



## خطوط انتقال گاز

مؤلف:

علیمراد اتحاد

قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)



سرشناسه: اتحاد، علیمراد، ۱۳۳۸

عنوان و نام مؤلف: خطوط انتقال گاز، علیمراد اتحاد

مشخصات نشر: تهران، سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، قرب نوح (ع).

مشخصات ظاهری: ۳۵۶ص، مصور، جدول، نمودار

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۷۴-۴۲-۳

وضعیت فهرست نویسی: تبیا

موضوع: گاز - لوله کشی - کاررسانی

رده بندی کنگره: ۷۷۵۷TP/الف ۱۳۹۲۶

رده بندی دیویی: ۶۶۵/۷۴

شماره کتاب شناسی ملی: ۳۱۲۵۲۶۸

---

نام کتاب: خطوط انتقال گاز

مؤلف: علیمراد اتحاد

ناشر: قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، قرب نوح (ع).

صفحه بندی: سعید فراشیانی - جعفر شعبانی مقدم

نوبت چاپ: اول.

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۹۲

بهاء: ۱۸۰،۰۰۰ ریال.

---

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری و سایر موارد برای قرارگاه سازندگی نوح (ع) محفوظ است  
(نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

تهران - بزرگراه شهید عباس دوران - جنب ستاد نیروی دریایی سپاه - قرارگاه سازندگی نوح (ع)  
تلفن: ۳۳۲۱۹۲۳۴-۳۵ نمابر: ۳۳۲۱۹۲۳۴ پست الکترونیکی: e-mail:Nooh@Khatam.net

## مقدمه

امروزه استفاده از گاز به عنوان یکی از مهمترین منابع تأمین انرژی، جایگاه ویژه‌ای را در زندگی روزمره مردم سراسر جهان به خود اختصاص داده است. به گونه‌ای که در بسیاری از برنامه‌ریزی‌های کلان کشوری در ابعاد مختلف اقتصادی، سیاسی، نظامی و حتی فرهنگی، به عنوان یکی از عوامل مهم حیات اجتماعی محسوب می‌گردد.

شتاب روزافزون صنعت و فناوری و وابستگی بیش از پیش زندگی مردم به تولیدات صنعتی و همچنین گرایش دولت‌ها به استفاده از سوخت‌های ارزان در صنایع و مصارف خانگی همگی حاکی از نقش غیرقابل انکار صنعت گاز در جوامع بشری است و استفاده بهینه از آن در اقتصاد کشورها، می‌تواند ضمن تسریع در رشد و شکوفایی جامعه، در ردیف یکی از شاخص‌های مهم نیل به توسعه همه‌جانبه مطرح گردد.

اهمیت اقتصادی استفاده از گاز به عنوان یک سوخت ارزان، بدون عوارض زیست‌محیطی، حمل و نقل آسان، دارا بودن انرژی فراوان حرارتی و قابل استفاده در بسیاری از کارخانجات، نیروگاه‌ها، مراکز عظیم صنعتی، تولیدی و ... بر کسی پوشیده نیست و همین کاربرد وسیع و فراگیر باعث گردیده که گاز نقش بسیار مهمی در زندگی کنونی بشر ایفاء نماید و در صحنه‌های سیاسی نیز تعیین کننده و در جهت‌گیری‌های سیاسی، نظامی، اقتصادی و ... تأثیرگذار باشد.

از طرفی، رشد روزافزون مصرف گاز در صنایع، نیروگاه‌ها، خودروها و منازل و ایجاد تحول در فرهنگ بهره‌برداری از سوخت‌ها در مصارف عمومی و به ویژه برخورداری کشور عزیزمان از منابع عظیم نفت و گاز، باعث گردیده که هر روز شاهد اجرای پروژه‌های عظیم خطوط لوله انتقال گاز در اقصی نقاط کشور و حتی پروژه‌های متعدد خطوط لوله انتقال گاز به کشورهای همجوار باشیم.

بیشرفت‌های چشمگیر جمهوری اسلامی ایران در زمینه‌های مختلف صنعتی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و به خصوص در بعد استفاده بهینه از منابع سوخت و رویکرد جدی مسئولین به بهره‌گیری از گاز به عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین انرژی، باعث گردیده که اقدامات بسیار فعال و چشمگیری در خصوص اجرای پروژه‌های انتقال گاز از منابع و میداین عظیم گاز کشور به مصرف‌کنندگان در دستور کار وزارت نفت قرار گیرد.

در گذشته‌های نه چندان دور و تا قبل از پیروزی انقلاب اسلامی قسمت اعظم برنامه‌ریزی، طراحی و اقدامات اجرایی در این بخش از صنعت کشور توسط بیگانگان صورت می‌گرفت، لیکن با مساعی مسئولین محترم شرکت ملی گاز ایران و با بهره‌گیری از توان، تجربه و پتانسیل

موجود شرکت‌های داخلی، هم‌اکنون پیچیده‌ترین اقدامات و فعالیت‌ها در بخش صنعت گاز، توسط نیروهای متعهد و مسلمان کشورمان در دست اجرا می‌باشد.

قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء(ص) یکی از عمده‌ترین مجموعه‌های فنی، اجرایی و عملیاتی کشور، در راستای کمک به دولت می‌باشد. این قرارگاه در سال ۱۳۶۸ با سازماندهی نیروهای متعهد، متخصص و دارای تجارب عظیم عملیاتی و ابتکارات اجرایی منحصر به فرد تشکیل و به استناد ماده ۱۴۷ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و تدابیر فرماندهی معظم کل قوا (مد ظله العالی)، امکانات خود را در جهت نیل به خودکفایی کشور بسیج کرد و در همین راستا تاکنون ده‌ها پروژه عظیم و صدها پروژه کوچک و بزرگ در زمینه‌های سدسازی، تونل، آبیاری و زهکشی، ابنیه، آب و فاضلاب، گاز، نفت و پتروشیمی، سازه‌های آبی خاکی، جاده‌ها، پل‌ها، سازه‌های فضایی، مخازن و ... را اجرا کرده و سهم قابل توجهی در پیشرفت جامعه و سازندگی آن بر عهده داشته است.

از جمله مهمترین اقدامات قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص) اجرای پروژه‌های خطوط لوله انتقال گاز به مناطق محروم و سردسیر کشور بوده است که سرعت عمل و کیفیت اجرای پروژه‌ها همواره مورد تأیید و تأکید مسئولان محترم شرکت ملی گاز ایران قرار گرفته است. با عنایت به این امر و از آنجایی که ثبت هر گونه تجارب و اقدامات اجرایی و انتقال آنها به جوانان و فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی می‌تواند گامی هر چند کوچک در جهت پیشبرد اهداف مقدس جمهوری اسلامی در بعد سازندگی باشد لذا این قرارگاه تصمیم گرفت نسبت به تهیه کتاب «خطوط انتقال گاز» اقدام و آن را به علاقه‌مندان عرضه نماید.

کتاب حاضر صرفاً دیدگاه‌های اجرایی را مد نظر قرار داده و به مباحث طراحی نپرداخته است و بدیهی است روش‌های اجرایی می‌تواند متنوع‌تر و در مواردی جامع‌تر از مطالب کتاب باشد. ضمناً ملاحظات زیر در تدوین کتاب مورد توجه قرار گرفته است.

۱- شیوه نگارش در تنظیم کتاب به گونه‌ای است که کلیه مراحل اجرای پروژه‌های خطوط لوله انتقال گاز از مرحله برنامه‌ریزی و تجهیز کارگاه تا مراحل اجرایی، جمع‌آوری و تحویل موقت را مورد توجه قرار داده و جهت استفاده مناسب کاربران، پیوسته‌هایی شامل عکس‌های مراحل مختلف، بعضی دستورالعمل‌های اجرایی، فرم صورتجلسات کارگاهی و ... ضمیمه گردیده است.

۲- مراحل اجرایی مورد بحث در کتاب بر اساس آخرین روش‌های اجرایی متداول در کشور می‌باشد. این به معنای نادیده گرفتن آخرین فناوری‌های اجرایی خطوط انتقال گاز در جهان نمی‌باشد. اگرچه انشاءالله سعی خواهد شد حتی‌الامکان در فرصت‌های بعدی آخرین فنون

جوشکاری با دستگاه‌های خودکار، سیستم بازرسی جوش‌ها به روش سرد (آلتراسونیک)، عیب‌یابی قطعات تست هیدرواستاتیک و ... نیز مورد توجه قرار گیرد.

۳- در کلیه مراحل اجرایی پروژه‌ها، استانداردهای شرکت ملی گاز ارجح بر مطالب کتاب می‌باشد.

۴- محتوای این کتاب بر اساس نامه شماره گ/۱/آن ۳۰۰۴۵/۳ مورخ ۷۹/۸/۱۶ به تأیید ریاست محترم اداره آموزش نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران رسیده است که بدین‌وسیله از کارشناسان محترم اداره آموزش و مسئولان محترم مدیریت مهندسی و طرح‌های شرکت ملی گاز که راهنمایی‌های لازم را مبذول داشته‌اند سپاسگزاری و قدردانی به‌عمل می‌آید.

**علیمراد اتحاد**

## دیباچه

جمهوری اسلامی ایران با بیش از ۱۳/۶ تریلیون مترمکعب ذخایر گاز طبیعی شناخته شده یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان از نظر ذخایر مورد نظر می‌باشد. این مقدار گاز که معادل ۱۷٪ از کل ذخایر شناخته شده گاز طبیعی در جهان است ایران را در رتبه دوم قرار داده است. با توجه به نیاز و همچنین روند رو به رشد مصرف انرژی در کشور و با در نظر گرفتن این نکته مهم که ۹۰٪ تا ۹۵٪ انرژی مصرفی از ترکیبات هیدروکربوری اعم از فرآورده و یا گاز طبیعی می‌بایست تأمین گردد. نقش گاز طبیعی در تأمین انرژی مورد نیاز بخش‌های صنعتی، تجاری و خانگی کشور مشخص می‌شود.

## صنعت گاز

صنعت گاز از مرحله اکتشاف شروع و تا مصرف گاز ادامه می‌یابد. این فرآیند را می‌توان به شش مرحله زیر تقسیم کرد:

۱- اکتشافات و حفاری

۲- تولید

۳- پالایش

۴- انتقال

۵- گازرسانی

۶- بهره‌برداری و مصرف

امروزه روش‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی به طور مجزا و یا اغلب توأماً برای اکتشاف به کار برده می‌شوند. اگرچه هیچ یکی از روش‌های فوق مستقیماً وجود نفت را نشان نمی‌دهند ولی در بهترین حالت، با این روش‌ها می‌توان ساختمان لایه‌های زیرزمینی را مشخص و مکان‌هایی را که احتمالاً گاز یا نفت دارند معین کرد. با استفاده از روش‌های مذکور می‌توان محل حفاری را انتخاب و دکل مربوطه را احداث کرد. اگرچه بعضاً ده‌ها هزار دلار خرج اتمام چاه خواهد شد، مع‌هذا با همه این تدابیر مقدماتی، تنها از هر ده چاه حفر شده کمتر از یک مورد به نفت یا گاز می‌رسد و از میان چهل چاه تنها کمتر از یک مورد به میدان جدید نفتی برخورد می‌کند.

حفاری یا به روش قدیمی یعنی با کابل و یا به روش چرخشی که امروزه به صورت بسیار گسترده‌ای جایگزین روش اول شده است، انجام می‌شود. این دو روش گاهی در کنار یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بحث در خصوص هر یک از مراحل مذکور به فرصت مناسب، دسترسی به منابع لازم و همچنین بضاعت علمی خاص نیاز دارد که البته از حوصله این کتاب خارج می‌باشد لیکن جهت مزید اطلاع خوانندگان به نکات مختصری در این خصوص اشاره می‌شود.

### گاز طبیعی

گاز طبیعی مخلوطی از هیدروکربن قابل اشتعال است که به طور طبیعی در مخازن زیرزمینی یافت می‌شود. این گاز ممکن است به صورت محلول در نفت خام یا در زیر کلاهک‌های بالای لایه‌های نفت خام و یا به شکل مستقل وجود داشته باشد. نسبت گاز به نفت در سر چاه از یک میدان به میدان دیگر متفاوت می‌باشد و حتی ممکن است حین تولید از یک مخزن نیز تغییر یابد.

در هر حال گاز تحویلی به خطوط لوله و نهایتاً مشترکین اساساً از دو گاز متان و اتان ولی عمدتاً از متان تشکیل شده است.

### ۱- اکتشاف و حفاری

در روزگاران آغازین صنعت نفت، روش‌های علمی اکتشاف تقریباً ناشناخته بوده و کشف ذخایر نفت و گاز بدون طرح و برنامه علمی و عمدتاً تصادفی صورت می‌گرفت.

### ۲- تولید و تکمیل چاه

پس از حفاری چاه می‌بایست آن را جهت تولید تکمیل کرد. برای تکمیل چاه اقداماتی در خصوص محصور کردن گاز در دهانه چاه و جلوگیری از ورود آب و مواد خورنده به داخل لوله گاز می‌بایست انجام شود.

میزان تولید می‌بایست کنترل گردد و در خصوص جداسازی مایعات و کثافات از گاز تولید شده تدارک لازم به عمل آید.

### ۳- پالایش گاز

گاز تولید شده از چاه و از دستگاه تفکیک کننده ممکن است شامل شن‌ریزه، گل رس، هیدروکربن‌های مایع، سولفید هیدروژن و گازهای غیرقابل اشتعال باشد. این ناخالصی‌های گاز می‌بایست قبل از انتقال گرفته شود.

گاز از چاه‌ها و مناطق مختلف به وسیله سیستم جمع‌آوری به واحد مرکزی پالایش برده می‌شود که در آنجا با انجام تغییرات مناسب مطابق با احتیاجات و شرایط قرارداد خرید در می‌آید.

#### ۴- انتقال گاز

شرکت‌های انتقال گاز از طریق خط لوله، گاز را از مناطق تولیدی و پالایشگاه‌ها به مناطق بازار مصرف انتقال می‌دهند. شرکت‌های خطوط لوله ممکن است گاز را از یک یا چند میدان یا پالایشگاه تهیه و یا خودشان شخصاً تولید کننده گاز باشند.

این شرکت‌ها به عنوان شرکت‌های گازرسانی گاهی اوقات خدمات توزیع آن را نیز انجام می‌دهند و یا گاز را به منابع بزرگ مصرف کننده می‌رسانند.

خطوط لوله از جنس فولاد با مقاومت زیاد و با قطرهای مختلف ساخته می‌شوند. قابل ذکر است تا سال ۱۹۶۰ میلادی طول لوله‌های به کار برده شده برای جمع‌آوری یا انتقال گاز در آمریکا بیش از نیم‌میلیون مایل بود که تقریباً معادل کل طول خطوط آهن تحت بهره‌برداری در آن کشور بوده است.

در این کتاب کلیه مراحل مختلف عملیات اجرایی پروژه‌های خطوط لوله انتقال گاز مورد توجه قرار گرفته است که با مطالعه آن خوانندگان در جریان چگونگی اجرای پروژه‌های مذکور قرار خواهند گرفت.

در یک سیستم گازرسانی، خطوط لوله ممکن است به چهار دسته به شرح زیر طبقه‌بندی گردد:

**الف) خطوط لوله اصلی:** که از منابع عمده نظیر خطوط لوله گاز با فشار بالا، گاز را به لوله‌های اصلی تغذیه می‌رسانند.

**ب) لوله‌های اصلی تغذیه:** که گاز را از خطوط اصلی به خطوط لوله گازرسانی اصلی و همچنین خطوط لوله گازرسانی غیرخانگی منتقل می‌نماید.

**ج) خطوط لوله گازرسانی اصلی:** گاز را عمدتاً به مبادی مصرف خانگی و غیرخانگی انتقال می‌دهند.

**د) خطوط لوله انشعاب:** گاز را از خطوط لوله انتقال گازرسانی اصلی به کنتور گاز مشترک وصل می‌نمایند.

## ۵- بهره‌برداری و مصرف

کلیه عملیاتی که در صنعت گاز مورد بحث قرار گرفت تماماً دارای یک هدف مشترک بوده که همانا تحویل انرژی به شکل گاز برای مصرف در وسایل گازی و گازسوز می‌باشد. بخش کاربرد گاز در این صنعت به طراحی و توسعه، تولید، بازاریابی و ارائه خدمات به دستگاه‌ها و وسایل گازسوز اختصاص دارد.

سازندگان وسایل و دستگاه‌ها، عمدتاً کار تولید و توسعه آنها را بر عهده دارند. سه دسته اصلی مصرف‌کنندگان گاز عبارتند از مصرف‌کنندگان گاز خانگی، تجاری و صنعتی که از میان آنها مصرف‌کنندگان خانگی با تفاوت بسیار زیادی نسبت به دو دسته دیگر بیشترین تعداد را دارا می‌باشند.

البته کاربرد گاز در صنایع و به‌خصوص نیروگاه‌های تولید برق اهمیت آن را به‌عنوان یک منبع تأمین انرژی تا حدود بسیار زیادی افزایش داده است، به‌گونه‌ای که شاید بتوان آن را یک منبع بی‌رقیب در صنعت انرژی دانست.

والسلام

## فهرست

| عنوان                                  | صفحه |
|----------------------------------------|------|
| مقدمه                                  | ۷    |
| دیباجه                                 | ۱۱   |
| <b>فصل اول: تجهیز کارگاه</b>           | ۲۱   |
| نکاتی در خصوص تجهیز کارگاه             | ۲۱   |
| برنامه‌های تجهیز کارگاه                | ۲۲   |
| آشنایی با برخی تجهیزات کارگاهی         | ۲۳   |
| <b>فصل دوم: سازمان اجرایی کارگاه</b>   | ۲۷   |
| چارت سازمانی پیشنهادی                  | ۲۸   |
| شرح وظایف مختصر ارکان کارگاه           | ۳۱   |
| <b>فصل سوم: برنامه زمان‌بندی</b>       | ۳۷   |
| معیارهای یک برنامه زمان‌بندی خوب       | ۳۷   |
| چگونگی تهیه برنامه زمان‌بندی           | ۳۷   |
| برنامه زمان‌بندی مطلوب                 | ۳۹   |
| <b>فصل چهارم: مسیرسازی</b>             | ۴۳   |
| نقشه‌برداری و پیاده کردن مسیر          | ۴۴   |
| مسیرسازی                               | ۴۵   |
| ویژگی مسیرهای خطوط لوله                | ۴۸   |
| <b>فصل پنجم: حفر کانال</b>             | ۵۵   |
| توضیحات ضروری در مورد کانال‌ها         | ۵۵   |
| حفر کانال در مناطق دشت، مزروعی و هموار | ۵۷   |
| حفر کانال در مناطق سنگی                | ۵۷   |
| حفر کانال در مناطق باتلاقی             | ۵۸   |
| <b>فصل ششم: حمل و ریشه لوله</b>        | ۶۱   |
| حمل و نقل لوله‌ها                      | ۶۱   |
| انبار کردن لوله‌ها                     | ۶۲   |
| حمل و ریشه لوله‌ها                     | ۶۲   |
| تصاویر (بخش اول)                       | ۶۵   |

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۸۳  | فصل هفتم: عملیات جوشکاری                  |
| ۸۳  | جوشکاری                                   |
| ۸۴  | مراحل انجام تست جوشکاران                  |
| ۸۶  | اطلاعات عمومی و تخصصی جوشکاری خط لوله گاز |
| ۸۷  | مراحل جوشکاری                             |
| ۹۰  | روش جوشکاری                               |
| ۹۲  | جوشکاری فلنج‌ها و اتصالات                 |
| ۹۳  | تعمیر جوش‌ها                              |
| ۹۴  | تعیین سازمان اجرایی عملیات جوشکاری        |
| ۹۹  | اجرای عملیات جوشکاری                      |
| ۱۰۰ | ختم کاری                                  |
| ۱۰۵ | فصل هشتم: عملیات پرتونگاری (رادیوگرافی)   |
| ۱۰۵ | پرتونگاری                                 |
| ۱۰۶ | مشخصات مربوط به فیلم مصرفی                |
| ۱۰۷ | روش‌های قرار گرفتن چشمه و فیلم            |
| ۱۰۸ | تفسیر فیلم‌های رادیوگرافی شده             |
| ۱۰۹ | میزان رادیوگرافی جوش‌ها                   |
| ۱۱۱ | استاندارد قبولی جوش‌ها                    |
| ۱۱۱ | انواع معایب جوش‌ها                        |
| ۱۱۷ | فصل نهم: عملیات زنگ‌زدایی و عایق کاری     |
| ۱۱۷ | زنگ‌زدایی و عایق کاری                     |
| ۱۱۸ | عملیات زنگ‌زدایی                          |
| ۱۲۰ | اقدامات ایمنی                             |
| ۱۲۱ | عایق کاری به روش سه لایه پلی اتیلن        |
| ۱۲۲ | مراحل عایق کاری روش سه لایه‌ای پلی اتیلن  |
| ۱۲۵ | انواع تعمیرات                             |
| ۱۳۲ | عایق کاری به روش سرد                      |
| ۱۳۴ | تعمیر پوشش لوله                           |
| ۱۳۵ | عایق کاری گرم                             |
| ۱۳۵ | عایق کاری گرم بر روی کانال                |
| ۱۴۰ | عایق کاری گرم در کارگاه                   |
| ۱۴۲ | عایق کاری شیرآلات در اتصالات              |

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۴۲ | آزمایش کیفیت پوشش لوله‌ها                                   |
| ۱۴۵ | تصاویر (بخش دوم)                                            |
| ۱۶۳ | <b>فصل دهم: عملیات لوله‌گذاری و خاکریزی</b>                 |
| ۱۶۳ | استانداردهای لوله‌گذاری                                     |
| ۱۶۶ | مراحل لوله‌گذاری                                            |
| ۱۶۸ | لوله‌گذاری در مناطق دشت                                     |
| ۱۷۰ | لوله‌گذاری در مناطق کوهستانی                                |
| ۱۷۱ | لوله‌گذاری در مناطق باتلاقی                                 |
| ۱۷۱ | لوله‌گذاری در رودخانه‌ها                                    |
| ۱۷۱ | خاکریزی و ایجاد گرده‌ماهی                                   |
| ۱۷۵ | <b>فصل یازدهم: عملیات عبور از موانع و تقاطع‌ها</b>          |
| ۱۷۵ | عبور از موانع و تقاطع‌ها                                    |
| ۱۷۶ | تقاطع با موانع هوایی                                        |
| ۱۷۶ | تقاطع با موانع زمینی                                        |
| ۱۷۹ | عملیات عبور از جاده‌ها                                      |
| ۱۸۶ | عبور از مسیل‌ها، آبروها و رودخانه‌ها                        |
| ۱۹۵ | <b>فصل دوازدهم: ساخت ایستگاه‌ها و نصب شیرآلات و اتصالات</b> |
| ۱۹۵ | انواع شیرآلات                                               |
| ۱۹۸ | ساخت ایستگاه‌ها و نصب شیرآلات و اتصالات                     |
| ۱۹۹ | نصب اتصالات عایق                                            |
| ۱۹۹ | نصب فلنج مهارکننده                                          |
| ۲۰۰ | نصب تأسیسات فرستنده و گیرنده توپک                           |
| ۲۰۳ | <b>فصل سیزدهم: آزمایش خطوط لوله گاز (تست هیدرواستاتیک)</b>  |
| ۲۰۴ | آزمایش‌هایی که باید انجام گیرد                              |
| ۲۰۵ | روش کلی آزمایش خطوط لوله                                    |
| ۲۰۵ | مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری                               |
| ۲۰۶ | نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری                                  |
| ۲۰۷ | عبور دادن توپک اندازه از داخل خط لوله                       |
| ۲۰۷ | آزمایش عدم وجود هوا                                         |
| ۲۰۸ | آزمایش مقاومت                                               |
| ۲۰۹ | آزمایش نشتی                                                 |
| ۲۱۱ | آزمایش یک ساعته                                             |

|          |                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------|
| ۲۱۱..... | تخلیه و خشک کردن خط                                          |
| ۲۱۷..... | نمودارها                                                     |
| ۲۲۲..... | تهیه نقشه‌های کار انجام شده                                  |
| ۲۲۵..... | فصل چهاردهم: اتصالات نهایی و راه‌اندازی                      |
| ۲۲۵..... | اتصالات                                                      |
| ۲۲۶..... | اتصالات نهایی به لوله گازدار                                 |
| ۲۲۶..... | راه‌اندازی و تخلیه هوا                                       |
| ۲۳۱..... | فصل پانزدهم: حفاظت کاتدی                                     |
| ۲۳۱..... | سیستم حفاظت کاتدی با استفاده از جریان مستقیم                 |
| ۲۳۵..... | سیستم حفاظت کاتدی با استفاده از آندهای فناشونده              |
| ۲۳۵..... | راه‌اندازی تأسیسات و تجهیزات                                 |
| ۲۳۹..... | فصل شانزدهم: برچیدن کارگاه                                   |
| ۲۳۹..... | تحويل موقت و برچیدن کارگاه                                   |
| ۲۴۰..... | مراحل برچیدن کارگاه                                          |
| ۲۴۱..... | تصاویر (بخش سوم)                                             |
|          | <b>پیوست‌ها</b>                                              |
| ۲۵۹..... | پیوست ۱: یک نمونه دستورالعمل جوشکاری                         |
| ۲۷۷..... | پیوست ۲: یک نمونه دستورالعمل انفجارات                        |
| ۲۸۷..... | پیوست ۳: تست هیدرواستاتیک                                    |
| ۳۰۹..... | پیوست ۴: نمونه فرم‌ها و صورتجلسات کارگاهی                    |
| ۳۲۱..... | پیوست ۵: نمونه نقشه‌های ایستگاه‌های شیر انشعاب و بین راهی    |
| ۳۳۵..... | پیوست ۶: نمونه نقشه‌ها و اطلاعات فنی ایستگاه‌های حفاظت کاتدی |
| ۳۴۳..... | پیوست ۷: منحنی اطلاعات فنی و قوانین هدایت یک نوع سایدبوم     |
| ۳۵۱..... | برخی اصطلاحات فنی خطوط لوله انتقال گاز                       |
| ۳۵۶..... | منابع                                                        |