oscillatory</td><td>Vortex Shedding</td></tr>
<tr><td>Segmental Wedge Orifice Plate</td><td>Vortex Precession</td></tr>
<tr><td>Venturi Tube</td><td>Ultrasonic</td><td>Transit Time</td></tr>
<tr><td>Flow Nozzle</td><td rowspan="4">Other Type</td><td>Turbine</td></tr>
<tr><td>Pitot Tube</td><td>Varaible Area</td></tr>
<tr><td>Elbow</td><td>Target</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Mass</td><td>Coriolis Type</td><td rowspan="2">Positive Displacement</td></tr>
<tr><td>Thermal Dispersion</td></tr>
</table>

١. پارامترهای ثانویه که با توجه به آنها صحت کنتور انتخاب شده تایید می‌شود. این پارامترها عبارتند از:

- Initial Cost (هزینه اولیه شامل خرید دستگاه و ...)
- Installation Cost (هزینه نصب دستگاه)
- Maintenance Cost (هزینه نگهداری و تعمیرات دستگاه)
- Operating Cost (هزینه عملیاتی برای عملکرد دستگاه مانند محرک آن)

- Pressure Loss (افت فشار دستگاه)
- Viscosity Effect (اثر گذاری گرانروی سیال روی اندازه‌گیری دبی)
- .Reynolds No (عدد رینولدز برای دستگاه)
- Type Of Measurement (روش اندازه‌گیری دبی در دستگاه)
- Signal (نوع سیگنال خروجی از دستگاه که نماینده دبی اندازه‌گیری شده‌است)
- Sizes (اندازه‌های موجود دستگاه)
- End Connections (اتصالات خروجی دستگاه)
- Straight Piping Requirements (قطر لوله‌های مستقیم در ورودی و خروجی دستگاه به منظور افزایش دقت اندازه‌گیری)
- Sensitivity To Installation Effects (میزان تاثیر پذیری از نحوه نصب در اندازه‌گیری جریان)
- Performance Stability (پایداری عملکرد دستگاه در اندازه‌گیری جریان)
- Advantages (فواید)
- Disadvantages (معایب)

نتایج مطالعات درباره پارامترهای اولیه و ثانویه در جدول ۲-۴۲ تا جدول ۲-۴۸ ارائه شده‌است [10,11,12,13,14]. در جدول ۲-۴۱راهنمای جداول ارائه شده است.

جدول ۲-٤۱: راهنمای جداول

قسمت اول	Design Temperature
	Design Pressure
	Dirty Gas
	Clean Gas
قسمت دوم	Maintenance Cost
	Installation Cost
	Initial Cost
	Relative Cost
	Typical Rangeability
قسمت سوم	Type Of Measurement
	Reynolds No.
	Viscosity Effect
	Pressure Loss
	Operating Cost
قسمت چهارم	End Connections
	Sizes
	Signal
قسمت پنجم	Performance Stability
	Sensitivity To Installation Effects
	Straight Piping Requirements
قسمت ششم	Advantages
قسمت هفتم	Disadvantages

جدول ۲-۴۲: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت اول

	Flowmeter Type	Clean Gas	Dirty Gas	Design Pressure	Design Temperature
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	GOOD	Limited Application	Determined by Transmitter	Determined by Material
	Segmental Wedge Orifice Plate	GOOD	GOOD	Determined by Transmitter	Determined by Material
	Venturi Tube	GOOD	GOOD	Determined by Transmitter	Determined by Material
	Flow Nozzle	GOOD	Limited Application	Determined by Transmitter	Determined by Material
	Pitot Tube	GOOD	Limited Application	Determined by Transmitter	Determined by Material
	Elbow	GOOD	GOOD	Determined by Transmitter	Determined by Material
Mass	Coriolis Type	Limited Application	Limited Application	Up to 2800 psig	Up to 400 F
	Thermal Dispersion	GOOD	Limited Application	>500 psig	up to 150 F and higher
Oscillatory	Vortex Shedding	GOOD	Limited Application	up to 3600 psig	up to 750 F
	Vortex Precession	GOOD	Limited Application	up to 1400 psig	-100 F to 350 F
Ultrasonic	Transit Time	GOOD	Not Recommended	1000 psig up	-300 F to 500 F
Other Type	Turbine	GOOD	Limited Application	Up to 3000 psig	-450 F to 500 F
	Varaible Area	GOOD	Limited Application	Up to 350 psig(glass tube) and 720 psig(metal tube)	Up to 400 F(Glass Tube) and 1000F(Metal Tube)
	Target	GOOD	GOOD	Up to 10,000 psig	Up to 750 F
	Positive Displacement	GOOD	Limited Application	Up to 1400 psig	Up to 250 F

جدول ۲-۴۳: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت دوم

	Flowmeter Type	Typical Rangeability	Relative Cost	Initial Cost	Installation Cost	Maintenance Cost
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	3:1 to 5:1	Low	Low to High	Medium to High	Medium to High
	Segmental Wedge Orifice Plate	3:1 to 5:1	High	High	Low	Low
	Venturi Tube	3:1 to 5:1	High	Medium to High	Medium	Low
	Flow Nozzle	3:1 to 5:1	Medium	Medium to High	Medium	Low
	Pitot Tube	3:1 to 5:1	Low	Low	Medium	Low
	Elbow	3:1 to 5:1	low	Low	Medium	Low
Mass	Coriolis Type	10:1 to 100:1	High	High	Low to Medium	Low
	Thermal Dispersion	up to100:1	High	Low to Medium	Low to Medium	Low
Oscillatory	Vortex Shedding	10:1 to 20:1	Medium	Medium	Low to Medium	Low to Medium
	Vortex Precession	8:1 to 25:1	Medium	Medium	Low to Medium	Low to Medium
Ultrasonic	Transit Time	10:1 to 40:1	Medium	Low to High	Low to High	Low
Other Type	Turbine	10:1 to 50:1	Medium	Low to High	Medium to High	Medium to High
	Varaible Area	5:1 to 12:1	low	Low to Medium	Low	Low
	Target	3:1 to 20:1	low	Low to Medium	Low	Medium to High
	Positive Displacement	10 to 1	High	High	High	High

جدول ۲-٤٤: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت سوم

	Flowmeter Type	Operating Cost	Pressure Loss	Viscosity Effect	Reynolds No.	Type Of Measurement
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	Medium to High	High	High	>10,000	Square Root Volumetric
	Segmental Wedge Orifice Plate	Low to Medium	Medium	High	>500	Square Root Volumetric
	Venturi Tube	Low	Low	High	>75,000	Square Root Volumetric
	Flow Nozzle	Medium	Medium	High	>75,000	Square Root Volumetric
	Pitot Tube	Medium	Very low	High	>100,000	Square Root Volumetric
	Elbow	Medium	Very low	High	>10,000	Square Root Volumetric
Mass	Coriolis Type	Low to High	Low	None	None	Linear Mass Volumetric
	Thermal Dispersion	Low to Medium	Low	None	None	Logrithmic Mass
Oscillatory	Vortex Shedding	Medium	Medium	Medium	>10,000	Linear Volumetric
	Vortex Precession	Medium	Medium	Medium	>10,000	Linear Volumetric
Ultrasonic	Transit Time	Low	Low	None	None	Linear Mass Volumetric
Other Type	Turbine	Medium	High	Medium	>10000	Linear Volumetric
	Varaible Area	Medium	Medium	Medium	None	Linear Volumetric
	Target	Medium	Medium	Medium	>100	Square Root Volumetric
	Positive Displacement	Medium	High	High	None	Linear Volumetric

جدول ۲-٤٥: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت چهارم

	Flowmeter Type	Signal	Sizes	End Connections
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	Analog Electronic or Pneumatic	> 1" - Determined by pipe size	Mounts between flanges
	Segmental Wedge Orifice Plate	Analog Electronic or Pneumatic	>5" - Determined by pipe size	Mounts between flanges
	Venturi Tube	Analog Electronic or Pneumatic	>2"	Flanged
	Flow Nozzle	Analog Electronic or Pneumatic	2" to 48"	Flanged or mounted between connections
	Pitot Tube	Analog Electronic or Pneumatic	>3"	Insert Probe
	Elbow	Analog Electronic or Pneumatic	>2" - Determined by pipe size	Mountsin 90" pipe Elbow
Mass	Coriolis Type	None	1/16" to 6"	Threaded or Flanged
	Thermal Dispersion	None	1/8" to 10 "	Threaded or Flanged
Oscillatory	Vortex Shedding	Frequency or analog electronic	1/2" to 8", larger sizes available(sampling and bypass type available)	Flanged,threaded, wafer or insert,also can be used as bypass meter around mainline orifice
	Vortex Precession	Frequency or analog electronic	1/2" thru 12"	Flanged
Ultrasonic	Transit Time	analog electronic or digital	>0.5"	Flenged(clamp-on design available)
Other Type	Turbine	Frequency or analog electronic	Up to 24"(Sampling type available)-also used as bypass meter around mainline orifice	Flanged,threaded
	Varaible Area	Analog Electronic or Pneumatic	Up to 3", also used as bypass meter around a mainline orifice for larger pipe sizes	Female Pipe threaded or flanged
	Target	Analog Electronic or Pneumatic	up to 8" (Sampling types available)	Flanged,threaded, flared tubes
	Positive Displacement	Pulse or analog electronic	>12"	Flanged,threaded

جدول ۲-٤٦: مشخصات کنتورهای گاز- قسمت پنجم

	Flowmeter Type	Straight Piping Requirements	Sensitivity To Installation Effects	Performance Stability
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	Performance Affected by Edge and Tap Wear
	Segmental Wedge Orifice Plate	5D to 30D-UP 2D to 5D Down	Low	GOOD
	Venturi Tube	Upstream Runs Shorter Than OP by Factor 2-9Times-5 to 20	Low	GOOD
	Flow Nozzle	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	Medium	GOOD
	Pitot Tube	20 to 30	***	***
	Elbow	30	***	***
Mass	Coriolis Type	None	None	GOOD
	Thermal Dispersion	10 to 20D-UP	Medium to High	Performance Affected by severe Build-up on Sensor for Immersion Types
Oscillatory	Vortex Shedding	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	GOOD
	Vortex Precession	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	GOOD
Ultrasonic	Transit Time	5D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	GOOD
Other Type	Turbine	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	Performance Affected by Wear of Bearings & other Parameters
	Varaible Area	None	None	GOOD
	Target	10D to 40D-UP 2D to 6D Down	High	Performance Affected by Wear of Target
	Positive Displacement	None	***	***

جدول ۲-٤۷: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت ششم

	Flowmeter Type	Advantages
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	Ease of Installation - Uses one Transmitter Regardless of Pipe Size - Wide Variety of Types and Material Available - Versions Available that do not Requires Power
	Segmental Wedge Orifice Plate	Ease of Installation - Uses one Transmitter Regardless of Pipe Size - Wide Variety of Types and Material Available - Versions Available that do not Requires Power
	Venturi Tube	Low Permanent Loss - Uses One Transmitter Regardless of Pipe Size
	Flow Nozzle	Low Permanent Loss - Uses One Transmitter Regardles of Pipe Size - Good for high velocity fluids; Handles dirty fluids better than orifice plate
	Pitot Tube	Uses One Transmitter Regardless of Pipe Size - Averaging Types Available
	Elbow	Easy ti Install - Uses One Transmitter Regardless of Pipe Size - Can be Bi-directional by Using 45" Tap Location - Minimum Upsream Piping Requirements
Mass	Coriolis Type	No moving parts - Unaffected by changes in: temperature, pressure, density, viscosity, and flow profile - Measures Mass Flow Directly - Can Handle Very Difficult Applications
	Thermal Dispersion	Measure Mass Flow Directly - Good for Low Velocity Gas Measurement
Oscillatory	Vortex Shedding	No Moving Parts - Suitable for wide Variety of Fluids - Excelent Combination of Price and Performance
	Vortex Precession	No Moving Parts - Ideal for Corrosive and Difficult Gases
Ultrasonic	Transit Time	Non-Intrusive - Handle large pipe sizes- Clamp-on available - No Flow Obstruction -Can be Directional -
Other Type	Turbine	Good Operating Range - Easy to Install and Maintain - Very Low Flow Rate Design Available - Small in Size - Lightweight - Some Versions do not Require External Power
	Varaible Area	Somewhat Seif-Cleaning - Direct Indicating - No Power Required - Minimum Piping Requirements - Versions Available with Plastic Liners
	Target	No Moving Parts - Good for Hot , Tarry and Sediment Bearing Fluids
	Positive Displacement	Good for Custody Transfer, Batching, Blending- Simplest Versions do not Require Electric Power- Very Little Straight Upstream Pipe Required

جدول ۲-٤٨: مشخصات کنتورهای گاز – قسمت هفتم

	Flowmeter Type	Disadvantages
Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	Limited Range-Pressure and/or Temp. Compensation May be Required
	Segmental Wedge Orifice Plate	Pressure and/or Temp. Compensation May be Required
	Venturi Tube	Can be unwieldy and difficult to install due to size - Pressure and/or Temp. Compensation May be Required - Big and Heavey Especially in Larger Pipe Sizes
	Flow Nozzle	Difficult to remove for inspection and cleaning - Pressure and/or Temp. Compensation May be Required - Lack Extensive Data Compared to Orifice Plates - Calibration Recommended for Optimum Performance
	Pitot Tube	Does not Sample Full Sream - Low Differential Pressure for Given Flow Rate
	Elbow	Not Good for Low Flow Velocity - Low Differential Pressure for Given Flow Rate
Mass	Coriolis Type	Sensitive to Vibration - Not suitable for large pipe sizes-Entrained Air May Cause Problems - Be Careful with 2 Phase Flow
	Thermal Dispersion	May Need To Provide Compensation for Wide TEMP. Ranges - Affected by Coating - Some Designs are Fragile
Oscillatory	Vortex Shedding	Vibration can affect accuracy - Lacks industry approvals
	Vortex Precession	Vibration can affect accuracy - Lacks industry approvals
Ultrasonic	Transit Time	Sensitive to swirl
Other Type	Turbine	Require Care when Used in Varying Flow Rate Applications.
	Varaible Area	Fluids Under 3cp - Requires Accessories for Data Transmission - Must be Vertically Mounted - Requires Minimum Back Pressure
	Target	Limited Range
	Positive Displacement	Subject to Mechanical Wear - Require Periodic Proving - Sensitive to Dirt and may Require Upstream Filter - May RequireSpecial Installation Care - Larger Sizes are Excessive in Size and Weight

۲.۷.۲ طراحی اولیه نرم‌افزار

قسمت های مختلف این صفحه همانطور که در شکل پیداست شامل چهار بخش می باشد.

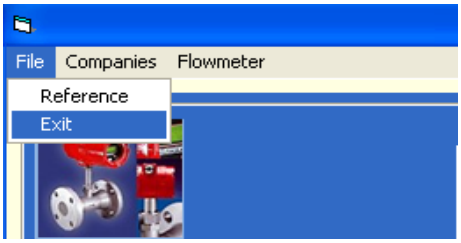
- File
- Companies
- Flow meter
- Input flow meter Data

نمائی از این صفحه در شکل زیر آورده شده‌است.

شکل ٦١.٢: صفحه اول نرم افزار انتخاب فلومتر

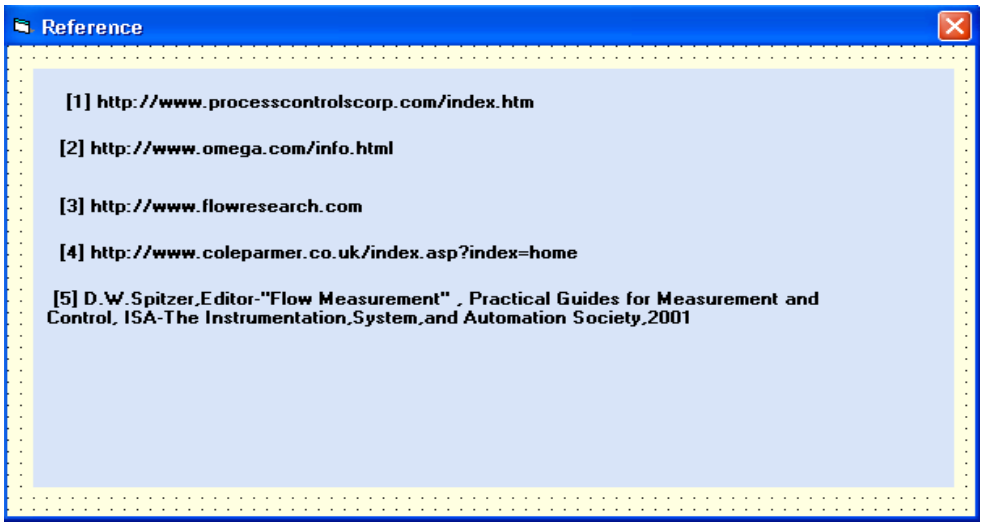
۱. بخش File

گزینه های مربوط به زیر بخش فایل در شکل زیر آورده شده است.



شکل ٦٢.٢: گزینه‌های مربوط به زیر بخش فایل

همانطور که در شکل پیداست گزینه ها عبارتند از بخش Reference (در این قسمت با کلیک روی گزینه Reference منابع و مراجعی که در طراحی این نرم افزار به کار برده شده نمایش داده می شود (شکل ٦٣.٢)، گزینه Exit هم برای خروج از برنامه می باشد.



شکل ٦٣.٢: صفحه اول نرم افزار انتخاب فلومتر

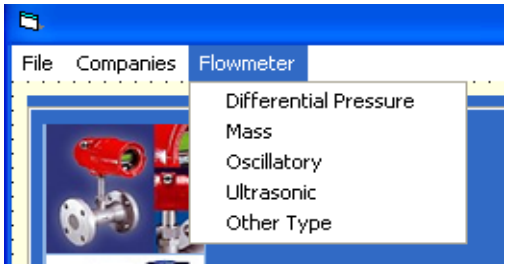
۲. بخش Companies

در این بخش که در دست ساخت می باشد، نام شرکت های سازنده انواع فلومترهای گازی ومشخصات محصولات در ان گنجانده می شود.

۳. بخش Flow meter

با کلیک بر روی گزینه Flow meter لیست انواع فلو مترها، بدون قید مدلها ظاهر می شود. برای مشاهده مدلها، با انتخاب هر نوع از فلو مترها صفحه ای ظاهر می شود که در آن انواع مدلهای مربوطه با نمونه ای از شکل فلومتر موجود در ان گنجانده شده. در شکل ٦٤.٢ نمائی

از زیر بخشهای Flow meter و شکل ٦٥.٢ نمونه‌ای از صفحه مربوط به مشخصات یک نوع فلومتر Differential Pressured آورده شده‌است.

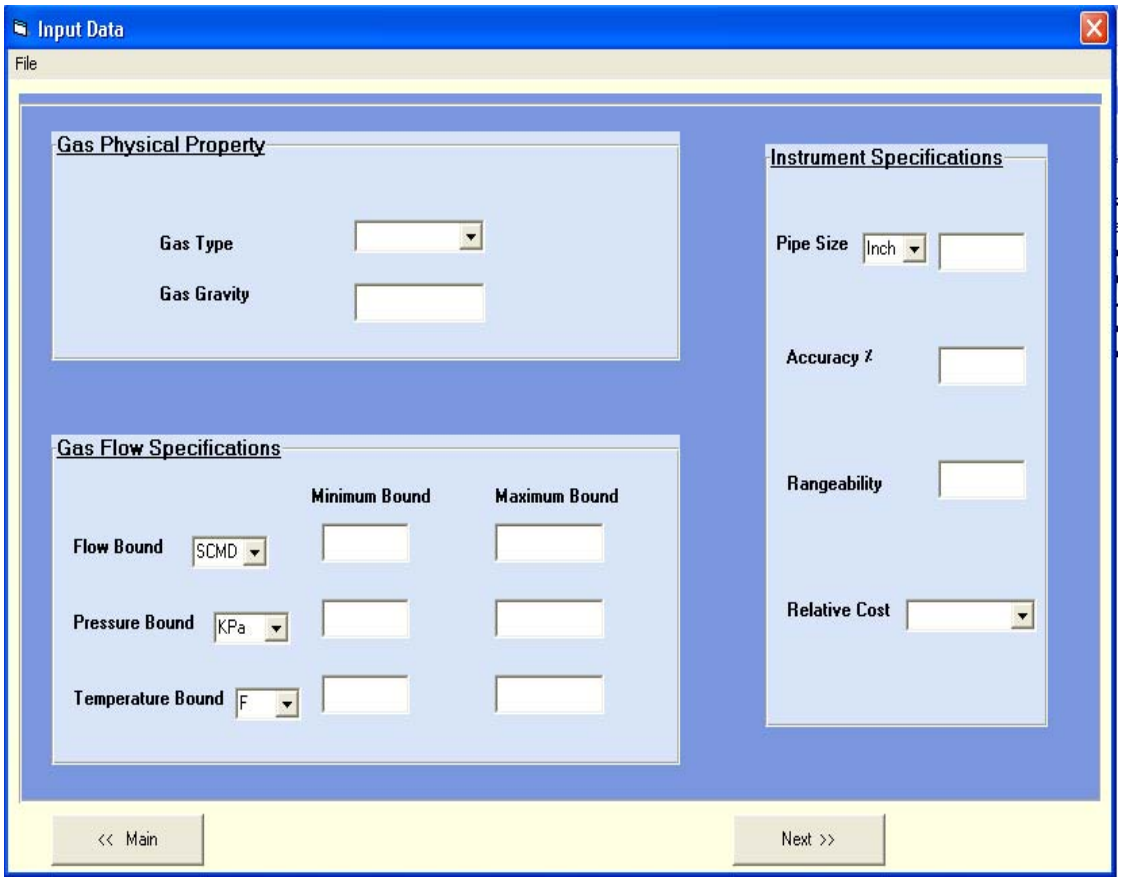


شکل ٦٤.٢: زیر بخش‌های منوی Flow meter

شکل ٦٥.٢: انواع فلومترهای از نوع Differential Pressure

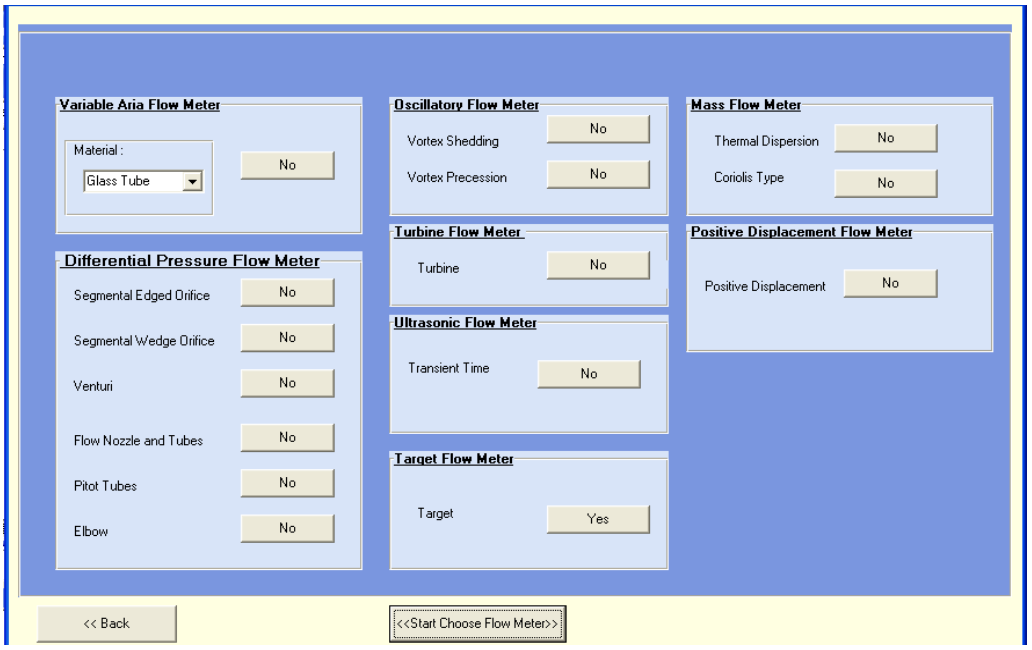
٤. بخش Input Flow Meter Data :

بخش اصلی نرم افزار که مربوط به انتخاب نوع کنتور می باشد در این بخش گنجانده شده، با کلیک بر روی دکمه Input Flow Meter Data صفحه مربوط به اطلاعات فلومتر مورد نظر کاربر ظاهر می شود. در این صفحه اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب فلومتر توسط کاربر وارد می شود.

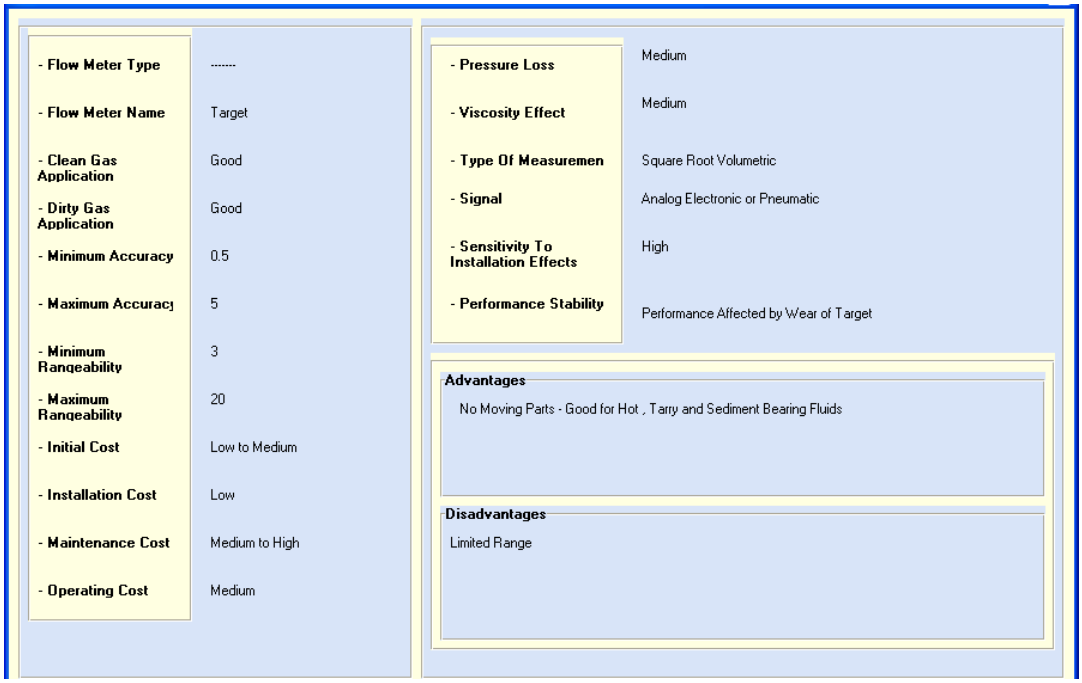


شکل ٦٦.٢: صفحه مربوط به دریافت اطلاعات اولیه فلومتر

در ادامه با وارد کردن اطلاعات ورودی، دکمه Next را زده و نرم افزار وارد صفحه Flow Meter Type Selection می‌شود(شکل ٦٧.٢)،با انتخاب جنس فلومتر Variable Aria در این صفحه دکمه Start Choose Flow meter ظاهر می شود با کلیک بر روی این دکمه فلومترهائی که مورد تایید قرار گرفتند دکمه جلوی اسم آنها Yes و آنهائی که تایید نشدند No می شود. با کلیک بر روی دکمه های Yes و No مشخصات ثانویه مربوط به هر کنتور در صفحه ای جدید نمایان می‌شود(شکل ٦٨.٢).



شکل ۶۷.۲: صفحه نتایج حاصل از ورودیهای کاربر



شکل ۶۸.۲: مشخصات ثانویه مربوط به هر کنتور

۳.۷.۲ بررسی عملکرد نرم‌افزار با ذکر یک مثال

انواع دبی‌سنج‌های متداول در صنعت گاز در جدول ۲-٤۹ آورده شده‌است.

جدول ۲-٤۹: کنتورهای متداول در صنایع گاز

Differential Pressure	Concentric (Square Edged) Orifice Plate	Oscillatory	Vortex Shedding
	Segmental Wedge Orifice Plate		Vortex Precession
	Venturi Tube	Ultrasonic	Transit Time
	Flow Nozzle	Other Type	Turbine
	Pitot Tube		Varaible Area
	Elbow		Target
Mass	Coriolis Type		Positive Displacement
	Thermal Dispersion		

دسته بندی این دبی‌سنج‌ها در نرم‌افزار با توجه به پارامترهای زیر صورت گرفته‌است.

- Gas type (Dirty or Clean)
- Design Pressure
- Design Temperature
- Accuracy(±x% of full Scale)
- Typical Rangeability
- Relative Cost
- Sizes

این مشخصات برای هر دبی‌سنج در جدول گزارش مهرماه [۲] آورده شده‌است (با توجه به شرایط عملیاتی، دبی‌سنج مخصوص همان شرایط انتخاب می‌شود). در مرحله بعد خصوصیات دیگر دبی‌سنج در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. این خصوصیات عبارتنداز:

۱. Initial Cost
۲. Installation Cost
۳. Maintenance Cost
٤. Operating Cost

۵. Pressure Loss

۶. Viscosity Effect

۷. Type Of Measurement

۸. Signal

۹. Sensitivity To Installation Effects

۱۰. Performance Stability

۱۱. Advantages

۱۲. Disadvantages

حال به عنوان مثال ما دبی‌سنج از نوع Variable Area را در نظر می‌گیریم. مشخصات این دبی‌سنج در جدول ۲-۵۰ آورده شده است.

جدول ۲-۵۰: مشخصات دبی‌سنج variable Area

Flowmeter Type	Clean Gas	Dirty Gas	Design Pressure	Design Temperature
Varaible Area	Clean	Limited Application	Up to 350 psig(glass tube) and 720 psig(metal tube)	Up to 400 F(Glass Tube) and 1000F(Metal Tube)

Accuracy(±x% of full scale)	Typical Rangeability	Relative Cost	Sizes	Flow Range
±0.5% to ±10%	5:1 to 12:1	low	Up to 3", also used as bypass meter around a mainline orifice for larger pipe sizes	0 to 2,160,000 SCFD

Pressure Loss	Operating Cost	Maintenance Cost	Installation Cost	Initial Cost
Medium	Medium	Low	Low	Low to Medium

Performance Stability	Sensitivity To Installation Effects	Signal	Type Of Measurement
GOOD	None	Analog Electronic or Pneumatic	Linear Volumetric

Advantages
Somewhat Seif-Cleaning - Direct Indicating - No Power Required - Minimum Piping Requirements - Versions Available with Plastic Liners

Disadvantages
Fluids Under 3cp - Requires Accessories for Data Transmission - Must be Vertically Mounted - Requires Minimum Back Pressure

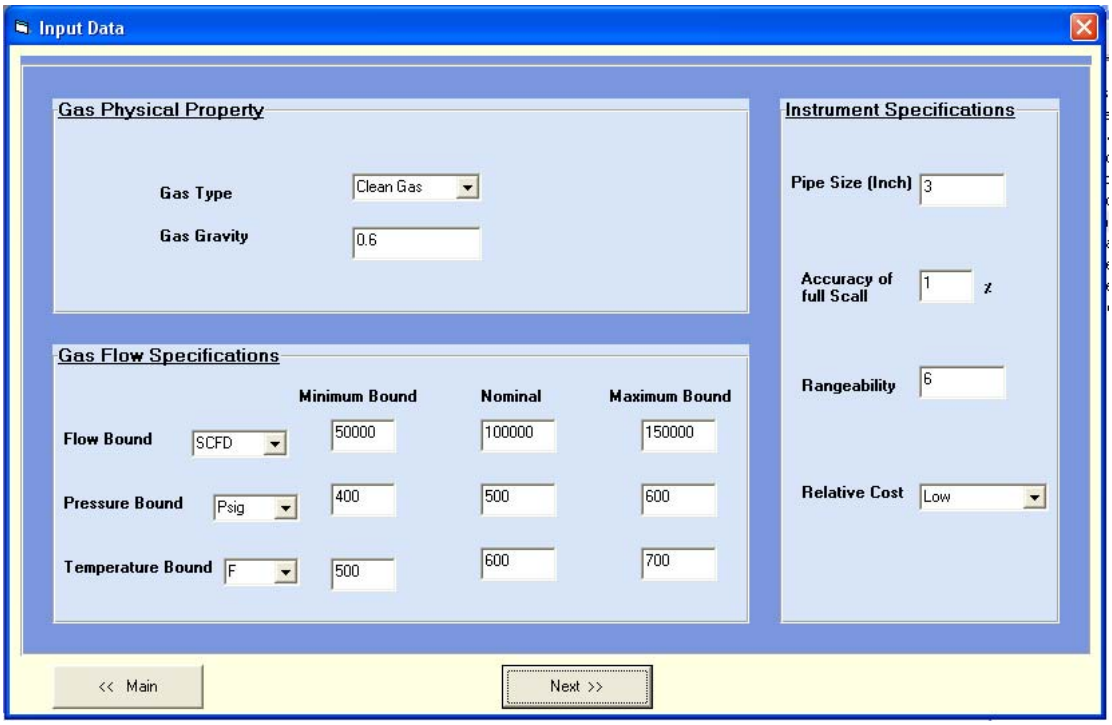
با توجه به جدول داده شده ما برای این دبی‌سنج شرایطی را در ورودی نرم‌افزار طوری در نظرمی‌گیریم که در خروجی نرم افزار، این دبی‌سنج جزء دبی‌سنج‌های انتخابی باشد. شرایط در نظر گرفته شده در جدول ۲-۵۱ آورده شده است.

جدول ۲-۵۱: شرایط در نظر گرفته شده برای دبی‌سنج variable Area

Flowmeter Type	Clean Gas	Dirty Gas	Design Pressure	Design Temperature
Varaible Area	Clean	Limited Application	500 Psig	600 F

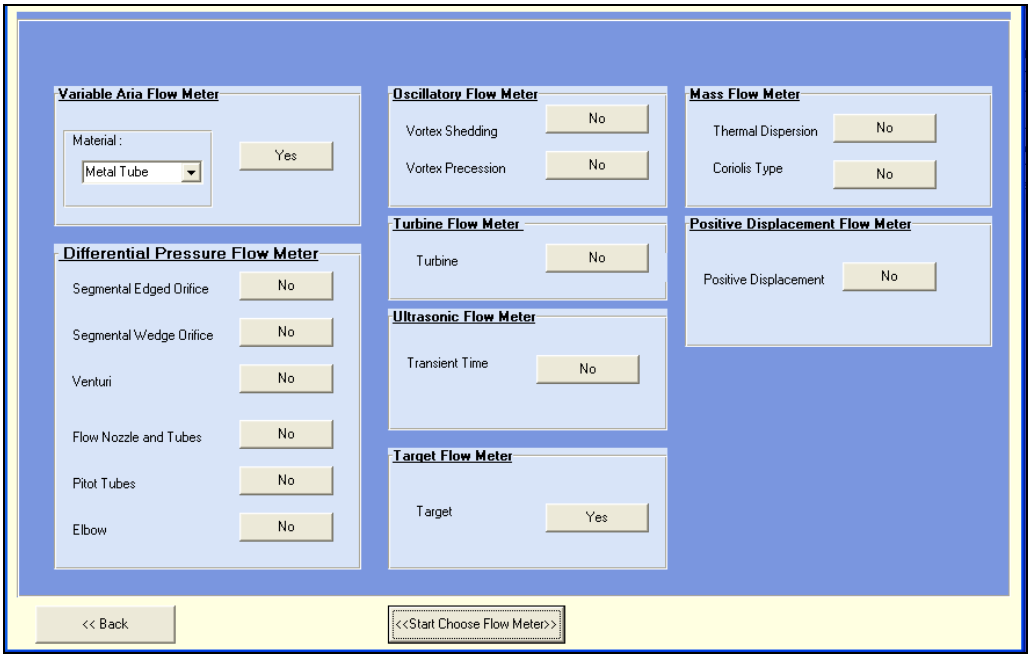
Accuracy(±x% of full scale)	Typical Rangeability	Relative Cost	Sizes	Flow Range
± 1	6	low	2 inch	100000 Scfd

حال نرم‌افزار را اجرا کرده و این داده‌های جدول بالا را در صفحه Input Data وارد می‌کنیم. نمایی از این صفحه در حالتی که داده‌ها در نرم افزار وارد شده را درشکل ۲. ۶۹ داریم.



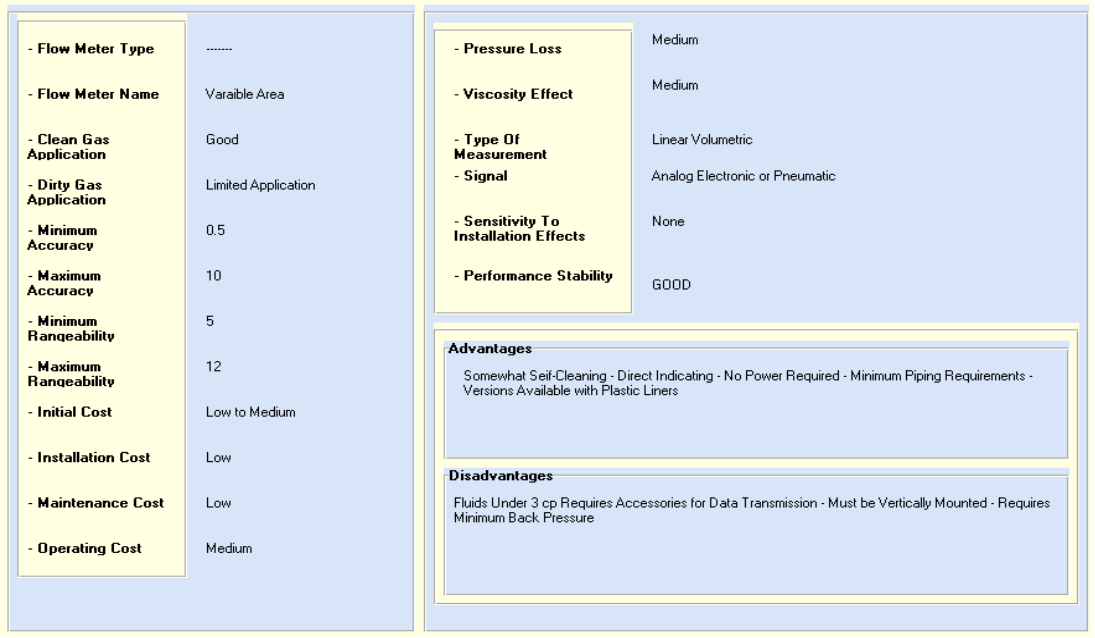
شکل ۲. ٦٩: صفحه اول نرم‌افزار انتخاب کنتور

همانطور که در شکل پیداست، دیتاهای ورودی در صفحه Input Data مطابق با جدول ۲-۵۱ وارد شده‌است، حال دکمه Next را زده وبه صفحه Flow Meter Type Selection می‌رویم. در این صفحه جنس Material را Metal انتخاب می‌کنیم. نتیجه اطلاعات ورودی در شکل ۷۰.۲ آورده شده‌است.



شکل ۷۰.۲: صفحه مربوط به نتایج حاصل از دیتاهای ورودی کاربر

همانطور که در شکل بالا پیداست، دکمه مربوط به دبی‌سنج Variable Area ، Yes شده‌است. دبی‌سنج از نوع Target هم در شرایط داده شده صدق می‌کند زیرا دکمه روبروی این دبی‌سنج هم Yes شده‌است. حال در این قسمت کاربر می‌تواند دیگر اطلاعات موجود در مورد دبی‌سنج را با زدن دکمه Yes ببیند. صفحه حاصل از زدن این دکمه برای این دبی‌سنج در شکل ۷۱.۲ آورده شده‌است.



شکل ۷۱.۲: اطلاعات بیشتر در مورد دبی‌سنج انتخابی

۳ شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه

پیرو درخواست شرکت ملی گاز استان خوزستان مبنی بر شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه، شبکه توزیع این شهر با نرم افزار PSSF شبیه‌سازی شد. برای شبیه‌سازی این شبکه مراحل زیر انجام شده‌است:

۱. درخواست نقشه‌های شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه از شرکت گاز
۲. شماره‌گذاری اجزای شبکه
۳. بدست‌آوردن طول و قطر لوله‌های شبکه از روی نقشه
٤. بدست‌آوردن دبی هر مصرف کننده با شرایط فرضی
۵. وارد کردن اطلاعات شبکه در نرم‌افزار PSSF
٦. نتیجه‌گیری از شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه

۱.۳ درخواست نقشه‌های شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه از شرکت گاز

پیرو درخواست شرکت ملی گاز استان خوزستان مبنی بر شبیه‌سازی شبکه توزیع گاز شهر حمیدیه، نقشه‌های شبکه توزیع این شهر توسط واحد نقشه‌کشی با هماهنگی اداره مهندسی و امور پژوهش در اختیار دفتر پژوهشی شرکت گاز استان خوزستان قرار داده شد.

۲.۳ شماره‌گذاری اجزای شبکه

به منظور شبیه‌سازی شبکه ابتدا باید اجزای شبکه را شماره‌گذاری کرد. هدف از شماره‌گذاری اجزاء عبارتند از:

- سهولت در یافتن اجزای شبکه در نقشه‌های بسیار بزرگ با اجزای بسیار زیاد
- امکان تطابق داده‌های خروجی نرم‌افزار با اجزای شبکه بر حسب شماره داده شده

اجزایی از شبکه که در شبیه‌سازی فرایندی باید شماره‌گذاری شوند، عبارتند از:

- ایستگاه‌های تقلیل فشار TBS و CGS
- لوله‌های موجود در شبکه
- محل اتصال لوله‌ها به عنوان گره در شبکه
- انتهای هر لوله به عنوان گره که به منزله مصرف کننده می‌باشد.

۳.۳ بدست‌آوردن طول و قطر لوله‌های شبکه از روی نقشه

برای بدست آوردن طول لوله‌های شبکه توسط خط‌کش از روی نقشه و تبدیل آنها به طول واقعی با توجه به مقیاس داده شده. مقیاس نقشه‌های داده شده ۱:۲۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰ بوده است. برای تبدیل طول اندازه گرفته شده به طول واقعی کافی است ابتدا واحد آن را به متر تبدیل کرده و سپس در مقیاس نقشه ضرب کنیم. قطر لوله‌های شبکه نیز در نقشه داده شده است.

اکنون با توجه به شماره گذاری انجام شده برای لوله‌ها ، قطر و طول و شماره هر لوله را در جدولی وارد می‌کنیم.

۴.۳ بدست‌آوردن دبی هر مصرف کننده

برای بدست آوردن دبی هر مصرف کننده نیاز به اطلاعات بازاریابی شهر می‌باشد. ولی به دلیل فقدان اطلاعات بازاریابی، روش فرضی خاصی برای بدست آوردن دبی به کار گرفته شد.

شبیه‌سازی خطوط ٤ و ٦ اینچی شبکه توزیع شهر حمیدیه توسط جناب آقای سعید هجری که کارمند اداره گاز بودند، انجام شده است. در این پروژه شبیه‌سازی خطوط لوله ۲ اینچی هم مد نظر قرار گرفته است. برای بدست آوردن دبی هر مصرف کننده ابتدا تعداد مصرف کننده ای که به خطوط

لوله ٤ اینچی متصل است را شمارش کرده و سپس دبی خروجی هر خط لوله ٤ و٦ اینچی را به تعداد مصرف کننده متصل به آن تقسیم می‌کنیم. اطلاعات هر مصرف کننده با توجه به شماره گره آن در پیوست ارائه شده است.

۵.۳ وارد کردن اطلاعات شبکه در نرم‌افزار PSSF

برای وارد کردن اطلاعات بدست آمده در نرم‌افزار مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

۱. پیاده سازی الگوی نقشه در صفحه اصلی نرم‌افزار

۲. شماره‌گذاری اجزای شبکه در نرم‌افزار با توجه به شماره‌گذاری اجزاء در نقشه

۳. وارد کردن اطلاعات اجزاء در نرم افزار

٤. عیب‌یابی شبیه‌سازی و اصلاح اشتباهات احتمالی

۶.۳ نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز حمیدیه

در این بخش نتایج حاصل از شبیه‌سازی شبکه‌ی گاز حمیدیه از قبیل میزان فشار در هر گره، جرم حجمی و گرانروی در جدول ۳-۱۹ ارائه شده‌است. نقشه شبکه گاز حمیدیه به صورت فایلی با فرمت PDF در ضمیمه گزارش آورده شده‌است. در این فایل برای مشاهده بهتر جزئیات، کاربر بایستی از گزینه زوم (ZOOM) در نرم‌افزار استفاده کند. در ضمن به علت حجم بالای صفحات، پرینت آن در گزارش سالیانه آورده نشده‌است. برای مشاهده پرینت کامل آن می‌توانید به فایل ضمیمه شده به گزارش مراجعه نمایید.

جدول ۳-۱: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
1	37	57.874	0.24	0.01
2	43	57.875	0.24	0.01
3	42	57.875	0.24	0.01
4	30	57.871	0.24	0.01
5	31	57.871	0.24	0.01
6	32	57.872	0.24	0.01
7	33	57.873	0.24	0.01
8	34	57.876	0.24	0.01
9	35	57.877	0.24	0.01
10	36	57.877	0.24	0.01
11	44	57.876	0.24	0.01
12	39	57.871	0.24	0.01
13	40	57.873	0.24	0.01
14	41	57.875	0.24	0.01
15	38	57.871	0.24	0.01
16	123	57.879	0.24	0.01
17	18	57.889	0.24	0.01
18	20	57.89	0.24	0.01
19	21	57.89	0.24	0.01
20	22	57.893	0.24	0.01
21	23	57.897	0.24	0.01
22	24	57.896	0.24	0.01
23	25	57.896	0.24	0.01
24	19	57.889	0.24	0.01
25	7	57.889	0.24	0.01
26	9	57.89	0.24	0.01
27	11	57.892	0.24	0.01
28	10	57.89	0.24	0.01
29	12	57.911	0.24	0.01
30	13	57.896	0.24	0.01
31	8	57.911	0.24	0.01
32	1	57.884	0.24	0.01
33	122	57.884	0.24	0.01
34	2	57.885	0.24	0.01
35	4	57.887	0.24	0.01
36	3	57.885	0.24	0.01
37	5	57.892	0.24	0.01
38	26	57.881	0.24	0.01
39	14	57.912	0.24	0.01
40	27	57.879	0.24	0.01

جدول ۳-۲: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
41	28	57.879	0.24	0.01
42	29	57.879	0.24	0.01
43	17	57.879	0.24	0.01
44	16	57.879	0.24	0.01
45	15	57.879	0.24	0.01
46	121	57.914	0.24	0.01
47	6	57.914	0.24	0.01
48	120	57.917	0.24	0.01
49	52	57.917	0.24	0.01
50	45	57.884	0.24	0.01
51	56	58.001	0.24	0.01
52	46	57.884	0.24	0.01
53	47	57.885	0.24	0.01
54	48	57.887	0.24	0.01
55	49	57.891	0.24	0.01
56	50	57.891	0.24	0.01
57	51	57.89	0.24	0.01
58	373	55.93	0.23	0.01
59	192-414	59.059	0.24	0.01
60	138-391	58.398	0.24	0.01
61	394-148	58.402	0.24	0.01
62	173-405	58.383	0.24	0.01
63	131-390	58.398	0.24	0.01
64	54-247	58.017	0.24	0.01
65	152-396	58.389	0.24	0.01
66	172-403	58.384	0.24	0.01
67		59.935	0.25	0.01
68	53	57.994	0.24	0.01
69	54	57.994	0.24	0.01
70	55	57.976	0.24	0.01
71	57	57.554	0.24	0.01
72	249	58.022	0.24	0.01
73	66	57.956	0.24	0.01
74	67	57.957	0.24	0.01
75	60	57.957	0.24	0.01
76	69	57.957	0.24	0.01
77	68	57.957	0.24	0.01
78	61	57.96	0.24	0.01
79	62	57.966	0.24	0.01
80	70	57.981	0.24	0.01

جدول ۳-۳: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
81	71	57.982	0.24	0.01
82	125	57.982	0.24	0.01
83	72	57.981	0.24	0.01
84	59	57.956	0.24	0.01
85	58	57.956	0.24	0.01
86	73	56.159	0.24	0.01
87	65	57.955	0.24	0.01
88	74	56.161	0.24	0.01
89	75	56.16	0.24	0.01
90	76	56.115	0.23	0.01
91	77	56.088	0.23	0.01
92	78	56.089	0.23	0.01
93	79	56.088	0.23	0.01
94	80	56.258	0.24	0.01
95	63	57.984	0.24	0.01
96	64	57.986	0.24	0.01
97	71-249	57.985	0.24	0.01
98	72-250	57.986	0.24	0.01
99	81	56.259	0.24	0.01
100	82	56.261	0.24	0.01
101	83	56.728	0.24	0.01
102	84-318	56.728	0.24	0.01
103	391-138-II	58.397	0.24	0.01
104	403	58.387	0.24	0.01
105	404	58.386	0.24	0.01
106	405	58.382	0.24	0.01
107	392	58.396	0.24	0.01
108	287	56.732	0.24	0.01
109	288	56.731	0.24	0.01
110	393	58.402	0.24	0.01
111	394	58.402	0.24	0.01
112	400	58.386	0.24	0.01
113	399	58.385	0.24	0.01
114	398	58.384	0.24	0.01
115	430	58.383	0.24	0.01
116	397	58.383	0.24	0.01
117	401	58.385	0.24	0.01
118	395	58.384	0.24	0.01
119	396	58.383	0.24	0.01
120	307	56.849	0.24	0.01

جدول ۳-٤: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
121	402	58.383	0.24	0.01
122	412	58.38	0.24	0.01
123	411	58.381	0.24	0.01
124	409	58.382	0.24	0.01
125	407	58.382	0.24	0.01
126	428	58.376	0.24	0.01
127	408	58.376	0.24	0.01
128	410	58.382	0.24	0.01
129	429	58.361	0.24	0.01
130	413	59.056	0.24	0.01
131	415	59.056	0.24	0.01
132	416	59.056	0.24	0.01
133	418	59.04	0.24	0.01
134	420	59.034	0.24	0.01
135	421	59.034	0.24	0.01
136	390	58.398	0.24	0.01
137	414	59.056	0.24	0.01
138	417	59.056	0.24	0.01
139	426	59.031	0.24	0.01
140	427	59.03	0.24	0.01
141	425	59.029	0.24	0.01
142	419	59.028	0.24	0.01
143	424	59.028	0.24	0.01
144	423	59.028	0.24	0.01
145	422	59.033	0.24	0.01
146	89	56.259	0.24	0.01
147	97	56.261	0.24	0.01
148	98	56.261	0.24	0.01
149	126	56.261	0.24	0.01
150	96	56.261	0.24	0.01
151	88	56.258	0.24	0.01
152	87	56.094	0.23	0.01
153	86	56.095	0.23	0.01
154	85	56.094	0.23	0.01
155	92	56.12	0.23	0.01
156	93	56.123	0.23	0.01
157	95	56.258	0.24	0.01
158	94	56.122	0.23	0.01
159	102	56.264	0.24	0.01
160	101	56.261	0.24	0.01

جدول ۳-۵: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
161	100	56.249	0.24	0.01
162	114	56.225	0.24	0.01
163	113	56.223	0.24	0.01
164	112	56.219	0.24	0.01
165	127	56.277	0.24	0.01
166	128	56.287	0.24	0.01
167	115	56.277	0.24	0.01
168	116	56.287	0.24	0.01
169	117	56.218	0.24	0.01
170	118	56.216	0.24	0.01
171	119	56.214	0.24	0.01
172	110	56.216	0.24	0.01
173	108	56.216	0.24	0.01
174	127-307	56.301	0.24	0.01
175	107	56.154	0.24	0.01
176	104	56.156	0.24	0.01
177	84	56.149	0.24	0.01
178	105	56.159	0.24	0.01
179	109	56.158	0.24	0.01
180	103	56.157	0.24	0.01
181	91	56.156	0.24	0.01
182	106	56.183	0.24	0.01
183	111	56.116	0.23	0.01
184	252	57.985	0.24	0.01
185	253	57.987	0.24	0.01
186	283	56.728	0.24	0.01
187	266	58.006	0.24	0.01
188	254	58.007	0.24	0.01
189	250	58.023	0.24	0.01
190	267	58.005	0.24	0.01
191	296	57.996	0.24	0.01
192	271	57.994	0.24	0.01
193	270	57.994	0.24	0.01
194	256	57.99	0.24	0.01
195	257	57.993	0.24	0.01
196	269	57.99	0.24	0.01
197	381	57.988	0.24	0.01
198	268	57.988	0.24	0.01
199	255	57.987	0.24	0.01
200	251	58.043	0.24	0.01

جدول ۳-٦: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
201	259	58.046	0.24	0.01
202	260	58.048	0.24	0.01
203	282	58.05	0.24	0.01
204	282-1	58.051	0.24	0.01
205	317	56.841	0.24	0.01
206	263	58.1	0.24	0.01
207	262	58.148	0.24	0.01
208	201	58.414	0.24	0.01
209	202	58.851	0.24	0.01
210	206	59.014	0.24	0.01
211	173	0	0.24	0.01
212	174	0	0.24	0.01
213	205	58.9	0.24	0.01
214	174-(a)	0	0.24	0.01
215	204	0	0.24	0.01
216	209	0	0.24	0.01
217	203	0	0.24	0.01
218	172	0	0.24	0.01
219	210	0	0.24	0.01
220	284	56.729	0.24	0.01
221	285	56.729	0.24	0.01
222	286-1	56.729	0.24	0.01
223	286	56.73	0.24	0.01
224	291	56.758	0.24	0.01
225	105-319	56.728	0.24	0.01
226	90	56.727	0.24	0.01
227	99	56.727	0.24	0.01
228	90a	56.727	0.24	0.01
229	289	56.728	0.24	0.01
230	290	56.729	0.24	0.01
231	307a	56.784	0.24	0.01
232	309	56.784	0.24	0.01
233	310	56.784	0.24	0.01
234	311	56.785	0.24	0.01
235	312	56.786	0.24	0.01
236	308-1	56.785	0.24	0.01
237	308	56.785	0.24	0.01
238	309	56.789	0.24	0.01
239	305	56.815	0.24	0.01
240	313	56.784	0.24	0.01

جدول ۳-۷: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
241	315	56.783	0.24	0.01
242	314	56.783	0.24	0.01
243	316	56.783	0.24	0.01
244	292	56.728	0.24	0.01
245	293	56.728	0.24	0.01
246	294	56.728	0.24	0.01
247	297	56.728	0.24	0.01
248	295	56.728	0.24	0.01
249	298	56.727	0.24	0.01
250	299	56.727	0.24	0.01
251	300	56.727	0.24	0.01
252	301	56.727	0.24	0.01
253	303	56.808	0.24	0.01
254	302	56.808	0.24	0.01
255	258	56.804	0.24	0.01
256	261	56.806	0.24	0.01
257	279	56.806	0.24	0.01
258	278	56.806	0.24	0.01
259	304	56.805	0.24	0.01
260	280	56.806	0.24	0.01
261	281	56.805	0.24	0.01
262	306	0	0.24	0.01
263	277	56.805	0.24	0.01
264	272	56.804	0.24	0.01
265	274	56.804	0.24	0.01
266	276	56.804	0.24	0.01
267	275	56.804	0.24	0.01
268	273	56.804	0.24	0.01
269	320	56.814	0.24	0.01
270	319	56.813	0.24	0.01
271	318	56.808	0.24	0.01
272	321	56.809	0.24	0.01
273	322	56.809	0.24	0.01
274	323	56.808	0.24	0.01
275	324	56.648	0.24	0.01
276	324a	56.648	0.24	0.01
277	326	56.645	0.24	0.01
278	372a	56.353	0.24	0.01
279	325	56.647	0.24	0.01
280	337	56.613	0.24	0.01

جدول ۳-۸: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
281	334	56.632	0.24	0.01
282	335	56.613	0.24	0.01
283	336	56.613	0.24	0.01
284	378	56.61	0.24	0.01
285	379	56.609	0.24	0.01
286	364	56.611	0.24	0.01
287	365	56.581	0.24	0.01
288	382	56.581	0.24	0.01
289	366	56.58	0.24	0.01
290	368	56.58	0.24	0.01
291	383	56.58	0.24	0.01
292	329	56.579	0.24	0.01
293	332	56.578	0.24	0.01
294	330	56.579	0.24	0.01
295	331	56.629	0.24	0.01
296	333	56.63	0.24	0.01
297	348	56.63	0.24	0.01
298	367	56.579	0.24	0.01
299	328	56.579	0.24	0.01
300	308	57.358	0.24	0.01
301	339	57.302	0.24	0.01
302	338	57.299	0.24	0.01
303	340	57.295	0.24	0.01
304	341	57.293	0.24	0.01
305	356	56.568	0.24	0.01
306	342	57.291	0.24	0.01
307	343	57.292	0.24	0.01
308	346	57.292	0.24	0.01
309	347	57.289	0.24	0.01
310	345	57.284	0.24	0.01
311	344	57.281	0.24	0.01
312	350	57.282	0.24	0.01
313	349	57.28	0.24	0.01
314	372	56.465	0.24	0.01
315	355	56.078	0.23	0.01
316	352	56.063	0.23	0.01
317	361	56.031	0.23	0.01
318	354	55.98	0.23	0.01
319	351	55.946	0.23	0.01
320	353	55.952	0.23	0.01

جدول ۳-۹: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
321	353-1	55.943	0.23	0.01
322	362	56.023	0.23	0.01
323	363	56.022	0.23	0.01
324	359	55.927	0.23	0.01
325	360	55.921	0.23	0.01
326	358	55.915	0.23	0.01
327	358-1	55.906	0.23	0.01
328	357	55.892	0.23	0.01
329	371	56.24	0.24	0.01
330	370	56.21	0.24	0.01
331	374	56.212	0.24	0.01
332	375	56.197	0.24	0.01
333	377	56.174	0.24	0.01
334	370-1	56.219	0.24	0.01
335	376	56.181	0.24	0.01
336	446	56.807	0.24	0.01
337	447	56.805	0.24	0.01
338	448	56.794	0.24	0.01
339	449	56.793	0.24	0.01
340	450	56.768	0.24	0.01
341	451	56.768	0.24	0.01
342	441	56.765	0.24	0.01
343	442	56.766	0.24	0.01
344	440	56.762	0.24	0.01
345	438	56.758	0.24	0.01
346	435	56.756	0.24	0.01
347	434	56.756	0.24	0.01
348	439	56.761	0.24	0.01
349	436	56.757	0.24	0.01
35	433	56.755	0.24	0.01
351	431	56.754	0.24	0.01
352	432	56.754	0.24	0.01
353	437	56.757	0.24	0.01
354	480a	56.765	0.24	0.01
355	481	56.765	0.24	0.01
356	480	56.765	0.24	0.01
357	484	56.763	0.24	0.01
358	483	56.763	0.24	0.01
359	482	56.764	0.24	0.01
360	480b	56.765	0.24	0.01

جدول ۳-۱۰: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
361	479	56.762	0.24	0.01
362	478	56.764	0.24	0.01
363	460	56.716	0.24	0.01
364	461	56.715	0.24	0.01
365	458	56.707	0.24	0.01
366	456	56.704	0.24	0.01
367	457	56.705	0.24	0.01
368	453	56.703	0.24	0.01
369	451	56.702	0.24	0.01
370	454	56.702	0.24	0.01
371	455	56.701	0.24	0.01
372	462	56.699	0.24	0.01
373	461a	56.698	0.24	0.01
374	466	56.698	0.24	0.01
375	465	56.697	0.24	0.01
376	463	56.653	0.24	0.01
377	464	56.652	0.24	0.01
378	467	56.639	0.24	0.01
379	473	56.64	0.24	0.01
380	470	56.632	0.24	0.01
381	471	56.632	0.24	0.01
382	472	56.632	0.24	0.01
383	476	56.63	0.24	0.01
384	477	56.63	0.24	0.01
385	474	56.631	0.24	0.01
386	475	56.63	0.24	0.01
387	476	56.641	0.24	0.01
388	211	58.382	0.24	0.01
389	213	58.381	0.24	0.01
390	203-1	58.383	0.24	0.01
391	214	58.375	0.24	0.01
392	212	58.376	0.24	0.01
393	215	58.372	0.24	0.01
394	216	58.371	0.24	0.01
395	217	58.37	0.24	0.01
396	218	58.369	0.24	0.01
397	219	58.361	0.24	0.01
398	220	58.361	0.24	0.01
399	222	58.359	0.24	0.01
400	223	58.359	0.24	0.01

جدول ۳-۱۱: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
401	225	58.359	0.24	0.01
402	221	58.358	0.24	0.01
403	207	59.062	0.24	0.01
404	228	59.045	0.24	0.01
405	241-a	59.87	0.25	0.01
406	208	59.061	0.24	0.01
407	233	58.919	0.24	0.01
408	232	58.881	0.24	0.01
409	231	58.863	0.24	0.01
410	229	58.861	0.24	0.01
411	226	58.86	0.24	0.01
412	230	58.862	0.24	0.01
413	238	58.85	0.24	0.01
414	235	58.855	0.24	0.01
415	239	58.846	0.24	0.01
416	240	58.845	0.24	0.01
417	241	58.845	0.24	0.01
418	227	58.879	0.24	0.01
419	248	58.859	0.24	0.01
420	246	58.846	0.24	0.01
421	245	58.846	0.24	0.01
422	247	58.861	0.24	0.01
423	244	58.848	0.24	0.01
424	243	58.843	0.24	0.01
425	242	58.842	0.24	0.01
426	237	58.844	0.24	0.01
427	236	58.918	0.24	0.01
428	234	58.854	0.24	0.01
429	175	59.06	0.24	0.01
430	195	59.06	0.24	0.01
431	176	59.06	0.24	0.01
432	189	59.044	0.24	0.01
433	188	59.043	0.24	0.01
434	187	59.043	0.24	0.01
435	183	59.044	0.24	0.01
436	181	59.045	0.24	0.01
437	182	59.044	0.24	0.01
438	178	59.044	0.24	0.01
439	177	59.044	0.24	0.01
440	180	59.042	0.24	0.01

جدول ۳-۱۲: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
441	179	59.042	0.24	0.01
442	185	59.04	0.24	0.01
443	184	59.04	0.24	0.01
444	186	59.04	0.24	0.01
445	193	58.393	0.24	0.01
446	194	58.393	0.24	0.01
447	196	58.397	0.24	0.01
448	195	58.395	0.24	0.01
449	380	58.39	0.24	0.01
450	191	58.387	0.24	0.01
451	192	58.388	0.24	0.01
452	151	58.386	0.24	0.01
453	152	58.387	0.24	0.01
454	153	58.378	0.24	0.01
455	154	58.379	0.24	0.01
456	155	58.378	0.24	0.01
457	150	58.385	0.24	0.01
458	145	58.388	0.24	0.01
459	146	58.386	0.24	0.01
460	144	58.392	0.24	0.01
461	143	58.401	0.24	0.01
462	142	58.401	0.24	0.01
463	142-a	58.404	0.24	0.01
464	141	58.398	0.24	0.01
465	140	58.398	0.24	0.01
466	138	58.398	0.24	0.01
467	139-a	58.401	0.24	0.01
468	135	58.398	0.24	0.01
469	147	58.37	0.24	0.01
470	148	58.373	0.24	0.01
471	149	58.371	0.24	0.01
472	197	58.406	0.24	0.01
473	136	58.398	0.24	0.01
474	134	58.398	0.24	0.01
475	132	58.397	0.24	0.01
476	130	58.397	0.24	0.01
477	129	58.397	0.24	0.01
478	133	58.398	0.24	0.01
479	131	58.397	0.24	0.01
480	199	58.399	0.24	0.01

جدول ۳-۱۳: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)
481	137	58.399	0.24	0.01
482	199-a	58.4	0.24	0.01
483	158	58.402	0.24	0.01
484	159	58.403	0.24	0.01
485	198	58.407	0.24	0.01
486	200	58.413	0.24	0.01
487	171-b	58.411	0.24	0.01
488	171a	0	0.24	0.01
489	160	58.396	0.24	0.01
490	161	58.395	0.24	0.01
491	164	58.384	0.24	0.01
492	165	58.383	0.24	0.01
493	166	58.383	0.24	0.01
494	167	58.383	0.24	0.01
495	163	58.383	0.24	0.01
496	162	58.383	0.24	0.01
497	169	0	0.24	0.01
498	168	0	0.24	0.01
499	170	0	0.24	0.01
500	171	0	0.24	0.01
501	443	56.761	0.24	0.01
502	445	56.76	0.24	0.01
503	444	56.76	0.24	0.01

جدول ۳-۱٤: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
1	37f	5.5	57.874	0.24	0.01
2	38f	5.5	57.871	0.24	0.01
3	39f	5.5	57.871	0.24	0.01
4	40f	5.5	57.873	0.24	0.01
5	41f	5.5	57.875	0.24	0.01
6	30f	5.5	57.871	0.24	0.01
7	43f	5.5	57.875	0.24	0.01
8	44f	5.5	57.876	0.24	0.01
9	18f	5.5	57.889	0.24	0.01
10	25f	5.5	57.896	0.24	0.01
11	8f	7	57.911	0.24	0.01
12	7f	5.5	57.889	0.24	0.01
13	9f	5.5	57.89	0.24	0.01
14	10f	5.5	57.89	0.24	0.01
15	11f	5.5	57.892	0.24	0.01
16	13f	5.5	57.896	0.24	0.01
17	15f	5.5	57.879	0.24	0.01
18	16f	5.5	57.879	0.24	0.01
19	17f	5.5	57.879	0.24	0.01
20	51f	5.5	57.89	0.24	0.01
21	49f	5.5	57.891	0.24	0.01
22	48f	5.5	57.887	0.24	0.01
23	47f	5.5	57.885	0.24	0.01
24	46f	5.5	57.884	0.24	0.01
25	45f	5.5	57.884	0.24	0.01
26	1f	5.5	57.884	0.24	0.01
27	52f	5.5	57.917	0.24	0.01
28	372f	320	56.352	0.24	0.01
29	352f	46	56.063	0.23	0.01
30	351f	45.7	55.946	0.23	0.01
31	363f	45.7	56.022	0.23	0.01
32	362f	45.7	56.023	0.23	0.01
33	360f	45.7	55.921	0.23	0.01
34	357f	45.7	55.892	0.23	0.01
35	373f	45.7	55.93	0.23	0.01
36	370f	45.7	56.21	0.24	0.01
37	376f	45.7	56.181	0.24	0.01
38	377f	45.7	56.174	0.24	0.01
39	375f	45.7	56.197	0.24	0.01
40	281f	4.1	56.805	0.24	0.01

جدول ۳-۱۵: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
41	306f	0	0	0.05	0.01
42	TBSf	10	59.935	0.25	0.01
43	53f	125	57.994	0.24	0.01
44	57f	125	57.554	0.24	0.01
45	66f	7.6	57.956	0.24	0.01
46	67f	7.6	57.957	0.24	0.01
47	69f	7.6	57.957	0.24	0.01
48	65f	7.6	57.955	0.24	0.01
49	79f	14.25	56.088	0.23	0.01
50	77f	14.25	56.088	0.23	0.01
51	58f	7.6	57.956	0.24	0.01
52	73f	14.25	56.159	0.24	0.01
53	75f	14.25	56.16	0.24	0.01
54	80f	5.2	56.258	0.24	0.01
55	76f	14.25	56.115	0.23	0.01
56	72f	7.6	57.981	0.24	0.01
57	63f	7.6	57.984	0.24	0.01
58	64f	7.6	57.986	0.24	0.01
59	81f	4.1	56.259	0.24	0.01
60	82f	4.1	56.261	0.24	0.01
61	83f	4.1	56.728	0.24	0.01
62	390f	3.3	58.398	0.24	0.01
63	288f	4.1	56.731	0.24	0.01
64	98f	4.1	56.261	0.24	0.01
65	87f	14.25	56.094	0.23	0.01
66	85f	14.25	56.094	0.23	0.01
67	95f	4.1	56.258	0.24	0.01
68	94f	14.25	56.122	0.23	0.01
69	116f	4.1	56.287	0.24	0.01
70	115f	4.1	56.277	0.24	0.01
71	119f	100	56.214	0.24	0.01
72	108f	14.75	56.216	0.24	0.01
73	107f	14.25	56.154	0.24	0.01
74	109f	14.25	56.158	0.24	0.01
75	91f	14.25	56.156	0.24	0.01
76	84f	14.25	56.149	0.24	0.01
77	111f	14.25	56.116	0.23	0.01
78	266f	8.8	58.006	0.24	0.01
79	256f	7.6	57.99	0.24	0.01
80	257f	7.6	57.993	0.24	0.01

جدول ۳-۱۶: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
81	255f	7.6	57.987	0.24	0.01
82	173f	0	0	0.05	0.01
83	174f	0	0	0.05	0.01
84	210f	0	0	0.05	0.01
85	213f	8.5	58.381	0.24	0.01
86	214f	8.3	58.375	0.24	0.01
87	220f	8.3	58.361	0.24	0.01
88	218f	8.3	58.369	0.24	0.01
89	225f	8.3	58.359	0.24	0.01
90	221f	8.3	58.358	0.24	0.01
91	207-a	50	59.062	0.24	0.01
92	241a	124.7	59.87	0.25	0.01
93	TBS		60	0.25	0.01
94	226f	11	58.86	0.24	0.01
95	227f	11	58.879	0.24	0.01
96	242f	11	58.842	0.24	0.01
97	243f	11	58.843	0.24	0.01
98	247f	11	58.861	0.24	0.01
99	248f	11	58.859	0.24	0.01
100	246f	11	58.846	0.24	0.01
101	234f	11	58.854	0.24	0.01
102	176f	0	0	0.05	0.01
103	189f	9.2	59.044	0.24	0.01
104	188f	9.6	59.043	0.24	0.01
105	177f	9.2	59.044	0.24	0.01
106	179f	9.2	59.042	0.24	0.01
107	184f	9.2	59.04	0.24	0.01
108	186f	9.2	59.04	0.24	0.01
109	193f	20	58.393	0.24	0.01
110	191f	18	58.387	0.24	0.01
111	192f	18	58.388	0.24	0.01
112	150f	12.5	58.385	0.24	0.01
113	146f	12.5	58.386	0.24	0.01
114	141f	12.5	58.398	0.24	0.01
115	140f	3.3	58.398	0.24	0.01
116	139af	12.5	58.401	0.24	0.01
117	147f	18	58.37	0.24	0.01
118	148f	18	58.373	0.24	0.01
119	149	18	58.371	0.24	0.01
120	129f	3.3	58.397	0.24	0.01

جدول ۳-۱۷: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
121	131f	3.3	58.397	0.24	0.01
122	133f	3.3	58.398	0.24	0.01
123	137f	3.3	58.399	0.24	0.01
124	167f	3.3	58.383	0.24	0.01
125	163f	3.3	58.383	0.24	0.01
126	162f	3.3	58.383	0.24	0.01
127	172f	0	0	0.05	0.01
128	169f	0	0	0.05	0.01
129	168f	0	0	0.05	0.01
130	477f	6.9	56.63	0.24	0.01
131	475f	6.9	56.63	0.24	0.01
132	473f	6.9	56.64	0.24	0.01
133	472f	6.9	56.632	0.24	0.01
134	471f	6.9	56.632	0.24	0.01
135	464f	6.9	56.652	0.24	0.01
136	467f	6.9	56.639	0.24	0.01
137	484f	6.9	56.763	0.24	0.01
138	481f	6.9	56.765	0.24	0.01
139	479f	6.9	56.762	0.24	0.01
140	478f	6.9	56.764	0.24	0.01
141	461f	6.9	56.715	0.24	0.01
142	465f	6.9	56.697	0.24	0.01
143	461af	6.9	56.698	0.24	0.01
144	455f	6.9	56.701	0.24	0.01
145	451f	6.9	56.702	0.24	0.01
146	456f	6.9	56.704	0.24	0.01
147	441f	6.9	56.765	0.24	0.01
148	439f	6.9	56.761	0.24	0.01
149	436f	6.9	56.757	0.24	0.01
150	432f	6.9	56.754	0.24	0.01
151	434f	6.9	56.756	0.24	0.01
152	445f	6.9	56.76	0.24	0.01
153	444f	6.9	56.76	0.24	0.01
154	99f	4.1	56.727	0.24	0.01
155	326f	6.9	56.645	0.24	0.01
156	328f	6.9	56.579	0.24	0.01
157	325f	6.9	56.647	0.24	0.01
158	329f	6.9	56.579	0.24	0.01
159	332f	6.9	56.578	0.24	0.01
160	331f	6.9	56.629	0.24	0.01

جدول ۳-۱۸: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
161	348f	6.9	56.63	0.24	0.01
162	367f	6.9	56.579	0.24	0.01
163	379f	6.9	56.609	0.24	0.01
164	368f	6.9	56.58	0.24	0.01
165	364f	6.9	56.611	0.24	0.01
166	338f	17	57.299	0.24	0.01
167	344f	16.6	57.281	0.24	0.01
168	349f	16.6	57.28	0.24	0.01
169	343f	16.6	57.292	0.24	0.01
170	342f	16.6	57.291	0.24	0.01
171	261f	4.1	56.806	0.24	0.01
172	258f	4.1	56.804	0.24	0.01
173	275f	4.1	56.804	0.24	0.01
174	274f	4.1	56.804	0.24	0.01
175	272f	4.1	56.804	0.24	0.01
176	299f	4.1	56.727	0.24	0.01
177	301f	4.1	56.727	0.24	0.01
178	297f	4.1	56.728	0.24	0.01
179	315f	4.1	56.783	0.24	0.01
180	292f	4.1	56.728	0.24	0.01
181	308f	4.1	56.785	0.24	0.01
182	307af	4.1	56.784	0.24	0.01
183	309f	4.1	56.784	0.24	0.01
184	289f	4.1	56.728	0.24	0.01
185	290f	4.1	56.729	0.24	0.01
186	232f	11	58.881	0.24	0.01
187	236f	11	58.918	0.24	0.01
188	237f	11	58.844	0.24	0.01
189	90af	4.1	56.727	0.24	0.01
190	268f	7.6	57.988	0.24	0.01
191	304f	4.1	56.805	0.24	0.01
192	316f	4.1	56.783	0.24	0.01
193	323f	8.5	56.808	0.24	0.01
194	347f	16.6	57.289	0.24	0.01
195	412f	120	58.38	0.24	0.01
196	402f	3.3	58.383	0.24	0.01
197	421f	9.2	59.034	0.24	0.01
198	422f	9.2	59.033	0.24	0.01
199	423f	9.2	59.028	0.24	0.01
200	419f	9.2	59.028	0.24	0.01

جدول ۳-۱۹: نتایج شبیه‌سازی شبکه گاز شهری حمیدیه(ادامه)

ردیف	شماره مصرف کننده	دبی (m^3/h)	فشار (m^3/h)	جرم حجمی (lb/ft^3)	گرانروی (cP)
201	427f	9.2	59.03	0.24	0.01
202	416f	9.2	59.056	0.24	0.01
203	417f	9.2	59.056	0.24	0.01
204	408f	12	58.376	0.24	0.01
205	429f	90	58.361	0.24	0.01
206	410f	50	58.382	0.24	0.01
207	395f	3.8	58.384	0.24	0.01
208	396f	3.3	58.383	0.24	0.01
209	397f	3.3	58.383	0.24	0.01
210	394f	3.3	58.402	0.24	0.01
211	392f	8	58.396	0.24	0.01
212	401f	3.3	58.385	0.24	0.01

۷.۳ مراجع

[۱] www.ftimeters.com

[۲] www.oval.co.jp

[۳] www.emersonprocess.com

[٤] info.smithmeter.com

[٥] D. W. Spitzer, Flow Measurement, 2nd Edition, ISA,USA, 2001.

[٦] J. G. Kopp, Primary Floe Element Applications- Which One and Why, ISA/82 International Conference and Exhibit, Oct. 1982.

[۷] J. G. Kopp, Primary Floe Element Applications- Which One and Why, ISA/82 International Conference and Exhibit, Oct. 1982.

[۸] http://www.omega.com/prodinfo/ultrasonicflowmeters.html

[۹] http://www.IGEM.com

[10] http://www.processcontrolscorp.com/index.htm

[11] http://www.omega.com/info.html

[12] http://www.flowresearch.com

[13] http://www.coleparmer.co.uk/index.asp?index=home

[14] D.W.Spitzer,Editor-"Flow Measurement" , Practical Guides for Measurement and Control, ISA-The Instrumentation,System,and Automation Society,2۰00.

۴ مروری بر تکنولوژی‌های بدون ترانشه[۲۹]

تکنولوژی بدون ترانشه از جمله روش‌های مدرن جایگذاری خطوط لوله در زیر خاک بوده که در این روش لوله بدون نیاز به حفاری کل مسیر در محل مورد نظر قرار می‌گیرد. مسیرهایی که خط لوله از زیر خیابان، رودخانه یا هر جایی که امکان حفاری نبوده و با حفاری مشکلات متعددی چون ترافیک، خرابی بنا و امثال این موارد پیش می‌آید، روش بدون ترانشه اهمیت خود را نشان می‌دهد. البته عنوان بدون ترانشه یک نام سمبلیک بوده و این روش کاملا مستقل از حفاری نیست بلکه تنها نیاز به حفاری به حداقل ممکن می‌رسد. مزایای استفاده از این تکنولوژی را می‌توان موارد ذیل برشمرد.

۱. به حداقل رساندن مزاحمت و یا توقف کارهای روزمره در منطقه لوله‌گذاری

۲. به حداقل رساندن جابه‌جایی تجهیزات نصب لوله

۳. کاهش میزان صدمات احتمالی به دیگر تجهیزات مدفون در خاک

٤. کاهش حجم خاک برداری و مسائل مربوط بدین مسئله

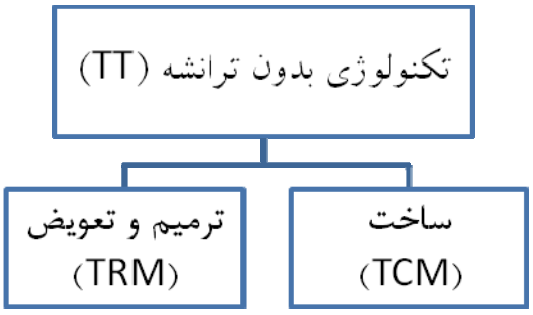
۵. افزایش ایمنی عمومی به علت عدم وجود کانال

۱.۴ انواع روش‌های بدون ترانشه

تکنولوژی بدون ترانشه را می‌توان به دو گروه اصلی طبق شکل ۱۲.۲ تقسیم نمود.

---

[29] Trenchless Technology (TT)

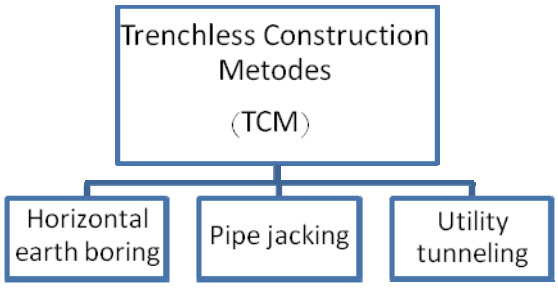


شکل ۱.٤: دسته بندی کلی تکنولوژی های بدون ترانشه

کلیه روش‌های TT که منجر به اجرا و بارگذاری خطوط لوله جدید می‌شود، جزء گروه TCM[۳۰] بوده و روش‌های بدون ترانشه که برای تعویض، ترمیم و رفع عیوب خطوط قدیمی استفاده می‌شوند جزء دسته‌ی TRM[۳۱] می‌باشند. شرح کاملی از روش‌های TT و زیر شاخه‌های آن در منابع [۸-۱] ارائه شده‌است. در این‌بخش بحث مختصری در مورد انواع این روش‌ها ارائه می‌گردد.

۱.۱.۴ تکنولوژی بی‌ترانشه جهت نصب خطوط لوله جدید (TCM)

همانگونه که قبلا اشاره گردید، گروه TCM کلیه‌ی روش‌های نصب و بارگذاری خطوط لوله و یا تجهیزات در زیر خاک بدون نیاز به حفاری مستقیم را شامل می‌گردد. با توجه به روش اجرا، گروه TCM را می‌توان مطابق با شکل ۲.٤ به سه گروه اصلی تقسیم نمود.



شکل ۲.٤: انواع روش‌های TCM از لحاظ نحوه‌ی اجرا

در روش HEB[۳۲] کلیه‌ی عملیات حفاری و تخلیه‌ی تونل به کمک دستگاه‌های مکانیکی انجام شده و نیازی به دخالت نیروی انسانی نمی‌باشد. در حالیکه روش PJ[۳۳] و UT[۳٤] برای حفاری و

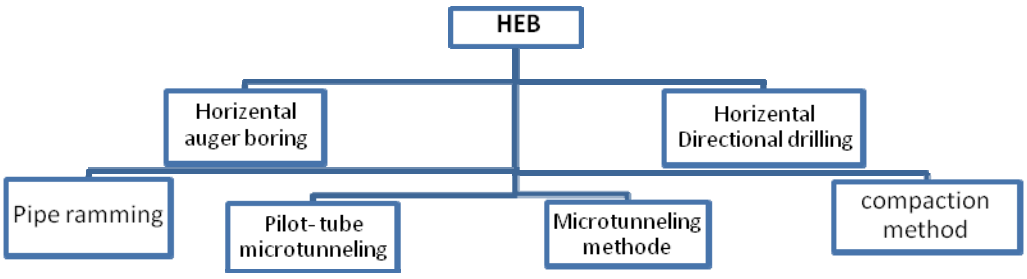
[30] Trenchless construction method
[31] Trenchless renewal method
[32] Horizontal earth boring
[33] Pipe Jacking

تخلیه‌ی تونل نیازمند استفاده از نیروی انسانی می‌باشند. علاوه بر این روش UT برای اجرا نیاز به یک بدنه محافظ در تونل نیز می‌باشد[۱]. خصوصیات عمده این دو روش در جدول٤-۱ ارائه شده‌است.

جدول٤-۱: مشخصات عمده دو روش UT و PJ

روش	محدوده‌ی قطرلوله (in)	ماکزیمم طول نصب (ft)	جنس لوله‌ها	مصارف	دقت
PJ & UT	٤۲ به بالا	۱۵۰۰	RCP[۳۷],GRP[۳۸] و فولاد	خطوط لوله فشاری[۳۵] و وزنی[۳٦]	±۱in

روش HEB خود در انواع مختلف اجرا می‌شود،شکل ۳.٤ زیر شاخه‌های این گروه را نشان داده و مشخصات اصلی این روش‌ها در جدول٤-۲ ارائه شده است.



شکل ۳.٤: انواع مختلف روش‌های HEB

[34] Utility tunneling
[35] Pressure Piping
[36] Gravity Piping
[37] Reinforced Concrete Pipe
[38] Glass Reinforced Plastic

جدول٤-٢: مشخصات عمده روش‌های مختلف HEB

روش	محدوده‌ی قطرلوله (in)	ماکزیمم طول نصب (ft)	جنس لوله‌ها	مصارف	دقت
Auger boring	٤-٦٠	٦٠٠	فولاد	خطوط گذرنده از زیر جاده یا ریل	±١% از طول تونل
Microtunneling	١٠-١٣٦	٥٠٠-١٥٠٠	RCP,GRP,VCP,DIP[٣٩], PCP[٤٠], فولاد	خطوط لوله وزنی	±١%
Mini-HDD	٢-١٢	٦٠٠	PE[٤١],PVC,FRP[٤٢], فولاد	خطوط لوله فشاری، کابل‌ها	متغیر
Midi-HDD	١٢-٢٤	١٠٠٠	PE, فولاد	خطوط لوله فشاری	متغیر
Maxi-HDD	٢٤-٤٨	٦٠٠٠	PE, فولاد	خطوط لوله فشاری	متغیر
Pipe ramming	تا ١٢٠	٤٠٠	فولاد	خطوط گذرنده از زیر جاده یا ریل	وابسته به نحوه‌ی نصب
Compaction methods	زیر ٨	٢٥٠	تمام جنس‌ها	برای لوله یا کابل	±١% از طول تونل

نقطه‌ی مشترک تمامی روش‌های فوق کاربرد آنها برای جایگذاری خط لوله در زیر خاک بدون نیاز به حفاری می‌باشد. با بررسی این روش‌ها و نیز مروری بر کارهای انجام گرفته به کمک این تکنولوژی، موردی که در آن از روش بدون ترانشه برای نصب و جایگذاری شبکه خطوط لوله استفاده شده‌باشد، مشاهده نگردید و روش‌های فوق همانگونه که ذکر گردید برای جایگذاری یک خط بدون انشعاب‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

[39] Ductile Iron Pipe
[40] Precast Concrete Pipe
[41] Poly Ethylene
[42] Fiberglass reinforced pipe

۲.۴ امکان‌سنجی فنی و اقتصادی تکنولوژی‌های حفاری بدون ترانشه

پیرو سمینار برگزار شده مرتبط با معرفی بخش خدمات فنی و مهندسی و علاقه‌مندی مدعوین محترم از شرکت گاز به مباحث مرتبط با تکنولوژی‌های بدون ترانشه، بررسی و معرفی بیشتر این روش‌ها در دستور کار دفتر پژوهش قرار گرفت. پس از معرفی اجمالی روش‌های مختلف حفاری بدون ترانشه در بخش قبل، با توجه به کاربرد بیشتر روش HDD[۴۳]([۹]) در این فصل محدودیت‌ها و ملاحظات فنی و اقتصادی که در استفاده از این روش باید در نظر داشت به طور خلاصه معرفی می‌شوند.

روش‌های HDD صرفنظر از بهینه‌بودن و کارایی آن، دارای محدودیت‌ها و معایبی می‌باشند که اتمام مراحل کار و رضایت از استفاده‌ی روش فوق وابسته به میزان دقت و بررسی موارد لازم قبل از اجرای HDD می‌باشد. طراحی HDD به عوامل مختلفی چون ساختار خاک، نوع زمین، تجهیزات لازم و بسیاری موارد دیگر بستگی دارد. علی‌رغم تمامی بررسی‌ها و مطالعات اولیه برای اجرای HDD، در نهایت بدلیل رخ‌دادن بسیاری از مسائل که در حین اجرا بروز می‌نمایند، تغییر مسیر کانال از مسیر طراحی شده، احتمال دور از ذهنی نمی‌باشد. از اینرو هر چه بررسی‌ها و مطالعات اولیه گسترده‌تر و دقیق‌تر باشد، تصویر روشن‌تری از ادامه‌ی مسیر قابل ترسیم خواهد بود و راحت‌تر می‌توان مشکلات بوجود آمده در حین کار را مرتفع نمود.

۱.۲.۴ ملاحظات فنی

همانگونه که در بخش قبل اشاره شده روش‌های متعددی برای لوله‌گذاری موجود می‌باشد. در این بین برای انتخاب روش HDD فاکتورهای زیادی وجود دارند که می‌توانند در انتخاب روش HDD به عنوان روش بهینه کمک نمایند. صرفنظر از محدودیت‌های فنی، بحث اقتصادی حرف اول را در انتخاب روش بهینه می‌زند. به عبارتی هرگاه هزینه‌های اجرای HDD کمتر از دیگر روش‌ها باشد (که به‌طور معمول اینگونه است[۱۰]) ترجیح به استفاده از HDD است. در کنار موارد اقتصادی محدودیت‌های فنی موجود در این روش نیز اهمیت خاص خود را دارند. روش‌های HDD موجود با تمام رشد و توسعه‌ای که تاکنون داشته‌اند، همچنان دارای محدودیت‌های فنی چون: ماکزیمم قطر و

[۴۳] Horizental Directional Drilling

طول کانال حفاری، محدودیت در نیروی رانش لوله‌ها و نیز کاهش کنترل مسیر لوله در طول‌های طویل، اشاره نمود. از اینرو در کنار تمامی مزایای روش HDD قبل از انتخاب آن باید بررسی کاملی در مورد فاکتورهایی که در این قسمت بدان‌ها اشاره می‌شود، انجام گرفته باشد.

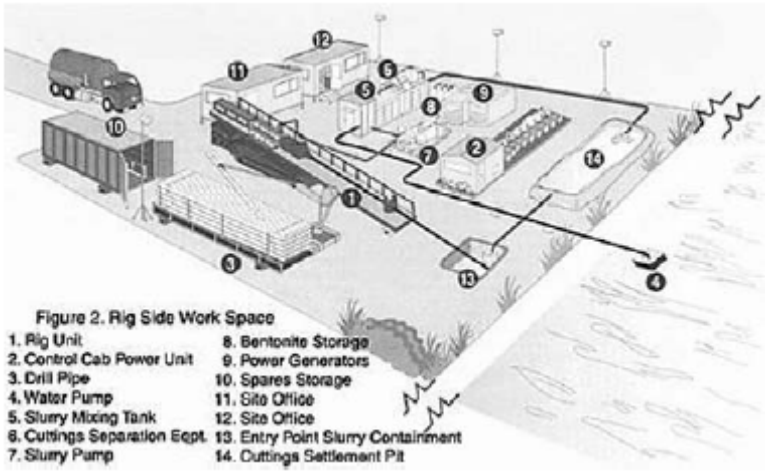
روش HDD صرفنظر از میزان هزینه هرگاه به کمک تجهیزات، متخصصین و اطلاعات موجود قابل اجرا باشد، از نظر فنی امکان‌پذیر تعریف می‌شود. یکی از مهم‌ترین عواملی که امکان‌پذیری این روش را مشخص می‌کند، مکان استفاده از این روش است. به عبارتی بررسی محل استفاده از HDD گام نخست در تعیین کارایی روش بوده و یکی از بخش‌های مهم در اجرای HDD می‌باشد. به کمک اطلاعات بدست آمده از این قسمت، می‌توان شماتیک انجام طرح را ترسیم و در مورد تجهیزات لازم و بسیاری موارد دیگر اظهار نظر نمود.

۲.۲.۴ ارزیابی مکان

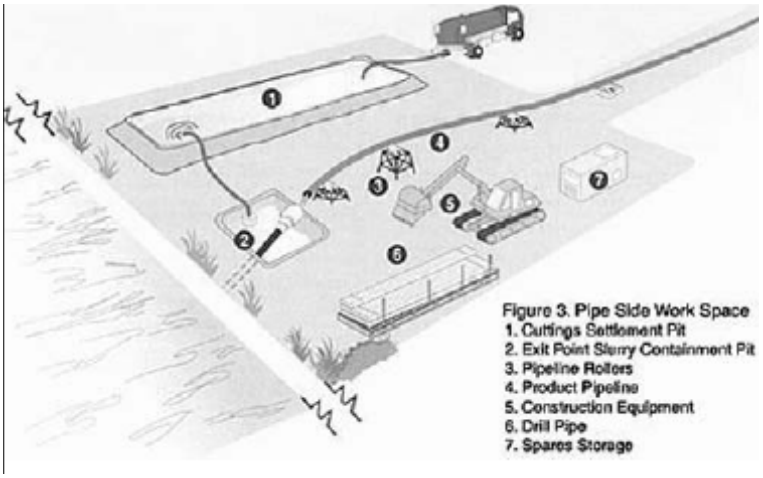
همانگونه که اشاره گردید انتخاب HDD باید بر اساس منطقه‌ای باشد که کار در آن انجام می‌گیرد. با انتخاب HDD مراحل طراحی، حفاری و نصب باید بر اساس خصوصیات منطقه‌ی کاری باشد. برخی از این خصوصیات مشتمل بر: ساختار خاک منطقه، لایه‌های موجود در خاک و نیز سطح آب‌های زیرزمینی می‌باشد. برای این منظور باید اطلاعات ژئولوژیکی، توپوگرافی، هیدروگرافی و ژئوتکنیکال محل در دسترس باشد.

شرایط سطح

اولین بحث در مورد شرایط مناسب سطح، وجود فضای لازم برای تجهیزات HDD می‌باشد. برای استفاده از روش HDD بخش‌های مختلفی درگیر می‌شوند. در شکل ٤.٤ و شکل ٥.٤ این بخش‌ها نشان داده شده‌اند. سطح لازم برای انجام عملیات حفاری معمولا از سطح حفاری باز کمتر می‌باشد. همچنین دسترسی منطقه به راه‌های ارتباطی و انرژی الکتریکی نیز از موارد مهم می باشد.



شکل ٤.٤: بخش‌های مختلف برای اجرای روش HDD (ابتدای مسیر)



شکل ٥.٤ :بخش‌های مختلف برای اجرای روش HDD (انتهای مسیر)

مساحت مورد نیاز

مساحت منطقه‌ای که توسط تجهیزات اشغال می‌شود رابطه‌ی مستقیم با قطر و طول لوله‌های حفاری دارد. جدول٤-٣ فضای لازم را بر اساس قطر و طول لوله ارائه می‌دهد. معمولا فضای ۲۵ در ۵۰ فوت برای قرارگیری تجهیزات کافی می‌باشد. هر چند تامین چنین فضایی در مناطق شهری معمولا امکان‌پذیر نیست. از اینرو در موارد این‌چنینی تجهیزات باید به صورت خطی پشت سر هم قرار گیرند. برای سایزهای بزرگ فضایی در حدود ۱۵۰ در ۲۵۰ فوت لازم می‌باشد. در شکل ٦.٤ نمونه‌ای از تجهیزات مربوط به سایز بزرگ دیده می‌شود.

جدول٤-٣: برخی مشخصات دستگاه‌های لوله‌گذاری به روش HDD

	سایز کوچک	سایز متوسط	سایز بزرگ
نیروی جلوبرنده/کشش	<٤٠٠٠٠lbs	٤٠٠٠٠lbs-١٠٠٠٠٠lbs	>١٠٠٠٠٠lbs
حداکثر گشتاور	<٤٠٠٠ft.lbs.	٤٠٠٠ ft.lbs.-٢٠٠٠٠ft.lbs.	>٢٠٠٠٠ft.lbs.
سرعت دوران	<١٣٠RPM	١٣٠-٢١٠RPM	>٢١٠RPM
طول لوله	٥-١٥ft.	١٠-٣٠ft	٣٠-٤٠ft
مساحت پیشنهادی برای انجام کار	٢٠ft×٦٠Ft	١٠٠ft×١٥٠Ft	١٥٠ft×٢٥٠Ft

شکل ٦.٤: یک نمونه دستگاه حفاری برای اندازه‌های بزرگ

سیال حفاری

با توجه به نیاز روش HDD به سیال حفاری، ترجیحا منطقه حفاری باید به آب کافی دسترسی داشته یا در غیر این صورت باید امکان حمل آب توسط تانکرها وجود داشته باشد. این سیال برای استخراج خاک از درون کانال استفاده می‌شود. میزان سیال حفاری متناسب با جنس خاک بوده و غالبا یک تا سه برابر خاک جابه‌جا شده می‌باشد. از اینرو در مورد گل‌های خروجی از کانال نیز باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

ملاحظات توپوگرافی و هیدروگرافی

اطلاع از توپوگرافی منطقه کمک شایانی برای شناسایی محل داده و می‌توان اطلاعات کاملی از موانع موجود برای حفاری باز چون رودخانه‌ها، جاده‌ها و نیز ساختمان‌های موجود در مسیر بدست آورد. به کمک این اطلاعات می‌توان کوتاه‌ترین مسیر حفاری را مشخص نمود. برای حفاری در مناطق شهری عکس‌های هوایی نیز لازم می‌باشد. همچنین از وجود و محل دقیق سازه‌های زیرزمینی چون خطوط انتقال برق، گاز، نفت، آب و فاضلاب نیز باید مطلع بود. اطلاع از توپوگرافی منطقه بخصوص در مواقعی که ابتدا و انتهای لوله هم ارتفاع نباشد، بیش از پیش اهمیت می‌یابد.

شرایط خاک

هدف از بررسی شرایط خاک منطقه‌ی حفاری جواب به این پرسش است که آیا روش HDD مناسب‌ترین روش حفاری است یا خیر. امکان‌پذیری HDD از نظر فنی تا حد زیادی به شرایط خاک منطقه‌ی حفاری وابسته است. مطالعه خاک منطقه تنها به شناسایی جنس خاک محدود نشده، بلکه باید پیش‌بینی‌های لازم در مورد تغییرات بوجود آمده در خاک و شرایط آن پس از حفاری را نیز شامل می‌شود. جدول٤-٤ اطلاعات کلی در مورد کارایی روش HDD در خاک‌های مختلف بر حسب درصد سنگریزه را بیان می‌دارد.

۳.۲.۴ ملاحظات اقتصادی

پس از بررسی مشخصات فنی و تعیین روش اجرا می‌توان هزینه‌های اجرای طرح را بر آورد نمود. فاکتورهای زیادی در توجیه‌پذیری اقتصادی استفاده از HDD نقش دارند. در این بین ابتدا هزینه‌های حفاری باز می‌بایست تعیین شده و توجیه‌پذیری HDD در مقایسه‌ی هزینه‌های آن با روش حفاری باز تعیین شود. هزینه‌های حفاری باز شامل هزینه‌های روزانه و هزینه‌های غیر روزانه می‌باشد. هزینه‌های روزانه وابسته به تعداد روزهایی بوده که طرح در آن تکمیل می‌شود. جدول٤-٥ زمان انجام مراحل مختلف را ارائه می‌دهد.

جدول٤-٤: راهنمای کاربرد روش HDD

جنس خاک	درصد سنگ‌ریزه	امکان‌پذیری HDD
خیلی نرم تا خیلی سخت یا خاک رس	–	خوب تا عالی.
شن خیلی متخلخل تا خیلی متراکم با یا بدون سنگریزه	۰–۳۰	خوب تا عالی. سنگریزه ممکن است مشکل زا باشد
شن خیلی متخلخل تا خیلی متراکم با سنگریزه زیاد	۳۰–۵۰	کاملا وابسته به سیال حفاری بوده و مسیر کانال احتمالا از دقت کافی برخوردار نیست
خاک سنگریزه شنی	۵۰–۸۵	بی دقت. هرگونه حفاری افقی بسیار سخت خواهد بود
سنگریزه	۸۵–۱۰۰	غیر قابل قبول– با تکنولوژی حاضر حفاری افقی در این نوع خاک ناممکن است.
سنگی	–	کاملا متغییر از عالی تا غیر ممکن. چنانچه در مسیر حفاری پس از خاک سنگ باشد، با توجه به تمایل مته به حرکت در سطح با مقاومت کمتر، کار با مشکل برخورد می‌کند.

جدول٤-٥: زمان انجام کارها به روش HDD

مرحله	سایز کوچک	سایز متوسط	سایز بزرگ
نصب و آماده سازی تجهیزات	کمتر از ٦ ساعت	۱ تا ۳ روز	۳ تا ۱۰ روز
حفر مسیر راهنما	۱۰۰ تا ٤۰۰ فوت بر ساعت	٦۰ تا ۳۰۰ فوت بر ساعت	۲۰ تا ۱۸۰ فوت بر ساعت
حفر کانال (برای هر مسیر)	۱۰۰ تا ۳۰۰ فوت بر ساعت	٦۰ تا ۲٤۰ فوت بر ساعت	۲۰ تا ۱۸۰ فوت بر ساعت
جایگذاری کابل HDPE[٤٤] فولاد	 ۲۰۰–٦۰۰ ۲۰۰–٦۰۰ ۲۰۰–٦۰۰ فوت بر ساعت	 ۲۰۰–٦۰۰ ۲۰۰–٦۰۰ ۲۰۰–٦۰۰ فوت بر ساعت	 – ۱۵۰–٤۵۰ ۱۵۰–٤۵۰ فوت بر ساعت
تست و راه اندازی	تابعی از جنس، قطر ، طول ، مهارت پیمانکار و ملزومات تست می‌باشد.		
تمیز کاری و جداسازی تجهیزات	۲ تا ٤ ساعت	٤ ساعت تا ۲ روز	۲ تا ۷ روز

[44] High-density polyethylene

هزینه‌های غیر روزانه مستقل از زمان انجام پروژه بوده و شامل حمل و نقل تجهیزات، راه‌اندازی و نیز توقف عملیات می‌باشد. در جدول٤-٦ نرخ انجام مراحل مختلف HDD بر اساس شرایط خاک و قطر لوله شده‌است.

جدول٤-٦: زمان انجام کارها به روش HDD بر اساس جنس خاک و قطر لوله

حفر مسیر راهنما برای لوله‌های با قطر کمتر از ۳۰ اینچ بر حسب فوت بر ساعت				
طول بر حسب فوت	گلو لای، شن، خاک رس	سنگریزه	سنگ نرم	سنگ سخت
کمتر از ۲۰۰۰	٦۰	٤٥	۳۰	۱٥
۲۰۰۰–۳۰۰۰	٥٥	٤۰	۲٥	۱۰
بیشتر از ۳۰۰۰	٥۰	۳٥	۲۰	–
حفر مسیر راهنما برای لوله‌های با قطر ۳۰ اینچ و بیشتر بر حسب فوت بر ساعت				
طول بر حسب فوت	گلو لای، شن، خاک رس	سنگریزه	سنگ نرم	سنگ سخت
کمتر از ۲۰۰۰	٥۰	٤۰	۲٥	۱۰
۲۰۰۰–۳۰۰۰	٤٥	۳٥	۲۰	–
بیشتر از ۳۰۰۰	٤۰	۳۰	۱٥	–
نرخ عریض کردن سوراخ بر حسب فوت برساعت				
قطر لوله بر حسب اینچ	گلو لای، شن، خاک رس	سنگریزه	سنگ نرم	سنگ سخت
کمتر از ۲٤	۱۸۰	۱۲۰	٤۰	۳۰
۲٤ تا ۳۲	۱٥۰	۹۰	۳۰	–
بزرگتر از ۳۲	۱۲۰	–	۱۸	–

با توجه به مباحث فوق، می‌توان در مورد کارایی روش HDD قبل از صرف هزینه‌های هنگفت اظهار نمود. البته علاوه بر موارد فوق تجربه کاری و مهارت پیمانکار مربوطه نیز در کارآمدی طرح می‌تواند نقش فوق‌العاده‌ای داشته باشد.

۳.۴ مراجع

[1] M. Najafi, *Trenchless Technology*, 1st Edition, McGraw-Hill, 2005.

[2] http://www.tttechnologies.com

[3] http://www.nodig-construction.com

[4] http://www.astt.com.au/

[5] http://www.prime-horizontal.com

[6] http://www.mining-journal.com

[7] http://www.trenchlessonline.com

[8] http://www.cuttingedge-group.net

[۹] M. Najafi, *Trenchless Technology*, 1st Edition, McGraw-Hill, 2005.

[۱۰] D. A. Willoughby, *Horizontal Directional Drilling*, 1st Edition, McGraw-Hill, ۲۰۰۵

۵ معرفی لوله‌های پلاستیکی شبکه‌ی توزیع گاز

لوله‌های موجود در شبکه‌ی توزیع گاز ایران از گذشته تا کنون فولادی بوده‌اند. با توجه به قابلیت خوردگی فولاد، نگهداری و تعمیر آن بسیار مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. به‌منظور رهایی از این مشکلات و با توجه به این مسئله که صنایع گاز در سراسر دنیا به استفاده از لوله‌های پلاستیکی روی آورده‌اند در ادامه به معرفی این نوع لوله پرداخته شده‌است.

در سیستم‌های توزیع گاز بخش‌های مختلف با فشارهای متعددی وجود دارد به عنوان مثال بخش‌های مختلف، به ترتیب فشارهای ۰/۱ بار، ٤ یا ۵ بار و ١٦ بار دارند.در بعضی از کشورها فشار گاز در سیستم توزیع به حدود ۲۵ بار می‌رسد. در حال حاضر برای فشارهای بالاتر از ۱۰ بار از لوله‌های پلاستیکی پلی‌اتیلنی (PE) می‌توان استفاده نمود. تاکنون لوله‌های پلاستیکی مناسبی برای فشارهای بالای ١٦ بار در دسترس نبوده‌است. هم‌اکنون تعدادی لوله‌ی پلاستیکی برای فشارهای بالا طراحی شده‌است.

۱.۵ لوله‌های ترموپلاستیکی فیبری(RTP)

لوله‌ی ترموپلاستیکی مستحکم شده فیبری[٤۵] (RTP) لوله‌ای است که در سیستم توزیع گاز برای فشارهای بالاتر از ۲۰ بار به کار می‌رود و از این‌رو این لوله‌ها کیفیت بسیار مناسبی برای سیستم توزیع گاز دارند ولی هزینه‌ی آنها بسیار بالا است[۱].

لوله‌های RTP برای سیستم توزیع گاز فشار پایین نیز به کار می‌روند که آنها را RTP-light می‌نامند. مهمترین قسمت لوله‌های RTP-light اصلاح یک سیستم اتصال ابتکاری است که اساس آن

[٤۵] Fibre-reinforced thermoplastic pipeline

تکنولوژی electrofusion لوله‌های پلی اتیلنی است. این لوله‌ها در نقاطی که پیچ و خم دارد به راحتی قابل استفاده هستند.

لوله‌های RTP از سه لایه تشکیل شده‌اند: لایه‌ی درونی که یک لوله‌ی پلاستیکی معمولی مانند پلی اتیلن است، لایه‌ی دوم که یک لایه فیبر خیلی محکم روی لوله‌ی پلی اتیلنی کشیده شده‌است و لایه‌ی سوم که لایه‌ی خارجی است و برای محافظت از لایه‌ی فیبری روی آن قرار می‌گیرد. این سه لایه درشکل ۱.۵ نشان داده شده‌اند.

شکل ۱.۵: لایه‌های مختلف لوله‌های RTP

لایه‌ی درونی می‌تواند پلی اتیلن(PE)، PEX (Cross-linked PE)[۴۶] و یا پلی وینیلیدین دی‌فلوئورید (PVDF) باشد. از آرامید و پلی‌استر می‌توان به عنوان لایه‌ی فیبری استفاده نمود، فیبرهای آرامید به طور استثنایی سخت هستند(آرامید همان فیبری است که در جلیقه‌های ضد گلوله استفاده می‌شود). آرامید هنگامی که اطراف لوله‌های پلی‌اتیلنی پیچیده می‌شود ظرفیت فشاری لوله را تا بیش از ۱۰۰ بار افزایش می‌دهد، فیبرهای پلی‌استری به سختی آرامید نیستند. هنگامی که از پلی‌استر به عنوان فیبر استفاده شود ظرفیت فشاری به بالای ۲۵ بار خواهد رسید. لایه‌ی خارجی یک لایه‌ی پلی‌اتیلنی با دانسیته‌ی بالا است.

لوله‌های RTP لوله‌های نسبتا جدیدی برای استفاده در صنایع گاز طبیعی هستند و قاعدتا محدودیت‌هایی دارند که این محدودیت‌ها عبارتند از:

[۴۶] PEX پلی‌اتیلنی است که در آن پلی بین مولکول‌های پلی‌اتیلن تشکیل شده‌است.

۱. اندازه‌ی لوله‌ها محدوده‌ی بسیار کوچکی دارد(فقط لوله‌هایی با قطر ٤ تا ٦ اینچ در دسترس هستند)

۲. محدودیت در انتخاب اتصالات.

۳. اپراتور و ابزار ویژه‌ای برای نصب لازم است.

پیش از به کار بردن لوله‌های RTP در شبکه گاز باید ضریب ایمنی آنها مورد بررسی قرار گیرد به همین دلیل ضریب ایمنی و کیفیت لوله‌های RTP و لوله‌های استیل با هم مقایسه می‌شوند. کیفیت و ضریب ایمنی هر دو نوع لوله تقریبا یکسان است ولی به‌علت اینکه لوله‌های استیلی انعطاف‌پذیر نیستند و همچنین در مقابل خوردگی مقاوم نیستند لوله‌های RTP ترجیح داده می‌شوند. مقایسه کیفی این دو نوع لوله درجدول۵-۱ آورده شده‌است.

جدول۵-۱: مقایسه‌ی کیفی لوله‌های استیلی و RTP

پارامتر	استیل	RTP
تست حفاظت کاتدیک	+	-
حساسیت در برابر مواد شیمیایی	-	-
حساسیت در برابر خوردگی	-	+
فشار ناشی از پیچش لوله	-	+
تست فشار	+	-
تست اتصالات	+	-
نشت	+	-

\+ تأثیر مثبت روی کیفیت و ضریب ایمنی

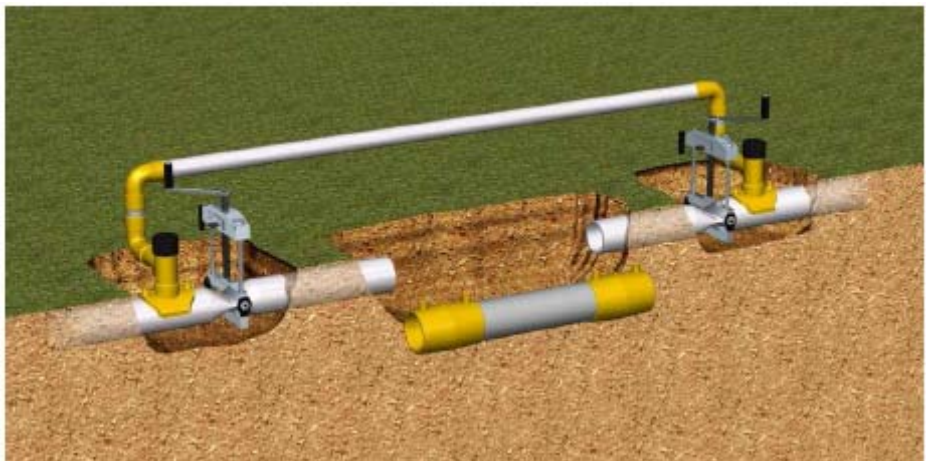
\- تأثیر منفی روی کیفیت و ضریب ایمنی

۲.۵ تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی

زمانی که لوله‌های اصلی پلی‌اتیلنی انتقال گاز نیاز به تعمیر داشته باشند در روش معمول بای‌پاس خارجی، فشرده کردن نقاط اطراف محل مورد نظر و در نهایت حفاری‌های متعدد مورد نیاز است. این روش هزینه و زمان زیادی را طلب می‌کند. پس از بررسی‌های انجام شده برای کاهش هزینه و زمان

تعمیرات دستگاه MAGIC BOX™ ساخته شد. این دستگاه بدون نیاز به بای‌پاس خارجی لوله‌های پلی‌اتیلنی ۲ ، ۳ و ٤ اینچ و همچنین لوله‌های ٦۳ ، ۷۵ ، ۹۰ و ۱۱۰ میلی‌متری با حداکثر فشار ۱۰۰psig را تعمیر می‌کند.

در روش معمول برای تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی وسایل و اتصالات پیچیده‌ای مورد نیاز است و همچنین در ۳ ناحیه باید حفاری انجام شود و به‌طور کلی تعمیر لوله‌ها طی ۳۰-۲۰ مرحله انجام می‌شود و وسایل حفاری نیز لایه‌ی سوم (لایه‌ی محافظ) لوله‌های پلی‌اتیلنی را از بین می‌برد.در شکل ۲.۵ نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به روش معمول مشاهده می‌شود.



شکل ۲.۵: نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به روش معمول

با استفاده از MAGIC BOX™ حفاری تنها در یک نقطه انجام می‌شود و بستن لوله و بای‌پاس گاز نیز در همان یک ناحیه انجام می‌شود سپس تعویض یا تعمیر قسمت مورد نظر انجام می‌شود. با استفاده از این دستگاه آن قسمت از لوله‌ی پلی‌اتیلنی که دچار نقص یا نشت شده، خارج می‌شود و لوله‌ی جدید جایگزین آن می‌گردد. این عملیات تا فشار ۱۰۰psig نیازی به قطع جریان گاز ندارد و بدون نیاز به بای‌پاس خارجی و یا فشرده کردن نقاط انجام می‌شود. این دستگاه تعمیر لوله‌ها را در حدود ۱ ساعت انجام می‌دهد. نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به‌وسیله MAGIC BOX™ در شکل ۳.۵ مشاهده می‌شود.

شکل ۳.۵: نمایی از تعمیر لوله‌های پلی‌اتیلنی به‌وسیله MAGIC BOX™

تعمیر لوله‌ها توسط MAGIC BOX™ به سه مرحله اساسی تقسیم می‌شود:

۱. قطع[۴۷]: آن قسمت از لوله یا شیری که دچار نقص یا نشت شده است، بریده می‌شود.

۲. جایگزینی[۴۸]: لوله یا شیر جدید جایگزین لوله یا شیر بریده شده می‌شود.

۳. اتصال[۴۹]: لوله یا شیر جایگزین شده با روش electrofusion به شبکه متصل می‌شود.

در تمامی این مراحل هیچ اختلالی در شبکه‌ی توزیع گاز ایجاد نمی‌شود.

۳.۵ لوله‌های پلی‌آمیدی (PA 12)

لوله‌های پلی‌آمیدی در مقایسه با لوله‌های پلی‌اتیلنی با دانسیته متوسط و دانسیته بالا (HDPE، MDPE) که برای شبکه‌ی گاز با فشار پایین به کار می‌روند به علت ساختار شیمیایی که جدول۵-۲ مناسب‌تر هستند.

[۴۷] Cuts

[۴۸] Slides

[۴۹] Fuses

جدول۵-۲: مقایسه ساختار شیمیایی پلی‌آمید با پلی‌اتیلن‌های با دانسیته بالا و متوسط

Property	PA 12	HDPE	MDPE
Melting temperature (℃)	178	130	126
Tensile strength at yield (MPa) Tensile elongation at break (%) Flexural Modulus (MPa)	45 >200 >1200	20 – 23 >800 950	17 – 19 >800 700
Charpy impact strength (kJ/m^2)	No break!	30	20
Hardness, Shore D	74	63	58
Permeability (23 ℃, mm^3/bar/day) Methane Hydrogen *(data for PA 12 gas pipe grade pending)*	 < 0.005 < 0.01	 0.7 0.24	

در به کارگیری مواد ترموپلاستیکی در صنایع گاز دو مسئله‌ی نگران‌کننده وجود دارد: گسترش شکستگی و ایجاد شکاف. لوله‌های پلی‌آمیدی ۱۲ به علت نیروهای بین مولکولی خاصی که دارند، از قدرت هیدرواستاتیکی بیشتری نسبت به لوله‌های پلی‌اتیلنی با دانسیته بالا (HDPE) برخوردارند. لوله‌های پلی‌آمیدی ۱۲ نسبت به لوله‌های پلی‌اتیلنی در برابر فشار برای شکستن مقاوم‌تر هستند و شکاف یا شکستگی به آرامی در آن رشد می‌کند و پیش می‌رود. یکی دیگر از مسائل مورد بحث در صنایع گاز مقاوم بودن لوله‌های ترموپلاستیکی در برابر تکثیر سریع شکاف (RCP)[۵۰] در دمای پایین است. در استانداردهای ISO حداکثر فشار عملیاتی (MOP)[۵۱] برای لوله از دو جهت محدود می‌شود:

۱. قدرت هیدرواستاتیکی لوله

۲. حداکثر فشار عملیاتی که از تست RCP در دمای $0^\circ C$ به دست می‌آید.

برای لوله‌های بزرگتر با دیواره‌ی ضخیم‌تر حداکثر فشار عملیاتی تنها از نتایج تست RCP تعیین می‌شود. در جدول۵-۳ لوله‌های پلی‌آمیدی و پلی‌اتیلنی از نظر حداکثر فشار عملیاتی با هم مقایسه شده‌اند.

[۵۰] Rapid Crack Propagation

[۵۱] Maximum Operation Pressure

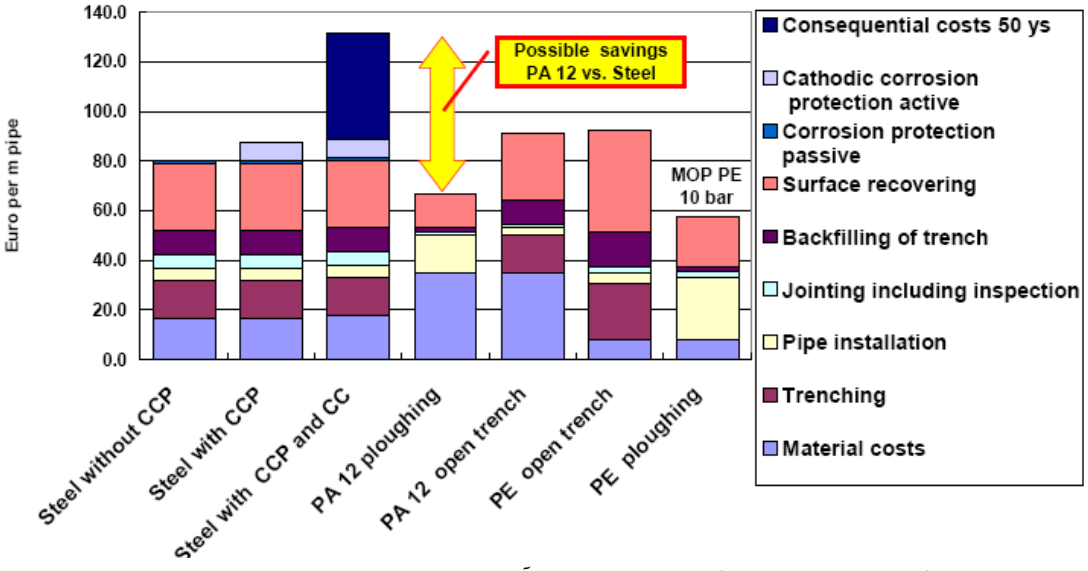
جدول۵-۳: مقایسه لوله‌های پلی‌آمیدی با لوله‌های پلی‌اتیلنی از نظر حداکثر فشار عملیاتی

MOP in bar (SDR-11 pipes)	**23 ℃**	**60 ℃**	**80 ℃**
MDPE	4	4	0
HDPE	10	7	0
PA 12	>16	>10	>8

۱.۳.۵ مقایسه لوله‌های پلی‌آمیدی با لوله‌های استیل

لوله‌های استیل قدمت زیادی در استفاده در شبکه‌های خطوط لوله دارند و در حال حاضر نیز تنها گزینه برای انتقالات گاز با فشارهای ۵۰ بار و بالاتر می‌باشند. جوش دادن بهترین تکنولوژی اثبات شده برای استفاده از استیل است. لوله‌های استیلی با وجود اینکه در اثر جوش دادن لایه‌ی سوم (لایه‌ی محافظ) خود را از دست می‌دهند ولی همچنان مقاومت بالایی دارند. ولی این لوله‌ها انعطاف‌ناپذیر و سنگین هستندو قابلیت خوردگی دارند و به همین علت برای استفاده در شبکه گاز مناسب نیستند.

لوله‌های پلی‌آمیدی از نظر فنی قابلیت حمل گاز را تا فشار ۲۰ بار در دمای محیط دارند و دماهای بالاتر از $80^{\circ}C$ را به مدت طولانی می‌تواند تحمل کند. بنابراین لوله‌های پلی‌آمیدی برای به کارگیری در شبکه توزیع گاز بسیار مناسب هستند. سیستم‌های پلی‌آمیدی تقریبا قیمتی برابر سیستم‌های استیلی دارند. برای آنکه به‌توان بهترین نوع لوله را از نظر اقتصادی برای شبکه‌ی گاز انتخاب کرد، مقایسه‌ای بین شبکه‌های گاز با لوله‌های پلی‌اتیلن، پلی‌آمید و استیل صورت گرفته است. برای انجام این مقایسه ظرفیت هر سه نوع شبکه یکسان و برابر $۳۰۰۰\ Nm^3/h$ می‌باشد، فشار شبکه‌ی پلی‌اتیلنی ۱۰ بار و فشار شبکه‌های پلی‌آمیدی و استیلی ۲۰ بار است. قطر لوله‌های شبکه‌های توزیع گاز پلی‌آمیدی ۱۱۰mm ، پلی‌اتیلنی ۱۴۰mm و استیلی ۱۰۰mm است، دو نوع لوله‌ی پلاستیکی SDR-11 دارند. در شکل ۴.۵ نتایج این مقایسه آورده شده‌است.



شکل ٤.٥: مقایسه‌ی شبکه‌های استیل و پلی‌آمید و پلی‌اتیلن از نظر هزینه‌های اقتصادی

لوله‌های استیل حداکثر با طول ۱۲ متر موجود هستند، این لوله‌ها در شیار قرار می‌گیرند و به هم جوش داده می‌شوند. حفاظت از خوردگی لوله‌های استیل بسیار هزینه‌بر است ولی علیرغم به کارگیری سیستم حفاظت از زنگ، سیستم‌های توزیع با لوله‌ی استیل نیاز به مراقبت و بازبینی زیادی دارند.

به کارگیری لوله‌های پلاستیکی در شبکه توزیع گاز چند مزیت عمده دارد که عبارتند از:

۱. عدم نیاز به سیستم حفاظت از زنگ

۲. یک قطعه از این لوله‌ها تا طول ٤۰۰ متر را می‌توان در مناطق غیر مسطح به راحتی به کار برد.

۴.۵ مراجع

[۱] 23rd World Gas Conference, Amsterdam 2006

۶ آئین‌نامه سلامت و ایمنی

در این بخش یکی از آئین‌نامه‌های مربوط به سلامت و ایمنی در زمینه توزیع گاز معرفی می‌شود. در منابع مختلف، این آئین‌نامه با عنوان The Gas Safety (Installation and Use) Regulations 1998 ارجاع داده شده و از تاریخ ۳۱ اکتبر ۱۹۹۸ لازم الاجرا می‌باشد. آئین‌نامه فوق در ۷ بخش مختلف به قرار ذیل تنظیم شده‌است.

- بخش A (کلیات)

۱. نحوه ارجاع

۲. توضیح و کاربردهای عمومی

- بخش B (اتصالات گاز-تبصره‌های کلی)

۳. ویژگی و مدیریت

٤. وظایف کار فرما

۵. مواد و فرآورده‌ها

٦. ایمنی عمومی

۷. محافظت در برابر آسیب

۸. وجود اتصالات گازی

۹. کنترل اضطراری

۱۰. نگهداری پیوستگی الکتریکی

- بخش C (دبی‌سنج‌ها و رگولاتورها)

۱۱. معرفی اصطلاحات در بخش C

۱۲. دبی‌سنج‌ها- تبصره‌های کلی

۱۳. محفظه‌های دبی‌سنج

۱٤. رگولاتورها

۱۵. دبی‌سنج ها-نکات ضروری

۱٦. کنتورهای اولیه

۱۷. کنتورهای ثانویه

- بخش D (تأسیسات خطوط لوله)

۱۸. استفاده‌ی ایمن از لوله‌ها

۱۹. لوله‌های توکار

۲۰. حفاظت از ساختمان‌ها

۲۱. پیش‌گیری از آلودگی‌ها

۲۲. انجام آزمایش و پاکسازی لوله‌ها

۲۳. نشانه‌گذاری لوله‌ها

۲٤. مصرف‌کنندگان عمده

- بخش E (دستگاه‌های گاز سوز)

۲۵. معرفی اصطلاحات در بخش E

۲٦. دستگاه‌های گازسوز – ملاحظات ایمنی

۲۷. دودکش‌ها

۲۸. دسترسی

۲۹. دستورالعمل‌های سازندگان

۳۰. دستگاه‌های گازسوز ایزوله از اتاق

۳۱. دستگاه‌های آویزان

۳۲. دمپرهای دودکش

۳۳. آزمایش دستگاه‌ها

۳٤. استفاده از دستگاه‌های گازسوز

- بخش F (نگهداری)

۳۵. وظایف کارفرمایان و پیمانکاران

۳٦. وظایف مالکین

- بخش G (سایر موارد)

۳۷. نشت گاز

۳۸. کاربرد ضد نوسانگرها و شیرها

۳۹. استثناهای قانونی

٤۰. ابطال و تجدیدنظر

۱.۶ بخش A

به این آیین‌نامه به صورت "The Gas Safety (Installation and Use) Regulation 1998" ارجاع می‌شود و از ۳ اکتبر ۱۹۹۸ لازم‌الاجرا می‌باشد.

توضیح و کاربردهای عمومی

۱ . در این قوانین اصطلاحات زیر با معنی گفته شده به کار می‌روند، مگر جایی که منظور غیر از این باشد که در صورت لزوم توضیح داده خواهد شد.

"اتصالات مناسب"[۵۲] به اتصالاتی گفته می‌شود که

[52] Approprite fitting

a) به منظور محکم بستن لوله یا دیگر راه‌های عبور گاز (برای جلوگیری از نشت گاز) طراحی شده‌است.

b) وقتی این اتصالات اندازه‌ی مناسبی داشته باشند، مؤثر خواهند بود.

c) تا جایی که از نظر عملی ممکن باشد در مقابل باز شدن و اتفاقات ناگهانی ایمن باشند.

"توزیع عمده"[۵۳] به انتقال گاز از پالایشگاه به محل مصرف توسط خطوط لوله‌ی گاز گفته می‌شود.

"کنترل اورژانسی"[۵۴] به این معنی است که یک شیر برای قطع جریان گاز در مواقع اورژانسی و یک شیر جهت استفاده‌ی مصرف کننده‌ی گاز در نظر گرفته شده است.

"لوله‌ی بخار یا دودکش"[۵۵] مجرایی برای انتقال محصولات قابل اشتعال از دستگاه گاز سوز به هوای خارج(فضای بیرون) است و هر بخشی از مجرا در لوله‌های دستگاه گاز سوز که به منظور دودکش به کار گرفته شده‌است را نیز شامل می‌شود.

"گاز" هر ماده‌ای که در فاز گازی است یا می‌تواند در فاز گازی قرار بگیرد، با توجه به قرارداد ۱۹۸٤ پذیرفته شده Gas Act در دسته‌ی گازها قرار می‌گیرد. مواد گازی که تماما یا بخش عمده‌ای از آن هیدروژن است و در خارج از محیط ساختمانی به کار می‌رود، گاز محسوب نمی‌شوند.

"دستگاه گازسوز"[۵٦] دستگاهی است که به‌منظور استفاده‌ی مصرف کننده‌ی گاز برای گرم کردن، روشن کردن، پختن و موارد دیگر مصرف گاز طراحی شده است. اما دستگاه‌های متحرک یا قابل حملی که گاز مورد نیاز آنها از سیلندر یا سیلندر مخصوص، لوله‌ها و اتصالات دیگر تأمین می‌شود جزء دستگاه‌های گاز سوز به حساب نمی‌آیند. به جز این موارد بر طبق قوانین ۳ ، ۳۵ و ۳٦ این گزارش، بخاری‌ای که گاز آن از سیلندر یا سیلندر مخصوص، لوله و اتصالات دیگر تأمین می‌شود جزء دستگاه‌های گازسوز به حساب می‌آید.

"اتصالات گاز"[۵۷] شبکه‌ی خطوط لوله گاز، شیرها(به غیر از شیر های کنترل)، رگولاتورها و دبی‌سنج‌ها و اتصالات، ابزارها و دستگاه‌هایی که به‌منظور استفاده‌ی مصرف کنندگان گاز برای گرم کردن، روشن کردن، پختن و موارد دیگر که به مصرف گاز نیاز دارد طراحی شده‌اند، (به غیر از

---

[53] Distribution main
[54] Emergency control
[55] flue
[56] Gas appliance
[57] Gas fitting

اهداف مورد نظر فرآیند صنعتی که در محوطه‌های صنعتی انجام می‌شوند)، موارد زیر جزء اتصالات گاز محسوب نمی‌شوند:

بخشی از یک لوله‌ی سرویس دهنده

بخشی از توزیع عمده یا دیگر لوله‌های بالا دستی لوله‌ی سرویس دهنده

ظرف ذخیره‌ی گاز

سیلندر گاز یا کاتریج که پس از خالی شدن دور انداخته می‌شود.

"ظرف ذخیره‌ی گاز"[۵۸] به ظرف ذخیره‌ای که با گاز پر شده یا در محل مصرف مجددا با گاز پر می‌شود و یا سیلندر که قابلیت پر کردن مجدد را دارد و برای ذخیره‌ی گاز طراحی شده‌است و شامل شیر بخار است، گفته می‌شود اما سیلندر یا کارتریج که بعد از خالی شدن دور انداخته می‌شود، جزء ظروف ذخیره نیست.

Gas water heater : دیگ بخار با سوخت گاز

" تأسیسات خطوط لوله"[۵۹] به شبکه‌ی لوله برای انتقال گاز به مصرف‌کنندگان و هر گونه شیر و اتصالاتی که از شبکه‌ی لوله به دستگاه‌های گازسوز متصل می‌شود و دستگاه قطع کننده‌ای که در ورودی هر دستگاه قرار گرفته‌است گفته می‌شود. موارد زیر جزء تأسیسات خطوط نمی‌باشند

لوله‌ی سرویس دهنده

لوله‌ای که در دستگاه گاز سوزی قرار داده شده‌است.

هر گونه شیری که به مخزن ذخیره یا سیلندر متصل شده‌است.

شبکه‌ی سرویس‌دهنده

"دبی‌سنج بای‌پاس"[۶۰] به لوله و اتصالات گازی گفته می‌شود که بتواند گاز را از لوله‌ی سرویس دهنده یا شبکه‌ی خطوط لوله سرویس‌دهنده به تأسیسات خطوط لوله بدون نیاز به عبور از میان کنتور انتقال دهد.

---

[58] Gas storage vessel
[59] Installation pipework
[60] Meter by pass

"دبی‌سنج اصلی"[۶۱] به نزدیکترین کنتوری که به جریان پایین دستی یک لوله‌ی سرویس دهنده یا شبکه‌ی سرویس دهنده متصل است گفته می‌شودو برای تعیین مقدار گاز ارسالی توسط شرکت به لوله یا شبکه مربوطه به کار می‌رود.

"سیلندر قابل پر کردن مجدد"[۶۲] سیلندری است که در جایی غیر از محل اتصال برای مصرف، پر می‌شود.

"شخص مسئولیت پذیر"[۶۳] در رابطه با محوطه‌ی ساختمانی، ساکنین محوطه‌ی ساختمانی یا جایی هیچ کس در آن ساکن نیست و یا ساکنین در فضایی دورتر از محوطه‌ی ساختمانی قرار دارند، به مالکین محوطه‌ی ساختمانی یا هر شخصی که صلاحیت و اجازه‌ی انجام اقدامات لازم در رابطه با اتصالات را دارا باشد.

"دستگاه ایزوله از اتاق"[۶۴] دستگاهی که سیستم احتراق آن از محل قرار گرفتن دستگاه مجزا باشد و دستگاه، هوای مورد نیاز برای احتراق را از یک فضای باز درون محوطه‌ی ساختمانی یا مستقیماً از هوای آزاد خارج از محوطه‌ی ساختمانی بدست می‌آورد و محصولات حاصل از احتراق مستقیماً به هوای آزاد خارج از محوطه‌ی ساختمانی تخلیه می‌شوند.

"لوله‌ی سرویس دهنده"[۶۵] لوله‌ای که برای توزیع گاز به محوطه‌ی ساختمانی از توزیع عمده به کار می‌رود. هر لوله‌ای که میان توزیع عمده و خروجی اولین شیر کنترل اورژانسی جریان پایین دستی از توزیع عمده قرار دارد از این نوع لوله محسوب می‌شود.

"شبکه‌ی لوله‌ی سرویس دهنده"[۶۶] به لوله‌ای که برای تأمین گاز محوطه‌ی ساختمانی از ظرف ذخیره‌ی گاز استفاده می‌شود، می‌گویند. هر نوع لوله بین ظرف ذخیره‌ی گاز و خروجی شیر کنترل اورژانسی از این نوع لوله است.

"شیر سرویس دهنده"[۶۷] شیری برای کنترل میزان گاز (به غیر از شیرهای کنترل) است. بودن یک شیر

---

[61] Primary meter
[62] Re-fillable cylinder
[63] The responsible person
[64] Room-sealed appliance
[65] Service pipe
[66] Service pipe work
[67] Service valve

ضمیمه‌ی لوله‌ی سرویس‌دهنده است.

برای انتقال دهنده‌ی گاز در نظر گرفته شده‌است.

برای استفاده در درون ساختمان مناسب نیست.

"تأمین کننده"[۶۸] در رابطه با گاز به شخصی گفته می‌شود که :

گاز مورد نیاز هر محوطه‌ی ساختمانی را از کنتور اولیه تأمین می‌کند.

مقدار گاز مورد نیاز مصرف کننده را به وسیله‌ی پر کردن یا پر کردن مجدد ظرفی که برای ذخیره گاز طراحی شده، تأمین می‌کند.

مخازن با قابلیت شارژ مجدد را پر کرده، هر چند این کار به‌طور مستقیم توسط خود فرد یا شخصی که مالکیت مخازن را نداشته باشد انجام شود، در این بین افرادی که به صورت شخصی اقدام به فروش گازی که متعلق به خود نیست می‌کنند جزء این دسته محسوب نمی‌شوند.

"انتقال دهنده"[۶۹] در ارتباط با گاز به شخصی گفته می شود که گاز را از توزیع عمده انتقال دهد.

"کار"[۷۰] در ارتباط با اتصالات گاز شامل فعالیت‌های بوده که توسط هر کس خواه کارمند اداره‌ی گاز و خواه هر شخص دیگر انجام گیرد. این فعالیت‌ها عبارتند از :

نصب یا وصل کردن مجدد اتصال

نگهداری، سرویس، تنظیم دائمی، قطع، تعمیر و یا باز سازی مجدد ابزار یا تمیز کردن آنها از هوا یا گاز

در صورت لزوم تغییر مکان دستگاه‌های ثابت

جابجایی دستگاه

اما این عبارت قطع و وصل اتصال سرنیزه‌ای[۷۱] و یا دیگر اتصال خودآب‌بند[۷۲] را شامل نمی‌شود.

۲ . بر اساس این قوانین :

هر عبارتی در ارتباط با نصب یک اتصال گاز شامل عبارتی در ارتباط با تبدیل هر لوله، اتصال، دبی‌سنج، دستگاه یا وسیله‌ی گازسوز می‌باشد.

---

[68] supplier
[69] transporter
[70] work
[71] Bayonet fitting
[72] Self-sealing connector

به شخصی که گاز برای او تأمین شده‌است و او آن گاز را برای یک آپارتمان یا ملک دیگر تأمین می‌کند نباید تأمین‌کننده گاز اتلاق شود.

۳ . موضوع پاراگراف‌های ٤ و ٥ این قوانین در ارتباط با دستگاه‌های گازسوزی است که گاز موردنیاز آنها:

از توزیع عمده به محوطه‌ی ساختمانی انتقال داده شده‌است.

از مخزن ذخیره‌ی گاز منتقل شده‌است.

٤ . بر اساس قوانین ۳۷ و ۳۸ و٤١ و موضوع قانون (۸)۳ این قوانین در ارتباط با مقدار گاز یا هر چیز دیگری که در ارتباط با اتصالات گازی است که در محوطه‌های ساختمانی که در ادامه آمده‌اند به کار برده نخواهد شد

معدن یا سنگ معدنی با معنی معدن‌ها و سنگ معدن‌های به کار رفته در Act 1954 (a) یا هر جایی که بخشی از یک معدن یا سنگ معدن مربوط به Act باشد.

یک کارخانه مطابق با تعاریف کارخانه‌ها در Act 1961 (b) یا هر جایی که هر گونه تدارکاتی مرتبط با آنچه در Act مطابق با بخش های ۱۲۳ تا ۱۲٦ وجود داشته‌باشد.

زمین‌های کشاورزی یا هر نوع زمینی که بخشی از باغ سبزی کاری را تشکیل می‌دهد یا هر زمینی که در ارتباط با عملیات کشاورزی به کار می‌رود.

تأسیسات موقتی به کار رفته در ارتباط با هر نوع ساخت وساز با معنی به کار رفته برای این عبارت در قوانین (۱)۲ مربوط به طراحی و ساخت که در قوانین (c)۱۹۹٤ آمده‌است.

محوطه‌های ساختمانی به کار رفته برای آزمایش اتصالات گاز

محوطه‌های ساختمانی به کار رفته برای برخورد با فاضلاب

اما این قوانین در مورد هر محوطه‌ی ساختمانی یا هر بخشی که به عنوان ساختمان‌های مسکونی به کار می‌رود به کار برده خواهند شد.

٥ . در این قوانین هیچ چیزی در ارتباط با مقدار گاز یا هر چیزی که در ارتباط با اتصالات گاز با موارد زیر باشد به کار برده نمی‌شود

وسیله‌ی نقلیه‌ی خود پیشران به جز وقتی که چنین وسیله‌ای در موارد زیر به کار برده شود

طی یک تجارت به کار گرفته شده‌باشد.

این دستگاه در دوره‌ای از کار در اختیار عموم اعضای جامعه قرار گرفته باشد.

کشتی دریاپیما

مخزنی که به گواهینامه‌ی خطوط بارگیری ملی یا بین المللی نیازی ندارد به جز وقتی که این مخزن :

طی یک تجارت به کار گرفته شود.

این مخزن در دوره‌ای از کار در اختیار عموم اعضای جامعه قرار گرفته باشد.

کاربرد بیشتر برای مقاصد مسکونی

هاور کرافت (کشتی تندرو)

گاری به کار گرفته‌شده برای گردش به جز مواردی که طی یک تجارت به کار گرفته می‌شود.

٦ . هیچ چیزی در این قوانین در مورد موارد زیر به کار گرفته نخواهد شد.

مقدار گاز برای نیروی رانشی سیستم هر نوع وسیله‌ی نقلیه یا برای هر دستگاه گازسوز که بخشی از یک سیستم پیش رانش را تشکیل می‌دهد.

مقدار گاز یا هر چیزی که در مورد چراغ گازی کوچک در یک مؤسسه علمی به کار گرفته می‌شود.

کاری در ارتباط با کنترل دستگاه گاز سوزی که :

این دستگاه در اصل برای استفاده‌ی مصرف کننده‌ی گاز در نظر گرفته شده‌است.

این کار تغییر دادن ناگهانی مسیر گاز را شامل نمی‌شود.

۷ . این قوانین در ارتباط با اتصالات گازی‌ای که به منظور آموزش محصلین در دانشکده یا دیگر مؤسسات آموزشی به کار می‌روند، نباید به کار گرفته شود. البته پاراگراف‌های (۱)تا (۵) و پاراگراف (۷)قانون ۳ که برای کار انجام شده در ارتباط با اتصالات گاز توسط شخصی که چنین آموزشی را آماده کرده باید به کار گرفته شوند .

۸ . این قوانین در ارتباط با اتصالات گازی‌ای که در مرکز ارزیابی، که به خاطر اعطای گواهینامه‌ی مجاز بین المللی از نظر کیفیت کارایی مورد بررسی قرار می‌گیرند انجام شده‌است، نباید به کار گرفته‌شود. به جز قانون (۱)۳ و ۲ که برای کار انجام شده در ارتباط با اتصالات گازی توسط شخصی که چنین ارزیابی را انجام می‌دهد باید به کار گرفته شود.

۲.۶ بخش B

اتصالات گازی - تبصره های کلی

ویژگی ومدیریت

۳ . (۱) هیچ کس نباید کاری را در ارتباط با اتصالات گازی یا مخزن ذخیره‌ی گاز انجام دهد مگر اینکه صلاحیت انجام کار را داشته باشد.

۲ . کارفرمای هر شخصی که چنین کاری را برای این کارفرما انجام دهد، هر کارفرمای دیگر یا شخص خویش فرما که به مقدار کافی بر این کار کنترل دارد (مهارت دارد) و هر کارفرما وشخص خویش فرمایی که به انجام شدن چنین کاری در هر محلی که تحت کنترلش است نیاز داشته باشد باید مطمئن شود از پاراگراف بالا (۱) در مورد چنین کاری پیروی می‌شود.

۳ . بدون صدمه زدن به کلیت پاراگراف های (۱) و (۲) که در بالا آمده و موضوع پاراگراف (٤) که در ادامه خواهد آمد، هیچ کارفرما و پیمانکاری اجازه ندارد کارمندی را برای انجام کاری در ارتباط با اتصالات گازی یا سرویس شبکه‌ی لوله به کار گیرد، مگر آنکه کارمند یا پیمانکار عضو آن دسته از اشخاصی باشند که تأییدیه HSE را برای مقاصد این پاراگراف دریافت کرده‌اند.

٤ . شرایط پاراگراف (۳) در موارد زیر نباید به کار برده شود :

تعویض لوله‌ی پلاستیکی یا رگولاتور روی یک بخاری متحرک یا قابل حمل

تعویض اتصالات لوله‌ی پلاستیکی سیلندر قابل پر کردن مجدد به تأسیسات شبکه‌ی لوله.

۵ . تأییدیه داده شده طبق پاراگراف (۳) (و هر گونه انصراف از این تأییدیه) باید در نوشته رعایت شود و باید در مورد چنین اشخاصی مورد توجه قرار داده شود و شایستگی آنها در HSE باید مورد بررسی قرار گیرد.

٦ . کارفرمای کسی که در زمینه اتصالات گاز یا مخزن ذخیره‌ی گاز فعالیت می‌کند باید بداند که تبصره‌های بعدی این قوانین وظایفی را به آن شخص تحمیل می‌کند و شخص باید از همه‌ی آنها اطاعت کند.

۷ . هیچ شخصی نباید به دروغ مدعی آن باشد که که یکی از اشخاصی است که شرایط لازم برای تأییدیه مورد نظر در پاراگراف (۳) را دارد.

۸ . علیرغم زیربخش قانون (٤)۲ ، وقتی شخصی کاری را در ارتباط با اتصالات گاز در وسیله‌ی نقلیه، مخزن یا گاری در محوطه‌ی ساختمانی انجام می‌دهد باید به نکات زیر توجه کافی داشته‌باشد: پاراگراف‌های ۱ ، ۲و٦ این قانون باید از تمامی جوانب پیروی شوند.

شخص باید مطمئن شود که تا حد امکان نصب اتصالات گاز و دودکش‌ها وقتی که اتصالات گاز به گاز ذخیره متصل می‌شوند، با تبصره‌های این قوانین مغایر نخواهد بود.

به غیر از موارد بالا، این پاراگراف در جایی که شخص دلایل کافی دارد که وسیله‌ی نقلیه، مخزن یا گاری برای اولین بار به کار برده خواهند شد، نباید به کار برده شود به علت اینکه وقتی از آنها خیلی استفاده شود، زیربخش‌های a ، c یا e قانون(۵)۲ از اعمال قانون در مورد آنها جلوگیری می‌کند.

وظایف یک کارفرما

٤ . کارفرما یا پیمانکار هرگاه نیاز به انجام کاری مرتبط با اتصالات گاز در منطقه تحت کنترل خود داشته باشند، باید از افرادی که دارای گواهینامه‌ی HSE هستند تحت قانون (۳)۳ که در بالا ذکر شده‌است، استفاده نمایند.

مواد و فرآورده‌ها

۵ . (۱) هیچ شخصی نباید اتصالات گاز را نصب کند مگر آنکه هر بخش آن ساختار مناسبی داشته‌باشد و از مواد مستحکم ساخته شده باشد و اندازه‌ی آن برای تأمین ایمنی لازم مناسب باشد و از اتصالاتی مناسب با گاز مصرفی استفاده شود .

۲ . بدون صدمه زدن به کلیت پاراگراف (۱) هیچ شخصی نباید برای تأمین گاز در ساختمان از لوله یا اتصالات لوله‌ای استفاده کند که

از سرب یا آلیاژ سرب ساخته شده‌باشد.

از یک ماده ی غیر فلزی ساخته شده باشد مگر انکه :

اتصالات لوله برای دستگاه گاز سوزی که به آسانی قابل حمل است و بدون دودکش می‌توان از آن استفاده نمود طراحی شده‌است.

لوله‌ی ورودی ساختمان و آن بخش از لوله که در ساختمان درون یک غلاف فلزی قرار گرفته‌است که این غلاف در صورتی که لوله دچار مشکل شود از نفوذ گاز به درون ساختمان جلوگیری می کند.

۳ . شخصی که می خواهد در ارتباط با اتصالات گاز یا مخزن ذخیره‌ی گاز کاری انجام دهد برای جلوگیری از هر گونه صدمه وآسیبی باید مطابق با استانداردهای مناسب عمل کند.

ایمنی عمومی

٦ . (۱) هیچ کس نباید تغییری در اتصالات گاز در حالتی‌که احتمال نشت گاز وجود داشته باشد ایجاد نماید. این تغییرات در صورت لزوم تنها تحت شرایطی که تمهیدات لازم برای جلوگیری از نشت گاز انجام گرفته باشد قابل اجرا است.

(۲) هیچ کس نباید در ارتباط با اتصالات گاز کاری انجام دهد به علت اینکه احتمال رها کردن اتصالات بدون دقت لازم وجود دارد مگر آنکه هر راه عبور گاز که کامل نشده‌است به خوبی با اتصالات مناسب بسته شود یا اینکه اتصالات گاز از جهات دیگر ایمن باشند.

۳ . شخصی که اتصالات گاز را از هم جدا می‌کند باید با اتصالات مناسب خروجی هر لوله‌ای را که متصل شده است محکم مسدود نماید.

٤ . هنگام کار با دستگاه‌های گازی که گاز مصرفی آنها گاز قابل اشتعالی است و بخارات آن نیز آتش‌گیر است نباید از سیگار یا هر چیزی که جرقه می‌زند استفاده کرد به علت اینکه احتمال بروز آتش‌سوزی یا انفجار وجود دارد.

۵ . به منظور یافتن محل نشت گاز نباید از شعله استفاده کرد.

٦ . جایی که شخصی کاری در ارتباط با دستگاه‌های گاز انجام می‌دهد و طی این کار احتمال نشت گاز وجود دارد، پس از اتمام کار شخص باید بلافاصله با بررسی شیرهای بالا دستی و پایین دستی تأسیسات گاز نسبت به عدم نشت گاز اطمینان حاصل کند.

۷ . جایی که مخزن ذخیره‌ی گاز قرار می‌گیرد باید به گونه‌ای باشد که هنگام نصب، استفاده و پر کردن مجدد هیچ خطری برای کسی نداشته باشد.

۸ . مخزن ذخیره‌ی گاز و دستگاه‌هایی که فندک خودکار یا پیلوت دارند و به وسیله‌ی گاز مایع سوخت‌گیری می‌شوند نباید در زیر زمین نصب شوند.

۹ . به طور عمدی یا سهوی نباید در عملکرد مخزن ذخیره‌ی گاز اختلال ایجاد کرد یا کاری انجام داد که روی مخزن ذخیره‌ی گاز تأثیر بگذارد، چرا که ممکن است جان دیگر کاربران را به خطر بیندازد.

۱۰ . هیچ کس نباید گازی را که شامل متان(به طور کلی یا جزئی) است در محوطه‌ی مسکونی نگه‌دارد یا ذخیره کند. با توجه به این پاراگراف در وسیله‌های نقلیه‌ای که با گاز کار می‌کنند نباید گاز در لوله‌ها یا مخزن ذخیره خیلی نگهداری یا ذخیره شود.

محافظت در برابر آسیب

۷ .(۱) کسی که اتصالات گازی را نصب می‌کند باید مطمئن شود که دستگاه به طور مناسب در جای خود نصب شده‌است و نکات ایمنی لازم برای جلوگیری از هر گونه خرابی وآسیب به دستگاه به خوبی رعایت شده است.

۲ . اگر کسی که می‌خواهد اتصالات گازی را نصب کند و احتمال می‌دهد که یک ماده‌ی خارجی راه ورود و خروج گاز به دستگاه را مسدود می‌کند یا اینکه در عملکرد صحیح ومناسب دستگاه اختلال ایجاد می‌کند نباید دستگاه گازی را نصب کند مگر در صورتی که راه ورود وخروج گاز و هوا را به گونه‌ای مناسب تنظیم کند، فیلتر یا وسیله‌ای مناسب با دستگاه را برای حفظ ایمنی و سلامت دستگاه در مسیر هوا و گاز نصب کند.

۳ . هیچ کس نباید دستگاه گازی را در محلی که احتمال خوردگی (زنگ زدگی) دستگاه وجود دارد نصب کند مگر آنکه دستگاه از موادی ساخته شده باشد که در برابر خوردگی مقاوم هستند یا فرآیند محافظت خوردگی در مورد دستگاه اجرا شده باشد.

وجود اتصالات گازی

۸ . (۱) هیچ کس نباید هیچ تغییری در ساختمانی که در آن ابزار گازی یا مخزن ذخیره‌ی گاز نصب شده‌است ایجاد کند به علت اینکه این تغییر در ساختار، امکان تأثیر منفی بر دستگاه یا مخزن را خواهد داشت. بهترین کار این است که قبل از نصب دستگاه یا مخزن تغییرات لازم انجام گیرد در غیر این صورت این قوانین نقض خواهند شد.

۲ . هیچ کس نباید کاری انجام دهد که روی دستگاه گازی یا دودکش یا هر وسیله‌ی تهویه‌ی هوا که در ارتباط با دستگاه گازسوز به کار می‌رود تأثیر بگذارد به علت اینکه احتمال بروز مشکلاتی در استفاده‌های بعدی وجود دارد . این پاراگراف در مورد تغییر در ساختمان به کار نمی‌رود.

۳ . هر کارفرما یا شخص خویش فرما که کاری تحت کنترلش در ارتباط با گاز انجام می‌شود باید تا حد امکان موارد پیش بینی شده در پاراگراف های ۱ و ۲ را تا حد امکان رعایت کند.

کنترل اضطراری

۹ . (۱) هیچ کس نباید برای اولین بار گاز مصرفی مورد نیاز در یک محوطه‌ی ساختمانی را فراهم کند مگر آنکه مکانی برای بررسی‌های ضروری با امکان دستیابی آسان به آن محل را فراهم کرده باشد.

۲ . کسی که شیر کنترل اورژانسی را نصب می‌کند باید مطمئن شود که :

کلید، دسته یا چرخ دستی شیر کنترل به طور محکم به محور عملیاتی (میله‌ی گردان) شیر کنترل متصل شده‌است.

کلید یا اهرم متصل شده باید:

کلید یا دسته‌ای باشد که با محورهای لوله در شیر کنترل هنگامی که شیر کنترل باز است موازی باشد.

جایی که کلید یا اهرم برای اینکه حرکت تنها افقی باشد متصل نشده‌است، گاز نمی‌تواند از شیر کنترل عبور کند هنگامی که کلید یا دسته تا حد امکان پایین آورده شده‌باشد.

عملکرد کلید یا اهرم باید در کنار آنها نصب شده باشد که نشان دهد چه موقع شیر کنترل باز است و چه موقع بسته.

چرخ دستی مسیر باز یا بستن شیر کنترل را نشان می‌دهد.

۳ . شیر کنترلی که در مسافتی دورتر از کنتور اصلی نصب شده‌است باید نحوه‌ی عملکرد آن به هنگام نشت گاز در کنار آن نصب شود .

٤ . شخصی که برای اولین بار گاز مورد نیاز مصرفی ساختمانی را که در آن شیر کنترل نصب شده‌است فراهم می‌کند باید مطمئن شود که موارد پیش بینی شده در پاراگراف (۳) در بالا یعنی نحوه‌ی عملکرد شیر کنترل در کنار آن نصب شده باشد .

۵ . این قانون جایی که گاز مورد نیاز از سیلندری که قابلیت پر کردن مجدد دارد تأمین می شود اعمال نخواهد شد به جز جایی که دو یا چند سیلندر توسط دستگاه خودکار[۷۳] به هم متصل شده باشند.

نگهداری پیوستگی الکتریکی

۱۰ .پیوستگی الکتریکی در تمامی حالت‌هایی که نیاز به احتیاط و جلوگیری از خطرات احتمالی می‌باشد، هیچ کس نباید بدون اطمینان از وجود انرژی الکتریکی پیوسته در حین انجام کار تا زمان انجام آن، کاری انجام دهد.

۳.۶ بخش C

دبی‌سنج‌ها و رگولاتورها

۱۱ . در این قسمت

"جعبه‌ی کنتور"[۷٤] به مخزن یا محفظه‌ای گفته می‌شود که برای نگهداری دبی‌سنج و ضمائم آن طراحی و ساخته شده است.

"محوطه‌ی کنتور"[۷۵] به ناحیه یا اتاقی که برای نگهداری یک یا چند دبی‌سنج به همراه اتصالات مرتبط با آنها طراحی و ساخته شده است، گفته می‌شود.

دبی‌سنج ثانویه به دبی‌سنجی غیر از دبی‌سنج اصلی گفته می‌شود که برای اطمینان از میزان گاز تأمین شده توسط یک نفر برای نفر دیگر به کار می‌رود.

دبی‌سنج ها – تبصره‌های کلی

---

[73] Change- over device
[74] Meter box
[75] Meter compound

۱۲ . (۱) هیچ کس نباید دبی‌سنجی را در محوطه‌ی ساختمانی نصب کند مگر اینکه تا حد ممکن مطمئن باشد که وجود این دستگاه‌ها در حالت انفجار و خطرات مانعی در راه افراد برای خروج از محل نباشد.

(۲) .تنها دبی‌سنج‌هایی را باید در محوطه‌های مسکونی نصب کرد که ساختار آنها به اندازه‌ی کافی محکم باشد تا در هنگام بروز آتش سوزی مقادیر بسیار خطرناک گاز از آن نشت نکند. این قانون در مورد دبی‌سنج‌هایی که در غیر محوطه‌های ساختمانی نصب می‌شوند و گاز آنها از یک شیر سرویس دهنده تأمین می‌شود به کار برده نخواهد شد.

(۳). دبی‌سنج باید در جایی نصب شود که به اندازه‌ی کافی فضای مورد نیاز داشته باشد تا احتمال خرابی آن از دستگاه های الکتریکی به صفر برسد.

(٤). دبی‌سنج باید در محلی نصب شود که امکان دسترسی به آن برای نگهداری و بررسی آسان باشد.

(٥). در جایی‌که دبی‌سنج دارای برآمدگی است یا لوله‌های کناری[۷٦] آن فقط توسط اتصال لحیمی به دبی‌سنج متصل شده‌اند، نباید کسی اتصالات صلب به دبی‌سنج متصل کند.

(٦). وقتی کسی دبی‌سنج و لوله‌ها و دیگر ابزارهای مربوط به آن را نصب می‌کند باید:

a) بلافاصله پس از نصب آنها باید با آزمایش‌های کافی مطمئن شود که گاز نشت نمی‌کند و از نصب صحیح اتصالات طبق این قوانین اطمینان حاصل کند.

b) پس از انجام چنین آزمایشاتی، مسیر عبور گاز در دبی‌سنج و تمامی ضمائم آن که گاز درون آن جاری خواهد شد می‌بایست از هوا و هر گازی غیر از گاز اصلی تخلیه شود.

محفظه‌های دبی‌سنج

۱۳ .(۱) محل نصب دبی‌سنج در سمت خارجی دیوار مناطق مسکونی می‌باشد. در این بین نحوه‌ی ساخت و جایگذاری محفظه‌ی دبی‌سنج باید طوری باشد که امکان نشت هر گونه گاز به فضای درونی خانه غیر از دبی‌سنج غیر ممکن بوده و در عوض گاز در محیط خارج منتشر شود.

(۲). مواد قابل احتراق نباید به عمد در جعبه یا محفظه‌ی دبی سنج انبار شوند.

---

[76] Side pipe

(۳). دبی‌سنج نباید در جعبه‌ای که دارای قفل است نصب شود مگر آنکه کلید آن به مصرف کننده داده شود .

(٤). دبی‌سنج نباید در محفظه‌ای که می‌تواند محکم بسته شود نصب شود مگر آنکه کلید آن به مصرف کننده داده شود .

رگولاتورها

۱٤.(۱) دبی‌سنج اصلی یا دبی‌سنج بای‌پاس مرتبط با دبی‌سنج اصلی نباید نصب شود مگر آنکه :

a) رگولاتوری برای کنترل فشار گازی که از کنتور یا دبی‌سنج بای‌پاس تأمین می‌شود، وجود داشته‌باشد تا در صورت لزوم به طور خودکار از جاری شدن گاز با فشار بالاتر از حد مجاز به دستگاه‌های گازی که بر جریان پایین دستی رگولاتور متصل هستند جلوگیری کند.

b) فشار نرمال گاز ورودی به رگولاتور ۷۵ میلی‌بار است. برای اینکه گاز با فشاری بیش از حد مجاز وارد رگولاتور نشود دستگاهی سر راه گاز پیش از ورود به رگولاتور برای تأمین فشار مورد نظر قرار گرفته است.

c) جایی‌که رگولاتور دارای شیر اطمینان یا آب‌بند مایعات[۷۷] است، آن شیر اطمینان و یا آب‌بند به یک لوله تخلیه با سایز مناسب وصل می‌شود و به‌گونه‌ای نصب می‌شود که قادر به تخلیه به شکل ایمن باشد.

(۲). بدون اینکه به کلیات پاراگراف اول آسیبی وارد شود، هیچ کس گازی را که از یک مخزن ذخیره‌ی گاز تأمین می‌شود(به غیر از سیلندری که قابلیت پر کردن مجدد دارد و یا سیلندر یا کارتریج که پس از خالی شدن دور انداخته می‌شود) نباید به شبکه‌ی لوله یا دستگاه گاز سوز متصل کند، مگر آنکه

a) رگولاتوری برای کنترل فشار عملیاتی جزئی گاز در برابر فشارهای بالاتر از فشار طراحی شده برای آنها نصب شده باشد.

[77] Liquid seal

b) تمهیدات خودکار مناسب برای جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد فشار طراحی به شبکه لوله و اتصالات بعد از رگولاتور در نظر گرفته شده‌باشد.

c) تمهیدات خودکار مناسب اضافی برای جلوگیری از اعمال فشار بیش از حدی به شبکه در صورتی‌که رگولاتور بند(a) از کار بیافتد، در نظر گرفته شود.

(۳). گاز نباید از تأسیساتی که شامل یک یا چند سیلندر قابل پر کردن مجدد است تأمین شود مگر آنکه از رگولاتوری که برای کنترل فشار عملیاتی جزئی در مسیر گاز قرار گرفته است عبور کند.

(٤).بدون پیش‌داوری در مورد پاراگراف (۳) بالا، گاز نباید از تعداد چهار یا بیشتر سیلندر قابل پر کردن مجدد تأمین شود مگر اینکه تمهیدات مناسب اضافی برای جلوگیری از اعمال فشار بیش از حد به شبکه لوله بعد از رگولاتور با فرض اینکه رگولاتور از کار بیافتد در نظر گرفته شده‌باشد.

(۵). شخصی که رگولاتوری را برای کنترل فشار گاز ورودی از دبی سنج اولیه، دبی‌سنج بای‌پاس مرتبط با دبی‌سنج اولیه یا مخزن ذخیره‌ی گاز یا دستگاه گازسوزی که دستگاه خود را با رگولاتور برای کنترل فشار گاز ورودی تنظیم می‌کند، نصب کند باید از محکم بودن رگولاتور به اندازه‌ی کافی مطمئن شود تا اینکه خود رگولاتور بدون شکستن یا محکم شدن، تداخلی در کار خود ایجاد نکند .

(٦).در ارتباط با

a)گازی که از توزیع عمده تأمین می‌شود، هیچ کس به جز افراد مجاز مشتمل بر فرد انتقال دهنده ونیز فردی که صلاحیت داشته باشد;

b)گازی که از مخزن ذخیره‌ی گاز تأمین می‌شود، هیچ کس به جز افراد مجاز مشتمل بر فرد مسئول ذخایر گاز و نیز فردی که صلاحیت داشته باشد;

نباید مهر به کار رفته در پاراگراف ۵ را بشکند .

(۷). کسی که مهری که در پاراگراف ۵ توضیح داده‌شده را بشکند، باید بلافاصله آن را با مهر جدیدی تعویض کند که این مهر جدید برای جلوگیری از ایجاد اختلال در کار رگولاتور کار می‌رود.

دبی‌سنج‌ها – نکات ضروری

۱۵.(۱) بعد از اجرای این قوانین هیچ کس حق ندارد که گاز را از کنتور اصلی تأمین کند یا اینکه برای اولین بار از کنتور اصلی موجود گاز را تأمین کند مگر آنکه مطمئن شود که نکاتی که هنگام نشت گاز رعایت آنها ضروری است در کنار کنتور نصب شده‌اند.

(۲). از کنتوری که در فاصله‌ی بیش از ۲ متر از نزدیک‌ترین شیر کنترل اورژانسی در هر محوطه‌ی خانگی قرار گرفته‌است نباید گاز مورد نیاز آن ساختمان از این کنتور تأمین شود مگر اینکه موقعیت شیر کنترل اورژانسی در کنار کنتور نصب شده باشد .

کنتورهای اولیه

۱۶.(۱) کنتور پیش‌پرداخت[۷۸] نباید به عنوان کنتور اصلی نصب شود تا گاز از آن عبور کند و به کنتور ثانویه برسد .

(۲).(a) کسی که بعد از اجرای این قوانین برای اولین بار گاز را از شبکه‌ی لوله یا شبکه‌ی سرویس‌دهنده با بیش از چند کنتور اصلی تأمین می‌کند.

b)کسی که با ایجاد اصلاحات و تغییراتی بر روی تعداد کنتورهای اصلی تأثیر می‌گذارد، باید مطمئن باشد که در کنار هر کنتور اصلی‌ای تعداد کنتورهای اصلی‌ای که گاز را از آن شبکه‌ی لوله تأمین می‌کنند، نصب شده‌باشند.

(۳). اگر کنتور اصلی نیاز به تعمیر یا تعویض داشته باشد پیش از آنکه کنتور را آماده‌ی تعمیر یا تعویض نماید باید

a) زمانی که کنتور بلافاصله نصب نمی‌شود یا کنتور دیگر جایگزین آن نمی‌گردد باید :

i) تمام شیرهای سرویس دهنده را که مقدار گاز مصرفی را از آن کنتور کنترل می‌کردند و کنتورهای اصلی دیگر ارتباطی ندارند، بسته شوند.

ii) خروجی شیر کنترل ضروری با ابزارهای لازم مسدود شود.

iii) لوله‌های دیگر که در این مدار قرار نمی‌گیرند نیز باید به وضوح مشخص شوند.

b) کنتوری که پیش از پایان ۱۲ ماه از تاریخ تعویض کنتور با کنتور دیگری جایگزین نشده‌باشد و هیچ یک از شیرهای سرویس دهنده که در بخش a(i) ذکر شده‌اند در این بخش نباشند، مطمئن

[78] Prepayment meter

هستیم که سرویس لوله یا هر شبکه‌ی لوله در این محوطه‌های ساختمانی قطع شده‌است نزدیک به توزیع عمده یا مخزن ذخیره که هر بخش لوله یا شبکه‌ی لوله که تعویض نشده‌است باید دوانتهای آن با وسایل لازم بسته شوند.

(٤). کسی که می خواهد کنتور اصلی را تعمیر یا تعویض کند باید نکات لازم را برای کسی که گاز مورد نیاز خود را از این کنتور تأمین می‌کند، توضیح دهد تا شخص بتواند مطابق با پاراگراف (۳) عمل کند.

۴.۶ بخش D

تأسیسات خطوط لوله

استفاده‌ی ایمن از لوله‌ها

۱۸.(۱) خطوط لوله نباید در جایی که به علت موقعیت لوله‌های دیگر، تکیه‌گاه لوله‌ها، لوله‌های تخلیه[۷۹]، لوله‌کشی‌های فاضلاب، کابل‌های برق، خطوط لوله‌ی انتقال آب و دستگاه‌های الکتریکی، امکان استفاده‌ی ایمن از آنها وجود ندارد، نصب شوند و همچنین نباید خطوط لوله را در بخشی از محوطه‌ی ساختمانی که ایمنی لازم را برای لوله‌ها ندارد نصب کرد.

(۲). به هنگام اتصال تأسیسات خطوط لوله به دبی‌سنج اصلی اگر به هم‌پتانسیل کردن الکتریکی[۸۰] نیاز باشد، باید توسط فرد متخصص سیم‌کشی انجام شود.

لوله‌های توکار

[۷۹] drains

[۸۰] Electrical equipotential bonding

۱۹.(۱) هیچ بخشی از تأسیسات خطوط لوله نباید درون دیوار، کف اتاق یا ستون ساختمان نصب شود مگر آنکه به‌گونه‌ای ساخته شوند که در مقابل خرابی‌های ناشی از حرکت دیوار یا کف یا ستون مقاوم باشند.

(۲). تأسیسات خطوط لوله نباید به گونه‌ای نصب شوند که از میان دیوار یا کف یا ستون عبور کنند مگر آنکه

(a). بخشی از لوله که درون دیوار، کف یا ستون قرار گرفته‌است کوتاه‌ترین مسیر را داشته‌باشد؛ و

(b). تمهیدات کافی برای جلوگیری از ورود گازی که از لوله نشت کرده و از دیوار، کف یا ستون عبور کرده‌است، به درون حفره‌های دیوار، کف یا ستون در نظر گرفته شده‌باشد.

(۳). تأسیسات شبکه لوله با توجه به بند(٤) نباید در حفره‌ی یک دیوار حفره‌دار نصب شود مگر آنکه لوله پس از ورود به دیوار از طرف دیگر دیوار خارج شود.

(٤). بند(۳) نباید در مورد نصب تأسیسات خطوط لوله‌ای که به یک شومینه گازی وصل می‌شوند، اعمال شود مشروط بر اینکه تأسیسات لوله درون حفره تا نهایت ممکن کوتاه بوده، توسط یک غلاف آب‌بندی شده پوشانده شده و اتصالی که از آن تأسیسات لوله به درون شعله وارد می‌شود، آب‌بندی شده‌باشد؛ و در این بند منظور از "شومینه گازی خانگی" شعله گازی است که

(a). برای شبیه‌سازی تأثیر شعله یک سوخت جامد طراحی شده‌باشد؛

(b). برای کاربرد به همراه یک سیستم دودکش فن‌دار طراحی شده‌باشد؛ و

(c). درون سطح داخلی حفره‌ی دیوار نصب شده‌باشد.

(۵). تأسیسات شبکه‌ی لوله یا شبکه‌ی سرویس‌دهنده نباید زیر پی ساختمان یا زیر پی دیوار یا کف نصب شوند مگر آنکه فواصل مناسب برای جلوگیری از آسیب دیدن تأسیسات شبکه‌ی لوله یا شبکه‌ی لوله سرویس دهنده به هنگام جابه‌جایی سازه مربوطه یا زمین در نظر گرفته شوند.

(٦). تأسیسات شبکه لوله‌ای که خودشان درون یک کانال تهویه نیستند، نباید درون کانال یا فضای خالی‌ای که به‌طور مناسب تهویه نمی‌شوند، نصب شوند.

حفاظت از ساختمان‌ها

۲۰. تأسیسات شبکه‌ی لوله نباید به گونه‌ای نصب شوند که به سازه ساختمان و یا به خاصیت ضد آتش بودن سازه‌ی موردنظر آسیب برسد.

پیش‌گیری از آلودگی‌ها

۲۱. تأسیسات شبکه‌ی لوله نباید در جایی که محل رسوب مواد جامد یا مایع است نصب شوند مگر آنکه ظرف مناسبی برای جمع‌آوری رسوبات به همراه لوله در نظر گرفته شده‌باشد به‌گونه‌ای که کاملا در معرض دید و امکان دسترسی به آن نیز آسان باشد و همچنین تمهیدات ایمنی برای تخلیه‌ی این رسوبات در نظر گرفته شده‌باشد.

انجام آزمایش و پاکسازی لوله‌ها

۲۲.(۱) هرگاه شخصی کاری را در ارتباط با بخشی از تأسیسات شبکه‌ی لوله انجام دهد که امکان تأثیرگذاری بر آب‌بندی هر جزء شبکه وجود داشته‌باشد، باید بلافاصله پس از اتمام کار مطمئن شود که

(a). آن بخش به‌طور مناسب از نقطه‌نظر آب‌بندی آزمایش شود و همچنین تأیید شود که آن جزء مطابق با قوانین این آیین‌نامه نصب شده‌است؛ و

(b). پس از آزمایش و مشاهدات پوشش‌های حفاظتی لازم برای اتصالات این بخش به کار گرفته شوند.

(۲). هرگاه گاز برای یک محوطه‌ی ساختمانی که تأسیسات شبکه‌ی لوله در آن محوطه‌ی ساختمانی نصب شده، تأمین شود و شخصی در ارتباط با شبکه‌ی لوله‌ی این ساختمان کاری را انجام دهد باید مطمئن شود که

(a). بلافاصله پس از اجرای قوانین (a)و (b)پاراگراف (۱) در بالا، باید پاکسازی تمامی لوله‌های شبکه‌ی لوله، که گاز پس از این در آن‌ها جریان می‌یابد انجام شود و لوله‌ها از هوا و هر گاز دیگری غیر از گاز تأمین شده به‌طور ایمن تخلیه شوند.

(b). بلافاصله بعد از چنین پاکسازی اگر شبکه‌ی لوله بلافاصله مورد استفاده قرار نگیرد باید خروجی‌های آن با اتصالات مناسب محکم بسته شوند.

(c). اگر پاکسازی از یک اتصال سست انجام شود بعد از آنکه آن اتصال محکم شود باید از نظر غیرقابل نشت بودن مجددا آزمایش شود؛ و

(d). هر اتصالی که پس از پاکسازی محکم شده باشد باید غیرقابل نشت بودن آن مجدد مورد بررسی قرار گیرد.

(۳). اگر گاز مورد نیاز یک محوطه‌ی ساختمانی که دارای تأسیسات شبکه‌ی لوله است، تأمین نشود(وصل نباشد)

(a). هیچ‌کس نباید اجازه دهد گاز درون این شبکه لوله جریان یابد مگر اینکه مطمئن شود که پاکسازی، آزمایش و به‌طور کلی تمامی کارهایی که در بخش‌های(a) تا (d) پاراگراف قبل گفته شد انجام شده‌است.

(b). کسی که گاز مورد نیاز این محوطه‌ی ساختمانی را تأمین می‌کند باید مطمئن شود که لوله‌ی تأمین‌کننده‌ی گاز با اتصال مناسب پلمب شده‌باشد مگر اینکه متقاعد شده‌باشد که موارد بخش(a) انجام شده‌است.

نشانه‌گذاری لوله‌ها

۲۳.(۱) هرگاه کسی بخشی از یک شبکه گاز را که قابل دسترس برای بازرسی است نصب کند، باید دائماً آن قسمت را به‌طور کاملاً خوانا و واضح با عبارت لوله انتقال گاز علامت‌گذاری نماید مگر اینکه آن بخش از شبکه گاز مربوط به یک واحد مسکونی یا محل سکونت دائم باشد.

(۲). شخصی که مسئول ساختمانی است که در آن چنین بخشی از شبکه گاز انتخاب شده‌است باید اطمینان یابد که چنین بخشی به‌طور کامل قابل رویت و دارای طول مناسب برای درج لوله انتقال گاز می‌باشد.

مصرف‌کنندگان عمده

۲٤.(۱) هنگامی‌که لوله سرویس‌دهنده به ساختمانی که دارای دو طبقه یا بیشتر است و یا هر طبقه آن دارای لوله سرویس مستقل است(در این حالت برای هر نوع ساختمان چه بیش از یک طبقه و چه

یک طبقه) دارای قطر داخلی ۵۰ mm یا بیشتر باشد، هیچ‌کس نباید هیچ‌گونه انشعابی از آن برای تأمین گاز آن طبقات یا نواحی نصب کند مگر اینکه

(a). شیری بر روی این لوله در جایی که کاملا مشخص است و دسترسی به آن نیز آسان است نصب شده‌باشد؛ و

(b). دیاگرام شبکه گاز که شامل موقعیت تمامی تأسیسات شبکه‌ی لوله با قطر درونی ۲۵mm یا بیشتر، وسایل اندازه‌گیری، شیرهای کنترل اضطراری، شیرها و نقاط تست فشار گاز سیستم‌های گازرسانی ساختمان است، به طور دائم و در موقعیتی که دستیابی به آن آسان باشد و به نقاط زیر تا حد امکان نزدیک باشد در ساختمان نصب شود

(i). دبی‌سنج اصلی یا در جایی که دبی‌سنج اولیه وجود ندارد به شیر کنترل اضطراری

(ii). مخزن ذخیره‌ی گاز

(۲). پاراگراف (۱) بالا همانگونه که در مورد لوله‌ی سرویس‌دهنده به کار رفته‌است باید برای شبکه سرویس‌دهنده به کار گرفته شود با این تفاوت که عبارت ۵۰mm یا بیشتر به ۳۰mm یا بیشتر تغییر نماید.

(۳). در پاراگراف (b)(۱) در بالا نقاط "تست فشار"[۸۱] به اتصالاتی گفته می‌شود که گیج فشار می‌تواند به آنها متصل شود.

۵.۶ بخش E

دستگاه‌های گازسوز

اصطلاحات

۲۵. در این بخش

"لوله‌ی دودکش"[۸۲] منظور لوله‌ای است که تشکیل یک دودکش می‌دهد ولی شامل لوله‌ای که برای اتصال به دودکش اصلی[۸۳] یا کانال تهویه دستگاه ساخته شده‌است، نمی‌باشد.

---

[۸۱] Pressure test point

"فشار عملیاتی[۸۴]" در ارتباط با دستگاه‌های گازسوز به فشار گازی که عملکرد دستگاه بر آن اساس طراحی شده‌است، گفته‌می‌شود.

دستگاه‌های گازسوز – ملاحظات ایمنی

۲۶.(۱) دستگاه‌های گازسوز به شرطی قابل نصب هستند که هنگام استفاده از آنها خطری متوجه هیچ‌کس نشود.

(۲). دستگاه گازسوز خانگی نیازمند دودکش نباید به سیستم تأمین گاز متصل شود مگر با یک لوله‌ی انعطاف‌ناپذیر ثابت و دائمی.

(۳). دستگاه گازسوز مستعمل در صورتی قابل استفاده است که برای استفاده‌ی بیشتر از نظر ایمنی تأیید شده‌باشد.

(٤). دستگاه گازسوزی که از هیچ آیین‌نامه‌ای که در آن شرایط ممنوعیت و یا محدودیت تهیه چنین وسائلی بر اساس معیارهای ایمنی ذکر شده‌است، تبعیت نمی‌کند نباید مورد استفاده قرار گیرد.

(۵). کسی که نصب دستگاه گازسوز را انجام می‌دهد نباید دستگاه را پس از اتصال به لوله تأمین گاز ترک نماید مگر اینکه

(a). دستگاه به‌طور ایمن بتواند مورد استفاده قرار گیرد؛ یا

(b). دستگاه از محل تأمین گاز جدا و با اتصالات مناسبی مسدود شده‌باشد.

(٦). دستگاه گازسوزی را که در محل ورود گاز به آن به دستگاه قطع‌کن مجهز نباشد نباید به سیستم تأمین گاز متصل کرد مگر آنکه آماده‌سازی چنین تمهیداتی از نظر عملی امکان‌پذیر نبوده و توجیه‌پذیر باشد.

(۷). در مورد دستگاه گازسوزی که دارای تأییدیه‌ای است که نشان می‌دهد کسی انطباق آن‌را با استانداردهای ایمنی تأیید کرده‌است ولی آن دستگاه آن استانداردها را برآورده نمی‌سازد، هیچ‌کس نباید هیچ‌کاری انجام دهد.

---

[۸۲] Flue pipe

[۸۳] chimney

[۸٤] Operating pressure

(۸). هیچ کس نباید در ارتباط با دستگاه گازسوزی که نشان استاندارد دارد و این نشان برداشته یا خراب شده‌است، کاری انجام دهد.

(۹). شخصی که کاری را در ارتباط با دستگاه‌های گازسوز انجام می‌دهد باید بلافاصله پس از اتمام کار موارد زیر را بررسی کند

(a). کارایی دودکش‌ها؛

(b). هوای موردنیاز برای احتراق؛

(c). فشار عملیاتی یا گرمای ورودی و در صورت لزوم هردوی آنها؛

(d). عملکرد آن تا مطمئن شود که دستگاه خوب و ایمن کار می‌کند،

و بلافاصله هر گونه نقصی را به فرد مسئول و چنانچه این فرد مالک نباشد به، مالک ساختمانی که دستگاه در آن‌جا قرار داده‌شده‌است اطلاع دهد و چنانچه هیچ‌کدام از این‌ها با دلایل توجیهی امکان‌پذیر نباشد، در جایی که دستگاه از گاز مایع تغذیه می‌کند باید نقایص را به تأمین‌کننده‌ی گاز مایع و یا در هر حالت دیگر به انتقال‌دهنده[۸۵] اطلاع دهد.

(۱۰). پاراگراف (۹) در موارد زیر به کار گرفته نخواهد شد

(a). قطع مستقیم گاز تأمین‌شده‌ی دستگاه گاز سوز؛ یا

(b). پاکسازی گاز یا هوا از دستگاه گازسوز یا از شبکه‌ی لوله‌ی مربوط به آن یا اتصالات آن در صورتی که این پاکسازی بر روی ایمنی دستگاه یا شبکه‌ی لوله یا اتصالات اثر معکوس نداشته‌باشد.

دودکش‌ها

۲۷.(۱) هیچ دستگاه گازسوزی نباید به دودکش متصل شود مگر اینکه دودکش مناسب دستگاه باشد و تحت شرایطی که مناسب با عملکرد ایمن دستگاه است، نصب شده باشد.

(۲). لوله‌ی دودکش نباید به دودکشی که از مصالح ساختمانی ساخته شده‌است متصل شود مگر اینکه آب‌بندی اتصال لوله‌ی دودکش به دودکش ساختمان قابل بازرسی باشد.

(۳). دستگاه گازسوز را نباید به دودکشی که توسط یک محوطه محصور شده‌است متصل کرد مگر آنکه این محوطه آن‌چنان آب‌بندی شده‌باشد که احتمال عبور محصولات ناشی از احتراق از آن به

---

[۸۵] transporter

اتاق یا فضای داخلی غیر از اتاق یا محلی که دستگاه گازسوز در آن نصب شده‌است وجود نداشته‌باشد.

(٤). سیستم دودکش جریان اجباری[۸٦] را نباید برای یک دستگاه گازسوز نصب کرد مگر این‌که این سیستم بتواند به‌طور ایمن از ادامه عملکرد دستگاه، هنگام خرابی سیستم جریان اجباری جلوگیری کند.

(۵). دودکش فقط باید در موقعیت‌هایی که از نظر ایمنی مناسب هستند نصب شود.

دسترسی

۲۸. دستگاه گازسوز باید در محلی نصب شود که امکان دستیابی به آن برای استفاده، بازرسی و تعمیر و نگهداری آسان باشد.

دستورالعمل‌های سازندگان

۲۹. شخصی که دستگاه گازسوزی را نصب می‌کند باید برای استفاده مالک یا افراد ساختمانی که دستگاه در آن نصب شده‌است، کلیه دستورالعمل‌هایی را که سازندگان دستگاه تهیه کرده‌اند، ارائه دهد.

دستگاه‌های گازسوز ایزوله از اتاق

۳۰.(۱) دستگاه گازسوز نباید در محلی که از آن به عنوان حمام یا دستشویی استفاده شده یا قرار بوده‌است استفاده‌شود، نصب شود مگر اینکه دستگاه مزبور یک دستگاه گازسوز ایزوله از اتاق باشد.

(۲). نباید هیچ‌گونه بخاری گازی یا هر نوع بخاری یا آبگرمکن گازی را که بیشتر از ١٤ کیلووات گرمای تولیدی دارد در محلی که به عنوان اتاق خواب استفاده شده یا قرار بوده‌است استفاده شود نصب کرد مگر اینکه دستگاه ایزوله از اتاق باشد.

(۳). نباید هیچ‌گونه بخاری گازی یا هر نوع بخاری یا آبگرمکنی را که کمتر از ١٤ کیلووات گرمای تولیدی دارد در محلی که به عنوان اتاق خواب استفاده شده یا قرار بوده‌است استفاده شود نصب کرد و از هیچ‌گونه آبگرمکن گازی آنی[۸۷] نباید استفاده کرد مگر اینکه

---

[۸٦] Power operated flue system

[۸۷] Instantaneous water heater

(a). دستگاه ایزوله از اتاق باشد؛ یا

(b). آبگرمکن به دستگاه کنترل ایمنی مجهز شده باشد که عملکرد دستگاه را قبل از آنکه میزان محصولات احتراق در اتاق از محدوده‌ی خطرناک فراتر رود، قطع کند.

(٤). در پاراگراف‌های (۱) تا (۳) منظور از محلی که استفاده شده یا قرار بوده‌است استفاده شود محلی است که شامل موارد زیر باشد

(a). دارای قفسه‌بندی یا کابینت باشد؛ یا

(b). دارای قفسه‌بندی، کابینت یا فضایی مجاور چنین محلی باشد اگر در آن دریچه تهویه هوا از قفسه‌بندی، کابینت یا فضای مجاور به آن محل تعبیه شده باشد.

دستگاه‌های آویزان

۳۱. هیچ‌گونه دستگاه گازسوزی نباید به صورت آویزان[۸۸] نصب شود مگر اینکه تأسیسات شبکه‌ی لوله‌ی مناسب چنین دستگاهی ساخته و نصب شده‌باشد و این تأسیسات قادر باشد که به‌طور ایمن وزن دستگاه را تحمل کند و نیز مطابق با این نحوه‌ی نصب طراحی شده‌باشد.

دمپرهای دودکش

۳۲.(۱) هر کس که دمپر اتوماتیکی را برای استفاده‌ی دستگاه گازسوز نصب می‌کند باید

(a). مطمئن باشد که این دمپر به گونه‌ای به گاز ارسالی برای مشعل متصل شده است که در صورت نقص دمپر هنگامی که در موقعیت باز نیست، از روشن بودن مشعل جلوگیری می‌کند.

(b). بلافاصله پس از نصب، دستگاه گازسوز و دمپر را آزمایش کند و از عملکرد ایمن هر دو با هم و این‌که هیچ خطری برای دیگران ایجاد نمی‌کند، مطمئن شود.

(۲). دمپر دستی نباید برای دستگاه گازسوز خانگی مورد استفاده قرار گیرد.

(۳). دستگاه گازسوز خانگی نباید به دودکشی که به یک دمپر که عملکرد دستی داردمتصل شود مگر اینکه این دمپر به‌طور دائم در حالت باز، ثابت شده‌باشد.

---

[۸۸] suspended

آزمایش دستگاه‌ها

۳۳. در جایی‌که شخصی دستگاه گازسوز را نصب می‌کند، هنگامی که گاز به ساختمانی که در آن دستگاه نصب شده‌است ارسال می‌شود، باید بلافاصله پس از ارسال گاز اتصالات دستگاه به شبکه گاز را تست کرده تا از آب بندی آنها مطمئن شود و دستگاه و اتصالات گاز و دیگر کارها برای تامین گاز و دودکش یا تمهیدات تهویه‌ای که در ارتباط با دستگاه می‌باشد را مورد بررسی قرار دهد برای اینکه اطمینان یابد که

(a). دستگاه مطابق با موارد ذکر شده در این آیین‌نامه ایمنی و سلامت نصب شده‌است؛

(b). فشار کارکرد دستگاه همان فشاری است که توسط سازندگان پیشنهاد شده‌است؛

(c). دستگاه مطابق با دستور عمل‌های سازندگان دستگاه که به‌همراه دستگاه ارسال شده‌است، نصب شده‌است؛ و

(d). تمامی کنترل کننده‌های ایمنی گاز در وضعیت کاری مناسب خود می‌باشند.

(۲). جایی‌که کسی تست‌ها و بررسی‌های فوق را در رابطه با دستگاه انجام می‌دهد و در این رابطه برای برآورد ساختن ملزومات بخش‌های (a) تا (d) پاراگراف (۱) در بالا، نیاز به تنظیماتی باشد، باید یا تنظیمات مورد نیاز را انجام دهد، یا دستگاه را از لوله تامین گاز جدا کند یا دستگاه را از لوله‌ی تامین گاز توسط اتصال مناسب مسدود و پلمپ نماید.

(۳). زمانی که گاز مورد نیاز یک محوطه‌ی مسکونی که دستگاه گازسوز در آن نصب شده‌است قطع می‌باشد.

(a). پیش از انجام آزمایشات و تنظیمات لازم که در پاراگراف‌های(۱) و (۲) آورده شده‌اند نباید اجازه داد گاز به درون دستگاه جریان یابد؛ و

(b). کسی که مدام گاز را برای این محوطه مسکونی تامین می‌کند، مادامی که موارد پاراگراف (a) بالا انجام نشده‌است، باید از مسدود و پلمپ بودن دستگاه گازسوز توسط اتصال مناسب اطمینان حاصل نماید.

استفاده از دستگاه‌های گازسوز

۳٤.(۱) مسئول هر محوطه‌ی مسکونی که نسبت به ایمن کارکردن یک دستگاه مطمئن نیست، نباید اجازه استفاده از دستگاه را به خود و به دیگران بدهد.

(۲).منظور از فرد مسئول در پاراگراف بالا، واگذارکننده واحدها به ساکنین، مالک ساختمان و یا هر شخص دیگری است که صلاحیت و اجازه‌ی انجام اقدامات لازم در رابطه با اتصالات گاز را دارا باشد.

(۳). هر شخصی که مسئول انجام کارها در زمینه‌ی لوله‌ی اصلی گاز، لوله‌ی سرویس دهنده، شبکه‌ی لوله‌ی سرویس‌دهنده، مخزن ذخیره‌ی گاز یا اتصالات گاز می‌باشد و بداند که استفاده از دستگاه گازسوز برای دیگران خطرآفرین است یا با دلایل کافی نسبت به دستگاه گاز سوز مشکوک باشد، باید بلافاصله موضوع را به مسئول محوطه‌ی مسکونی که دستگاه در آن قرار دارد یا به مالک دستگاه و چنانچه هیچ‌کدام عملی نباشد، برای حالتی‌که دستگاه از گاز مایع تغذیه می‌کند به تامین کننده گاز مایع و در غیر این صورت به فرستنده دستگاه اطلاع دهد.

(٤). در پاراگراف(۳)در بالا عبارت "کار" به همان معنی است که در قانون (۱)۲ آورده شده‌است، عبارت اتصالات گاز تمامی عبارات لوله‌ی اصلی گاز، لوله سرویس‌دهنده، شبکه‌ی لوله‌ی سرویس‌دهنده، مخزن ذخیره‌ی گاز یا اتصالات گاز را در بر می گیرد.

۶.۶ بخش F

نگهداری

وظایف کارفرمایان و پیمانکاران

۳۵. یکی از وظایف هر کارفرما یا پیمانکاری این است که از صحت و سلامت دستگاه‌های گازسوز، تأسیسات شبکه‌ی لوله یا دودکشی که در منطقه‌ی تحت کنترل او نصب شده اطمینان داشته باشد تا احتمال بروز هرگونه خطر احتمالی را از بین ببرد.

وظایف مالکین

۳٦. (۱) در این قوانین

"مالکین" یعنی

(a). در انگلستان و سرزمین ویلز

(i). هر کسی که وسایل گازسوز را برای مدتی تحت اجاره و تصرف داشته‌باشد، در زمانی که وسایل گازسوز در اختیار او قرار دارند به عنوان مالک شناخته می‌شود.

(ii). هرگاه وسایل گازسوز با مجوز رسمی در اختیار فردی قرار گیرند، به استثنای حالتی که فرد دستگاه‌ها را اجاره کرده باشد، در این حالت نیز به آن فرد مالک گفته می‌شود.

(b). در اسکاتلند مالک به شخصی گفته می‌شود که ملک اجاره‌ای داشته باشد

"ملک" استیجاری یعنی

(a). ملک استیجاری برای دوره‌ای کمتر از ۷ سال

(b). ملک استیجاری برای دوره‌های متناوب

(c). هر گونه تعریف قانونی که خارج از املاک استیجاری‌ای باشد یا زیربخش‌های (a) و (b) تعریف شده‌باشد.

ملاک تعیین استیجاری بودن این ملک مطابق با آنچه که در زیر بخش (a) آورده شده‌است موارد ذیل می‌باشد

(i). در انگلستان و سرزمین ویلز بخشی از دوره که قبل از واگذاری بوده نباید در دوره‌ی اجاره‌ی ملک به حساب آورده شود و زمان شروع اجاره‌ی ملک از زمان واگذاری ملک می‌باشد.

(ii). ملک استیجاری‌ای که زمان خاتمه‌ی اجاره پیش از پایان ۷ سال در اختیار صاحب ملک است جزء املاک استیجاری با دوره‌ی اجاره‌ی کمتر از ۷ سال محسوب می‌شود.

(iii). اگر امکان تمدید اجاره‌ی ملکی (به غیر از آنچه که در پاراگراف (b) ذکر شده‌است) به مستأجر داده شود و مدت زمان اجاره‌ی ملک از اولین دوره‌ی اجاره ۷ سال یا بیشتر شود این ملک جزء املاک استیجاری با دوره‌ی ۷ ساله نخواهد بود.

(iv). اجاره شامل دوره‌ی رهن ملک نمی‌شود.

" اتصالات گاز مربوطه[۸۹]" یعنی

[۸۹] Relevant gas fitting

(a). هر نوع دستگاه گاز سوز(به غیر از دستگاهی که مستأجر اجازه‌ی جابه‌جا کردن آن‌را داشته‌باشد) یا هر گونه تأسیسات شبکه‌ی لوله که در هر محوطه‌ی مسکونی نصب شده‌است

(b). هر دستگاه گاز سوز یا تأسیسات شبکه‌ی لوله‌ای که به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم به محوطه‌های مسکونی اجاره‌ای مربوط بوده و یا

(i). در هر بخش این ملک نصب شده‌است و صاحب این ملک مالک آن است یا سهمی در مالکیت آن دارد.

(ii). و یا دستگاهی که تحت مالکیت یا تحت کنترل صاحب‌خانه است.

لازم به ذکر است که تعاریف بالا هر گونه دستگاه گاز سوز یا تأسیسات شبکه‌ی لوله‌ای که به‌طور اختصاصی در یک بخش از محوطه‌ی مسکونی برای مصارفی غیر از مصارف مسکونی به کار می‌رود در بر نمی‌گیرد.

" محوطه‌ی مسکونی وابسته[۹۰]" به محوطه‌ی مسکونی یا هر بخش از محوطه‌ی مسکونی که به طور کامل یا غیر از آن، برای اهداف مسکونی به صورت موارد زیر استفاده شود

(a). اجاره

(b). امتیاز رسمی.

" ملک اجاره‌ای قانونی[۹۱]" یعنی

(a). در انگلستان و سرزمین ویلز ملک اجاره ای قانونی، همان ملکی است که شرایط آن در قوانین Rent Act 1997 (a) و Rent (Agriculture) Act 1976 آورده شده‌است.

(b). در اسکاتلند ملک اجاره‌ای به همان ملکی گفته می‌شود که شرایط آن در قانون Rent (Scotland)Act 1984 (c) آورده شده‌است، ملک اجاره‌ای قانونی بیمه شده همان ملکی است که در قانون Housing Scotland Act 1998 (d) یا قانون بیمه‌ای که در قانون Housing Scotland Act 1987(e) آورده شده‌است.

" مستأجر[۹۲]" به کسی می‌گویند که ساکن محوطه‌ی مسکونی وابسته باشد.

---

[۹۰] Relevant permises

[۹۱] Statutory tenancy

[۹۲] tenant

(a). در انگلستان و سرزمین ویلز

(i). هرگاه یک بخش مسکونی کرایه دادهشود، شخص کرایه کننده در زمان کرایه، مستأجر محسوب میشود.

(ii). جایی که محوطهی مسکونی تحت یک امتیاز رسمی تصرف میشود، دارندهی جواز، مستأجر است.

(b). در اسکاتلند در طی مدتی که شخص یک مکان را تحت اجارهی خود در آورده، بدان مستأجر ابلاغ میشود.

(۲). هر صاحبخانهای باید مطمئن باشد که موارد زیر در شرایطی با ایمنی بالا نگهداری میشود و به همین علت احتمال بروز هرگونه خطری برای ساکنین خانه و خود خانه وجود ندارد.

(a). اتصالات گاز مربوطه

(b). دودکشهای دستگاههای گازسوز

(۳). بدون خدشهدار کردن به کلیات پاراگراف (۲) در بالا، صاحبخانه باید،

(a). مطمئن باشد که دستگاههای گاز سوز و دودکشهای مربوط به آنها ۱۲ ماه پس از نصب و همچنین پس از گذشت چند ماه (کمتر از ۱۲ ماه) از آخرین بازرسی فنی از نظر ایمنی مورد بررسی قرار گیرند(لازم نیست این بررسی حتماً مطابق با قوانین این آیینnامه باشد).

(b). در حالتی که زمان شروع قرارداد اجاره پس از به اجرا درآمدن این آیینnامه باشد، باید مطمئن باشد که هر دستگاه گازسوز و دودکش مرتبط با آن که در مدت ۱۲ ماه پیش از اجرای قرارداد یا در زمان اجرای قرارداد یا در مدت ۱۲ ماه پس از اجرای قرارداد نصب شده، از نظر ایمنی مورد بررسی قرار گرفتهاند.

(c). مطمئن باشد که نتیجهی بازبینی هر دستگاه گازسوز و دودکش مربوطه ثبت و بایگانی شدهاست و به مدت دو سال بعد از تاریخ بازبینی نگهداری شود. نتیجهی این بازبینی باید شامل اطلاعات زیر باشد

(i). تاریخی که دستگاه گازسوز یا دودکش مربوطه بازبینی شدهاست.

(ii). آدرس محلی که دستگاه گازسوز یا دودکش آنجا نصب شدهاست.

(iii). نام و آدرس صاحب ملکی که دستگاه گازسوز یا دودکش در آن نصب شده‌است.

(iv). توضیح بازبینی و محلی که دستگاه گازسوز یا دودکش آن جا نصب شده‌است.

(v). معایب یافته شده‌ی هر دستگاه

(vi). راه‌کارهایی که برای برطرف کردن معایب دستگاه به کار برده شده‌اند.

(vii). تأییدیه این مطلب که این بازبینی مطابق با نیازهای پاراگراف ۹ انجام شده‌است.

(viii). نام و امضای شخصی که بازبینی را انجام داده‌است.

(ix). کد پرسنلی شخصی که اقدام به بازبینی کرده برای ارضای ماده‌ی (۳)۳ این آیین‌نامه.

(٤). هر مالکی باید مطمئن باشد که در ادامه‌ی پاراگراف‌های(۲) و (۳) هرگونه اقدام انجام گرفته در ارتباط با اتصالات گازسوز و نیز هر گونه بازرسی از دستگاه‌های گاز سوز یا دودکش، توسط شخصی با گواهینامه‌ی HSE انجام شود.

(٥). نتیجه‌ی بازبینی که در پاراگراف (c)(۳) ذکر شده‌است یا نسخه‌ی کپی آن باید در اختیار هر کسی که به نحوی اطلاعات می‌تواند در نحوه‌ی استفاده از دستگاه‌های گازسوز به آن کمک کند قرار گیرد.

(٦). علیرغم پاراگراف (٥) در بالا، هر صاحب ملکی باید مطمئن شود که

(a). یک نسخه‌ی کپی از بازدیدی که پاراگراف (c)(۳) در آن رعایت شده به مستأجری که در آن ملک ساکن است، داده‌شود. این اطلاعات می‌بایست مربوط به حداکثر دوره‌ی ۲۸ روزه باشد.

(b). یک کپی از آخرین نتیجه‌ی بازبینی تجهیزات گازسوز و وسایل مربوطه که طبق ۳(c) تعریف شده، قبل از اینکه مستأجر ملک را تحویل گیرد در اختیار مستأجر گذاشته شود. تنها در حالتی‌که مستأجر ملک را برای یک دوره‌ی حداکثر ۲۸ روزه اجاره کرده‌باشد، نیاز به انجام چنین کاری نیست.

(۷). جایی که هیچ دستگاه گازسوزی در اتاقی که در آن محوطه‌ی مسکونی به مستأجر داده شده یا داده خواهد شد وجود ندارد. صاحب ملک باید به جای اینکه کپی نتایج بازرسی را به مستأجر بدهد، نتایج را در محلی کاملاً مشخص به طور دائم نصب کند. صاحب ملک باید یک کپی از نتایج بازرسی را در اسرع وقت به مستأجر بدهد.

(۸). نسخه‌ی کپی شده از نتایج بازبینی که به مستأجر داده می‌شود لازم نیست شامل امضاء و مشخصات شخصی کسی باشد که بازرسی را انجام می‌دهد. اگر در کپی نتایج ذکر شده‌باشد که

کپی‌های دیگر از نسخه‌ی اصلی همراه با امضای شخص بازرس در صورت درخواست مستأجر از مالک اصلی می‌تواند فراهم شود، در این حالت چنانچه مستأجر چنین درخواستی کند، مالک وظیفه دارد که در کوتاه‌ترین زمان ممکن، نسخه‌ی لازم را فراهم نماید.

(۹). بازرسی ایمنی که مطابق با پاراگراف (۳) انجام می‌شود نباید به آزمایش موادی که در زیر پاراگراف (a) تا (d) قانون (۹)۲۶ این آیین‌نامه آمده‌است محدود شود.

(۱۰). نباید هیچ کاری توسط مستأجر یا کسی که به طور قانونی در آن محوطه‌ی مسکونی ساکن شده‌است در مورد نگهداری یا بررسی دستگاه‌های گازسوز یا دودکشی که در این محوطه‌ی مسکونی است انجام می‌شود(مکان‌هایی که در این محوطه‌ی مسکونی برای مصارف غیر مسکونی در نظر گرفته شده‌اند شامل این قانون نمی‌شوند)، همچنین باید مشخص شود که صاحب ملک چه مقدار از وظایف خود را بر اساس قوانین این آیین‌نامه انجام داده‌است(به استثنای آن مقداری که مربوط به دستیابی آن دستگاه گازسوز یا دودکش به منظور چنین نگهداری یا بازرسی است).

(۱۱). هر صاحب ملکی باید مطمئن باشد که در هر اتاقی که توسط مستأجر به عنوان اتاق خواب در نظر گرفته‌می‌شود نباید هیچ‌گونه اتصالات گازی که مخالف با قوانین (۳) یا (۲)۳۰ این آیین‌نامه است وجود داشته‌باشد.

(۱۲). پاراگراف (۱۱) در بالا نباید در مورد اتاقی که پیش از به اجرا در آمدن این آیین‌نامه به عنوان اتاق خواب در نظر گرفته شده به‌کار رود.

۷.۶ بخش G

سایر موارد

نشت گاز

۳۷.(۱) جایی که گاز از لوله‌ی تأمین‌کننده‌ی گاز یا از هر لوله‌ی دیگری، یا از دیگر اتصالات گاز یا مخزن ذخیره‌ی گاز که توسط شخصی که گاز برای او تأمین شده‌است نشت می‌کند، تأمین‌کننده‌ی گاز باید در ۱۲ ساعت اولیه پس از اطلاع یافتن از چنین مسئله‌ای از نشت گاز جلوگیری نماید(به‌وسیله‌ی قطع کردن جریان گاز تأمین شده برای آن محوطه‌ی مسکونی یا روش‌های دیگر).

(۲). اگر شخصی که مسئولیت یک محوطه‌ی مسکونی را به‌عهده دارد نسبت به نشت گاز اطلاع پیدا کند یا مشکوک باشد باید برای جلوگیری از نشت گاز نسبت به قطع گاز اقدام نماید.

(۳). اگر پس از قطع گاز در محوطه‌ی مسکونی که گاز نشت کرده‌بود همچنان بوی گاز به مشام برسد شخصی که مسئولیت آن محوطه‌ی مسکونی را به عهده داشته و نشت مجدد گاز را حس نماید باید نشت گاز را فوراً به مراجع ذی‌صلاح گزارش دهد.

(٤). در جایی که نشت گاز باقطع کردن جریان گاز متوقف شده‌است هیچ‌کس نباید اجازه دهد که تأمین گاز مجددا آغاز شود(مگر اینکه محلی که گاز از آن‌جا نشت می‌کرده، بازسازی شود) تا زمانی که تمامی مراحل برای جلوگیری از نشت مجدد گاز صورت پذیرد.

(٥). در صورت نشت گاز، چنانچه مراجع ذی‌صلاح نتوانند همانگونه که در بند (۱) تشریح شده تا ۱۲ ساعت مشکل را حل نمایند، ایشان باید با مدرک دلیل عدم رفع نقص در زمان مناسب را تشریح کرده و نسبت به رفع آن در حداقل زمان ممکن اقدام نمایند.

(٦). هیچ‌چیزی در پاراگراف‌های (۱) و (٥) مانع از این نیست که تأمین‌کننده‌ی گاز شخص دیگری را از جانب خود انتخاب کند تا در صورت نشت گاز جریان گازی را که تأمین‌کننده فراهم می‌کند قطع نماید.

(۷). هیچ‌چیزی در پاراگراف‌های (۱) تا (٦) نباید در مورد نشت گاز از یک شبکه(به همان معنی که در قانون ۲ آیین‌نامه‌ی مدیریت ایمنی گاز ۱۹۹٦(a) آمده‌است) یا اتصالات گازی که گاز آن‌ها از یک شبکه تأمین می‌شود به کاربرده شود.

(۸). در این بخش هر جا سخن از نشت گاز از اتصالات می‌باشد، منظور نشت منواکسید کربن ناشی از احتراق ناقص گاز است. اما هر جا که این آیین‌نامه مربوط به نشت منواکسید کربن باشد، هرگاه مصرف‌کننده تأمین کننده‌ی گاز را از وجود نشتی مطلع کرد، تمهیدات مدنظر در پاراگراف (۱) به توصیه در مورد رفع نواقص و اشکالات و در صورت لزوم تعویض قطعات و اتصالات به منظور جلوگیری از نشت منواکسیدکربن، محدود می‌شود.

کاربرد ضد نوسانگرها و شیرها

۳۸.(۱) هرگاه مصرف‌کننده، گاز را برای مصارف کاری یا کارخانه تولیدی به کار می‌برد و چنین کاری مستلزم تولید نوسانات فشار در جریان گاز تأمین شده‌است و چنین کاری خطراتی را برای دیگر مصرف‌کنندگان به دنبال دارد، او باید از مسیری که انتقال‌دهنده‌ی گاز برای جلوگیری از چنین خطری به وی اختصاص می‌دهد استفاده نماید.

(۲). جایی که مصرف کننده قصد دارد از هر ماده گازی برای مصرف استفاده کند باید

(a). این مطلب را حداقل ١٤ روز قبل به اطلاع انتقال‌دهنده برساند. و

(b). در طول این مدت باید از کلیه دستوراتی که احتمالاً منتقل‌کننده‌ی گاز برای جلوگیری از هر گونه جذب گاز به مخازن گاز به فرد می‌دهد، پیروی نماید.

در این پاراگراف منظور از ″ماده‌ی گازی شکل″ هوای فشرده است و این پاراگراف هر ماده‌ی گازی شکلی را که توسط انتقال دهنده تأمین می‌شود شامل نمی‌شود.

(۳). جایی که مسیر گفته شده در پاراگراف (۱) و(۲) به فراهم کردن هرگونه وسیله‌ای نیاز داشته باشد، مصرف‌کننده باید مطمئن باشد که این دستگاه به قدر کافی نگهداری می‌شود.

(٤). هر مسیری که مطابق با این قانون اختصاص داده می‌شود باید به صورت کتبی ثبت شود.

استثناهای قانونی

۳۹. هرگاه درصورت عدم اجرای صحیح بندهای (۲)۳ یا (٦)، (۱)۵، (۳)۷، ۱۵، (۲)١٦ یا (۳)، (۱)۱۷، (۵)۲۷، ۳۰ (قوانین مرتبط با نصب بخاری‌های گازی، آبگرم‌کن و دیگر گرم‌کن‌های گازی که بیش از ١٤ کیلووات مصرف دارند)، (۱)۳۳، ۳۵ یا ٣٦ این آیین‌نامه، مشکلی بروز نماید، در صورتی که فرد مذبور نشان دهد که تمامی اقدامات لازم و ممکن را در این زمینه انجام داده است، بی‌گناه محسوب می‌شود.

٤۰.(۱) موضوع پاراگراف (۲) ممکن است به وسیله‌ی گواهینامه‌ی HSE شخص یا اشخاصی را از نیازها یا ممنوعیت‌هایی که به وسیله‌ی این آیین‌نامه ایجاد می‌شود معاف نماید. این معافیت ممکن است در اثر موقعیت‌هایی داده شود و پس از محدوده‌ی زمانی خاصی مجددا باطل گردد.

(۲). مدیریت اجرایی بخش سلامت و ایمنی نباید این استثنائات را برای همه اجرا کند مگر در شرایطی خاص، از جمله

(a). هرگونه شرایطی که فشار وارد کند یا تحت هر قانونی که برای چنین حالتی به‌کار رود.

(b). باید سلامت و ایمنی اشخاصی را که احتمالاً با استثنا قرار گرفتن تحت تأثیر قرار می‌گیرند تأمین کند، نتیجه‌ی آن مورد قضاوت قرار نخواهد گرفت.

ابطال و تجدیدنظر

٤١.(١) آیین‌نامه سلامت و ایمنی(a)١٩٩٤ ، آیین‌نامه‌ی تجدیدنظر سلامت و ایمنی(b)١٩٩٦ و آیین‌نامه سلامت و ایمنی (شماره‌ی دوم)(c)١٩٩٦ همگی به‌وسیله‌ی این آیین‌نامه باطل می‌گردند.

(۲). فهرست Gas Act 1986(d) 2B باید به صورت زیر اصلاح شود

(a). در پاراگراف (۱)۱۷ کلمات، ″ نوسانات فشار در سیستم خطوط لوله‌ی انتقال‌دهنده یا هر چیز دیگر″ و ″ یا خطر″ باید حذف شود.

(b). در پاراگراف ۱۷(b) بعد از کلمات ″ اگر مورد نیاز باشد″ باید کلمات ″به غیر از منظوری جلوگیری از خطر″ باید اضافه شود؛ و

(c). در پاراگراف (٦) و (٥)۱۷ بعد از کلمات ″ این پاراگراف″ باید کلمات ″یا قانون ۳۸ آیین‌نامه سلامت و ایمنی ۱۹۹۸ یا مسیرهای تحت شرایط مذکور ساخته شود″ اضافه گردد.

۷ برگزاری سمینارهای مرتبط

یکی از اهداف اصلی در تاسیس دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان، ایجاد بستری برای افزایش ارتباط بین صنعت و دانشگاه می‌باشد. از اینرو در جهت تحقق این هدف معرفی بخش‌های مختلف شرکت گاز استان خوزستان در دانشگاه و نیز بررسی توانمندی‌ها و نیازهای ایشان، جزء برنامه‌های دفتر پژوهش قرار گرفت. طبق برنامه‌ریزی‌های انجام گرفته، با توجه به محدودیت‌های موجود و مشغله‌ی کاری مسئولین مرتبط در شرکت گاز، سمینارهای ذیل در دانشگاه اجرا گردید.

۱. معرفی اداره مهندسی اندازه‌گیری و توزیع گاز توسط آقای مهندس نکونام

۲. معرفی اداره خدمات فنی و مهندسی توسط آقای مهندس اکرش

علاوه بر موارد فوق معرفی بخش گازرسانی به صنایع نیز جزء برنامه‌های سال گذشته بود که متاسفانه بدلیل پاره‌ای از مشکلات واحد مربوطه در شرکت گاز همچنان برنامه‌ی این سمینار نامعلوم می‌باشد.

۱.۷ اداره مهندسی اندازه‌گیری و توزیع گاز

مباحث مطرح شده در این سمینار عبارت از موارد ذیل می‌باشد.

۱. شرح کار بخش خدمات فنی و مهندسی

۲. استقرارسیستم دیسپاچنگ ملی گاز

۳. استقرارسیستم جامع اندازه‌گیری

٤. استقرارسیستم کالیبراسیون

٥. استقرار سیستم قرائت از دور

٦. بررسی تعاملات سازمانی با دیگر واحدها

۷. جهت‌گیری برای سال آتی

۸. جمع‌بندی

فایل پاورپوینت سمینار مذکور همراه با فیلم آن در یک لوح فشرده به گزارش ضمیمه شده‌است.

۲.۷ اداره خدمات فنی و مهندسی

مباحث مطرح شده در این سمینار عبارت از موارد ذیل می‌باشد.

۱. معرفی زیر بخش‌ها

- بررسی بازار
- نقشه‌کشی و نقشه‌برداری
- طراحی
- حفاظت از زنگ
- طراحی ساختمان و تاسیسات

۲. خلاصه مراحل طراحی خط انتقال گاز

۳. فعالیتهای نوین واحد فنی و مهندسی

٤. نیازمندی‌های بخش خدمات فنی و مهندسی

٥. زمینه های همکاری شرکت با دانشگاه

فایل پاورپوینت سمینار مذکور همراه با فیلم آن در یک لوح فشرده به گزارش ضمیمه شده‌است.

۸ شرکت در کنفرانس‌ها و همایش‌های داخلی

شرکت در همایش‌ها و کنفرانس‌های مرتبط با صنایع گاز می‌تواند نقش به‌سزایی در تعامل هر چه بیشتر دفتر پژوهش گاز با صنایع مرتبط و کسب اطلاعات و نوآوری‌های شرکت‌های داخلی و خارجی معتبر در زمینه‌های گازی را ایفا نماید. در این راستا پرسنل دفتر سال گذشته در ششمین نمایشگاه بین‌المللی نفت و گاز و همچنین اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته که هر دو در تهران برگزار شدند، شرکت نمودند.

اطلاعات جمع‌آوری شده از ششمین نمایشگاه نفت و گاز که مشتمل بر انواع تولیدات، محصولات، نوآوری و نیز توانمندی‌های شرکت‌های داخلی و خارجی می‌باشد در غالب کاتالوگ و لوح فشرده در آرشیو فنی دفتر پژوهش نگه‌داری می‌شود. موارد مرتبط با اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته در بخش آتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱.۸ مروری بر اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته

جمهوری اسلامی ایران با برخورداری از حدود ١٤ هزار کیلومتر خطوط لوله انتقال نفت و بیش از ۲۲ هزار کیلومتر خطوط لوله انتقال گاز دارای طولانی‌ترین شبکه خطوط لوله نفت و گاز در منطقه خاورمیانه می‌باشد. همچنین طرح‌های در دست طراحی و اجرای خط لوله در ایران (خطوط اصلی انتقال گاز شامل خطوط ٥٦ اینچ ایگات ٤، ٥، ٦،٧، ٨ و ٩ و خطوط متعدد انتقال نفت خام و فرآورده‌های نفتی) جمهوری اسلامی ایران را به مهد صنعت لوله‌سازی و اجرای طرح‌های خط لوله در منطقه خاورمیانه و یکی از مهم‌ترین کشورهای دنیا از این نظر تبدیل کرده‌است. از سوی دیگر شرایط منحصر به فرد ایران از نظر حجم منابع هیدروکربوری و همچنین جایگاه کشور در میان کشورهای

همسایه و منطقه خاورمیانه، ایران را به شاهراه انتقال انرژی و نقطه اتصال منابع انرژی خاورمیانه و کشورهای منطقه به بازارهای اروپا و آسیای جنوب شرقی مبدل نموده‌است.

با توجه به اهمیت فوق الذکر صنایع لوله و لوله‌سازی در کشور، اولین کنفرانس لوله با اهداف ذیل در تیرماه ۱۳۸٦ در سالن اجلاس سران تهران برگزار شد.

- سوق دادن تفکر پژوهشی به سمت پروژه‌های راهبردی بخش لوله و صنایع وابسته
- بررسی چالش‌های موجود صنعت لوله و انتقال نفت و گاز
- ارائه توانمندی‌های شرکت‌های برتر صنعت لوله و پیمانکاران خطوط انتقال
- بررسی راهکارهای موجود جهت رشد صنعت لوله
- آشنایی با آخرین دستاوردهای فنی و تکنولوژیک
- تبادل دستاوردهای جدید میان متخصصین صنعت
- آشنایی دانشگاه‌ها با مشکلات صنعت لوله و خطوط انتقال نفت و گاز
- بهره‌مندی از تجارب کاربردی متخصصین صنعت لوله و خطوط انتقال نفت و گاز

محورهای علمی در نظر گرفته شده در این کنفرانس به قرار ذیل می‌باشد.

۱. مواد و روش‌های نوین ساخت لوله

- تکنولوژی‌های ساخت لوله، تحولات جدید
- تولید و تأمین لوله
- ورق‌های فولادی: تولید و تأمین
- کاربرد، مزایا و معایب لوله‌های اسپیرال
- کاربرد، مزایا و معایب لوله‌های دودرز جوش
- خدمات، تجهیزات و تکنولوژی‌های جوشکاری

۲. طراحی و اجرای خطوط لوله

- طراحی و خدمات مهندسی خطوط لوله
- تحولات جدید در اجرای طرح‌های خطوط لوله
- شیرآلات، اتصالات و درزگیرها

- مدیریت عملیات خطوط لوله
- بهداشت، ایمنی و محیط زیست
- نکات ویژه در طراحی خطوط لوله دریایی

۳. بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات خطوط لوله

- تجهیزات پیگ، لانچر و رسیور
- نگهداری و تعمیرات خطوط لوله
- خدمات بازرسی

٤. سیستم‌های حفاظتی، مانیتورینگ و کنترل خوردگی

- مواد و تکنولوژی‌های پوشش
- خوردگی و سیستم‌های محافظتی
- مدیریت ریسک در خطوط لوله

۵. سیستم‌های اندازه‌گیری، کنترل و اتوماسیون

- تجهیزات و تکنولوژی‌های اندازه‌گیری
- سیستم‌های کنترل و اتوماسیون

٦. موارد خاص در اجرای خطوط لوله

- روش‌های نصب در خشکی
- روش‌های نصب در دریا
- بازرسی‌های فنی حین نصب

اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته با حمایت شرکت ملی گاز ایران برگزار شده و اغلب مقالات پذیرش شده در راستای نیازهای شرکت گاز می‌باشد. فهرست کامل مقالات ارائه شده در این کنفرانس در پیوست الف گردآوری شده‌است. منتخبی از مقالات مرتبط با توزیع و انتقال گاز در بخش آتی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱.۱.۸ گزیده‌ای از مقالات ارائه شده

علی‌رغم اینکه کنفرانس لوله دوره‌ی نخست خود را سپری می‌کند با استقبال خوبی از طرف متخصصین و دانش پژوهان داخلی و خارجی مواجه شده به طوری‌که قریب به ٤۰۰ مقاله به این

کنفرانس ارسال گردیده و در نهایت ٦٣ مقاله برای ارائه شفاهی و ٦٣ مقاله برای ارائه به صورت پوستر مورد پذیرش نهایی قرار گرفت. شایان ذکر است مقاله‌ی ارسالی دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان در رابطه با مدل‌سازی سیستم حفاظت کاتدیک به روش المان مرزی نیز از جمله مقالات پذیرفته شده در این کنفرانس بود. در ادامه به‌طور اجمالی برخی از مقالات ارائه شده در این کنفرانس مرور می‌شود.

فناوری‌های جدید در بازرسی و تعمیر خطوط لوله انتقال گاز و نفت

کارشناسان و گروه‌های بازرسی خطوط لوله نفت و گاز به‌خوبی واقفند که دانش فنی لازم درباره شناسایی خسارت‌های رایج در خطوط لوله تا چه حد اهمیت دارد. پیگ هوشمند وسیله‌ای است که امروزه در شناسایی مقدار حجم خسارت‌های وارد شده به مجاری نفت و گاز بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش را فناوری هوشمند می‌نامند. زیرا در طول لوله حرکت کرده و به اندازه‌گیری ضخامت دیواره می‌پردازد. نوسانات موجود در ضخامت دیواره ثبت می‌شود و پس از تصمیم‌گیری درباره انتخاب روش مناسب نسبت به تعمیر یا تعویض آن اقدام خواهد شد. توپک‌های هوشمند از آنجائی‌که خللی به عملیات انتقال سیال وارد نمی‌آورند ابزار بازرسی حین عملیات خوانده می‌شود. این وسایل هوشمند اولین بار به منظور پاکسازی ILI(IN LINE INSPECTION) موانع و رسوبات موجود در مجاری نفت طراحی و توسعه داده شدند. اما امروزه برای مصارف بیشتری از این وسایل استفاده می‌کنند. در روش مذکور توپک هوشمند با دارا بودن بشقابک‌هایی از جنس پلیمر (پلی‌اورتان) در داخل لوله قرار گرفته و سطح مقطع لوله را مسدود می‌سازد. فشار سیال پشت توپک آن را به جلو می‌راند و بدین ترتیب توپک مسافت خط لوله را می‌پیماید و در طول مسیر توپک به گردآوری و ذخیره اطلاعات می‌پردازد.

امروزه بیش از ۳۰ نوع توپک هوشمند وجود دارد. اهم اهداف توپک‌رانی هوشمند عبارتند از :

۱. اندازه‌گیری هندسی

۲. شناسایی نشت

۳. ثبت دما و فشار

٤. اندازه‌گیری خم

۵. نمونه‌برداری از فرآورده

٦. اندازه‌گیری موم و ناخاله

۷. مانیتورینگ انحنا

۸. پروفیل خط لوله

۹. نقشه‌برداری

۱۰. شناسایی کاهش ضخامت

۱۱. بازرسی با عکاسی

۱۲. شناسایی ترک

تنوع توپک‌ها نیز به‌دلیل تنوع در اهداف توپک‌رانی می‌باشد و بهره‌بردار خط لوله با توجه به هدفی که ازتوپک‌رانی مد نظر دارد به انتخاب توپک و خدماتی که شرکت دارنده آن ارائه می‌دهد مبادرت می‌ورزد.

ارائه رابطه‌ای برای محاسبه قطر اقتصادی لوله‌ها بر اساس آنالیز هزینه‌ها در ایران

در تحقیق حاضر، تعیین قطر بهینه اقتصادی براساس هزینه‌های موثر روی اجرای عملیات لوله کشی در ایران مورد مطالعه قرار گرفته‌است. مجموع هزینه‌های مربوط به احداث، راه‌اندازی و عملکرد خط لوله به‌صورت تابعی از قطر لوله بیان شده‌است و هزینه‌های مربوطه از فهرست بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور مربوط به تعرفه سال‌های ۸۱ و ۸۲ استخراج شده‌است. کمینه تابع هزینه، قطر بهینه اقتصادی برای خط لوله را به‌دست خواهدداد. در ادامه رابطه‌ای بر اساس این آنالیز برای محاسبه قطر به‌دست آمده‌است که نتایج حاصل از این رابطه با روابط دیگر موجود تا ۳۸ ٪ اختلاف نشان می‌دهد.

با توجه به اصل مهم حداقل کردن هزینه‌ها، باید ابتدا تابع هزینه مربوطه را ایجاد کرد و سپس کمینه این تابع را نسبت به متغیرهای موثر آن بدست آورد. روابطی که تابعیت کلی هزینه احداث خط لوله را بر حسب قطر لوله مشخص می‌سازند، معمولا خود از توابع کوچک‌تری تشکیل یافته‌اند که هر

یک سهمی موثر در هزینه کل دارند. از این قبیل روابط یا معیارهای طراحی در مراجع مختلف موارد زیادی را می‌توان پیدا کرد. با توجه به اینکه عمومی‌ترین لوله‌های مورد مصرف در صنعت، لوله‌های فولادی سیاه می‌باشند، لذا در این مطالعه جهت داشتن جامعیت بیشتر موضوع، تابع هزینه برای لوله‌های فولادی سیاه با ضخامت بدون حفاری بحث شده‌است. با استخراج تعرفه‌های هزینه‌ای از فهرست بهای سازمان (STD) استاندارد مدیریت و برنامه ریزی کل کشور مربوط به تعرفه سال‌های ۸۱ و ۸۲ تابع هزینه مربوط به عملیات لوله گذاری شکل گرفته‌است و با حداقل کردن این تابع نسبت به قطر لوله، رابطه‌ای جدید برای محاسبه قطر بهینه اقتصادی ارائه شده‌است.

بررسی اقتصادی طراحی خطوط انتقال گاز در ایران

در این تحقیق مجموع هزینه‌های مربوط به احداث، راه‌اندازی و عملکرد خطوط لوله انتقال گاز بین شهری به صورت تابعی از قطر لوله بیان شده‌است. هزینه‌های مربوطه از فهرست بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور و فهرست بهای تاسیسات نفت وگاز، معاونت امور مهندسی و فناوری وزارت نفت مربوط به تعرفه‌های سال ۱۳۸٤ استخراج شده‌است. هزینه لوله‌های به‌کار رفته در خطوط انتقال از قیمت‌های بازار ایران بدست آمده‌است. تنها در مورد تابع هزینه کمپرسورها به دلیل نبود تولید کننده داخلی از تابع هزینه جهانی استفاده شد . با توجه به اصل مهم حداقل‌سازی هزینه‌ها، ابتدا تابع هزینه مربوطه ایجاد شده و سپس کمینه این تابع نسبت به قطر لوله بدست آمده‌است. مقایسه نتایج بدست آمده از رابطه ارائه شده در این مطالعه با تجربیات موجود نشان می‌دهد در صورت لحاظ کردن ملاحظات اقتصادی منطقه‌ای می‌توان با قطر کمتری همین خطوط انتقال را اجرا کرد.

بررسی روش‌های حداقل کردن هزینه شبکه خطوط لوله انتقال گاز

با پیشرفت صنعت گاز شبکه خطوط لوله انتقال گاز توسعه یافته‌اند. هزینه سوخت کمپرسورهای موجود در شبکه بخش عمده‌ای از هزینه عملیاتی سیستم را تشکیل می‌دهد. به همین دلیل در جهان تحقیق و بررسی‌های زیادی در زمینه حداقل‌سازی این هزینه صورت می‌گیرد. در این مقاله ابتدا خلاصه‌ای از کارهایی که در ارتباط با مدل‌سازی و حل ریاضی برای بهینه‌سازی سیستم کمپرسورهای موجود در خطوط انتقال گاز انجام گرفته آورده‌شده که اکثراً بر پایه تکنیک برنامه‌ریزی پویا

Dynamic programming (DP) می‌باشند. سپس دو روش به صورت مفصل‌تری شرح داده شده‌است. روش اول شامل مدل‌سازی و حل مساله در حالت پایا برای شبکه‌ای بر پایه ساختار چرخه‌ای است. روش دوم استفاده از مدل Relaxation برای حل مساله بهینه‌سازی را شرح می‌دهد. با استفاده از این روش‌ها می‌توان فشارها و سرعت‌های جرمی و حجمی بهینه را برای حداقل کردن هزینه سوخت بدست آورد. در ادامه مقاله از جنبه‌ای دیگر جایگزینی نیروی محرکه کمپرسورها و به تبع آن سوخت مورد نیاز آنها مورد بررسی قرار گرفته‌است و مقایسه‌ای کمی و اقتصادی بر روی داده‌هایی از کمپرسورهای موجود در شبکه انتقال گاز ایران انجام شده‌است. نتایج با توجه به شرایط نشان‌دهنده ارجحیت استفاده از توربین‌های گازی به عنوان نیروی محرکه ایستگاه‌های کمپرسور موجود در شبکه خطوط لوله انتقال گاز است. همچنین بهینه نمودن کارکرد عملیاتی کمپرسورها در جهت یافتن جریان‌ها و فشارهای بهینه به منظور حداقل کردن هزینه شبکه الزامی به نظر می‌رسد.

توسعه یک سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) برای شبکه‌های گاز رسانی شهری

شرکت‌های گاز عهده‌دار طراحی و گسترش شبکه‌های گازرسانی برای سراسر نقاط ایران هستند. طراحی و گسترش شبکه گازرسانی با طی نمودن چندین مرحله و توسط چندین بخش مختلف و مطابق معیارها و دستورالعمل‌های تدوین شده انجام می‌گیرد. برای هر مرحله، داده‌های مکانی مختلفی تولید، ویرایش، ذخیره، بازیافت، پردازش، تجزیه و تحلیل می‌شوند. آنچه که طراحی و گسترش شبکه‌های گازرسانی را به چالش می‌کشاند، طراحی خطوط جدید برای مناطق نیازمند دسترسی به این سوخت و همچنین گسترش شبکه‌های گازرسانی موجود است. با گسترش شبکه‌ها حجم اطلاعات تولیدی افزایش یافته و مدیریت صحیح اطلاعات و نحوه استفاده از آنها را با مشکلات فراوانی همراه ساخته‌است. طراحان شبکه نیازمند پیاده‌سازی هرچه بهتر مراحل طراحی شبکه‌های گاز با کمترین مشکل و ارائه طرح‌های بهینه در کمترین زمان هستند. طراحان نیازمند ابزارهای مختلف مهندسی جهت اجرای مراحل مطابق معیارها هستند. با فراهم نمودن GIS جواب‌گوی بخش عمده‌ای از این نیازها و پرسش‌ها است . استفاده از GIS استفاده از چهارچوبی برای مدیریت صحیح اطلاعات و با ارائه توانمندی‌هایی در تجزیه، تحلیل اطلاعات مکانی، باعث بهبود اجرای کلیه مراحل با اتخاذ تصمیم‌گیری‌های صحیح و پیاده‌سازی کارآمد کل روند طراحی می‌شود.

چنین سیستمی می‌تواند به عنوان یک سیستمی برای کمک به اتخاذ تصمیم‌گیری مکانی مطرح شود، زیرا استفاده از چنین سیستمی به طراح شبکه این امکان را می‌دهد تا نتیجه تصمیم‌های مختلف را ببیند و بتواند قدم به قدم به انجام هرچه بهتر مراحل طراحی اقدام نماید. به عبارتی دیگر با استفاده از چنین سیستمی، کاستی‌ها و معایب موجود در طراحی شبکه شناسایی شده و این امکان به طراح شبکه داده می‌شود با اعمال تغییرات به اصلاح و بهبود شبکه مبادرت نماید. توسعه و استفاده از چنین سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها، داشتن یک شبکه پایدار، بهبود مدیریت حوادث و امداد، بهبود کیفیت اطلاعات، حذف وجود تکرار در داده‌ها، به اشتراک‌گذاری داده‌ها، یکپارچه‌سازی و بهبود پروسه‌های مربوط به شبکه‌های گازرسانی گردد.

نسل جدید ابزارهای بازرسی فنی اولتراسونیک در داخل خط لوله جهت مکان‌یابی و آشکارسازی اندازه و میزان خوردگی و تشخیص ترک در خطوط انتقال گاز

خطوط لوله فشار بالا ایمن‌ترین وسیله برای انتقال حجم بالای نفت و گاز طبیعی است. با این وجود باید دانست که خطوط لوله تحت تاثیر انواع مختلف شرایط محیطی و کاری قرار دارند. تحت چنین شرایط کاری عیوب و آسیب‌های خط لوله تولید شده و رشد می‌کنند. برای ارزیابی سیستم یکپارچه خط لوله باید قادر بود تا عیوب و نقص‌های موجود در خط لوله را شناسایی کرده، اندازه گرفته و مکان‌یابی نماییم. ابزارهای خاص بازرسی فنی که بدین منظور به‌کار می‌رود و به‌نام ابزارهای بازرسی داخل لوله یا پیگ موسومند نخستین بار ٤٠ سال پیش برای آشکارسازی و مکان‌یابی موارد غیر عادی و متناقض نظیر فرورفتگی‌ها یا خوردگی داخل لوله به‌کار می‌رفت. از نسل ابتدایی این وسایل تکنیکی تاکنون تغییرات پیچیده‌ای صورت پذیرفته‌است و مشخصه‌های عیب‌یابی و قابلیت‌های آشکارسازی در دستگاه‌های جدید بسیار بهبود یافته‌است. ابزارهای بازرسی امروزی به سطحی از حساسیت و دقت دست یافته‌اند که اطلاعات خروجی از آنها برای مقاصد پیشرفته نظیر محاسبات برازش اطلاعات و ارزیابی سیستم یکپارچه خط لوله قابل استفاده‌است.

این مقاله به معرفی نسل جدید ابزارهای بازرسی فنی اولتراسونیک با وضوح بالا در داخل خط لوله می‌پردازد که برای مکان‌یابی و آشکارسازی اندازه و میزان خوردگی و تشخیص ترک در بدنه و محل جوشکاری خطوط انتقال نفت و گاز به‌کار می‌رود. این تجهیزات قادرند در هر مسیر کل جدار

داخلی لوله را در طول حدود چندصد کیلومتر مورد بازرسی فنی قرار دهند. مقاله ارائه شده، به توصیف اصول به‌کار رفته در این روش از تست‌های غیر مخرب خط لوله می‌پردازد و مولفه‌های اصلی این سیستم بازرسی فنی را معرفی می‌کند . ضمنا به تشریح ابزارهای مورد استفاده، مشخصه‌های عیوب خط به همراه مثال‌هایی از ویژگی‌های قابل تشخیص می‌پردازد. در نهایت بهبودهایی که در نسل جدید ابزارهای اولتراسونیک بازرسی فنی داخل خط لوله حاصل شده‌است، تشریح خواهد گردید.

روش‌های مدرن بازرسی کیفیت پوشش خطوط لوله انتقال نفت و گاز در حین بهره‌برداری

روش‌های مختلفی برای بازرسی کیفیت خطوط لوله مدفون در خاک به‌کار می‌رود. این روش‌ها عبارتند از:

۱. اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی پوشش

۲. اندازه‌گیری میزان میرائی جریان

۳. پتانسیل حفاظت کاتدی در طول خطوط (attenuation test)

٤. بررسی کیفیت پوشش به کمک روش شیب پتانسیل DC((DC Voltage Gradient(DCVG)

۵. کیفیت پوشش خطوط لوله به روش اندازه‌گیری پتانسیل خط لوله (Close Interval Potential Survey (CIPS))

٦. بررسی کیفیت پوشش خطوط لوله مدفون در خاک به روشPearson

۷. بازررسی پوشش خطوط لوله به روش C-scan

۸. بازرسی خطوط لوله به کمک نقشه‌برداری جریان الکتریکی خطوط لوله(Pipeline Current Mapper(PCM))

روش PCM یکی از روش‌های مدرن بازرسی وضعیت حفاظت کاتدی و کیفیت پوشش خطوط لوله می‌باشد. اساس این روش بر مبنای استفاده از جریان متناوب و تعقیب جهت و مقدار آن در داخل خطوط لوله می‌باشد. استفاده از جریان متناوب و با فرکانس‌های مختلف، دستگاه PCM را قادر به تشخیص تداخل جریان استاتیکی و دینامیکی در محیط‌های شلوغ شهری می‌کند. مسلما این

دستگاه می‌تواند در بازرسی خطوط لوله بین شهری نیز به‌کار رود. به‌عبارت دیگر توانائی‌های دستگاه PCM به مراتب بیشتر از دستگاه C-scan می‌باشد. بر اساس نتایج عملی موجود و نیز گزارش کارشناسان شرکت ملی گاز ایران، نتایج بازرسی خطوط لوله در مناطق شهری و به کمک دستگاه C-scan دارای خطای قابل ملاحظه می‌باشد. بنابراین از آن نمی‌توان در نواحی توزیع گاز به عنوان ابزار موثر بازرسی خطوط لوله استفاده‌کرد. با افزایش فرکانس جریان متناوب، تاثیر القائی آن بر سازه‌های بیگانه و سازه‌های فلزی مجاور خطوط لوله افزایش می‌یابد. دستگاه PCM قادر است با به‌کارگیری فرکانس‌های مختلف و نیز فرکانس بسیار پائین (جریان متناوب نزدیک به جریان مستقیم) تاثیر سازه‌های بیگانه مجاور را در نتایج بازرسی حذف نماید.

در روش‌های متداول بازرسی خطوط لوله مثل اندازه‌گیری مقاومت پوشش، روش CIPS، اندازه‌گیری مقدار میرایی جریان و پتانسیل و روش DCVG نیاز به ارتباط الکتریکی با خط لوله و به‌کارگیری کابل‌های طویل می‌باشد. همچنین انجام این روش‌ها نیاز به دو نفر نیروی متخصص دارد. روش PCM از روش‌های الکترومغناطیس بازرسی خطوط لوله محسوب می‌شود. یکی از مزیت‌های روش‌های بازرسی الکترومغناطیس خطوط لوله، عدم تاثیرپذیری نسبی میدان‌های الکترومغناطیس در عبور از محیط‌هایی مثل آب و خاک می‌باشد. بنابراین بدون انجام حفاری و از طریق سطح زمین موارد زیر در خطوط لوله بررسی می شود.

۱. وضعیت پوشش خط لوله (از طریق میزان میزان جریان هدر رفته)

۲. محل‌های اتصال سازه‌های بیگانه با سازه تحت حفاظت کاتدی (از طریق بررسی جهت و مقدارجریان در نواحی مختلف خطوط لوله)

۳. مشخص کردن محل‌های بروز تداخل جریان (از طریق بررسی جهت و مقدار جریان در نواحی مختلف خطوط لوله)

٤. مشخص کردن مسیر عبور کابل‌های حفاظت کاتدی در زیر خاک، نواقص عایق کابل‌ها، محل نواقص و اتصالات ناخواسته با کابل‌ها

کاربرد روش التراسونیک Phased Array در بازرسی خطوط لوله

ایجاد نقایص مختلف در ماده یا قطعه در حین فرآیند ساخت، امری اجتناب‌ناپذیر بوده و شرایط کاربری آتی قطعه به ماهیت و اندازه دقیق نقص بستگی خواهدداشت. نقص‌های دیگری نیز مانند ترک‌های ناشی از خستگی یا خوردگی، در حین سرویس در قطعه به‌وجود می‌آیند. بنابراین، برای آشکارسازی نقص‌ها در مرحله ساخت و همچنین برای آشکارسازی و مشاهده نرخ رشد آنها در حین عمر کاری هر قطعه یا مجموعه، باید وسایل قابل اعتمادی در اختیار باشد. در این راستا، با استفاده از اصول محرز فیزیکی، شماری از سیستم‌های بازرسی به‌وجود آمده‌اند که بدون تغییر یا تخریب قطعات و مجموعه‌های مورد آزمون، دانسته‌های لازم جهت ارزیابی کیفیت ماده یا قطعه را به دست می‌دهند؛ این آزمون‌ها، بازرسی غیر مخرب نام‌گذاری شده‌اند. در واقع نقش بازرسی غیر مخرب تضمین قابل قبولی برای عدم حضور عیوبی در حد بحرانی بر اساس طراحی بارگذاری قطعات در حین کار است.

آزمون‌های غیر مخرب توسط انجمن تست‌های غیر مخرب امریکا (ASNT) به یازده روش مختلف تقسیم شده‌اند. از مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها، روش بازرسی با امواج ماوراء صوت (Ultrasonic Testing-UT) می‌باشد که کاربرد گسترده‌ای در تشخیص عیوب (از جمله ترک‌ها، عیوب ناشی از جوشکاری و بسیاری موارد دیگر) دارد. در این روش امواج صوتی با فرکانس بالا (در محدوده بسامدی ۰/۱ تا ۲۵ MHz) توسط مواد پیزوالکتریک تولید شده و به درون ماده ارسال می‌شوند، امواج برگشت داده شده حاصل از برخورد به عیوب درونی و سطحی ماده نیز توسط پیزوالکتریک‌های دیگری دریافت‌شده و در آنالیزورهای خاصی با توجه به کاهش انرژی امواج تحلیل و نتایج تحت سیستم‌های مختلف بر روی صفحه نمایش نشان داده می‌شوند.

در طی انجام این سیستم آزمون، پراب‌ها (اجزایی که مواد پیزوالکتریک جهت ارسال و دریافت امواج ماوراء صوت درون آنها قرار دارند) را باید در ناحیه اطراف موضع جوش تحت شرایط خاصی حرکت داد. استفاده از پراب‌های زاویه‌ای در روش بازتاب یا عبوری، روشی مطمئن برای آشکارسازی نقص‌ها در قطعات مختلف از جمله لوله‌ها و تعیین موقعیت دقیق آن‌ها را به وجود آورده‌است. اما تعیین ماهیت دقیق نقص نسبتاً مشکل بوده و غالباً به مهارت و تجربه فرد بستگی دارد.

علاوه بر روش UT در بازرسی خطوط لوله، روش آزمون رادیوگرافی (Radiographic Testing-RT) نیز به‌طور گسترده‌ای در این صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد به‌طوری‌که علی‌رغم راحتی و کم هزینه بودن روش UT نسبت به RT، رویکرد بیشتری به RT وجود دارد. اما محدودیت‌های موجود در روش RT، پتانسیل بیشتری برای استفاده از روش‌های جدید بازرسی غیر مخرب ایجاد کرده‌است که به دلیل برتری نسبت به سایر روش‌ها در کاربردهای مربوطه، می‌توانند جایگزین روش‌های متعارف فعلی گردیده و اثر قابل توجهی در کاهش زمان، هزینه و افزایش کیفیت بازرسی در صنایع مختلف داشته‌باشند. ازجمله این روش‌ها، روش Phased Array Ultrasonic می‌باشد که اصول آن همانند روش UT است و تفاوت اصلی آنها در نوع پراب‌های مورد استفاده می‌باشد. به‌علاوه استفاده از اسکن الکترونیکی در روشUT Phased Array ضمن کاهش زمان بازرسی، جایگزین اسکن مکانیکی در روش UT می‌شود. پراب‌های مورد استفاده در این روش به‌جای یک یا دو جزء پیزوالکتریک، حاوی تعداد بیشتری (اصولاً ١٦ تا ٢٥٦) جزء کوچک UT، پیزوالکتریک می‌باشند که با ارسال و دریافت امواج به‌صورت مجزا توانایی نمایش عیوب با جزییات بیشتری را دارند. همچنین با توجه به ماهیت ارسال و دریافت امواج و نحوه متفاوت نمایش اطلاعات (که عیوب قطعه را به‌صورت اشکالی دو بعدی و با جزییات بیشتر نشان می‌دهد)، نوع بازرسی و حرکت پراب در این روش متفاوت از روش معمول UT بوده و بازرسی جوش‌های محیطی خطوط لوله را تسهیل می‌کند.

نشت‌یابی خطوط لوله نفت و گاز

اهمیت انتقال نفت و گاز و فرآورده‌های آن در زندگی امروزه بر کسی پوشیده نیست. با توجه به گستردگی شبکه انتقال نفت و گاز در ایران و اهمیت کنترل این شبکه و جلوگیری از وقوع نشتی و اتلاف این سرمایه حیاتی، نشت‌یابی خطوط لوله از اهمیت دوچندانی برخوردار است. در این مقاله سعی گردیده‌است تا روشی عملی جهت کنترل دائمی خطوط لوله و تعیین میزان و محل وقوع نشتی ارائه گردد.

در روش ارائه شده که بر پایه قوانین سیالات و با استفاده از الگوی شبکه‌های عصبی بنا گردیده‌است. حضور نیروی انسانی جهت تعیین میزان و موقعیت نشتی محدود شده‌است و با استفاده

از یک شبکه کامپیوتری و با نصب تعدادی سخت افزار در طول خطوط لوله می‌توان از شرایط خطوط لوله به‌طور دائمی اطلاع حاصل نمود. با استفاده از این روش نیاز بهره‌بردار از کنترل‌های فیزیکی خطوط لوله مرتفع گردیده و خط لوله به‌طور مستقیم از طریق یک ایستگاه مرکزی تحت کنترل خواهد بود.

بازرسی خطوط انتقال و چاه‌های نفت و گاز با استفاده از تکنولوژی نرخ سریع جریان‌های گذرا

پیشگیری و رفع مشکلات جریان در خطوط لوله همواره نیازمند آگاهی کافی و به‌موقع از وضعیت تشکیل رسوب در تمام سیستم لوله‌کشی شامل خطوط انتقال زمینی و دریایی می‌باشد. این اطلاعات نقش مهمی در روند تصمیم‌گیری در پروسه تعمیرات و نگهداری، بهینه‌سازی و مانیتورینگ تکنولوژی‌های پیشگیرانه ایفا می‌کند. اکثر روش‌های بازرسی خطوط لوله نیازمند استفاده از تجهیزات خاص و حرکت در طول لوله دارد که علاوه بر احتمال ایجاد تخریب، هزینه و زمان زیادی نیز صرف می‌کند.

اخیرا برخی مراکز تحقیقاتی اروپا تکنولوژی غیر مخربی برای بازرسی خطوط انتقال، خطوط دریایی و چاه‌های نفت و گاز ارائه کرده‌اند که تنها با استفاده از یک انتهای خط لوله و با ایجاد جریان‌های گذرا اطلاعات مفیدی را از شرایط لوله در اختیار کاربران می‌گذارد. این روش بر مبنای اندازه‌گیری و آنالیز سیگنال‌های فشار، که در اثر اعمال نرخ جریان‌های گذرا (Fast Flow Rate Transients) در طول خط لوله به‌وجود می‌آید، استوار است و یک متد آسان، حساس و بسیار انعطاف‌پذیر در زمینه‌های کاربردی فراهم می‌کند. در این مقاله اصول علمی حاکم بر این روش و برخی کاربردهای آن معرفی می‌شوند.

کاربرد ERP در مدیریت خطوط لوله نفت و گاز

یکی از آخرین فناوری‌های اطلاعات در زمینه تحول سازمان‌ها، برنامه‌ریزی منابع سازمان معروف به ERP است. هدف اصلی در این فناوری، نفوذ IT در تمام مراحل فعالیت‌های یک سازمان یا بنگاه اقتصادی است. تا منابع مختلف در تبادل منطقی بین هم، خروجی‌های یکپارچه‌ای ارائه کنند. ERP از یک فناوری صرفا برای سازمان‌های تولیدی به فناوری قابل استفاده توسط دیگر گروه‌های اقتصادی از جمله خدمات، بیمه، مالی، ارتباطات و امثال آنها تبدیل شده‌است. این نوع مدیریت از طریق

اتومات و یکپارچه کردن فرآیندها و درنتیجه بالا بردن کارایی و بهره‌وری سازمان و افزایش رضایت و ارزش مشتری انجام می‌گیرد.

ERP یک سیستم نرم‌افزاری است که از ماژول‌های مختلف تهیه شده‌است. ERP با ساختار ماژولی قادر است با سیستم‌های قدیمی و سنتی سازگار شود. برخی از ماژول‌های استاندارد در این سیستم عبارتند از مالی، فروش و توزیع، تولید، منابع انسانی نگهداری و تعمیر. این ماژول‌ها از سیستم‌ها و زیر سیستم‌هایی تشکیل یافته‌اند. مثلا از جمله سیستم‌های متعلق به ماژول نگهداری و تعمیر عبارتند از "پیشگیری حوادث و توقف‌ها" و "مدیریت و پیگیری تعمیر و نگهداری تجهیزات و قطعات".

مدیریت خطوط لوله انتقال نفت و گاز در زمینه‌های مختلف از سفارش تا نصب و نگهداری نیازمند یک سیستم یکپارچه است که می‌تواند با استفاده از ماژول‌های مربوطه از ERP بهینه گردد. از فواید بکارگیری این سیستم در مدیریت خطوط لوله می‌توان به مواردی چون افزایش کارایی، کاهش تاخیرات و سیکل‌های زمانی اجرای سفارشات و بهینه‌سازی ظرفیت منابع تولید و خدمات اشاره نمود. کاربرد این سیستم در مدیریت خطوط لوله می‌تواند مزایایی چون یکپارچگی بیشتر در توزیع اطلاعات دقیق از عملکردهای مختلف برای اتخاذ بهتر و به موقع تصمیمات، افزایش توان پاسخ‌دهی سریع و خدمات بیشتر به مشتری، افزایش ارزش سهام، کاهش در هزینه‌های پنهان، سازگاری و چابکی در تمام عملکردها در زنجیره جریان فعالیت‌ها داشته باشد. همچنین با پیاده‌سازی این سیستم در مدیریت خطوط لوله می‌توان به مواردی چون یکپارچه‌سازی اطلاعات مالی، یکپارچه‌سازی اطلاعات سفارشات، استانداردسازی و سرعت در فرآیندهای کاری، کاهش زمان انبارداری و استانداردسازی اطلاعات منابع انسانی در امور مربوطه دست یافت.

نرم‌افزار تست شبکه خطوط فشار متوسط گاز

جهت تائید کیفیت سلامت شبکه خطوط انتقال و توزیع گاز، مراحل مختلف و دقیق بازرسی توسط کارشناسان شرکت ملی گاز ایران صورت می‌پذیرد. از آن‌جمله می‌توان به کنترل کیفی کالا در مبادی تولیدی، آزمون مهارت جوشکاران، رادیوگرافی صنعتی، آزمون‌های هیدرواستاتیک و نیوماتیک و در نهایت انجام عملیات نشت‌یابی پس از تزریق گاز اشاره نمود. این‌گونه آزمون‌ها مکمل یکدیگر در

تائید صلاحیت مراحل انجام شده می‌باشند که هر کدام به نوبه خود دارای اهمیت و جایگاه ویژه‌ای بوده و در هیچ یک از مراحل اجرای خطوط نمی‌توان آن را نادیده گرفت.

تست‌های هیدرواستاتیک و نیوماتیک با استفاده از دستگاه‌های فشارسنج وزنه‌ای (Dead Weight Test) با دقت تا ۰/۱ افت فشار، جهت سلامت خطوط، دارای قابلیت بالایی می‌باشند. روش انجام تست بر اساس مشخصات فنی پیمان شرکت ملی گاز ایران، که خود برگرفته از دستورالعمل شرکت فرانسوی SOFREGAZ همچنین رجوع به استاندارد ASME B۳۱.۸ می‌باشد. این آزمون به شرط رعایت موارد ذکر شده در دستورالعمل، دارای دقت بسیار بالایی است.

جزئیات مربوط به روش تست به‌طور کامل در دستورالعمل‌های اجرایی خطوط ذکر گردیده و علاوه بر آن مجریان خطوط نیز موارد جزئی‌تر را با توجه به شرایط اقلیمی، طراحی و موارد دیگر در دستورالعمل‌های تست هیدرواستاتیک ذکر نموده و پس از اخذ تائیدیه توسط سیستم کارفرمایی، نسبت به انجام تست مذکور اقدام می‌نمایند.

یکی از موارد دقت جهت سیستم نظارتی و یا پیمانکاران مجری محاسبات پیچیده مربوط به آزمایشات مقاومت لوله، نشتی و عدم وجود هوا می‌باشد که وقت و دقت بالایی را طلبیده و در صورت دخیل شدن خطای انسانی احتمال نتیجه‌گیری غلط زیاد خواهد بود که به تبع آن دوباره‌کاری و صرف هزینه را شامل خواهد گردید. در این راستا طی مطالعه دقیق دستورالعمل اجرایی شرکت ملی گاز ایران، دستورالعمل‌های اجرایی کار و قوانین مربوطه اقدام به آنالیز، طراحی و ساخت نرم افزاری شده که محاسبات وقت‌گیر و پیچیده دستورالعمل‌های اجرایی را بدون مراجعه به چارت و فرمول‌های حجیم و پیچیده در صدم ثانیه انجام داده و نتیجه‌گیری در ارتباط با سلامت خط اجراشده (تائید شدن، مردود دانستن یا تمدید تست) را اعلام می‌نماید. از نقاط قوت نرم‌افزار مدل‌سازی ریاضی چارت‌ها و محیط برنامه‌نویسی می‌باشد . این نرم‌افزار در جامعه انفورماتیک ایران ثبت شده و دارای شماره نرم‌افزاری می‌باشد و همچنین بعضی از متخصصین تراز اول تست هیدرواستاتیک و نیوماتیک شرکت ملی گاز ایران نرم‌افزار مذکور را ملاحظه نموده و از نتایج چند نمونه نتایج تست‌های شبکه‌ها و خطوط اجرا شده خود دقت عملکرد نرم‌افزار را مورد تائید قرار داده‌اند .

در این مقاله سعی شده علاوه بر ارائه جزئیات تست، عملکرد نرم‌افزار و محیط برنامه‌نویسی، قابلیت‌های جانبی نرم‌افزار به مجموعه شرکت ملی گاز ایران و پیمانکاری‌های اجرایی و همچنین امکان کاربرد روش تست در صنایع دیگر ارائه گردد. یادآور می‌گردد طی بررسی‌های به‌عمل آمده این نرم‌افزار برای اولین بار در ایران تهیه گردیده‌است که در خطوط اجرا شده شرکت ملی گاز ایران دارای کاربرد زیاد می‌باشد.

۹ مقالات علمی و پایان نامه های دانشجویی

هدایت دانشجویان به سمت نیازهای شرکت گاز از دیگر اهداف تشکیل دفتر پژوهش گاز می‌باشد. از اینرو به منظور سوق دادن دانشجویان علاقه‌مند به سمت نیازمندی‌های شرکت گاز، یک سری پروژه‌های مرتبط با گاز برای مقاطع کارشمناسی و کارشناسی تعریف شده که برخی از آنها در سال گذشته به‌طور کامل انجام شده و نتایج آن در دفتر پژوهش موجود می‌باشد، برخی دیگر نیز در حال تکمیل می‌باشند.

علاوه بر تعریف پروژه‌های دانشجویی، تعریف طرح‌های پژوهشی مرتبط با نیازهای شرکت گاز استان خوزستان از دیگر وظایف دفتر پژوهش بوده که در ادامه بحث بدان پرداخته‌می‌شود.

۱.۹ پروژه‌های تعریف شده در مقطع کارشناسی

پروژه‌های دانشجویی تعریف شده توسط دفتر پژوهش در مقطع کارشناسی مشتمل بر موارد ذیل می‌باشد.

۱. انواع کمپرسورها و سیستم‌های تقویت فشار گاز طبیعی و مزایا و معایب آنها

در این پروژه ضمن مطالعه و بررسی ایستگاه‌های تقویت فشار گاز طبیعی استان خوزستان، انواع کمپرسورهای متداول برای تقویت فشار گاز طبیعی مورد بحث قرار گرفته است. این پروژه مشتمل بر پنج فصل بوده که فصل اول آن مقدمه‌ای در ارتباط با گاز طبیعی و فصل دوم آن در مورد ایستگاه‌های تقویت‌فشار گاز طبیعی بحث می‌کند. در فصل سوم ویژگی‌های کمپرسورهای رفت و برگشتی ارائه شده و فصل‌ها چهارم و پنجم نیز به ترتیب به مشخصات کمپرسورهای حلزونی و گریز از مرکز اختصاص دارد.

۲. روش‌های طراحی خطوط انتقال گاز طبیعی و بررسی مزایا و معایب

در این پروژه به موضوع طراحی خطوط انتقال گاز طبیعی که در واقع طراحی خط لوله بین ایستگاه عملیاتی تا نقطه توزیع شهری را در برمی‌گیرد، پرداخته شده‌است. این مطالعات شامل تحلیل کلی جریان تراکم‌پذیر داخل لوله و بدست‌آوردن متغیرهای جریان و تعیین نوع، ابعاد و اندازه لوله مورد نیاز می‌باشد که بطور مفصل در فصل‌های دوم و سوم پروژه مورد بررسی قرار گرفته است. ایستگاه‌های تقویت فشار به عنوان قلب سیستم انتقال گاز طبیعی در فصل سوم بررسی شده‌اند. این فصل شامل بررسی فرایند انجام‌شده روی گاز در ایستگاه، اجزای مختلف ایستگاه و بررسی معادلات حاکم بر فرایند واحد کمپرسور می‌باشد. در فصل پنجم به بحث توپک‌رانی در خطوط انتقال گاز پرداخته شده‌است. این فصل شامل بررسی انواع توپک‌های موجود و فرایند توپک‌رانی در خطوط انتقال گاز طبیعی می‌باشد.

۳. تحلیل شبکه‌های گاز شهری با استفاده از نرم‌افزار PSSF

در این پروژه روش‌ها و معادلات متداول برای تحلیل شبکه‌های گاز شهری مورد بحث وبررسی قرار گرفته‌است و پس از آن قابلیت‌ها و نقاط قوت و ضعف نرم‌افزار PSSF که یکی از نرم‌افزارهای در دسترس و متداول برای تحلیل شبکه است، مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا نرم‌افزار در بخش‌های جداگانه‌ای معرفی و چگونگی کارکرد با آن مورد بررسی شده‌است. به عنوان یک مثال عملی و نمونه شبکه شهرستان شوش نیز توسط این نرم‌افزار تحلیل شده و با نتایج بدست‌آمده از نرم‌افزار GPNet مورد مقایسه قرار گرفته‌است. در نهایت نیز خطاهای متداولی که کاربر ممکن است حین کار با این نرم‌افزار مرتکب شود، معرفی و چگونگی رفع آنها توضیحات لازم ارائه شده‌است.

٤. بررسی روش‌های مختلف نشت‌یابی گاز طبیعی

از جمله مشکلاتی که شرکت‌های گازرسانی با آن مواجه می‌باشند نشت گاز از خطوط و شبکه‌های موجود بوده که می‌تواند منجر به خسارات بسیار بالا و بعضا غیرقابل جبران شود. در این پروژه روش‌های مختلفی که برای نشت‌یابی گاز طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد مورد بحث قرار گرفته و مزایا و معایب آنها بررسی شده‌است. بدیهی است که هرکدام از این روش‌ها در حیطه خاصی کاربرد دارد که ضمن معرفی هر روش، در مورد کاربرد آنها نیز تا حدودی بحث شده‌است.

۵. تحلیل اگزرجی و قابلیت کاردهی ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز طبیعی

در تحقیق حاضر هدف به‌دست آوردن قابلیت کاردهی یک ایستگاه تقلیل فشار گاز طبیعی می‌باشد. برای این منظور ابتدا تمامی اجزای به‌کار رفته در یک ایستگاه نامبرده شده‌است. در این قسمت علاوه بر آشنایی با اجزا به بررسی انواع آنها و مزایاو معایبشان نیز پرداخته می‌شود. در قسمت بعد هدف معرفی فرایندهای اتفاق افتاده در ایستگاه و همچنین چگونگی استخراج روابط ترمودینامیکی و سیالاتی مورد نیاز می‌باشد. معادله‌ی اصلی تحقیق حاضر که توسط آن خواص ترمودینامیکی به‌دست آورده می‌شود، معادله‌ی پنگ رابینسون می‌باشد. در پایان کار نیز اثر تک‌تک پارامترهای ترمودینامیکی ایستگاه بر روی میزان تخریب اگزرجی، مورد بررسی قرار گرفته شده‌است.

٦. بررسی و تحلیل شبکه‌های توزیع گاز طبیعی

در این پروژه سعی بر این است که خواننده با مطالعه این مطالب دیدگاه کلی و جامعی نسبت به شبکه‌های توزیع و انتقال گاز طبیعی پیدا کرده با انواع مسائل، تحلیل‌ها، تجهیزات و مشکلات آن آشنایی پیدا کند.

در فصل اول این گفتار سعی در تعریف ماهیت گاز طبیعی و انواع آن شده‌است.

در فصل دوم به بررسی انواع جریانات، تقسیم‌بندی آن‌ها، طراحی صفر یک شبکه گازی و همچنین بررسی شبکه‌های گاز موجود برای رفع عیب و یا گسترش آن‌ها شده‌است.

در فصل سوم به بررسی انواع مواد شیمیایی و محافظ، ایستگاه‌های تقلیل فشار، تجهیزات، استانداردها، نرم‌افزارها(در حد نام و مختصری کارآیی)، پوشش‌ها و غیره پرداخته شده‌است.

فصل چهارم این مجموعه به برسی خواص ترمودینامیکی و معادلات حالت گاز طبیعی و نحوه به‌دست آوردن آن‌ها و همچنین کلیه محاسبات مربوط به فشارها و سایزها و بررسی‌های دمایی و غیره پرداخته‌است.

در پایان در آخرین قسمت یعنی فصل پنجم روش‌های تحلیل شبکه گاز از جمله روش هاردی کراس به اختصار توضیح داده شده‌است.

۷. ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی

وابستگی به گاز طبیعی در زمستان بیشتر از تابستان است. یکی از بهترین روش‌ها برای پاسخ به این نیاز، ذخیره‌سازی گاز طبیعی در مخازن زیرزمینی است. گاز طبیعی در طول تابستان در این مخازن تزریق شده و در زمستان استخراج می‌گردد. در این بررسی، انواع و مشخصه‌های

فیزیکی مخازن زیرزمینی ذخیره‌سازی گاز طبیعی، تحقیقات، عملیات، مکانیزم‌های نشت گاز، بهینه‌سازی‌ها، آلایندگی، اطمینان از قابلیت بازیاب و غیره، ارزیابی و تفصیل خواهند شد.

۸. روش‌های مختلف حفاظت شبکه‌های گاز در مقابل حوادث غیر مترقبه، نظیر زلزله، سیل و ..

این پروژه در حال اجرا می‌باشد.

۹. توپک‌ها و انواع روش‌های توپک رانی در خطوط لوله گاز طبیعی

این پروژه در حال اجرا می‌باشد.

۲.۹ پروژه‌های تعریف شده در مقطع کارشناسی‌ارشد

پروژه‌های دانشجویی تعریف شده توسط دفتر پژوهش در مقطع کارشناسی ارشد مشتمل بر موارد ذیل می‌باشد.

۱. تحلیل عددی حفاظت کاتدیک خطوط لوله گاز طبیعی به روش المان مرزی

۲. الگوریتم‌های مختلف حل عددی جریان غیردائم درون شبکه‌های گاز شهری و تحلیل دینامیکی یک شبکه نمونه

۳. مدلسازی رتبه کاسته جریان گذرا در خطوط لوله گاز طبیعی

۱.۲.۹ تحلیل عددی حفاظت کاتدیک خطوط لوله گاز طبیعی به روش المان مرزی

بدلیل اینکه معادلات حاکم بر مسائل حفاظت کاتدیک بسیار شبیه به معادلات حاکم بر جریان پتانسیل در مکانیک سیالات می‌باشد، اینگونه مسائل هم اکنون بعنوان یکی از زمینه‌های مکانیک محاسباتی نیز شناخته می‌شوند. از طرفی، حفاظت کاتدیک لوله‌های گاز مدفون در زمین به‌عنوان یک راهکار مناسب هم‌اکنون به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به امکانات درون کشور برای اعمال حفاظت کاتدیک از هر دو روش آند فدا شونده و جریان اعمالی می‌توان استفاده نمود. در روش جریان اعمالی برای طراحی بهینه نیاز به دانستن پتانسیل الکتریکی در گستره‌ی مورد طراحی می‌باشد. این گستره شامل بر محیط اطراف(خاک)، بدنه و روکش لوله است. برای تعیین دقیق پتانسیل در این گستره و متعاقبا میزان جریان لازم متناسب با پتانسیل موجود برای حفاظت از خوردگی و نیز مکان‌های اعمال جریان به خط لوله، یکی از مناسب‌ترین روش‌ها، استفاده از روش‌های محاسباتی

می‌باشد. تکنیک‌های عددی متعددی برای تجزیه و تحلیل وضعیت خوردگی کاتدیک لوله‌ها تاکنون در اغلب کشورهای پیشرفته مورد استفاده قرار گرفته است و این در حالی است که در داخل کشور در این زمینه پژوهش مناسبی انجام نشده‌است. بدین وسیله به کمک یک نرم‌افراز محاسباتی می‌توان میزان پتانسیل را تعیین نمود. همانگونه که ذکر شد پس از تعیین پتانسیل در گستره، می‌توان نسبت به موجود بودن ریسک خوردگی اظهار نظر کرد و در صورت نیاز برای اعمال جریان به خط لوله اقدام نمود. در این پروژه هدف بررسی ریسک خوردگی در یک لوله مدفون در خاک و نیز تعیین جریان مناسب برای جلوگیری از خوردگی می‌باشد. با توجه به اینکه روش المان مرزی از روش‌های کارا بویژه برای مسائلی که تحت تاثیر یک میدان پتانسیل هستند، می‌باشد استفاده از این روش مدنظر قرار گرفته است.

پروژه‌ی مذکور در شهریورماه سال گذشته به اتمام رسیده و اطلاعات آن به‌طور کامل در آرشیو فنی دفتر پژوهش نگه‌داری می‌شود.

۲.۲.۹ الگوریتم‌های مختلف حل عددی جریان غیردائم درون شبکه‌های گاز شهری و تحلیل دینامیکی یک شبکه نمونه

سیستم‌های انتقال گاز طبیعی روزبه‌روز پیچیده‌تر شده و استفاده از این منبع انرژی رو به افزایش است. مدل‌سازی ریاضی، یکی از ابزارهای مهم برای کمک به طراحی و مطالعات ساختاری این زمینه می‌باشد. از طرفی چه در ابعاد بزرگ و چه در ابعاد کوچک، جریان گاز طبیعی درون شبکه، غیردائم است؛ شرایط همواره با زمان تغییر می‌کند. بعلاوه تغییرات زمانی در فرآیندهای جریان رخ می‌دهند که از آن جمله می‌توان به راه‌اندازی یا از کار افتادن ایستگاه‌های تقلیل فشار، نشتی (یا شکستگی) خط لوله و دستکاری نقاط تنظیم، اشاره کرد. از طرفی امروزه مبحث کنترل فشار خروجی ایستگاه‌ها متناسب با نیاز شبکه مورد توجه قرار گرفته است که بر مبنای آن یک سیستم کنترلی با دریافت اطلاعات از نقاط بحرانی شبکه، فشار خروجی ایستگاه‌ها را تنظیم می‌کند. بنابراین به منظور طراحی این‌گونه سیستم‌های کنترلی، مدل دینامیکی شبکه باید در اختیار باشد که بدین منظور لازم است ماهیت غیر دائم جریان گاز درون شبکه تحلیل گردد.

بدیهی است که با دانستن، مدل کردن و شبیه‌سازی چنین رفتاری از گاز در شبکه، طراحی، بهینه‌سازی و حتی برآوردهای مربوط به هزینه‌های تعمیر، نگهداری و بهره‌برداری از شبکه راحت‌تر خواهد شد و از این رو این امکان ایجاد می‌شود که در لحظاتی مثل افت فشار شبکه (در اثر ازدیاد و لحظه اوج مصرف) و یا افزایش آن (در موارد کاهش مصرف) و یا هر زمان دیگری که رفتار غیر حالت دائم و نوسانی از جریان گاز طبیعی در شبکه رخ می‌دهد، رفتار غیردائم جریان گاز را پیش‌بینی و اطلاعات لازم را برای طراحی سیستم کنترل مناسب، مهیا نمود.

جهت تحلیل جریان غیردائم گاز طبیعی (واقعی) درون شبکه توزیع و انتقال، می‌توان از معادلات بقایی که شامل بقای جرم، مومنتوم و انرژی می‌شود، استفاده کرد. البته برای گریز از غلبه تعداد مجهولات مسأله بر معلومات آن، نیاز به معادله چهارمی به نام معادله حالت می‌باشد. این دستگاه معادلات، شامل یک‌سری معادلات غیرخطی(شبه خطی) هذلولوی (hyperbolic) شده و قاعدتاً حل چنین معادلاتی سخت می‌باشد؛ اما به لطف وجود روش‌های حل عددی، تلاش‌ها به سمت خطی‌سازی این معادلات پیش می‌روند. علاوه بر اهداف فوق، هدف دیگر این کار، مقایسه عملکرد روش‌های مختلف حل عددی می‌باشد که ماورای این هدف، صرفه‌جویی در وقت و هزینه (انتخاب روشی مناسب برای تحلیل عددی) نهفته است.

پروژه‌ی مذکور همچنان در حال تکمیل می‌باشد.

۳.۲.۹ مدلسازی رتبه کاسته جریان گذرا در خطوط لوله گاز طبیعی

در این پژوهش سعی بر آنست که با استفاده از مدلسازی رتبه کاسته، شیوه جدیدی در شبیه سازی عددی جریان گذرای گاز طبیعی که دارای دقت بالا و زمان محاسباتی کم باشد ارائه شود. با افزایش استفاده از منابع گاز طبیعی، سیستمهای مورد نیاز در این زمینه، روز به روز پیچیده‌تر می‌شوند. طراحی بهینه خطوط لوله و صرفه جویی در هزینه‌های گازرسانی نیازمند داشتن اطلاعاتی دقیق در مورد افت فشار، نرخ جریان و توزیع دما در خطوط لوله گاز می‌باشد. اصولا جریان درون خطوط لوله گاز از نوع جریانهای گذرا می‌باشد. این نوع جریانها بر اثر عوامل مختلفی بوجود می‌آیند. تغییرات مصرف گاز در بین مصرف کنندگان، تغییر دمای محیط لوله، توقف و یا راه‌اندازی ایستگاهها از جمله این عوامل می‌باشند. یکی از ابزارهای بسیار مناسب در طراحی و تحلیل خطوط لوله گاز،

شبیه‌سازی(مدلسازی) عددی جریان درون این خطوط می‌باشد. با استفاده از این نوع شبیه‌سازی می‌توان به اطلاعات لازم در زمینه طراحی خطوط لوله دست یافت. معادلات حاکم بر جریان گذرا از نوع معادلات هذلولوی غیرخطی می‌باشند. این معادلات حل تحلیلی ندارند و معمولا به روشهای عددی حل می‌شوند. شیوه‌های عددی که معمولا مورد استفاده قرار می گیرند شامل روشهایی مانند روش مشخصه‌ها، روشهای تفاضل محدود صریح وضمنی و برخی روشهای دیگر می‌باشند. معمولا سعی می‌شود که روش عددی مورد استفاده، دارای دقت بالا و زمان محاسباتی پایین باشد. مدلسازی رتبه کاسته یک روش جدید و از نظر محاسباتی کاراً در محاسبه جریانهای غیردائم به حساب می‌آید. اخیرا ازاین روش برای محاسبه جریانهای غیردائم حول ایرفویل‌ها، بالهای تخت و ردیف پره‌های توربوماشین و بسیاری موارد دیگر استفاده شده‌است. مزیت عمده مدلسازی رتبه کاسته در کاهش شدید تعداد درجات آزادی و در نتیجه به حداقل رساندن زمان محاسباتی برای تحلیل دینامیکی خطوط لوله گاز خواهد بود.

پروژه‌ی مذکور همچنان در حال تکمیل می‌باشد.

۳.۹ طرح‌های تحقیقاتی تعریف شده توسط دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان

طرح‌های تحقیقاتی تعریف شده توسط دفتر پژوهش شرکت گاز استان خوزستان به‌قرار زیر می‌باشد.

۱. مونیتورینگ و کنترل ایستگاه‌های حفاظت کاتدیک از راه دور

۲. بررسی علل عدم توزیع یکنواخت غلظت مرکاپتان در شبکه گاز شهرستان اهواز و بهینه‌سازی توزیع یکنواخت آن

۳. استفاده از روش منطق فازی-عصبی در تحلیل خوردگی شبکه گاز رسانی اهواز

۴.۹ مقالات ارائه شده در سمینارها و کنفرانس‌های داخلی

مقالات ارائه شده توسط دفتر پژوهش شرکت گاز در کنفرانس‌های داخلی مشتکمل بر موارد ذیل می‌باشد.

۱. شبیه‌سازی حفاظت کاتدیک لوله‌های گاز طبیعی به روش المان‌مرزی

ارائه شده در اولین کنفرانس لوله و صنایع وابسته (تیرماه ۱۳۸٦، سالن اجلاس سران)

۲. شبیه‌سازی عددی سیستم حفاظت کاتدیک و بررسی پارامترهای موثر در توزیع پتانسیل روی کاتد به روش المان مرزی

ارائه شده در هفتمین کنفرانس مهندسین مواد و خوردگی (دی‌ماه ۱۳۸٦، نجف آباد)

۳. تحلیل ویژه جریان گذرای گاز طبیعی درون خطوط لوله

ارسال شده برای دومین همایش گاز ایران (خردادماه ۱۳۸۷، تهران)

٤. شبیه‌سازی سه‌بعدی سیستم‌حفاظت کاتدیک لوله‌های گاز مدفون در خاک به روش المان‌مرزی

ارسال شده برای دومین همایش گاز ایران (خردادماه ۱۳۸۷، تهران)

۵. تحلیل جریان گذرای گاز طبیعی درون لوله‌ها با استفاده از توابع تبدیل و مقایسه‌ی نتایج آنها با روش‌های عددی غیردائم

ارسال شده برای دومین همایش گاز ایران (خردادماه ۱۳۸۷، تهران)

٦. شبیه‌سازی پایای رآکتور steam methan reforming با کد نویسی بمنظور پیش‌بینی رفتار ریفرمر صنعتی واحد دو اتیل هگزانول اراک

۱۰ تدوین بانک اطلاعاتی پژوهشگران و اعضای هیئت علمی

با توجه به گسترش فعالیت‌های پژوهشی شرکت گاز استان خوزستان، ارتباط بیش از پیش این شرکت با پژوهشگران و اعضای هیئت علمی سراسر کشور هر روز بیشتر احساس می‌شود. به منظور شناسایی پژوهشگران مجرب و دعوت نمودن از آنها جهت همکاری در زمینه‌های انجام پروژه‌های تحقیقاتی، نظارت پروژه‌ها و داوری طرح‌های تحقیقاتی مربوطه نیازمند تهیه‌ی یک بانک اطلاعاتی نرم‌افزاری است تا بتوان ضمن به روز کردن اطلاعات آن از این بانک برای شناسایی و ارتباط سریع با پژوهشگران و اساتید مربوطه استفاده نمود.

به منظور آماده‌سازی این بانک اطلاعاتی،در ابتدا اطلاعات مربوط به اعضای هیئت علمی دانشگاه شهید چمران از سایت دانشگاه دانلود شد که این اطلاعات شامل نام، نام‌خانوادگی، رشته تخصصی، رتبه‌ی علمی، دانشکده و گروه آموزشی مربوطه، پست الکترونیک و زمینه تخصصی بودند، پس از آن این اطلاعات در جدولی مطابق با جدول۱۰-۱ مرتب گردیدند.

جدول۱۰-۱: نمونه جدول بانک اطلاعاتی پژوهشگران

ردیف	نام و نام خانوادگی	رشته تخصصی	رتبه علمی	دانشکده/ گروه آموزشی	پست الکترونیک	زمینه تخصصی
-	-	-	-	-	-	-

در ادامه به منظور تکمیل این بانک اطلاعات فوق به‌علاوه‌ی شماره تلفن، فکس و پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده‌ی اعضای هیئت علمی دیگر دانشگاه‌ها از سایت‌های این دانشگاه‌ها دانلود شد و به صورت فایل‌های pdf و به تفکیک رشته و دانشگاه دسته‌بندی گردید.

منظور از بانک اطلاعاتی آماده‌سازی فایلی است که امکان جستجو در میان داده‌های موجود را به کاربر دهد، نرم‌افزار Access ویژگی مذکور را در بر داشت. هنگام وارد کردن این اطلاعات در نرم‌افزار Access از آنجا که از یک‌سو تعداد زمینه‌های تحقیقاتی و پروژه‌های تحقیقاتی برخی از پژوهشگران بسیار زیاد بوده و از سوی دیگر انتقال این اطلاعات از فایلهای pdf به نرم‌افزار عملا غیر ممکن می‌باشد به منظور جلوگیری از خطاهای احتمالی در تایپ این داده‌ها، مجدداً به سایت‌های مربوطه مراجعه شده و اطلاعات مستقیماً از سایت به نرم‌افزار منتقل گردید. تعداد پژوهشگران تاکنون به ۱۸۰٤ تن رسیده‌است که تخصص این افراد مربوط به رشته‌های فنی از قبیل برق(الکترونیک، مخابرات، کنترل، قدرت)، کامپیوتر(نرم‌افزار، سخت‌افزار)، فناوری اطلاعات، مکانیک، عمران(عمران، نقشه‌برداری، آب، خاک و پی، راه و ترابری و سازه)، مهندسی شیمی، صنایع(صنایع، سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، تجارت الکترونیکی، مدیریت اجرایی و مدیریت مهندسی)، معدن(استخراج و اکتشاف)، راه آهن(راه‌آهن برقی، خط و سازه‌های ریلی، ماشین‌های ریلی، حمل و نقل ریلی)، مواد(سرامیک، متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی)، هوا فضا و نساجی از دانشگاه‌های اراک، ارومیه، اصفهان، امیرکبیر، بوعلی سینا، تبریز، تربیت مدرس، تهران، خواجه نصیر، رازی کرمانشاه، زنجان، شریف، شهرکرد، شهید باهنر کرمان، شهید چمران، شیراز، صنعتی اصفهان، علم و صنعت، کاشان، یزد، فردوسی مشهد، سیستان و بلوچستان، ایلام، لرستان، صنعتی سهند تبریز و تربیت معلم می‌باشند.