



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل

راهنمای ایمنی تست فشار

*MOP-HSED-GI-209(1)*

مطابقت دارد



محل درج مهر اعتبار

فرم مشخصات سند :

عنوان سند: راهنمای ایمنی تست فشار			
شناسه سند: MOP-HSED-GI-209			
شرح	تعداد صفحات	شماره ویرایش	تاریخ
جهت بررسی و اعلام نظر	۲۱	صفر	۱۴۰۰/۰۸/۱۹
ابلاغ جهت اجرا	۲۳	یک	۱۴۰۰/۱۰/۰۱

شماره صفحه / صفحات	شماره بخش / بخش های تغییر یافته	تاریخ	شماره اصلاحیه

		<p>محل درج مهر اعتبار</p>
---	---	---------------------------

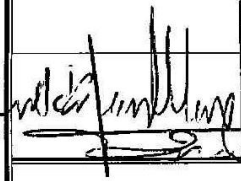
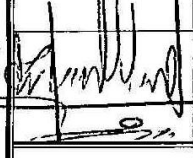
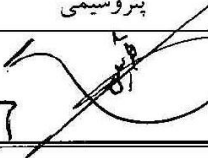
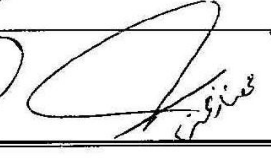
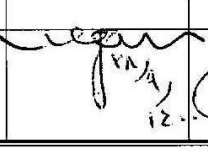
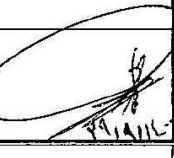
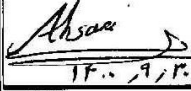



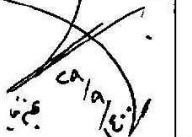

این سند در شصت و نهمین جلسه شورای هماهنگی مدیران HSE و پدافند غیرعامل وزارت نفت به تاریخ ۱۴۰۰/۰۹/۲۹ به تصویب رسید و از تاریخ ابلاغ لازم الاجرا می باشد.




جمهوری اسلامی ایران  
وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل


فرم تصویب مستندات اداره کل HSE و پدافند غیر عامل وزارت نفت

تهیه کننده: معاونت ایمنی و آتش نشانی				
شماره سند: MOP-HSED-GI-209		عنوان سند: راهنمای ایمنی تست فشار		
شماره بازنگری: ۱				
تاریخ / امضا				
 ۱۳۸۸/۹/۲۸				
بررسی: کمیته تخصصی ایمنی و آتش نشانی وزارت نفت				
شرکت ملی نفت	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی گاز	شرکت ملی نفت
				
کنترل: برنامه ریزی و اطلاعات مدیریت				
تاریخ / امضا				
 ۱۴۰۰/۹/۲۰				
تصویب: شورای مدیران HSE و پدافند غیر عامل				
شرکت ملی نفت	شرکت ملی صنایع پتروشیمی	شرکت ملی پالایش و پخش	شرکت ملی گاز	شرکت ملی نفت
				
تاریخ تصویب سند: ۱۴۰۰/۹/۲۹				
MOP-HSED-Fo-001(1)				

صفحه ۴ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

### فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	۱- هدف
۵	۲- دامنه کاربرد و محدوده تأثیر
۵	۳- مسئولیت‌ها و ضمانت اجرا
۵	۴- الزامات و مستندات مرجع
۶	۵- تعاریف
۷	۶- اقدامات
۸	۶-۱- الزامات عمومی
۸	۶-۱-۱- مستندات مورد نیاز
۸	۶-۱-۲- ماده واسطه تست
۹	۶-۱-۳- ملاحظات ایمنی
۱۲	۶-۲- الزامات اختصاصی
۱۲	۶-۲-۱- تست هیدرواستاتیک
۱۴	۶-۲-۲- تست نیوماتیک
۱۷	۶-۳- ملاحظات اختصاصی به تفکیک نوع تجهیزات فرآیند
۱۷	۶-۳-۱- کوره‌ها (Fired Heaters)
۱۸	۶-۳-۲- بویلر بخار (Steam boilers)
۱۸	۶-۳-۳- مبدل حرارتی
۱۹	۶-۳-۴- مخازن ذخیره
۲۰	۶-۳-۵- ظروف تحت فشار
۲۱	۶-۳-۶- خطوط لوله
۲۲	۶-۳-۷- مسیرهای تخلیه زیر زمینی (Underground drains)
۲۲	۶-۴- تست نشتی (Leak Testing)
۲۳	۶-۴-۱- تست هوا یا گاز بی اثر
۲۳	۶-۴-۲- تست خلأ

صفحه ۵ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

## ۱-هدف

هدف از تدوین این راهنما، تشریح حداقل الزامات ایمنی در انجام عملیات تست فشار در مراحل ساخت و ساز، پیش راه اندازی، راه اندازی و بهره برداری از تأسیسات فرایندی، سیستم های لوله کشی و خطوط لوله انتقال نفت و گاز می باشد.

## ۲-دامنه کاربرد و محدوده تأثیر


اجرای این راهنما برای کلیه شرکت های اصلی، فرعی / تابعه، واحدهای مستقل ستادی و تأسیسات تابعه وزارت نفت و همچنین شرکت های واگذار شده به بخش غیر دولتی الزامی می باشد. ضوابط و الزامات تخصصی تست فشار مرتبط با بازرسی فنی و حفاظت از خوردگی در حیطه این راهنما نمی باشد.

## ۳-مسئولیت ها و ضمانت اجرا

- بازرگری، به روزرسانی و تجدیدنظر در این راهنما بر عهده اداره کل HSE و پدافند غیر عامل وزارت نفت است.
- مدیریت HSE شرکت های اصلی مسئولیت تهیه مستندات تکمیلی مرتبط در چارچوب این راهنما (در صورت نیاز) و حصول اطمینان از استقرار آن در شرکت های زیر مجموعه را بر عهده دارند.
- مدیران عامل شرکت های مشمول این سند، موظف به استقرار و اجرای این سند و مستندات تهیه شده در چارچوب آن می باشند.

## ۴-الزامات و مستندات مرجع

۱. راهنمای استقرار و توسعه نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست در صنعت نفت، ابلاغ شده طی نامه شماره ۳۸۴۳-۲۸/۱-۲۸/۱۲/۲۴.
۲. راهنمای نظام پروانه های کار در صنعت نفت به شماره سند MOP-HSED-GI-200(1)، ابلاغ شده طی نامه شماره ۴۷۵۳۷۱/اب ام تاریخ ۹۵/۱۰/۱۳.
۳. استانداردهای نفت ایران، استاندارد اجرایی برای آزمون فشار خطوط انتقال در خشکی (IPS-C-PI-370).

صفحه ۶ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۴. استانداردهای نفت ایران، استاندارد اجرایی برای آزمون فشار سامانه های لوله کشی داخل کارخانه (IPS-C-PI-350).

5. ASME B31.8, Gas Transmission and Distribution Piping Systems
6. ASME B31.3, Process Piping
7. Safety Manual For Mechanical plant Construction, Engineering Construction Industry Association

## ۵- تعاریف

**تست فشار (Pressure Testing):** عملیات به کارگیری سیال واسطه به منظور اطمینان از استحکام تجهیزات فرایندی (ظروف / خطوط لوله) در فشار کاری مدنظر یا عدم بروز نشتی می باشد. انجام تست فشار باید در شرایط تحت کنترل، بر اساس دستورالعمل اجرایی و برنامه مدون و همچنین برگه درج اطلاعات تست<sup>۱</sup> انجام شود که شامل دو نوع «تست استحکام» و «تست نشتی» می باشد.

**تست استحکام (Strength Test):** این تست در فشارهای بیش از فشار کاری طراحی شده با هدف سنجش استحکام و یکپارچگی ظروف یا سیستم لوله کشی انجام می شود.


**تست هیدرواستاتیک (Hydrostatic Test):** روشی است جهت انجام تست استحکام ظروف و سیستم لوله کشی با استفاده از سیال مایع که به طور نرمال از آب استفاده می گردد. در صورتی که مایع دیگری به کار رود، باید احتیاطهای لازم در نظر گرفته شود. در این روش با توجه به این که مایعات غیر قابل تراکم هستند، در اثر شکست تجهیزات تحت تست، انرژی مایع فشرده شده در هنگام تخلیه پائین می باشد.

**تست نیوماتیک (Pneumatic Test):** روشی است جهت انجام تست استحکام ظروف فرایندی و خطوط لوله که از هوا یا گاز خنثی به عنوان سیال تست (واسطه) استفاده می شود. این تست زمانی به کار گرفته می شود که استفاده از سیال مایع در آنها به لحاظ محدودیت های طراحی و ماهیت عملیاتی نظیر عدم سازگاری آب یا محتویات درون ظرف یا عدم تحمل فونداسیون و تکیه گاه<sup>۲</sup> تجهیزات در برابر وزن ناشی از کل سیستم به علاوه سیال مایع مورد استفاده، امکان پذیر نباشد. این تست به دلیل پتانسیل بیشتر انرژی نسبت به آب دارای خطرات بالقوه ای در مقایسه با هیدرواستاتیک می باشد.

**تست نشتی (Leak Test):** این تست به طور معمول در فشار کاری نرمال و یا پایین تر انجام می شود. هدف از انجام آن، شناسایی نشتی در نقاطی همچون اتصالات، فلنجه ها، درز جوش یا عیب در مواد آن (مانند

<sup>1</sup> Data sheet Test Record

<sup>2</sup> Support

صفحه ۷ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

تخلخل در ریخته‌گری) می‌باشد (به طور مثال: تست خلأ، انجام گاز سنجی، تست هوا، تست با آب یا سیال در سرویس).

**هوای فشرده (Compressed air)** هوایی است که تحت فشار بیشتر از اتمسفر نگهداری می‌شود. هوای فشرده به وسیله تجهیزاتی از قبیل کمپرسورهای رفت و برگشتی، محوری، گریز از مرکز و دورانی، تولید و گاهی ذخیره می‌شود.

**فشار طراحی (Design Pressure):** حداکثر فشار مورد استفاده در طراحی و محاسبه تعیین ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی یک ظرف تحت فشار یا در محاسبه متغیرهای فرآیندی می‌باشد.

**واسطه تست (Test Medium):** سیالی که توسط آن، فشار جهت تست منتقل می‌گردد.

**محدوده ایمن:** حداقل فاصله از تأسیسات تحت تست فشار به منظور حفاظت از سلامتی و جان افراد غیر مجاز در برابر خطرات کار و بروز حوادث احتمالی، به نحوی که ورود ایشان به این محدوده ممنوع می‌باشد.

**فرد ذیصلاح:** شخصی که دارای دانش، مهارت و تجربه کافی در زمینه تست فشار بوده و صلاحیت ایشان به منظور انجام و نظارت مؤثر بر عملیات تست فشار تأیید شده است.

## ۶- اقدامات


هر یک از شرکتها / تأسیسات عملیاتی باید منطبق با چارچوب این راهنما و متناسب با ماهیت و تنوع تأسیسات، تجهیزات و واحدهای فرآیندی، دستورالعمل‌های استاندارد (SOP) برای فرآیند تست فشار را تدوین، جاری سازی و بطور مؤثر به کارگیری نمایند. همچنین باید سیستمی به منظور حصول اطمینان از به روز و در دسترس بودن این دستورالعمل وجود داشته باشد. اهم مواردی که باید در دستورالعمل‌ها اشاره گردد شامل موارد ذیل بوده ولی محدود به آن‌ها نمی‌باشند:

الف- تعیین مسئولیت‌ها

ب- رویه‌های آموزشی، نحوه بررسی و تأیید صلاحیت پرسنل مشارکت کننده در عملیات تست فشار

پ- تشریح جزئیات الزامات ایمنی زیر به منظور انجام تست فشار در شرایط ایمن مانند:

- تعیین نوع ماده واسطه تست
- تعیین فشار تست به همراه روند افزایش فشار تا رسیدن به فشار نهایی با توجه به نوع تجهیز
- روش و نحوه کاهش فشار تجهیز تحت تست به صورت ایمن
- تعیین محدوده (فاصله) ایمن اطراف محل تست

صفحه ۸ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

- البسه و تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز
- احتیاطات خاص برای انجام انواع تست فشار ( هیدرواستاتیک و نیوماتیک )
- کنترل سیستم و تجهیزات در زمان انجام تست و حصول اطمینان از عدم وجود هرگونه نقص

## ۶-۱- الزامات عمومی

### ۶-۱-۱- مستندات مورد نیاز

قبل از اقدام به تست فشار، مستندات زیر باید تهیه شده و در دسترس باشد:

۱. دستورالعمل تفصیلی و روش‌های اجرایی تست و ملاحظات ایمنی که باید در نظر گرفته شود.
۲. محاسبات فشار تست و نحوه فشار افزایی باید توسط طراح انجام شده و همچنین به وسیله بازرس فنی مربوطه تأیید گردد. در صورت مغایرت محاسبات افزایش فشار تست با ملاحظات مندرج در این راهنما، موضوع باید به نحو دقیق مورد ملاحظه و صحه گذاری فنی قرار گیرد به نحوی که از یکپارچگی ایمنی عملیات تست فشار اطمینان حاصل شود.
۳. مستندات مرتبط با ساخت و سوابق کارهایی که سازنده بر روی آن تجهیز انجام داده است.
۴. گواهی اتمام کار مکانیکی<sup>۳</sup> تجهیز که تحت تست قرار می‌گیرد.
۵. تأییدیه مکتوب ناظر تأسیسات برای انجام تست
۶. پروانه کار<sup>۴</sup> برای تست فشار
۷. برنامه مقابله با شرایط اضطراری ( ERP ) در عملیات تست فشار

### ۶-۱-۲- ماده واسطه تست


ماده واسطه تست باید با بررسی تمام جوانب کار و دقت انتخاب گردد. زیرا انتخاب اشتباه آن می‌تواند به دلیل استفاده آن در شرایط نادرست و یا خارج نکردن کامل ماده واسطه، باعث ایجاد شرایط نا ایمن گردد. معیارهایی که باید در زمینه انتخاب ماده واسطه تست در نظر گرفته شوند عبارتند از:

۱. ماده واسطه باید با جنس تجهیز تحت تست، متناسب بوده و سازگار باشد.

<sup>3</sup> Mechanical Acceptance Certificate

<sup>4</sup> Work Permit



صفحه ۹ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	


۲. جهت تعیین حداقل و حداکثر دما در طول عملیات تست، باید متناسب با جنس تجهیزات و خطوط لوله تحت تست، مطابق با استاندارد ساخت آن ها اقدام گردد.
۳. استفاده از مایعات و گازهای قابل اشتعال و سمی جهت انجام تست فشار، ممنوع می باشد.
۴. عموماً تست تجهیزات از جنس انواع کربن استیل و آلیاژهای آهن، نباید در دمای کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد انجام شود. در غیر این صورت ممکن است پدیده شکست ترد<sup>۵</sup> اتفاق بیافتد.
۵. آب به عنوان ماده واسطه نباید جهت تست در دماهای کمتر از ۴ درجه سانتیگراد به کار رود. اگر تست در دمای پایین اجتناب ناپذیر باشد، استفاده از ماده ضدیخ الزامی است.
۶. برخی فرآیندها نظیر سیستم‌های تبرید<sup>۶</sup>، کاتالیست‌های خاص و یا فرآیندهایی که از گازهای اسیدی قوی استفاده می‌نمایند، به هیچ عنوان قابلیت سازگاری با آب را ندارند. در نتیجه نمی‌توان از آب جهت تست این سیستم‌ها استفاده نمود.
۷. زمانی که ماده واسطه برای انجام تست انتخاب می‌شود، این نکته مهم است که قبل از پرکردن تجهیز، کل سیستم تحت تست به صورت چشمی بررسی شده و با نقشه‌های طراحی و مهندسی مطابقت داده شود تا از تکمیل بودن سیستم تحت تست اطمینان حاصل شود.

### ۶-۱-۳- ملاحظات ایمنی

۱. تا جایی که عملی باشد تست فشار باید از نوع هیدرواستاتیک انجام شود (هر چند کاربرد تست نیوماتیک راحت تر باشد). مایعات نسبت به گازها غیر قابل تراکم هستند، لذا انرژی ذخیره شده در مایع تحت فشار در صورت بروز اشکال در سیستم، به سرعت از دست می‌رود. حین انجام تست فشار، انرژی ذخیره شده ناشی از هوای تحت فشار، ۲۰۰ برابر انرژی ذخیره شده در سیال مایع (آب) می‌باشد. به همین دلیل تست هیدرواستاتیک بسیار ایمن تر است و باید هر جایی که امکان انجام وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد تا خطر عملیات تست کاهش یابد.
۲. بیشترین فشار تست تجهیزات و خطوط لوله، باید توسط واحدهای ذیصلاح مرتبط و مطابق با استانداردهای مربوطه و همچنین اسناد ساخت تجهیز تحت تست، تعیین گردد.
۳. کلیه افرادی که در عملیات تست انجام وظیفه می‌نمایند، باید با لباس کار و تجهیزات حفاظت فردی مناسب نظیر کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، محافظ گوش، عینک ایمنی، محافظ صورت

<sup>5</sup> Brittle Fractures

<sup>6</sup> Refrigeration System

صفحه ۱۰ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

و همچنین ابزار دستی و سایر تجهیزات مورد نیاز، حسب تشخیص مسئول تأسیسات و مسئول ایمنی محوطه مجهز شوند.

۴. تجهیزاتی که تست می‌شوند، باید قبل از تست بر اساس رویه های تست و بازرسی، مورد بررسی ظاهری و آزمون‌های *NDT* مطابق مشخصات فنی ساخت قرار گرفته باشد.

۵. تجهیز یا بخشی از سیستم که قرار است تحت تست قرار گیرد، باید به صورت مناسبی از سایر بخش ها ایزوله گردد.

۶. مسئول انجام تست باید اطمینان حاصل کند کارکنان مجری تست، نسبت به کار در حال انجام، مفاهیم کلیدی (نظیر واحدهای فشار) و هرگونه خطر ناشی از این کار و اقدامات مورد نیاز شرایط اضطراری، آگاهی کامل دارند.


۷. کلیه افرادی که در انجام عملیات تست فشار مشارکت دارند باید آموزش های عمومی و تخصصی ایمنی و اجرایی لازم را گذرانده باشند و قبل از شروع عملیات، جلسه توجیهی ( *Tool Box Meeting* ) توسط سرپرست انجام کار برای کارکنان مرتبط نیز برگزار گردد.

۸. محدوده ایمن اطراف محوطه تست باید مشخص شود و با علائم هشداردهنده (برای مثال با استفاده از نوار خطر و ...) جداسازی شود. علائم هشداردهنده (تست فشار در حال انجام است) ورود افراد غیرمجاز ممنوع است) باید در تمام نقاط ورودی به محوطه تست نصب گردد و ورود افراد غیر مجاز ممنوع شود. همچنین انجام تست فشار در این محوطه به نفرات و واحدهای تحت تأثیر، اطلاع رسانی شود.


۹. تمام تجهیزات مربوط به تست (پمپ، کابین کنترل و ...) باید در خارج از محدوده تعریف شده برای تست قرار گیرد.

۱۰. حتی المقدور انجام تست در روز و روشنایی کامل انجام پذیرد تا در صورت بروز هرگونه نشستی، امکان شناسایی آن آسان تر صورت گیرد. در صورت انجام تست فشار در محدوده زمانی خارج از ساعات کاری عادی و شب هنگام، ملاحظات و اقدامات کنترلی مناسب (مانند تأمین روشنایی، اتخاذ تدابیر ویژه با حضور مسئولین مرتبط و ...) در نظر گرفته شود.

۱۱. هرگز نباید نشستی جزئی سیستم را مادامی که تحت فشار می‌باشد، تعمیر و رفع کرد. اگر هرگونه نشستی از اتصالات، فلنج ها یا ترک در سیستم مشاهده شد، باید سریعاً فشار تخلیه شود (آرام و با سرعت پایدار) و سپس اقدام به تعمیر مورد نیاز شود.

صفحه ۱۱ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۱۲. قبل از اینکه پروانه کار دیگری بر روی تجهیزات و سیستم تحت تست صادر گردد، باید فشار داخلی آن به طور کامل تخلیه شود.
۱۳. ضرورت دارد تمام مراحل ایمن تست، تحت نظارت مستمر مجری تست و ناظر ذیصلاح انجام شود.
۱۴. در صورت بروز شرایط غیرعادی و خطرناک حین انجام تست که پتانسیل بروز حادثه را دارا باشد، مجریان/ ناظران انجام تست در اسرع وقت ملزم به توقف کار می باشند.
۱۵. جهت فراهم آوردن مقدمات انجام تست، از مسدود کننده، اتصالات مناسب و استاندارد مطابق اسناد ساخت تجهیز تحت تست، استفاده گردد.
۱۶. در صورتی که محل انجام تست از واحدهای امداد و نجات و مراکز درمانی فاصله دارد، یک دستگاه آمبولانس به همراه پزشکبار در محل استقرار یابد.
۱۷. جایی که محل انجام تست، نزدیک به اماکن مسکونی، عمومی و پیاده روها می باشد، اطلاع رسانی و رعایت احتیاط های لازم نظیر کنترل فیزیکی تردد ضروری می باشد.
۱۸. در اماکن عمومی که امکان تخلیه کامل نفرات از محیط در زمان تست وجود ندارد، باید اتخاذ سیستم های حفاظتی مناسب (مانند نصب سپرهای حفاظتی در جهت هایی که امکان بروز پیامدهای ثانویه وجود دارد) به منظور جلوگیری از پرتاب قطعات و ترکشهای ناشی از تخریب تجهیزات (در صورت بروز شکست) اقدام نمود. باید دقت شود که دیوارهای آجری، اغلب کمترین محافظت را ایجاد می نمایند.
۱۹. کنترل وضعیت تجهیزات در حال تست، حتی الامکان به صورت غیرمستقیم صورت پذیرد. برای این گونه موارد معمولاً از نشانگرها و حسگرهای ابزار دقیقی که از راه دور قابل رؤیت می باشد، استفاده شود. در صورتی که نیاز به مشاهده قطعه وجود داشته باشد، می توان از دوربین استفاده کرد.
۲۰. از قرار گرفتن افراد در مقابل فلنج ها و محل تخلیه آب، که ممکن است به صورت *Jet* تخلیه شود، جدا خودداری گردد.

صفحه ۱۲ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

## ۶-۲- الزامات اختصاصی


### ۶-۲-۱- تست هیدرواستاتیک

جهت انجام تست هیدرواستاتیک، حداقل الزامات زیر باید رعایت شود (محدود به این موارد نمی باشد):

۱. از آب به عنوان سیال واسطه تست استفاده شود و استفاده از مایعات قابل اشتعال، انفجار و سمی به عنوان سیال واسطه تست ممنوع می باشد.
۲. قبل از پرکردن سیستم با سیال مایع، سیستم کاملاً بررسی شود و به منظور اطمینان از تحمل وزن ناشی از تجهیز به همراه آب مورد نیاز تست، توانایی و استحکام فونداسیون و تکیه گاه تجهیزات تحت تست، مورد بررسی و کنترل قرار گیرد و در صورت نیاز، تکیه گاه موقت استفاده گردد.
۳. تجهیزات رهائش ایمنی فشار نظیر شیرهای اطمینان<sup>۷</sup>، باید از سیستم جدا شده و یا ایزوله گردند. همچنین اتصالاتی که با سیستم تحت تست مرتبط نیستند، باید به طور صحیح ایزوله گردند.
۴. معمولاً تست هیدرواستاتیک پس از شستشو انجام می گیرد. بنابراین ضروری خواهد بود که تجهیزاتی نظیر صفحات اریفیس و شیرهای کنترلی از سیستم خارج شوند.
۵. افزایش فشار باید بر اساس رویه زیر و تدریجی صورت پذیرد. رعایت اصول افزایش فشار تدریجی و ثابت نگهداشتن فشار در هر یک از مراحل، جهت اطمینان از سفت بودن تجهیزات مسدود کننده و مواردی نظیر توپی های پیچ شده به سیستم و یا اتصالات دیگر می باشد.
  - برای فشار تست پایین تر از  $75 \text{ barg}$ ؛ نرخ افزایش فشار باید حداکثر  $10 \text{ bar/min}$  باشد.
  - برای فشار بیش از  $75 \text{ barg}$ ؛ نرخ افزایش فشار با رعایت حداکثر  $10 \text{ bar/min}$  به نحوی صورت پذیرد که با رسیدن به  $30\%$  -  $60\%$  -  $85\%$  فشار نهایی تست، به مدت ۱۰ دقیقه در هر مرحله، فشار ثابت نگه داشته شود.
۶. در هنگام پر کردن سیستم با سیال مایع، هوای درون سیستم باید از نقاط بالا از مسیر تخلیه هوا تخلیه شود. همچنین هنگام خالی کردن سیستم پس از تست، باید از ایجاد خلأ جلوگیری شود. این کار به وسیله باز کردن شیرهای مسیر تخلیه هوا که اجازه ورود هوا به سیستم را می دهند و یا تخلیه ماده به وسیله یک گاز خنثی دیگر امکان پذیر است. همچنین جهت تخلیه کامل مایع، شیرهای تخلیه مایع<sup>۸</sup> باید باز باشند.

<sup>7</sup> Relief Valves

<sup>8</sup> Drains


صفحه ۱۳ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۷. مسیر و ادوات تخلیه مایعات<sup>۹</sup> در ناحیه تست برای تخلیه کلیه سیال درون تجهیز که تحت تست قرار گرفته، باید به لحاظ قطر و ظرفیت تخلیه، کافی بوده و بتواند تمام مایع به راحتی از سیستم تخلیه شود.
۸. تمام شیرهای مسیر تخلیه هوا<sup>۱۰</sup> و گیج های فشار در محل خود نصب گردد. مسیر تخلیه هوا باید دارای قطر کافی بوده تا در زمان تخلیه سیال مایع از درون ظرف فرآیندی، امکان ایجاد خلأ در تجهیز و آسیب به آن وجود نداشته باشد.
۹. ادوات اندازه گیری از جمله گیج های فشار ( حداقل دو عدد گیج در تجهیز تحت تست) و دما باید دارای گواهینامه های صحت فنی معتبر بوده و کالیبره شده و در محل خود به نحوی که به سهولت در معرض دید باشد، نصب گردد.
۱۰. در تست هیدرو استاتیک، احتمال افزایش فشار به علت افزایش دمای آب نیز در نظر گرفته شود و در صورت نیاز شیر رهایش ایمنی فشار (*Relief Valve*) نصب گردد.
۱۱. زمانی که سیستم تحت تست با حداکثر فشار می باشد، جهت انجام بازرسی های احتمالی و اتمام مراحل تست، نباید به سیستم نزدیک شد تا مدت زمان مناسبی از آن سپری شود.
۱۲. کلیه مراحل تست به نحوی برنامه ریزی و انجام شود تا اطمینان حاصل شود که باز و خارج کردن وسایل و ادوات نصب شده بر روی سیستم در حال تست مانند درپوش های رزوه ای یا اتصالات، امکان پذیر نباشد.
۱۳. کلیه تجهیزات مسدود کننده باید با علائم ویژه ( نظیر "خطر"، "ایزولاسیون") و با رنگ های روشن و مطابق استاندارد، قبل از فلنج کاملاً مشخص شود.
۱۴. تغییر شدید دما، می تواند آسیب جدی به ظروف فرایندی و خطوط لوله وارد نماید و باید از یخ زدگی و انبساط دمایی سیال واسطه تست جلوگیری شود. ریسک شکست تجهیزات با ترد شدگی در شرایط تست، باید در زمان طراحی در نظر گرفته و احتیاط های لازم به کار گرفته شود.
۱۵. ظرف فرایندی نباید در معرض هیچ بار تنشی مانند تست چکش<sup>۱۱</sup> در حین انجام تست فشار بالا قرار گیرد.

<sup>9</sup> Drainage Facilities

<sup>10</sup> Vent

<sup>11</sup> Hammer test

صفحه ۱۴ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۱۶. پس از تخلیه مایع تست، از تخلیه کامل مایع تست اطمینان حاصل شود. به منظور اطمینان بیشتر ضروری است که عملیات خشک کردن<sup>۱۲</sup> انجام شود.


#### ۶-۲-۲- تست نیوماتیک

تست نیوماتیک بطور ذاتی خطرناک بوده و صرفاً در شرایطی که به لحاظ محدودیت‌های طراحی و ماهیت عملیاتی نظیر عدم تحمل وزن توسط فونداسیون/ تکیه‌گاه / پایه تجهیزات، غیرقابل قبول بودن آلودگی و قسمت داخلی تجهیز با آب، امکان پذیر نبودن تخلیه کامل سیال تست، امکان انجام تست هیدرواستاتیک وجود ندارد، می‌تواند تست نیوماتیک بکار گرفته شود. جهت انجام تست هوا یا گاز خنثی<sup>۱۳</sup> به دلیل انرژی زیاد ذخیره شده در آن، باید اقدامات احتیاطی سخت گیرانه‌تری نسبت به تست هیدرواستاتیک در نظر گرفته شود. در تست نیوماتیک علاوه بر کلیه اقدامات احتیاطی تست هیدرواستاتیک، حداقل ملاحظات زیر باید رعایت شود (محدود به این موارد نمی‌باشد):


۱. انجام تست باید تحت نظر مستقیم یک فرد ذیصلاح صورت پذیرد و باید اطمینان حاصل شود که دستورالعمل تست توسط بخش طراحی تهیه شده باشد. این فرد باید در طول زمان انجام تست در محل حضور داشته باشد.
۲. محدوده‌ای که ممکن است تحت تاثیر انفجار سیستم تحت فشار هوا / گاز قرار گیرد باید مورد توجه قرار گرفته و با نوار خطر و علائم هشدار می‌محدوده مشخص گردد. هیچ یک از کارکنان در طول تست اجازه ورود به این محدوده را ندارد. پس از کاهش فشار، فقط افراد مجاز می‌توانند وارد این محدوده شوند.
۳. باید تأکید گردد که هر تست به برنامه ریزی دقیقی نیاز دارد و باید سیستم پروانه کار به کار گرفته شود.
۴. تجهیز یا سیستم تحت تست باید در محلی قرار گیرد تا ایمنی ساختمان‌ها، جاده‌های عمومی و مناطق آزاد، تامین گردد.
۵. دستورالعمل هر تست باید به نحوی تهیه گردد که از سرد شدن خارج از استاندارد تجهیز یا خط لوله در زمان پرکردن یا خالی کردن، جلوگیری بعمل آورد.

<sup>12</sup> Drying

<sup>13</sup> Air test

صفحه ۱۵ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۶. هر چه حجم داخلی تجهیزات در حال آزمون کمتر باشد، انرژی ذخیره شده در تجهیزات و مخاطرات ناشی از آن نیز کاهش خواهد یافت. بدین منظور، هر جا که امکان دارد از روش‌های کاهش حجم ( نظیر جدا کردن قطعات از یکدیگر و آزمایش آنها به صورت جداگانه و ... ) استفاده شود تا شدت ریسک‌های ناشی از آزمون‌های فشار را تا حد زیادی کاهش یابد. در صورت امکان بیشترین حجم تحت تست محدود به ۰/۷۵ متر مکعب باشد.
۷. برای جلوگیری از ازدیاد فشار تجهیزاتی که تحت تست می‌باشد، باید تمهیدات لازم با بکارگیری و نصب شیرهای تنظیم کننده فشار در مسیر متصل به منبع تأمین کننده فشار و همچنین شیرهای ایمنی با ظرفیت مناسب در نظر گرفته شود، به نحوی که فشار عملیاتی آن بیش از فشار تست بعلاوه ۵۰ یا ۱۰٪ فشار تست (هر کدام که کمتر است) نباشد. اطمینان حاصل شود که دریچه‌ها و فلنج‌های تجهیزات و مخازن تحت تست در برابر نشت مقاوم می‌باشند.
۸. همانند تست هیدرواستاتیک، دمای تست به منظور جلوگیری از بروز پدیده شکست ترد باید مورد توجه قرار گیرد.
۹. در تست با هوا، باید اطمینان حاصل شود که دستگاه مورد استفاده جهت تأمین فشار تست، به منظور استفاده با هوا مناسب است.
۱۰. کمپرسور تأمین کننده فشار تست باید دارای خروجی عاری از روغن بوده و سرد باشد. هوای خروجی حاوی روغن با دمای بیش از ۱۴۰ درجه سانتیگراد می‌تواند سبب انفجار شود.
۱۱. در سیستم‌هایی که قبلاً به هیدروکربن آلوده شده است، باید قبل از انجام تست، عملیات تمیزکاری صورت پذیرد. در صورت عدم امکان انجام تمیزکاری، جهت انجام تست نیوماتیک باید از نیتروژن یا گاز خنثی استفاده شود.
۱۲. رویه فشارافزایی در تست نیوماتیک باید به ترتیب زیر و به صورت تدریجی صورت پذیرد:
- سیستم باید تا ۰/۳۵ barg فشار افزایش دهد و زمان کافی به سیستم داده شود تا فشار در کل سیستم یکسان گردد و همچنین بازرسی از تجهیز، صورت پذیرد.
  - سپس فشار سیستم تحت تست به طور مرحله ای ۱۰٪ افزایش یابد تا به ۶۰٪ فشار تست برسد. در این فشار باید ۱۰ دقیقه ثابت نگهداشته شود و متعاقب آن به ۵۰٪ فشار تست کاهش یابد و تمامی اتصالات، مجدداً بررسی گردند.

صفحه ۱۶ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

- در هر مرحله ای که فشار ۱۰٪ افزایش می یابد باید فشار به میزان حداقل ۱۰ دقیقه، ثابت نگهداشته شود.
- پس از رسیدن فشار به بیشترین فشار کاری، باید فشار سیستم به میزان حداقل ۳۰ دقیقه ثابت نگه داشته شود و تمامی اتصالات مجدداً بررسی گردند.
- پس از اتمام تست، فشار سیستم باید با دقت لازم، سرعت مناسب (سریع نباشد) و بطور مرحله‌ای کاسته شود.


۱۳. در تست فشار کمتر از  $21 \text{ bar}$  ( $310 \text{ psi}$ )

- هیچ فردی بجز افراد مجاز که مستقیماً مجری تست می باشند، مجاز به ورود به محدوده به شعاع حداقل ۱۵ متر از محل تست نمی باشند. محدوده شعاع ایمنی باید با هر وسیله ممکن (مانند طناب، نوار خطر و ...) مشخص شده و علائم هشدار دهنده لازم نصب گردد.
- نرخ افزایش فشار در سیستم تحت تست نباید از میزان تعیین شده در دفترچه مشخصات فنی تجهیز (*spec*) بیشتر باشد.
- علاوه بر الزامات فشار افزایشی مندرج در جزء ۱۲ بند ۶-۲-۲ (رویه فشارافزایی در تست نیوماتیک)، سیستم تحت فشار باید در فشارهای  $3.5, 7, 14 \text{ bar}$  ( $50, 100, 200 \text{ psi}$ ) مورد بررسی قرار گرفته و در بین هر یک از این مراحل، حداقل ۱۰ دقیقه توقف افزایش فشار در نظر گرفته شود و فشار ثابت بماند.

۱۴. در تست فشار در  $21 \text{ bar}$  ( $310 \text{ psi}$ ) و بالاتر

- هیچ فردی بجز افراد مجاز که مستقیماً مجری تست می باشند، مجاز به ورود به محدوده به شعاع  $22/5$  متر از محل تست نمی باشند. محدوده شعاع ایمنی فوق باید با هر وسیله ممکن (مانند طناب، نوار خطر و ...) مشخص شده و علائم هشدار دهنده لازم نصب گردد.
- **تا فشار  $21 \text{ bar}$  بار:** سیستم باید همانند مراحل ذکر شده در جزء ۱۳ بند ۶-۲-۲، تحت فشار افزایشی قرار گیرد. نرخ افزایش فشار نباید از نرخ تعیین شده بیشتر شود و سیستم باید حداقل در سه مرحله فشار تعیین شده، مورد بررسی قرار گرفته و بمدت ۱۰ دقیقه فشار ثابت نگه داشته شود.
- **از فشار  $21 \text{ bar}$  به بالا:** نرخ افزایش فشار در سیستم تحت تست نباید از میزان تعیین شده در دفترچه مشخصات فنی تجهیز (*spec*) بیشتر باشد و رسیدن به فشار نهایی تست باید در سه



صفحه ۱۷ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	


مرحله مجزا صورت پذیرد. در هر مرحله، پس از رسیدن به حداکثر فشار آن مرحله، باید فشار به میزان ۵٪ کاهش یافته و سیستم بصورت چشمی و همچنین با استفاده از آب و صابون کاملاً بررسی شود.

### ۶-۳- ملاحظات اختصاصی به تفکیک نوع تجهیزات فرآیندی

علاوه بر الزامات عمومی و اختصاصی تست فشار مندرج در بندهای ۶-۱ و ۶-۲، جهت انجام تست فشار در هر یک از تجهیزات فرآیندی، حداقل ملاحظات اختصاصی زیر باید رعایت شوند (محدود به این موارد نمی باشد):

#### ۶-۳-۱- کوره ها (Fired Heaters)

۱. قبل از انجام عملیات تست، کلیه اقدامات عملیاتی و ایمنی لازم به منظور ایمن سازی محوطه داخل کوره و کویل ها از جمله عملیات گاز زدایی، باید انجام شده و پروانه های کار مورد نیاز صادر شود.
۲. پیش از شروع تست و به منظور حصول اطمینان از خروج تمام ذرات خارجی، کلیه لوله ها باید تحت دمش هوا قرار گیرند. تکیه گاه لوله ها و بست های کویل ها باید از لحاظ استقرار صحیح و میزان آزادی حرکت کاملاً کنترل شوند.
۳. در کوره هایی که کویل آنها بصورت عمودی طراحی شده، باید از وجود مجراهایی برای تخلیه کامل آب مورد استفاده برای تست، اطمینان حاصل نمود. در غیر این صورت قبل از انجام هیدروتست می بایست دستورالعمل نحوه تخلیه آب و خشک نمودن داخل کویل با هماهنگی بهره بردار واحد عملیاتی، تدوین و اجرا گردد.
۴. در زمانی که لوله ها در حال تست می باشند، ورود به داخل کوره مجاز نمی باشد.
۵. محاسبات تست فشار توسط طراح کوره و بر اساس متالوژی کوره، دمای کوره، محدوده فشار کاری آن و تنش های مجاز محاسبه می شود. بنابراین روش تست مشخص شده نباید مورد تخطی قرار گیرد و هیچ گونه تغییری در آن مجاز نمی باشد، مگر تأییدیه کتبی سازنده و طراح و بازرس مربوطه را داشته باشد.

صفحه ۱۸ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	


### ۶-۳-۲- بویلر بخار (Steam boilers)

۱. با توجه نوع طراحی بویلر، روش هیدروتست متفاوت خواهد بود. لذا اطلاع از طراحی و شناخت مسیرهای مدار هیدروتست توسط عوامل اجرایی بسیار حائز اهمیت است.
۲. قبل از تست، یک بررسی کامل از سیستم بویلر نیاز است تا از نصب، تمیزی و آماده به تست بودن اطمینان حاصل شود. شیرهای کاهش فشار باید برداشته شده و نازلها با فلنجهای مسدود کننده با نرخ مناسب مسدود شوند.
۳. قبل از شروع تست لازم است اطمینان حاصل شود که لوله‌های آب عاری از هر گونه گرفتگی است.
۴. بویلر باید *Boxed up* شود و سپس با آب تغذیه بویلر پر شده و باید اطمینان حاصل شود که در طول پر کردن آن، هوا تخلیه شده است. بعد از این بویلر می‌تواند با احتیاط‌های گفته شده، مورد تست قرار گیرد. با کامل شدن تست، بویلر تخلیه شده و شیرهای کاهش فشار متصل می‌شوند.
۵. پس از انجام مراحل فوق، بویلر برای اجرای چربی زدایی آماده است. بویلر تا سطح نرمال با آبی که دارای آلکالی یا دترجنت است پر می‌شود. این آب سپس با گرم کردن بویلر به آرامی، به چرخش در می‌آید.
۶. بعد از تکمیل چربی زدایی، بویلر آماده ورود به سرویس برای انجام تست فعال شدن شیر اطمینان می‌باشد. بعد از بالا آمدن بخار، جریان بویلر برقرار نگه داشته می‌شود تا جایی که شیر اطمینان فعال شود. بالا آمدن و کاهش فشار باید ثبت شود.

### ۶-۳-۳- مبدل حرارتی

مبدل‌های حرارتی از لحاظ طراحی، انواع گوناگونی دارند، اما برای تست آنها را می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد. مبدل‌های هوا-خنک (*Air-Cooled*)، و مبدل‌های پوسته و لوله (*Shell & Tube*)

**الف) مبدل‌های هوا-خنک:** تست این نوع مبدل‌ها با لحاظ کردن ملاحظات که در قسمت‌های قبل در خصوص فشار تست، ماده واسطه و نکات عمومی ایمنی بیان شد انجام می‌گیرد. تا حد امکان این مبدل باید با لوله‌های وابسته به آن تست گردد. چنانچه چنین امکانی وجود ندارد، باید در زمان تخلیه مراقب بود که آب روی تجهیزات برقی زیر آن نریزد. همچنین باید مراقب بود که آسیبی به پره‌های ظریف و شکننده لوله‌ها وارد نشود.

صفحه ۱۹ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

ب) **مبدل‌های پوسته و لوله:** در خصوص تست این نوع مبدل‌ها باید توجه داشت که عموماً قسمت پوسته و قسمت لوله دارای فشار طراحی متفاوتی بوده و اختلاف فشار بین این دو دارای محدودیت خاصی می‌باشد. همچنین ممکن است مبدل به گونه ای طراحی شده باشد که مایعات در پشت بافل‌ها<sup>۱۴</sup>، تکیه‌گاه‌ها و یا صفحات لوله‌ها<sup>۱۵</sup> محبوس شوند که این موضوع انتخاب صحیح ماده واسطه تست را بسیار مهم می‌سازد. (خواه تست جهت مشخص کردن میزان استحکام لوله‌ها و یا نشتی آنها انجام شود). بسیار مهم است که در طول عملیات تست در هیچ زمانی اختلاف فشار از ۱/۳ برابر حداکثر مقدار فشار طراحی تجاوز نکند.

محدودیت اختلاف فشار و توجه به آن جهت هیدروتست، در مبدلهای حرارتی نوع *Plate Heat exchanger* مهم بوده و در سایر انواع مبدلها، طبق فشار طراحی مربوط به هر قسمت، هیدروتست قابل انجام خواهد بود. در مبدلهای پوسته و لوله با اختلاف دمای طراحی قابل توجه بین پوسته و لوله، معمولاً برای جبران اختلاف انبساط حرارتی بین پوسته و لوله، قطعه واسطه با قابلیت محدود انبساطی (*Expansion Joint*) بر روی پوسته تعبیه می‌شود. نکته حائز اهمیت در هنگام هیدروتست اینگونه مبدلها اطمینان از قفل بودن قطعه انبساطی قبل از فرایند فشارگیری می‌باشد. در غیر اینصورت احتمال تخریب قطعه انبساطی تحت تأثیر فشار هیدروتست وجود دارد.

### ۶-۳-۴- مخازن ذخیره

#### الف) تست بدنه مخزن (*Shell Testing*):


آب تست باید به تدریج درون مخزن تزریق شود و بازرسی نشتی باید بصورت پیوسته و مداوم در زمان پر شدن انجام گیرد. همچنین کنترل نشست مخزن باید بصورت پیوسته و مداوم در زمان پر شدن انجام گیرد. چنانچه نشست غیر طبیعی مشاهده گردید، باید بلافاصله عملیات پر کردن مخزن متوقف شده و سریعاً به بازرسی فنی گزارش شود.

#### ب) سقف شناور

۱. لوازم استحفاظی فردی نظیر البسه محافظ و خط هوای تنفسی و یا دستگاه تنفسی مورد تأیید باید توسط افراد مجری کار استفاده شود.

<sup>14</sup> Baffles

<sup>15</sup> Tube Sheets

صفحه ۲۰ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۲. تمام محل‌های معیوب باید پس از صدور مجوز تأیید خالی بودن مخزن از گازهای قابل اشتعال و انفجار (*Gas-Free Certificate*)، با جوش مجدد تعمیر گردند.
۳. در طول عملیات پر کردن مخزن بمنظور تست بدنه، هیچ فردی مجاز به راه رفتن روی سقف نمی‌باشد. همچنین کنترل منظمی به منظور حصول اطمینان از عدم نشستی نشت بندهای سقف شناور و بالا آمدن منظم آن باید صورت گیرد.
۴. در زمان تخلیه مخزن و قبل رسیدن پایه‌های سقف شناور به کف مخزن، یکی از دریچه‌های تخلیه روی سقف به منظور جلوگیری از آسیب ناشی از پدیده خلأ باید باز گردد.

#### پ-سقف ثابت

تست سقف ثابت می‌تواند در زمانی که بدنه زیر تست آب می‌باشد، با به کار بردن مقداری هوای اضافی انجام شود. منافذ دریچه‌های هوا و گیج‌ها، دریچه‌های آدم رو<sup>۱۶</sup> و تمام اتصالات روی سقف باید با پوششی آب‌بندی شده و با به کار بردن فشار هوا با توجه به محدوده فشار طراحی و با استفاده از کف و آب صابون که تمام سقف را بپوشاند، تست انجام گردد. این تست فرصت مناسبی جهت تست کلیه تجهیزات اطمینان فشار<sup>۱۷</sup> که روی سقف نصب شده‌اند نیز هست.


#### ۶-۳-۵-ظروف تحت فشار

عموماً تست هیدرواستاتیک ظروف تحت فشار، توسط سازنده انجام می‌شود. لیکن چنانچه به دلایلی نظیر مشکوک بودن محفظه تحت فشار به آسیب دیدگی ناشی از حمل و نقل، نیاز به اصلاح و یا تغییر بخشی از محفظه در سایت یا ضوابط فنی جاری پروژه، بر اساس الزامات تست و بازرسی مورد تایید تاسیسات، نیاز به تست مجدد در سایت باشد، باید علاوه بر الزامات بندهای ۶-۱ و ۶-۲، موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱. چنانچه از آب به عنوان ماده واسطه تست استفاده می‌شود، قبل از عملیات تست باید محاسبه گردد که فونداسیون و یا سازه نگه دارنده محفظه تحت فشار، دارای شرایط تحمل وزن اضافی ناشی از حجم آب مورد نیاز تست می‌باشد یا خیر؟

<sup>16</sup> Man Hole

<sup>17</sup> Relief Devices

صفحه ۲۱ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	


۲. در خصوص محفظه‌های مرتفع و برج‌ها باید محاسبه گردد که در شرایطی که محفظه پر از آب است در مقابل نیروهای ناشی از باد مقاومت لازم وجود دارد یا خیر و چنانچه امکان عدم ثبات و استحکام تحت اثر چنین نیروهایی وجود دارد، عملیات تست نباید صورت گیرد.
۳. کلیه موارد مربوط به شرایط تست فشار، ماده واسطه و... باید رعایت شود.

### ۶-۳-۶- خطوط لوله

۱. ظروف / محفظه‌هایی که فشار طراحی معادل یا بیشتر از فشار تست دارند و قبلاً تست هیدرواستاتیک شده اند، را می‌توان برای سهولت در مسیر تست درون خط لوله قرار داد. چنانچه مبدل‌های حرارتی در مسیر تست هستند، محدودیت اختلاف فشار مجاز بین پوسته و لوله‌ها را نیز باید در نظر گرفت.
۲. چنانچه علاوه بر تست، ماده واسطه به منظور تمیز کردن و باز کردن مسیر لوله کشی استفاده شود، ضروری است که تجهیزاتی نظیر مبدل‌های حرارتی، ماشین‌های دوار، سوپاپ‌های حساس، صفحات اوریفیس، نازل‌های جریان، تجهیزات آزاد سازی فشار و شیرهای کنترلی، از آسیب‌های احتمالی ناشی از ذراتی که از مسیر لوله کشی بیرون خواهند آمد، محافظت شوند. این محافظت یا با ایزوله کردن این تجهیزات و یا بیرون آوردن و جابجا کردن آنها می‌تواند انجام شود.
۳. تجهیزاتی که از مسیر لوله کشی، باز شده‌اند، باید بوسیله لوله و یا فاصله انداز<sup>۱۸</sup> متناسب با محدوده صحیح فشار، جایگزین شوند.
۴. باید اطمینان حاصل گردد که پیش از تست، کلیه تکیه‌گاه‌ها و نگهدارنده‌های لوله‌ها نصب شده باشند. در موارد خاص، ممکن است به جهت وزن اضافی (ناشی از ماده واسطه تست)، تکیه‌گاه‌های اضافی نصب گردد. به اتصالات انبساطی<sup>۱۹</sup> باید محدود کننده‌های حرکتی موقت نصب شود.
۵. اگر تست نیوماتیک انجام می‌شود، کلیه جوش‌های تایید نشده، باید قبل از تست، رادیوگرافی شوند.
۶. در پایان تست، کلیه اتصالات موقت باید برداشته شود و کلیه مواردی که برای تست از سیستم باز شده‌اند مجدداً نصب گردند. محدود کننده‌های حرکتی روی اتصالات انبساطی باید برداشته شده و نگهدارنده‌های فنری مجدداً در محل خود تنظیم گردند.

<sup>18</sup> Spacer

<sup>19</sup> Bellows & expansion joints

صفحه ۲۲ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

۷. رعایت الزامات استاندارد *IPS-C-PI-370* جهت هیدروتست خطوط لوله انتقالی در خشکی (رو زمینی و زیرزمینی) ضروری است.

۸. رعایت الزامات استاندارد *IPS-C-PI-350* جهت آزمون فشارسامانه های لوله کشی داخل کارخانه ضروریست.

#### ۶-۳-۷- مسیره‌های تخلیه زیر زمینی (*Underground drains*)

۱. تست لوله‌های چدنی و یا غیر فلزی زیر زمینی به اقدامات احتیاطی خاصی نیاز دارد. تا آنجا که ممکن است، تست باید از یک دریچه آدم رو تا دریچه بعدی انجام شده و از پایین‌ترین قسمت شروع شود. تست باید شامل شاخه‌های جانبی تا اولین دریچه آدم رو نیز بشود. همچنین دریچه‌های آدم رو باید جداگانه تست شوند.

۲. بعد از بسته شدن قسمت پایین و پر کردن لوله باید زمان کافی به منظور حداکثر ممکن جذب آب به دیواره لوله در نظر گرفته شود.

۳. مگر در موارد خاص، حداکثر فشار استاتیک در انتهای پایینی، از ۲/۴ متر و در انتهای بالایی از ۰/۹ متر نباید تجاوز نماید.


#### ۶-۴- تست نشتی (*Leak Testing*)

آخرین مرحله از تست فشار، تست نشتی است. این کار پس از نصب مجدد تمام تجهیزاتی که قبلاً در جریان تست فشار از سیستم باز شده بودند، انجام می‌شود (اتصالات، کورکننده‌ها، صافی‌های موقت). هدف از این کار، بررسی عدم نشتی و صحت عملکرد تمام فلنج‌ها، اتصالات و دریچه‌های بازدید که در سیستم وجود دارند می‌باشند. توجه شود الزامات این بخش شامل عملیات گاز زدایی از خطوط لوله نمی‌باشد و تحت هیچ شرایطی نباید از هوا برای تست نشتی در سیستم‌هایی که آلوده به سیال قابل اشتعال / انفجار می‌باشند، استفاده شود. تست‌های نشتی معمولاً شامل دو گروه زیر می‌باشند:

الف) تست نشتی با فشار مثبت هوا یا گاز بی اثر

ب) تست نشتی به روش خلأ

روش تست با توجه به نوع فرایند و ماهیت آن و همچنین بررسی امکان دسترسی به گاز بی اثر و یا تجهیزات تولید خلأ و همچنین با در نظر گرفتن حجم واحدی که باید تست شود، انتخاب می‌گردد.

صفحه ۲۳ از ۲۳	راهنمای ایمنی تست فشار	 جمهوری اسلامی ایران وزارت نفت اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل
	MOP-HSED-GI-209(1)	

#### ۶-۴-۱- تست هوا یا گاز بی اثر

۱. برای واحدهایی با فشار عملیاتی تا  $21\text{ bar}$ ، تست در دو مرحله  $3/5\text{ bar}$  و  $7\text{ bar}$  انجام خواهد شد.
۲. فرایندهایی که در فشار  $21\text{ bar}$  و یا بیشتر کار می کنند، با روش خلأ تست خواهد شد.
۳. بخشی از واحد که تست می شود با شیر جدا کننده، ایزوله میشود و فشار هوا به آرامی در آن افزایش پیدا کرده تا به فشار تست برسد.
۴. در صورت بروز هر گونه افت فشار حاصل از نشتی سیال در سیستم فرآیندی، باید پس تعمیر و مرتفع شدن ایراد، مجدداً سیستم مذکور تحت فشار تست نشتی قرار گرفته و اطمینان کامل از سلامت فنی سیستم حاصل شود.
۵. در صورت مشاهده یا بروز نشتی، تست کف صابون انجام شود. این کار مستلزم پوشاندن کلیه فلنچها در نوارهای پوششی و ایجاد یک سوراخ کوچک در نوار و استفاده از محلول آب و صابون است. چنانچه حبابی مشاهده گردید، اتصال و یا فلنچ باید محکم شود و یا مجدداً ساخته شود و تا زمان حصول معیار پذیرش، تست مجدداً تکرار شود.

#### ۶-۴-۲- تست خلأ

۱. تست خلأ در واحدهایی که به منظور بهره برداری در شرایط خلأ طراحی شده اند و یا فشار نرمال بهره برداری واحد بیش از  $21\text{ bar}$  باشد، انجام می شود. در مورد دوم امکان رسیدن به فشار هوای مورد نیاز جهت تست بسیار مشکل بوده و همچنین خطراتی که در بخش فشار نیوماتیک تشریح شده است نیز بوجود خواهد آورد.
۲. تست خلأ باید با دقت و توجه ویژه و نیز با تأیید اولیه صورت پذیرد. مهمترین مسأله تعیین تجهیزاتی است که برای شرایط خلأ طراحی شده اند و آیتمهای جانبی آنها نظیر تجهیزات ابزار دقیق، به طور صحیح قبل از تست ایزوله شده باشد.