



اداره کل تجهیزات پزشکی

## دستور العمل اجرائی دستگاههای اکسیژن ساز بیمارستانی به روش PSA

نگارش ۱

شماره سند: ME-WI-10

تاریخ	شماره صفحات بازنگری شده	امضاء	نام	سمت	
۸۷/۳/۲۰	—		دکتر رضا مسائلی	مدیر کل تجهیزات پزشکی	تأیید کننده
۸۷/۳/۲۰	—	—	—	کمیته تجهیزات پزشکی	تصویب کننده

## فهرست

ردیف	عنوان	صفحه
۱	مقدمه	۲
۲	غربالگری مولکولی از نوع زئولیت	۲
۳	اجزاء و چیدمان سیستم اکسیژن ساز بیمارستانی	۳
۴	نحوه انتخاب مولد اکسیژن (Oxygen Generator)	۳
الف	روش محاسبه ظرفیت اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی	۶
الف ۱	روش های محاسبه مختلف ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی	۶
الف ۲	توصیه هایی برای اندازه و ظرفیت بر طبق ISO 10083	۶
الف ۳	ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM 2022	۸
ب	نحوه انتخاب مولد اکسیژن OXYGEN GENERATOR	۱۲
ب ۱:	کمپرسور هوا ( Air compressor )	۱۵
ب ۲:	انتخاب درایر	۱۶
ب ۳:	فیلتراسیون	۱۹
ب ۴:	انتخاب مخازن هوای فشرده Air chamber	۲۰
ب ۵:	انتخاب تانک اکسیژن oxygen chamber	۲۳
۵	الزامات فضای فیزیکی نصب دستگاه اکسیژن ساز بیمارستانی	۲۴
۶	روال ارزیابی عملکرد صحیح سیستم اکسیژن ساز و مستند سازی	۲۷
۷	نحوه سرویس و نگهداری و کالیبراسیون سیستم اکسیژن ساز	۳۰
۸	آنالیز ریسک و رفع مخاطرات احتمالی	۳۱
۹	مراجع	۳۴

## ۱- مقدمه

تکنولوژی تولید اکسیژن در این روش، سیستم PSA (Pressure Swing Adsorption) یک روش تولید اکسیژن در محل مصرف می باشد. تولید اکسیژن در دستگاههای PSA براساس عبور هوای فشرده از گرانولهای زئولیت مصنوعی که به آن غربال مولکولی (MOLECULAR SIEVE) میگویند انجام می گیرد. ازت موجود در هوا در ضمن عبور از غربال مولکولی در ستون های زئولیت به دام می افتد و اکسیژن هوا در فشار پایین (در حدود ۴ اتمسفر) آزاد می شود. در این زمان ستون دیگر به تولید ادامه می دهد و این امر به طور کلی منجر به تولید اکسیژن (هوای غنی شده از اکسیژن) به طور پیوسته می گردد.

توجه داشته باشید که عمل جداسازی اکسیژن از هوا یک فرآیند فیزیکی است و در آن هیچگونه فعل و انفعال شیمیایی صورت نمی گیرد و به محض برداشتن فشار از گرانولهای غربال مولکولی گاز ازت تخلیه و غربال مولکولی به حالت اولیه خود بر میگردد به عبارتی دیگر غربال مولکولی مجدداً احیا (REGENERATE) می شود. بنابراین در صورتی که دستگاههای PSA به طور صحیح بهره برداری شوند و غربال مولکولی به روغن و رطوبت آغشته نشود عمر آن بسیار طولانی است.

## ۲- غربالگرهای مولکولی از نوع زئولیت (Molecular Sieve- Zeolite)

## زئولیت و اجزاء آن:

دانه های زئولیت از عناصری نظیر آلومینیوم، سیلیکون، اکسیژن و سدیم تشکیل شده است. این غربالگر مولکولی سرامیکی دارای ساختار کریستالی سه بعدی به هم پیوسته (تراهدرال) مشابه ساختار کندوی عسل می باشد. این سرامیک کاملاً صلب و غیر قابل اشتعال بوده و دارای حفرات سطحی مرتبط به هم و تخلخل بسیار بالاست. این ساختار متخلخل، سطح بسیار زیاد تماس با گاز در حدود چندصد مترمربع در هر گرم زئولیت ایجاد می کند.

اولین زئولیت سنتزی در سال ۱۹۵۰ میلادی تهیه شد و در سال ۱۹۶۰ از آن در خشک کردن و خالص سازی گازها در صنایع پتروشیمی استفاده شد. در سال ۱۹۷۰ جهت تهیه اکسیژن در ارتش از آن استفاده شد. هم اکنون بیش از ۱۵۰ نوع زئولیت با کاربرد های مختلف در دنیا مورد استفاده قرار می گیرند.

## غربالگری مولکولی:

به دلیل بار منفی زئولیت، مولکولهای قطبی نظیر آب به شدت جذب زئولیت شده و داخل حفرات وارد می شوند. در صورتی که قطر مولکولهای گاز برابر قطر حفرات تخلخل سطحی زئولیت باشند این مولکولها تحت فشار بالا و قطبیت زئولیت وارد حفرات شده و مولکولهایی که بزرگتر از اندازه حفرات تخلخل های سطحی هستند به آسانی از مجاور آن عبور کرده و بدین ترتیب عمل غربالگری صورت می پذیرد. مکانیزم اتصال مولکولهای گاز، آب و هیدروکربنها به زئولیت از نوع پیوند شیمیایی و بدون تغییرات در ساختار فیزیکی زئولیت می باشد. مولکولهای نیتروژن بطور شیمیایی به زئولیت می چسبند ولی خواص فیزیکی و ساختار صلب و Rigid زئولیت را تغییر نمی دهد که این مکانیزم را جذب سطحی (Adsorption) می نامند. در صورتی که جذب منجر به تغییر خواص فیزیکی شود این مکانیزم را (Absorption) می نامند، مانند جذب آب به دستمال کاغذی که منجر به تغییر خواص فیزیکی دستمال می گردد.

قابلیت جذب مولکولها به زئولیت به ترتیب از بیشترین به کمترین عبارت است از: آب، دی اکسید کربن، هیدروکربن ها، نیتروژن، اکسیژن و آرگون در حالت عادی هوا متشکل از ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن و ۱٪ گازهای خنثی و آرگون است. در اکسیژن ساز مولکولهای نیتروژن که دارای قطر بزرگتری از اکسیژن هستند، فقط در اثر فشار بالا به زئولیت جذب شده و اکسیژن و گازهای خنثی از

مجاوردانه های ژئولیت عبور می کند. در این سیکل دانه های ژئولیت اشباع از نیتروژن شده و پس از کاهش فشار به فشار اتمسفر، نیتروژن از حفرات خارج و به محیط تخلیه می شود. اگر ۷۸٪ نیتروژن از هوا جدا شود، گاز خروجی دارای درصدی معادل  $22\% = 1\% + 21\%$  در هوا است، پس از خروج از اکسیژن ساز غلظت آن به ۱۰٪ می رسد. اگر عدد ۱۰۰٪ به ۲۲٪ تقسیم شود عدد ۴/۵۵ بدست می آید. بنابراین در این حالت ۱٪ گازهای خنثی در هوا به میزان ۴/۵۵٪ در گاز خروجی از اکسیژن سازی رسد که نشان دهنده آن است که با دستگاههای اکسیژن ساز متداول حداکثر به خلوص اکسیژن ۹۵/۵٪ می توان دست یافت.

لازم به ذکر است سیستم هایی جهت خالص سازی و افزایش خلوص اکسیژن به بیش از خلوص ۹۵/۵٪ نیز وجود دارد که در آنها با استفاده از غربالگرهای مولکولی از جنس کربن فعال، اکسیژن به دانه ها جذب شده و نیتروژن و آرگون از مخزن خارج می شود و پس از آن در فشار پایین اکسیژن با خلوص ۹۹٪ از دستگاه غنی کننده خارج می شود.

### عوامل مخرب ژئولیت:

- ۱- تخریب مکانیکی، شکستن و پودر شدن ژئولیت به دلیل فرسایش و سائیدگی ناشی از عبور جریان گاز و بارهای دینامیکی فشاری وارد بر این سرامیک اتفاق می افتد. با کنترل سرعت گاز (فلوی عبوری) این تخریب قابل کنترل است.
- ۲- از دیگر عوامل تخریب ژئولیت جذب آلاینده ها نظیر آب، روغن به آن است که با فیلتراسیون مناسب هوای فشرده ورودی و سرویس پیوسته فیلترها می توان مانع این تخریب شد.

### ۳- اجزاء و چیدمان سیستم اکسیژن ساز بیمارستانی (Components & layout)

- ۱- کمپرسور هوا Air compressor
- ۲- درایر های داخلی و خارجی Dryer
- ۳- دستگاه مولد اکسیژن PSA
- ۴- فیلتراسیون Filtration روغنگیر، آبگیر، ذرات، بو، CO، باکتری
- ۵- مخازن فشار بالا
- ۶- اتصالات و لوله کشی
- ۷- سیستم نمایشگر خلوص و فلوی خروجی
- ۸- مانیفولد ارتباطی سیستم اکسیژن ساز و سیستم پشتیبان کپسولی

### ۴- نحوه انتخاب مولد اکسیژن (Oxygen Generator)

چگونگی انتخاب سیستم اکسیژن ساز به ترتیب زیر می باشد.

الف: ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز بیمارستان

الف ۱: روش های محاسبه مختلف ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی

الف ۲: توصیه هایی برای اندازه و ظرفیت سنجی بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ( ISO 10083 )

الف ۳: ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM 2022

ب : انتخاب دستگاه مولد اکسیژن معادل یا بزرگتر از ظرفیت اکسیژن مورد نیاز محاسبه شده شامل:

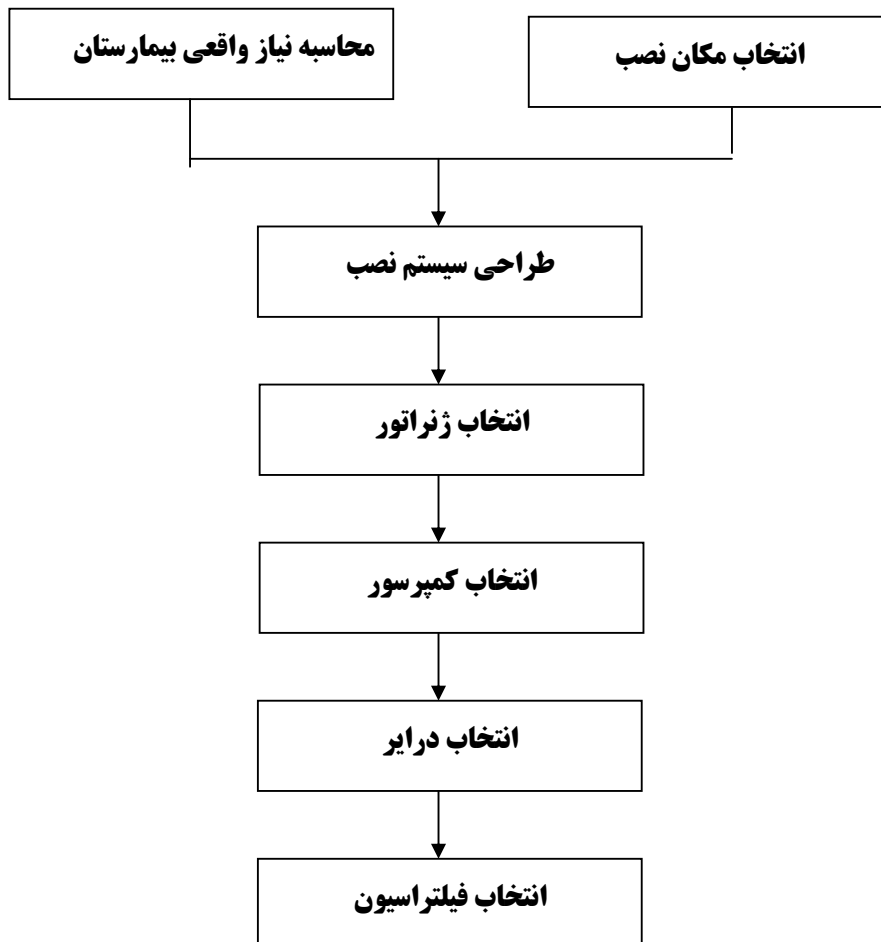
ب ۱ : انتخاب کمپرسور متناسب با دستگاه مولد

ب ۲: انتخاب درایر متناسب با کمپرسور و مولد

ب ۳: انتخاب سیستم فیلتراسیون متناسب با کمپرسور ، مولد و درایر

ب ۴ : انتخاب تانکها ، مخازن دستگاه، متناسب با بقیه اجزاء

ب ۵: انتخاب مخازن اکسیژن متناسب با مصرف بیمارستان و تولید دستگاه و زمان مورد نیاز جهت استفاده از Back up کپسولی .



**الف - روش محاسبه ظرفیت اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی****الف ۱: روش های محاسبه مختلف ظرفیت سنجی اکسیژن مورد نیاز مراکز درمانی**

جهت بررسی تأمین ظرفیت مورد نیاز مراکز درمانی روش های مانند HTM 2022 ، Australia ، و روش NFPA وجود دارند.

تبصره- علیرغم پیشنهاد سه روش فوق توسط اداره کل، شرکتهای وارد کننده می توانند با ارائه تعهد مبنی بر کفایت تأمین ظرفیت اکسیژن و همچنین بر اساس تجربه کاری خود اقدام نمایند.

در انتخاب ظرفیت مورد نیاز برای یک مرکز درمانی نکات ذیل بایستی مورد توجه قرار گیرد:

۱- تعیین ظرفیت اکسیژن مورد نیاز بیمارستان بر مبنای تعداد خروجی های و دستگاه هایی که مصرف اکسیژن دارند و در پیک مصرف بیمارستان بر حسب Lit/min محاسبه شود. ملاک قرار دادن تعداد کپسول مصرفی در روز برای محاسبه تعیین ظرفیت صحیح نیست.

۲- مصرف در بخشهای مختلف متفاوت می باشد لذا بایستی مصرف هر بخش با استفاده از یکی از سه روش فوق و شرایط محیطی ایران بصورت دقیق محاسبه گردد.

۳- ضریب همزمانی و ضریب نشست حتماً به صورت diversity factor محاسبه گردد

۴- بر طبق استاندارد استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ( ISO 10083 ) پس از محاسبه ظرفیت در پیک مصرفی، مراکز درمانی بایستی به یک سیستم کاملاً مستقل (دارای تأمین کننده اولیه، تأمین کننده ثانویه و ذخیره کپسول که ظرفیت هر کدام به تنهایی جوابگوی ظرفیت محاسبه شده باشد) مجهز باشد. هر سیستم تأمین به تنهایی باید بتواند نیاز بیمارستان را مرتفع نمایند و سیستم کپسولی نیز به عنوان تأمین ذخیره با قابلیت تأمین نیاز بیمارستان به مدت حداقل ۴۸ ساعت به عنوان سیستم Back up در نظر گرفته می شود تا در صورتیکه تأمین کننده اولیه و ثانویه از مدار خارج شوند کپسول به صورت online بتواند سیستم را تغذیه نماید) و وجود کپسول ذخیره برای رفع نیاز حداقل ۴۸ ساعت در بیمارستانها ضروری می باشد .

**الف ۲ - توصیه هایی برای اندازه و ظرفیت بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ( ISO 10083 )**

۱ ظرفیت سنجی و اندازه سیستم تأمین تغلیظ کننده اکسیژن باید بر مبنای تقاضای پیش بینی شده اکسیژن و با ملاحظات مدیریت ریسک، به وسیله مرکز درمانی انجام شود

۲ الزامات مربوط به نرخ جریان اکسیژن مورد نیاز مرکز درمانی را می توان به صورت زیر برآورده نمود:

- ظرفیت سنجی و انتخاب اندازه مناسب برای تغلیظ کننده (تغلیظ کننده های) اکسیژن و مخازن نگهداری هوای غنی از اکسیژن و یا بکارگرفتن اکسیژن از سیلندر در کمیت های مناسب

۳ هر واحد تغلیظ کننده اکسیژن حداکثر نرخ جریان ثابتی دارد که میتواند به طور پیوسته به هنگام تولید هوای غنی از اکسیژن ماندگار باشد و الزامات بند ۴-۵-۱ را برآورده کند(رجوع شود به استاندارد ۱۰۷۶۶). نیاز مرکز درمانی به اکسیژن متغیر خواهد بود و میتواند بیشتر از حداکثر نرخ جریان باشد که در این مواقع منبع اضافی همراه با منبع اولیه فعال خواهد گردید تا نرخ جریان طراحی شده برای سیستم حفظ شود.

- ۴ ظرفیت و حداکثر نرخ جریان سیستم تامین باید بر مبنای تخمین میزان مصرف و زمانبندی تحویل باشد. تعیین ظرفیت و نرخ جریان منابع تامین اولیه، ثانویه و ذخیره باید توسط مدیریت مرکز درمانی و با مشورت تولید کننده و تامین کننده گاز باشد و در آن میزان مصرف روزانه گاز و روش های اجرائی اضطراری که باید در هنگام بروز نقص در سیستم اجرا شوند نیز در نظر گرفته شود.
- ۵ تعداد سیلندرهایی که در انبار باید نگهداری شود نیز باید تعیین شود.
- ۶ مکان و امکانات مناسب برای نگهداری سیلندرها نیز باید فراهم شود.
- ۷ در صورتی که منبع تامین ثانویه فقط سیلندر باشد، میزان سیلندر آن (حجم ذخیره) باید حداقل برای ۴۸ ساعت متوسط میزان مصرف روزانه کافی باشد. در موقعیت های جغرافیایی خاص و بر مبنای میزان دسترسی به سیلندر این حجم می تواند بیشتر نیز باشد.
- ۸ مرکز درمانی باید افزایش احتمالی تقاضا را به دلیل تغییرات قابل پیش بینی در تعداد و نوع رویه های پزشکی در نظر بگیرد.
- ۹ حجم اکسیژن مورد نیاز منبع ذخیره برای نگهداری (انبارش) باید توسط تامین کننده و مرکز درمانی محاسبه شود تا ظرفیت مناسب را تا هنگام جایگزینی سیلندرها، بتوان تحویل داد.
- ۱۰ مراکز درمانی جدید برای تعیین ظرفیت و اندازه سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن باید از تجربیات مراکز درمانی مشابه که دارای سیستم تامین نصب شده هستند استفاده کند.
- ۱۱ بررسی های ادواری خط لوله باید به منظور اطمینان از کافی و ثابت ماندن خروجی سیستم تامین انجام شود.
- ۱۲ اگر منبع برق اضطراری وجود نداشته باشد، تعداد سیلندرها باید افزایش یابد تا در مدت زمانی که منبع برق دچار نقص شده است، تامین اکسیژن حفظ شود.



## الف ۳ - « ظرفیت سنجی اکسیژن بیمارستان بر اساس HTM 2022 »

Table 6 Oxygen diversified flows

Department	Design flow for each terminal unit //min	Diversified flow Q //min
<i>In-patient acute</i>		
Ward units – single and multi-bedrooms	10	$QW = 10 + \frac{(n-1)6}{3}$
Treatment rooms		
Each ward unit		
Departments comprising several ward units	10	$QD = QW \left\{ \frac{1+(w-1)}{2} \right\}$
ITU and CCU	10	$QI = 10 + (nB-1)6$
<i>Adult acute day care</i>		
Major treatment room	100	$QT = 100 + 20(T-1)$
Endoscopy room	10	$QR = 10 + (n-1)6$
Recovery room	10	$QR = 10 + (n-1)6$
<i>Maternity department</i>		
Delivery suite	10	$QM = 10 + \frac{(n-1)6}{2}$
Normal delivery room	100	$QM = 100 + \frac{(n-1)6}{2}$
Abnormal delivery room		
Neonatal unit	10	$QN = 10 + (n-1)6$
<i>Operating department</i>		
Operating room	100	$QT = 100 + 20(T-1)$
Anaesthetic room	10	$QA = 10 + (A-1)6$

**Legend for all tables**

n	= number of terminal units
nB	= number of bed spaces
W	= number of ward units
T	= number of operating rooms or major treatment rooms
A	= number of anaesthetic rooms
S	= number of operating suites (1 operating room + 1 anaesthetic room)
Q	= diversified flow
QW	= diversified flow to ward units
QD	= diversified flow to a department
QI	= diversified flow to ITU or CCU
QT	= diversified flow to operating room or major treatment room
QA	= diversified flow to anaesthetic rooms
QR	= diversified flow to recovery rooms
QM	= diversified flow to maternity suite
QN	= diversified flow to neonatal unit
QB	= diversified flow to baby bed space
QDent	= diversified flow to dental department
QWS	= diversified flow to equipment workshop
QP	= diversified flow to plaster room

۱ توجه: در محاسبه ظرفیت سنجی ضریب همزمانی و Diver Sified آن را مد نظر قرار می دهیم.

۱- بخشها بر اساس تعداد outlet به صورت n نمایش داده می شود.

۲- بخشها بر اساس تعداد اتاق با T نمایش داده می شود.

- Operating room
- Anesthesia room
- Maior treatment

۳- CCU & ICU بر اساس bed space و به و صورت Nb نمایش می دهیم.

\* Each 6bed { First bed 10 1/m  
Others 6 1/m ( 3bed Simultaneously)m

\* Single 10 1/m

Ward

هر بخش شامل :

Typical ward { 4×6-bed rooms  
4×Single bed room  
1×Treatment room

اولین Terminal out let 10 1/m و بقیه 6 1/m (n-1) و ضریب همزمانی 33%

$$QW = 10 + (n-1)6 \times 33\%$$

**Department**

دپارتمان جراحی - شامل جراحی زنان، مردان، اطفال } شامل چند تا بخش  
 دپارتمان داخلی - شامل بخش زنان ، مردان }

$$QD = QW \left\{ 1 + (W-1) \times \frac{1}{2} \right\}$$

**نکته ۱ -** در زمانی که اندازه بخشهای یکسان باشد از فرمول فوق استفاده می شود و اگر اندازه بخش ها یکسان نبود بزرگترین بخش، اولین بخش خواهد بود.

**نکته ۲ -** اگر خیلی تفاوت بین بخش ها بود میانگین ward ها را محاسبه می کنیم.

**CCU & ICU**

\* چون هر تخت تا ۴ عدد Terminal unit ممکن است داشته باشد به صورت bed space در نظر گرفته می شود و به Nb نمایش می دهیم.

فرض به اشغال همه تختها به صورت همزمان می باشد (ضریب ندارد).

Diversified بر اساس قابلیت 10 1/m برای اولین bed space و 61/m برای بقیه .

$$Q1 = 10 + (Nb - 1)6$$

**Operating room  
Major treatment room**

تعداد اتاق در نظر گرفته می شود و با T نمایش می دهند.

\* در یک اتاق هر unit باید قابلیت عبور 100 1/m برای O2 flash داشته باشد.

\* مصرف همزمان flash را در نظر نمی گیرند.

$$QT = 100 + 20 (T-1)$$

\* همه تختها را اشغال در نظر می گیرند با مصرف 20 1/m

<b>Anesthetic room</b>
------------------------

در ترمینال باید توانایی 10 1/m را داشته ولی مصرف واقعی 61/m می باشد.

Diversified flow برای اولین اتاق 10 1/m و برای بقیه 61/m

مصرف همزمان همه را در نظر می گیرند.

$$AQ = 10 + (A-1) 6$$

<b>Maternity</b>
------------------

\* Diversified flow بر اساس 10 1/m برای اولین ترمینال و 61/m برای بقیه

\* چون Terminal unit برای هم مادر و هم نوزاد جداگانه تهیه شده بنابراین unit بر تعداد اتاق ارجحیت دارد.

$$\frac{(n-1)6}{2} QM = 10 +$$

$$\frac{(n-1)6}{2} QM = 100 +$$

\* در بخش زایمان هم 100 1/m flow باید در نظر گرفته شود.

\* abnormal delivery suit برای O2 Flash شبیه اتاق عمل باید در نظر گرفته شود.

\* Operating dep Maternity of suit شبیه

**ب : نحوه انتخاب مولد اکسیژن (Oxygen Generator)**

مولد اکسیژن با غربالگری مولوکلهای نیتروژن و اکسیژن موجب می شود اکسیژن به داخل لوله های خروجی منتقل شود. سیستم اکسیژن ساز باید بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ( ISO 10083 ) طراحی نصب و مورد استفاده قرار می گیرد. مولد اکسیژن این سیستم باید به طور مجزا دارای الزامات زیر باشد.

**مشخصات مدنظر در انتخاب مولد اکسیژن**

- ۱- دارای CE براساس آئین نامه تجهیزات پزشکی کلاس C یا Directive 93/42/EEC class IIb
- ۲- ظرفیت مولد و قابلیت تولید اکسیژن با خلوص ۹۶-۹۰٪ (بطور متوسط 93 +)
- ۳- کیفیت اکسیژن خروجی از سیستم اکسیژن ساز باید با ویژگی تعیین شده در متن فارسی استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ یا ISO 10083 سال ۲۰۰۶ مطابقت داشته باشد که جزئیات آن به شرح زیر می باشد :

**۱- استاندارد ملی ایران ۱۰۷۶۶****\* ویژگی های هوای غنی از اکسیژن**

مقررات منطقه ای یا ملی که برای هوای غنی از اکسیژن تولید شده بوسیله سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن می تواند موجود باشد. هرگاه چنین مقرراتی وجود نداشته باشد، هوای غنی از اکسیژن در نرخ جریان طراحی شده برای سیستم باید با ویژگی های زیر مطابقت داشته باشد.

الف- غلظت اکسیژن تولید شده، حداقل ۹۰ درصد کسر حجمی،  
 ب- غلظت منواکسید کربن، حداکثر ۵ میلی لیتر بر متر مکعب،  
 پ- غلظت دی اکسیدکربن، حداکثر ۳۰۰ میلی لیتر بر متر مکعب،  
 ت- غلظت روغن اندازه گیری شده در دمای و فشار محیط و اصلاح شده برای دمای صفر درجه سلسیوس، حداکثر ۰/۱ میلی گرم بر متر مکعب،  
**\* غلظت آب، حداکثر ۶۷ میلی لیتر بر متر مکعب،**  
**یادآوری ۱-** بقیه گاز ها به طور عمده شامل نیتروژن و آرگون است.  
**یادآوری ۲-** بر مبنای مقررات منطقه ای یا ملی، ممکن است از ایتیم های دیگر استفاده شود.

- ۴- سیستم اندازه گیری خلوص در انتهای مسیر با توجه به استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ( ISO 10083 ) دارای

آنالایزر اکسیژن با قابلیت اندازه گیری خلوص در گستره صفر تا ۱۰۰٪ و آلارم های هشدار با اعلان

- ۵- قابلیت تعویض اتوماتیک منبع تأمین در صورت افت خلوص با نقص یا نقص در دستگاه
- ۶- آنالایزر اکسیژن برای اندازه گیری خلوص
- ۷- مواد مورد استفاده در دستگاه تغلیظ کننده اکسیژن هوا با اکسیژن سازگار بوده و از درجه میکال کمپانی سازنده باشد.
- ۸- قبل از اضافه نمودن هوای غنی از اکسیژن به مجموعه مرکز درمانی ، استفاده از آن با ویژگی های مشخص شده در جدول ۱ مربوط به ۱۰۷۶۶ باید به اطلاع پزشکان شامل متخصصان بیهوشی رسانیده شده و استفاده از آن مورد تأیید قرار گیرد
- ۹- وارد نشدن اکسیژن با خلوص پایین در خط مصرف ISO 10083 و cut off نمودن اکسیژن با خلوص پایین

۱۰- تمامی piping ها و اتصالات چه در مولد چه در تمام مسیر، Gas specific باشد (با اکسیژن خلوص ۹۹٪ سازگاری باشد داشته باشند (ISO 10083)

۱۱- ماکزیمم و مینیمم فشار اکسیژن خط لوله کشی باید براساس ISO 7396-1 حداقل ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوپاسکال باشد و بر طبق HTM2022 و با توجه به میزان افت فشار در سیستم لوله کشی حداقل فشار مولدبایستی ۴۳۰ کیلوپاسکال باشد.

15.0 Validation and verification

Table 23 Validation and verification: pressure during pipeline system tests

Medical gas	Pipeline distribution pressure kPa	Terminal unit test flow l/min (see 'Design considerations' for design flows	Max pressure drop in pipeline at system design flow kPa	Min pressure (this may vary by +/-5% between max flow and static condition) kPa	Plant pressure kPa
O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O, NO Medical air 400 kPa	400	10-100 15 20-80	40	370	430-490
O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> O mixtures	400	20 275 inhalationary gases	90	310	430-490
Surgical air 700 kPa	770	350	110*	700 kPa at 350 l/min (max 900 kPa at no flow condition)	see 'Design considerations'
Vacuum	53.3 kPa (400 mm Hg) below standard atmospheric pressure of 101.3 kPa (760 mm Hg)	40	26.6 kPa (200 mm Hg)	40 kPa (300 mm Hg)	

\* To the back of the local regulator or terminal unit.

جدول ۲- گستره فشار اسمی توزیع (فشار بر حسب کیلوپاسکال)

۴۰۰-۵۰۰	گازهای طبی فشرده، (باستثناء هوا یا نیتروژن راه انداز تجهیزات جراحی)
۷۰۰-۱۰۰۰	هوا یا نیتروژن راه انداز تجهیزات جراحی
≤ ۶۰ (فشار مطلق)	خلأ

## نکته:

۱- سه عامل موثر در هر دستگاه اکسیژن ساز O2 purity ، pressure و flow می باشد که این سه عامل در ارتباط متقابل با یکدیگرند بدین صورت که حجم ثابتی از زئولیت در ارتباط با فشار ، فلو و خلوص ثابت می باشد. یعنی اگر خلوص ثابت باشد (۹۳٪) چنانچه فلو افزایش یابد فشار کاهش می یابد. و بر عکس.

بنابراین Optimize کردن جهت timing باز و بسته شدن Valve ها ، flow ، O2purity و  $\Delta p$  از اهمیت به سزائی برخوردار می باشد که این کار توسط تولید کننده انجام می شود. لذا هرگونه تغییر در تنظیمات زمانبندی شیرهای خودکار و افزایش یا کاهش فشار و فلوی سیستم خارج از مدارکی که در مدارک مولد اظهار شده غیر مجاز است.

۲- هوای غنی از اکسیژن بلافاصله بعد از خروج از واحد (واحد های) تغلیظ کننده اکسیژن باید از صافی عبور کند تا آلودگی ذرات به کمتر از مقدار تعیین شده درجه ۵ که در جدول ۱ استاندارد ISO 14644-1:1999 آمده است، برسد.

ISO CLASS	ISO 14644-1 - Table						Max.
	Concentration (p/m3) > or = Size Shown						
1	0.1 um	0.2 um	0.3 um	0.5 um	1.0 um	5.0 um	
1	10	2					
2	100	24	10	4			
3	1,000	237	102	35	8		
4	10,000	2,370	1,020	352	83		
5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29	
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293	
7				352,000	83,200	2,930	
8				3,520,000	832,000	29,300	
9				35,200,000	8,320,000	293,000	

در صورت نیاز ، شواهد انطباق با الزامات این بند باید بوسیله تولید کننده ارائه شود.

به منظور نشان دادن وضعیت صافی باید تمهیداتی فراهم شود (برای مثال اندازه گیری افت فشار در صافی).

بررسی انطباق با این بند باید بوسیله بازرسی انجام شود.

## ۳- پرکردن سیلندر

پرکردن سیلندرهایی گاز اکسیژن طبی که برای اکسیژن ۹۹ درصد مطابق با استاندارد ملی ایران ۳۲۴۰ در نظر گرفته شده اند یا مخازن تحت فشار که برای اکسیژن ۹۹ درصد طراحی شده و اختصاص یافته اند از طریق اتصال به سیستم تغلیظ کننده اکسیژن که غلظت اکسیژن خروجی آن کمتر از ۹۹ درصد باشد، ممنوع است.

**ب ۱- کمپرسور هوا (Air compressor)**

بر اساس HTM 2022. ترجیحا بهتر است از کمپرسورهای OIL FREE بجای کمپرسورهای OIL INJECTED استفاده شود لذا در صورت استفاده از کمپرسور oil injected ، فیلتراسیون سیستم باید در مسیر هوای فشرده به مولد وجود داشته باشد تا کیفیت هوای ورودی به مولد در حداقل کلاس ISO8573 1.4.1 باشد تا میزان هیدروکربن و رطوبت هوای فشرده در حد مجاز باشد. محاسبه ظرفیت کمپرسور :

ابتدا میزان هوای مورد نیاز ژنراتور اکسیژن را مشخص نموده ( از روی کاتالوگ شرکتهای سازنده پیوست) و بعد با توجه به مشخصات محل نصب دستگاه که ارتفاع از سطح دریا ( فشار بارومتريک ) و ماکزیمم دما در تابستان را در فرمول ذیل قرار داده .

$$V_1 = \frac{P_2}{P_1} \frac{T_1}{T_2} V_2$$

V2 : هوای مورد نیاز سیستم مولد اکسیژن

T1 : دمای در شرایط استاندارد که معادل ۲۷۳ درجه کلوین می باشد.

T2 : دمای محل نصب در تابستان بر حسب کلوین ( گرمترین زمان سیستم )

P1: فشار استاندارد که معادل ۱/۰۱۳ bar می باشد

P2: ارتفاع از سطح دریا ( فشار بارد متريک ) محل نصب

V1: هوایی است که کمپرسور بایستی در شرایط استاندارد تولید نماید

پس از محاسبه V1 با توجه به اینکه کمپرسور بایستی استراحت داشته باشد حداقل ضریب ۲۰٪ جهت تامین استراحت مورد نیاز کمپرسور به اعداد فوق اضافه خواهد شد .

$$V = V_1 + 20\% V_1$$



**مختصات مهم در کمپرسور**

- ۱- نوع کمپرسور
- ۲- میزان خروجی روغن در هوای خروجی
- ۳- قابلیت کار به صورت ۲۴ ساعته
- ۴- دمای خروجی کمپرسور
- ۵- ماکزیمم صدای تولیدی 85 db
- ۶- میزان برق مصرفی نسبت به هوای خروجی
- ۷- کیفیت Air end یا بلوکه هواساز
- ۸- کشور سازنده قطعات مورد استفاده در کمپرسور به تفکیک
- ۹- تضمین تامین قطعات و لوازم یدکی

**فیلتراسیون و رطوبت گیر (Dryer & Filtration)**

زمانیکه هوا فشرده می شود بخار و غلظت ذرات بطور چشمگیری افزایش می یابد روند فشرده‌گی موجب می شود روغن و بخار آب بصورت قطره درآیند و سپس با ذرات مخلوط شوند و در نهایت موجب تراکم و افزایش ذرات آلاینده هوا خواهد شد.

پس از انتخاب دستگاه کمپرسور از روی میزان خروجی کمپرسور بایستی درایر و فیلتراسیون انتخاب گردد در انتخاب درایر و فیلتراسیون باید براساس ISO8573-1 جلو رفت که در آن حداقل کلاس 1.4.1 را مد نظر قرار داد تا هوای خروجی از کمپرسور را مطابق با ISO 8573-1 تبدیل کرده و به مولد اکسیژن برساند.

**ب ۲- انتخاب درایر**

در انتخاب درایر قبل از هر محاسبه ای نوع درایر اهمیت دارد درایری مورد قبول است که قابلیت استفاده در شرایط مدیکال و بحرانی را داشته باشد .

درایر دسیکانت نسبت به درایر تبریدی ارجحیت دارد به شرطی که مطابقت اندازه کمپرسور(به کمپرسور با ظرفیت بزرگتر نیاز است) و correction factor های آن در اینجا نیز مانند درایر تبریدی در نظر گرفته شوند.

در انتخاب درایری ارجحیت دارد که نقطه شبنم هوای خروجی آن بیش از ۳ درجه سانتی گراد نباشد . درایر باید دارای تخلیه خودکار و گیج نشانگر دما و نقطه شبنم در فشار خروجی باشد.

- ۱- انتخاب درایر بایستی بر مبنای خروجی کمپرسور باشد.

۲- Correction factor یعنی ضرائب تصحیح ظرفیت درایر که در اندازه آن دخالت داده شود (پیوست)

الف : Inlet temperature با توجه به dew point k1

ب : Inlet pressure k2

ج : Ambient temperature k3

$$Q \text{ Actual} = k1 \times K2 \times K3 \times Q_{\text{nominal}}$$

### **K1**

For other compressed air inlet temperatures and pressure dew point temperatures , multiply the dryer air flow by the following factors  $K_1$  :

FD7-230								
Inlet temperature		25 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C	35 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C	45 <sup>0</sup> C	50 <sup>0</sup> C	55 <sup>0</sup> C
Pressure	3 <sup>0</sup> C	1.00	1.00	1.00	0.98	0.85	0.70	0.57
Dew	5 <sup>0</sup> C	1.20	1.17	1.15	1.08	0.92	0.75	0.60
Point	7 <sup>0</sup> C	1.41	1.32	1.25	1.14	1.00	0.80	0.65
Temperature	10 <sup>0</sup> C	1.72	1.54	1.38	1.28	1.09	0.92	0.75
	15 <sup>0</sup> C	2.20	1.96	1.74	1.54	1.37	1.15	0.94
	18 <sup>0</sup> C	2.64	2.25	2.00	1.76	1.53	1.33	1.12
FD260-1600								
Inlet temperature		25 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C	35 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C	45 <sup>0</sup> C	50 <sup>0</sup> C	55 <sup>0</sup> C
Pressure	3 <sup>0</sup> C	1.00	1.00	1.00	0.85	0.72	0.60	0.49
Dew	5 <sup>0</sup> C	1.20	1.17	1.15	0.95	0.79	0.67	0.56
Point	7 <sup>0</sup> C	1.14	1.32	1.25	1.05	0.85	0.74	0.62
Temperature	10 <sup>0</sup> C	1.72	1.54	1.38	1.15	1.00	0.86	0.70
	15 <sup>0</sup> C							
	18 <sup>0</sup> C							

### **K2**

For other compressed air inlet pressures , multiply the dryer air flow by the following

Factors k2 :

4 bar (e) : 0.80	10 bar (e) : 1.15
6 bar (e) : 0.95	12 bar (e) : 1.25
7 bar (e) : 1.00	15 bar (e) : 1.35
8 bar (e) : 1.05	20 bar (e) : 1.45

### **K3**

For other cooling medium temperatures, multiply the dryer air flow by the following factors  $K_3$  :

25 <sup>0</sup> C : 1.00
30 <sup>0</sup> C : 0.95
35 <sup>0</sup> C : 0.88
40 <sup>0</sup> C : 0.81
45 <sup>0</sup> C : 0.74

توجه: اعداد و جداول و brand های اشاره شده به صورت نمونه میباشد و میتوان از جداول brand های دیگر نیز استفاده کرد، علت انتخاب جداول شرکت ATLAS COPCO به دلیل استفاده بیشتر شرکتهای وارد کننده ژنراتور اکسیژن بوده است.

**نکته ۱:** ضرایب فوق با Reference conditions که شرایط کاری Dryer می باشد فرق دارند

**نکته ۲:** ضرایب فوق بایستی با توجه به کاتالوگهای درایر در محاسبه درایر در نظر گرفته شود که این ضرایب موجب کاهش ظرفیت واقعی درایر نسبت به ظرفیت رسمی آن می گردد.

**نکته ۳:** برای محاسبه ظرفیت واقعی درایر correction factor های بحرانی در نظر گرفته شود .

**نکته ۴:** در حالیکه کمپانی اطلس کوپکو جدول خود را به صورت dew point و Inlet temp با هم ترکیب کرده است کمپانی های دیگر برای dew point ضریب جداگانه در نظر گرفته اند. ( البته correction factor در dew point 3c برابر یک می باشد )  
**نکته ۵:** مثال اگر در دمای محیط 45c و نقطه شبنم 3c , Inlet temperature 55c ( شرایط بحرانی ) و فشار کاری ۷ bar باشد ظرفیت درایر اینگونه محاسبه می گردد.

$$\text{Correction factor} = K1 \times K2 \times K3$$

$$0.57 \times 1 \times 0.74 = 0.41$$

یعنی تحت شرایط مساوی درایر ۴۱٪ هوای خروجی از کمپرسور را خشک می کند لذا برای پوشش دادن ۱۰۰٪ هوای خروجی می بایست درایری انتخاب کنیم که ظرفیت آن به صورت زیر باشد:

$$118 \times \frac{100}{40}$$

یعنی ظرفیت درایر باید تقریباً دو برابر ظرفیت هوای خروجی کمپرسور باشد.

### مختصات درایر

- ۱- داشتن تخلیه اتوماتیک
- ۲- داشتن ثبات بر روی نقطه شبنم 3c مطابق ISO 8573 - 1 حداقل کلاس 1.4.1 ( در مورد refrigerator )
- ۳- با توجه به اهمیت سیستم های بیمارستانی بایستی با بالاترین کیفیت در شرایط Medical و بحرانی استفاده گردد.
- ۴- نمایشگر نقطه شبنم به صورت On line
- ۵- داشتن آلارم خروجی در شرایطی که نقطه شبنم بالاتر از حد معمول باشد.

## ب ۳ - فیلتراسیون

همانطور که گفته شد فیلتراسیون و layout آن براساس ISO 8573-1 می باشد جدول زیر تقسیم بندی solid particles و water و oil و براساس ISO 8573-1 نشان می دهد.

ISO 8573-1 Quality Classes	Drit (solid particles)				Water	Oil
	Maximum number of particles per m <sup>3</sup> . Particle size, Ø μm				Maximum pressure dew point	Maximum concentration
	< 0.1	0.1<Ø < 0.5	0.5<Ø < 1.0	1.0<Ø < 5.0	°C	Mg/m <sup>3</sup>
1	Not specified	100	1	0	-07	0.01
2	Not specified	100 000	1 000	10	-40	0.1
3	Not specified	Not specified	10 000	500	-20	1
4	Not specified	Not specified	Not specified	1 000	+3	5
5	Not specified	Not specified	Not specified	20 000	+7	25

استفاده از جدول فوق بستگی به انتخاب نوع درایر دارد.

اگر درایر انتخاب شده از نوع refrigerator باشد با توجه به اینکه پایین ترین نقطه شبنم توسط درایرهای فوق 3 c<sup>0</sup> می باشد ISO 8573-1 حداقل کلاس 1.4.1 استفاده می گردد.

در صورتیکه درایر انتخاب شده از نوع adsorption باشد سیستم فیلتراسیون کلاس 1.1.1 ISO 8573-1 خواهد بود.

نکته: شرکتهای سازنده مختلف از نامهای گوناگون برای فیلترهای روغن، particles استفاده می کنند نظیر DD و FD و PDP و DDP و ACS و AA و AO، ولی آنچه مهم است این است که هوای مورد نیاز حداقل high quality & clean odor free air باشد.

## مختصات فیلترها

- ۱- انتخاب فیلترها متناسب با ISO 8573 کلاس حداقل 1.4.1
- ۲- داشتن زمان بندی تعویض
- ۳- داشتن خدمات و پشتیبانی
- ۴- ترتیب نصب مطابق با کاتالوگ تولید کننده درایر و فیلتراسیون
- ۵- زمان بندی تعویض فیلترها
- ۶- کم بودن افت فشار فیلتر در خط
- ۷- تخلیه اتوماتیک

## ب ۴: انتخاب مخازن هوای فشرده Air Chamber

از آنجاییکه در یک سیستم اکسیژن ساز دو تانک مورد استفاده قرار می گیرد یکی هوا و دیگری اکسیژن ، جدا از سایز این تانکها، که بایستی مناسب انتخاب گردد که برای هر نوع از دستگاهها در سایزهای مختلف متفاوت می باشد خصوصیات دیگری نیز بایستی داشته باشند که بر اساس یکی از استانداردهای زیر طراحی و تولید می گردد .

## - استانداردهای مربوط به مخازن تحت فشار

استاندارد ملی ایران ۲۵۱۱- منابع تحت فشار هوا (این استاندارد قدیمی شده لذا در حال حاضر از استانداردهای ملی سایر کشور ها بر مبنای نوع تانک اس می شود.
<b>BS 5169:1992 Specification for fusion welded steel air receivers</b>
<b><u>AFNOR NF A 36-209</u></b>
IRON AND STEEL PRODUCTS - AUSTENITIC STAINLESS STEELS FOR BOILERS AND PRESSURE VESSELS
<b><u>API 510</u></b>
PRESSURE VESSEL INSPECTION CODE: IN-SERVICE INSPECTION, RATING, REPAIR, AND ALTERATION
<b><u>ASME DRF U-1</u></b>
MANUFACTURER'S DATA REPORT FOR PRESSURE VESSELS
<b><u>ASME DRF U-1A</u></b>
MANUFACTURERS DATA REPORT FOR PRESSURE VESSELS
<b><u>ASME PVHO 1</u></b>
SAFETY STANDARD FOR PRESSURE VESSELS FOR HUMAN OCCUPANCY
<b><u>BS EN 286-1</u></b>
SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 1: PRESSURE VESSELS FOR GENERAL PURPOSES
<b><u>BS EN 286-2</u></b>
SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 2: SPECIFICATION FOR PRESSURE VESSELS FC BRAKING AND AUXILIARY SYSTEMS FOR MOTOR VEHICLES AND THEIR TRAILERS
<b><u>BS EN 286-3</u></b>
SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 3: STEEL PRESSURE VESSELS DESIGNED FO BRAKINGEQUIPMENT AND AUXILIARY PNEUMATIC EQUIPMENT FOR RAILWAY ROLLING STOCK
<b><u>BS EN 286-4</u></b>
SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN - PART 4: ALUMINIUM ALLOY PRESSURE VESSELS DESI FOR AIR BRAKING EQUIPMENT AND AUXILIARY PNEUMATIC EQUIPMENT FOR RAILWAY ROLLING STOCK
<b><u>DIN 43686</u></b>
PRESSURE VESSELS FOR AIR GENERATING STATIONS IN ELECTRICAL SWITCHING PLANTS
<b><u>DIN EN 286-1</u></b>
SIMPLE UNFIRED PRESSURE VESSELS DESIGNED TO CONTAIN AIR OR NITROGEN PART 1: PRESSURE VESSELS FOR GENERAL PURPOSES
The CE series of air receivers are manufactured in accordance with the CE 87/404 standard
<b><u>BS 5169</u></b>
SPECIFICATION FOR FUSION WELDED STEEL AIR RECEIVERS
<b><u>BS 487</u></b>
FUSION-WELDED STEEL AIR RECEIVERS

## Pressure Vessel Design per European Standard

## BS EN 13445 , DIN EN 13445

- BS EN 13445-8:2006 Unfired pressure vessels. Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys  
BS EN 13445-8:2006 Unfired pressure vessels. Additional requirements for pressure vessels of aluminium...
- PD CEN/TR 13445-9:2007 Unfired pressure vessels. Conformance of the EN 13445 series to ISO 16528  
PD CEN/TR 13445-9:2007 Unfired pressure vessels. Conformance of the EN 13445 series to...
- BS EN ISO 13445:2006 Adhesives. Determination of shear strength of adhesive bonds between rigid substrates by the block-shear method  
BS EN ISO 13445:2006 Adhesives. Determination of shear strength of adhesive bonds between rigid substrates...
- BS EN 13445-3:2002+A11:2006 Unfired pressure vessels. Design  
BS EN 13445-3:2002+A11:2006 Unfired pressure vessels. Design ...
- BS EN 13445-6:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure constructed from spheroidal graphite cast iron  
BS EN 13445-6:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Requirements for the design and...
- BS EN 13445-4:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Fabrication  
BS EN 13445-4:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Fabrication ...
- BS EN 13445-5:2002+A5:2006 Unfired pressure vessels. Inspection and testing  
BS EN 13445-5:2002+A5:2006 Unfired pressure vessels. Inspection and testing BS EN 13445-1:2002+A3:2007 Unfired pressure vessels. General  
BS EN 13445-1:2002+A3:2007 Unfired pressure vessels. General PD CR 13445-7:2002 Unfired pressure vessels. Guidance on the use of the conformity procedures  
PD CR 13445-7:2002 Unfired pressure vessels. Guidance on the use of the conformity...
- BS EN 13445-2:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Materials  
BS EN 13445-2:2002+A2:2006 Unfired pressure vessels. Materials Price: £ 168.00 Member...

- ASME BPVC-VIII - 2007 BPVC Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels
- This Division of Section VIII provides requirements applicable to the design, fabrication, inspection, testing, and certification of pressure vessels operating at either internal or external pressures exceeding 15 psig. Such pressure vessels may be fired or unfired. Specific requirements apply to several classes of material used in pressure vessel construction, and also to fabrication methods such as welding, forming, and brazing. It contains mandatory and nonmandatory appendices detailing supplementary design criteria, nondestructive examination, inspection acceptance standards. Rules pertaining to the use of the **U**, **UM** and **UV** Code symbol stamps are also included
- This publication is issued with an automatic addenda service. All addenda service publications are issued in loose leaf format to facilitate later insertion of replacement pages which incorporate the latest approved changes to the standard. Purchasers may wish to purchase a binder from ASME ([BPVC Binder](#)), but the publication will also fit a standard three ring binder
- A.S.M.E. Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division I for unfired pressure vessels and bear a "U" or "UM" stamp, National Board number and serial number, as required. (The "UM" stamp is on most vessels under 35 gallons)

## نکات :

- ۱- تانکهای اکسیژن و هوا باید تأییدیه های کیفی مخازن تحت فشار بر طبق استانداردهای ملی را داشته باشند، همچنین شرکت های واردکننده ملزم به ارائه آزمون مطابقت با Directive 97/23 EEC نیز ضروری می باشد.
- ۲- فشار : در سیستم PSA میزان فشار کاری تانک هوا ۷ الی ۸ بار و تانک اکسیژن ۴ الی ۶ بار که جهت ایمنی تانک اکسیژن را ۷ الی ۸ بار در نظر گرفته می شود (معادل فشار تولیدی کمپرسور)  
فشار تست تانکها بایستی بالاتر از ۱/۲ + ۱ فشار کاری باشد یعنی ۱۲ که بهتر است ۱۵ تا ۲۰ بار نیز تانک تست شود.
- ۳- ضخامت تانک: بایستی علاوه بر تحمل فشار ، ضخامت مناسب (با توجه به درصد مجاز خوردگی) نیز داشته باشد به طور مثال تانک ۱۰۰۰ lit ضخامت ۶ الی ۸ میلی متر
- ۴- نوع ورق تانک: فولاد یا گالوانیزه
- ۵- پوشش خارجی : بهتر است که رنگ استاتیک باشد ( کوره ای ) که دوام لازم را داشته باشد.

- ۶- پوشش داخلی : برای تانک اکسیژن و هوا برای جلوگیری از هرگونه ترکیب مواد شیمیایی و جلوگیری از خوردگی با اکسیژن بهتر است از مواد و ترکیبات سازگار با اکسیژن استفاده کرد.
- در انتخاب سایز تانک هوا دو نکته در نظر گرفته شود.
- الف : یک تعیین زمان لازم برای استراحت کمپرسور و افزایش ندادن تعداد loud و unload کمپرسور
- ب : تعیین هوای مورد نیاز برای تولید اکسیژن در مولد که افت فشار زیاد پس از ورود هوا به ستونها ایجاد نگردد.
- ج: از فرمول زیر می توان اندازه تانک هوا را محاسبه کرد.

### Dimensioning of the receiver volume

$Q_C = \text{Compressor's capacity (1/s)} = 150 \text{ 1/s}$

$P_1 = \text{Compressor's intake pressure(bar(a))} = 1 \text{ bar(a)}$

$T_1 = \text{Compressor's maximum intake temperature(K)} = 273 + 30 = 303 \text{ k}$

$F_{\max} = \text{maximum cycle frequency} = 1 \text{ cycle /30 seconds}$

$(P_u - P_L) = \text{set pressure difference between loaded and unloaded compressor(bar)} = 0.5 \text{ bar.}$

$T_0 = \text{Compressed air temperature out of the selected compressor is } 10 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ higher than the ambient temperature which is why the maximum temperature in the air receiver will be(K)} = 273 + 40 = 313 \text{ K.}$

Compressor with loading/unloading regulation gives the right formula for air receiver volume:

$$V = \frac{0.25 \times Q_C \times T_0}{(P_u - P_L) \times T_1} = \frac{0.25 \times 150 \times 313}{1/30 \times 0.5 \times 303} = 2324/7$$

$$F_{\max} \times (p_u - p_l) \times T_1$$

This is the minimum recommended air receiver volume .

The next standard size up is selected.

**ب ۵: انتخاب تانک اکسیژن oxygen chamber**

الف: گرفتن نوسانات ناگهانی مصرف

ب: جبران افت فشار خط مصرف در موارد بروز ناگهانی آن

ج: تامین اکسیژن خط مصرفی برای حداقل زمان ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در صورت قطع تولید اکسیژن به طوریکه در این زمان مرکز درمانی فرصت کافی داشته باشد تا از BACK UP کپسولی استفاده نماید.

د: درخصوص اندازه تانک اکسیژن مورد نیاز بایستی با کمپانی سازنده تبادل نظر گردد.

ه: سازکاری جنس مواد سازنده تانک با اکسیژن

**۵- الزامات فضای فیزیکی نصب دستگاه اکسیژن ساز بیمارستانی**

۱ سیستم تامین باید مطابق با دستورالعمل تولید کننده، در اتاقی که نسبت به حریق مقاوم بوده و تهویه هوای آن به خوبی انجام گیرد، نصب شود. بسته به شرایط محل، برخی از اجزای سیستم مانند سیلندرها را می توان در هوای آزاد، به صورت محافظت شده از تاثیرات جوی و مکان دارای حصار قرار داد. مقررات ملی یا منقظه ای که برای محل سیستم تامین کاربرد داشته باشد ممکن است موجود باشد.

۲ محل نگهداری و ذخیره سیلندر های گاز و چندراهه سیلندرها باید تمیز نگهداشته شده و دسترسی به آن فقط برای افراد مجاز امکان پذیر باشد. در هر زمان و بدون استفاده از کلید باید امکان باز کردن درب ها از طرف داخل وجود داشته باشد. همچنین درب ها باید به سمت بیرون باز شوند. قفل کردن درب محل سیستم تامین باید امکان پذیر باشد. حداقل یک درب خروج اضطراری که هیچگونه عامل مسدود کننده ای در مسیر های نباشد. همچنین این درب باید به هوای آزاد یا مکان ایمن دیگری که باید ایجاد گردد، منتهی شود.

۳ از اتاق یا مکان سیستم تامین نباید برای دیگر مقاصد استفاده شود.

۴ فقط افراد معرفی شده باید مجاز به رسیدگی و کار با تجهیزات سیستم تامین باشند.

۵ سیلندرها باید مطابق با توصیه های تولید کننده نگهداری شوند. یک گروه از سیلندرها پر شده که برای یک سمت از چندراهه ها کافی باشد را می توان در همان محل یا اتاق نگهداری نمود. سیلندرها خالی منفک شده از تجهیزات سیستم را می توان تا زمانی که برداشته شوند نگهداری نمود. سیلندر های پر و خالی باید جدای از هم و در مکان های نشانه گذاری و اختصاص یافته به هر کدام نگهداری شوند.

۶ سرویس دهی و نگهداری گازها و مایعات قابل اشتعال در محل یا در مکان های مجاور محل سیستم تامین باید ممنوع اعلام شود.

۷ از سیستم حرارتی می توان برای گرم کردن محل سیستم تامین یا مکان نگهداری استفاده نمود مشروط بر اینکه دمای هیچ قسمتی از سیستم حرارتی در تماس با هوای اتاق، از ۲۲۵ درجه سلسیوس بیشتر نشود و همچنین نباید سیلندرها با سیستم حرارتی تماس پیدا کنند.



- ۸ تمام اتصالات الکتریکی در اتاق سیستم تامین باید در مکان های ثابتی مستقر باشند یا نسبت به صدمات فیزیکی محافظت شوند.
- ۹ وسایل اطفای حریق باید در محل سیستم تامین وجود داشته باشد.
- ۱۰ اتاق و محوطه باید تمیز و روشنایی مناسب داشته باشد.
- ۱۱ محوطه ها استقرار سیستم تامین (داخلی و خارجی) باید با شرایط زیر مطابقت داشته باشد:
  - ۱-۱۱ زمانی که سیستم تامین در مجاورت منابع حرارتی نظیر کوره، مکان های سوزاندن زباله، دیگ جوش مستقر باشد، ساختار مکانی آن باید بگونه ای باشد که دمای سیلندرها از ۴۰ درجه سلسیوس بیشتر نشود.
  - ۲-۱۱ سیستم تامین نباید در فاصله کمتر از ۳ متری هادی های الکتریکی باز یا ترانس های برق ۱ مستقر شود.
  - ۳-۱۱ سیستم تامین نباید در مجاورت تانکهای نگهداری مشتقات نفتی یا روغن نگهداری شود.
  - ۴-۱۱ مکان نصب باید با مقررات سازه ای محلی مطابقت داشته باشد.
  - ۵-۱۱ کف مکان نصب باید سیمانی باشد
  - ۶-۱۱ در هر دو طرف درب های مکانی که سیستم تامین نصب شده، باید هشدار به صورت مثال زیر در معرض دید نصب شود:
 

هشدار:

اکسیژن

کشیدن سیگار، ایجاد جرقه یا شعله، استفاده از روغن یا گریس ممنوع

هیچ گونه مواد قابل اشتعال نباید در فاصله ۵ متری از این مکان قرار گیرد.
  - ۷-۱۱ ارتفاع دیوارها و حصارهای محلی که سیستم در آن نصب شده نباید کمتر از ۱/۷۵ متر باشد.
  - ۱۲ محوطه باید به سهولت به وسایل نقلیه حمل سیلندر دسترسی داشته باشد و بر مبنای روش استفاده شده برای بارگیری و ارتفاع وسیله نقلیه دارای اتصال به زمین داشته باشد.
  - ۱۳ محوطه نصب باید به گونه ای باشد که بخشهای آن از ساختمان های تحت اشغال یا خیابان یا پیاده رو حداقل ۳ متر فاصله داشته باشد.
  - ۱۴ به منظور جابجایی سیلندرهای گاز باید از وسیله جابجایی مناسب مانند چرخ دستی ویژه حمل سیلندر استفاده شود.

### توصیه های برای نصب بر طبق ISO 10083

- ۱ قبل از نصب سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن، نصب کننده باید اطمینان حاصل کند که سیستم لوله کشی توزیع که سیستم تامین به آن متصل می شود با استاندارد ISO 7396-1 مطابقت داشته باشد.
- ۲ قبل متعهد شدن به نصب سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن، تولید کننده باید شرایط محیطی و جغرافیایی محل مورد نظر برای نصب که بر عملکرد سیستم تاثیر گذار خواهد بود را ارزیابی کند.
- ۳ منبع هوای محیط برای سیستم تغلیظ کننده اکسیژن باید در مکانی مستقر شود که وجود آلاینده ها از طریق خروجی احتراق داخلی (اگزوز)، سیستم های جمع آوری گاز بیهوشی، سیستم های تهویه و تخلیه خلاء و دیگر آلودگی ها، در حداقل مقدار ممکن باشد.
- ۴ سیستم تغلیظ کننده اکسیژن باید در مکانی تمیز با روشنایی و تهویه مناسب که از لحاظ محیطی برای انجام عملیات کاری و نگهداری گسترده لازم را داشته باشد نصب شود

- ۵ اقدامات احتیاطی ویژه ای باید به منظور اطمینان از حذف گازهای تهویه شده و تجمع یافته در محیط و انتشار ایمن آن در اتمسفر، بعمل آید.
- ۶ سیستم تغلیظ کننده اکسیژن، در واحد های تغلیظ کننده خاص، شامل کمپرسور (کمپرسورهای) هوای آن و پمپ (پمپهای) خلا ، در صورت اتصال، باید بطور مستقل از دیگر منابع تأمین کننده گازهای طبی بجز کمپرسور هوا و پمپ خلاء نصب شود.
- ۷ روشهایی باید فراهم شود از انتقال ارتعاشات از سیستم تامین کننده گازهای طبی بجز کمپرسور هوا و پمپ خلاء نصب شود.
- ۸ روش هایی باید ایجاد شود تا سطح نوفه سیستم تامین با مقررات منقطه ای یا ملی موجود مطابقت داشته باشد.
- ۹ در صورت نیاز باید امکانات فاضلاب برای قسمت از سیستم مانند گیرنده ها<sup>۱</sup> فراهم شده باشد.
- ۱۰ هشدار دهنده های عملیاتی و اضطراری با راهنمای مناسب برای بکارگیری و اقدامات لازم و حداقل در یک مکان که بطور دائم نیروی انسانی در آن باشد، باید نصب شود.
- ۱۱ به دلیل بالا بودن مصرف برق واحد تغلیظ کننده اکسیژن، ممکن است نیاز به بهبود منبع برق باشد.

## ۶- روال ارزیابی عملکرد صحیح سیستم اکسیژن ساز و مستند سازی

### ۱ مقدمه

این روش اجرائی آزمون مثالی را در مورد جگونگی تائید ویژگی های بند ۱۰ استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶ ارائه می کند تا بر مبنای آن سیستم راه اندازی شده و تصدیق شود. روش های اجرائی دیگر نیز که به درستی این ویژگی ها را آزمون ها ممکن است توصیه شود. فرم های نوعی برای تصدیق سیستم در پیوست ت داده شده است.

### ۲ کلیات

این آزمون ها باید قبل از اینکه سیستم لوله کشی توزیع از هوای غنی از اکسیژن پر شود باید انجام شود. سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن باید با بستن شیر قطع کننده سیستم تامین یا شیر (شیرهای) اصلی قطع کننده منبع تامین از سیستم لوله کشی توزیع جدا شود.

### ۳ روش اجرائی

#### ۱-۳ کلیات

این آزمون باید یک به یک بر روی هر منبع تامین که دارای واحد تغلیظ کننده اکسیژن است و در نقطه ای که مسیر جریان به سمت مخزن ذخیره هوای غنی از اکسیژن است انجام شود.

#### ۲-۳ غلظت اکسیژن

برای تعیین غلظت اکسیژن باید از یک آنالایزر استفاده شود. غلظت اکسیژن باید با الزامات بند ۴-ب مطابقت داشته باشد.

#### ۳-۳ ذرات آلاینده

آزمون ذرات آلاینده باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ۴-ب مطابقت داشته باشد.

#### ۴-۳ روغن

آزمون روغن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ۴-ب مطابقت داشته باشد.

<sup>1</sup> - Receivers

### ۵-۳ آب

آزمون غلظت بخار آب در هوای غنی از اکسیژن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. میزان ذرات آلاینده باید با الزامات بند ۴-ب مطابقت داشته باشد.

### ۶-۳ دی اکسیدکربن و منواکسیدکربن

آزمون تعیین غلظت دی اکسیدکربن و منواکسیدکربن باید با استفاده از تجهیزات آزمون مناسب انجام شود. غلظت دی اکسیدکربن و منواکسیدکربن باید با الزامات بند ۴-۵-۱ مطابقت داشته باشد.

## فرم های نوعی برای تصدیق سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن بر طبق ISO 10083

## فرم ۱ ویژگی های هوای غنی از اکسیژن

صفحه ... از .....

فرم .....

نام مرکز درمانی: .....

## آزمون هوای غنی از اکسیژن تولید شده بوسیله سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن

این نتایج به منظور تصدیق انجام آزمون هوای غنی از اکسیژن تامین شده بوسیله سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن بر طبق پیوست ت این استاندارد می باشد.

واحد تغلیظ کننده اکسیژن	آلودگی با روغن	غلظت آب	غلظت منواکسیدکربن	غلظت دی اکسیدکربن	غلظت اکسیژن
حداکثر ۰/۱ میلی گرم بر مترمکعب	حداکثر ۶۷ میلی لیتر بر متر مکعب	حداکثر ۵ میلی لیتر بر متر مکعب	حداکثر ۳۰۰ میلی لیتر بر متر مکعب	حداقل ۹۰ درصد کسر حجمی	
					دستگاه مورد استفاده برای آزمون
مشخصات تولید کننده و نصب کننده:					
امضا:					
مشخصات فرد مجاز:					
امضاء					

## فرم ۲ مستندات و آماده سازی برای تصدیق

صفحه ... از .....

فرم .....

نام مرکز درمانی: .....

### مستندات و تصدیق

این فرم به منظور تصدیق مدارک و گواهینامه های آماده شده می باشد:

الف- گواهینامه های مربوط به مخازن فشار

ب- گواهینامه های بازرسی الکتریکی

پ- دستورالعمل استفاده تهیه شده بوسیله تولید کننده

ت- برنامه نگهداری پیشگیرانه

ث- تضمین عرضه تجهیزات

ج- روش اجرائی اقدامات اضطراری

چ- نقشه های نصب

ح- شماتیک های الکتریکی مربوط به نصب کامل

خ- دستورنامه مرکز درمانی

مشخصات تولید کننده و نصب کننده:

امضا:

مشخصات فرد مجاز:

امضاء

فرم ۳ بررسی عملکرد سیستم تامین

فرم .....  
 نام مرکز درمانی: .....

صفحه ... از .....

آزمون کارکرد سیستم

این فرم برای تصدیق این است که عملکرد سیستم بررسی شده و کارکرد آن رضایت بخش بوده است:

عملکرد	تاریخ
شروع به کار (روشن شدن) به صورت خودکار	
خاموش شدن به صورت خودکار	
تغییر منبع تامین به صورت خودکار	

مشخصات تولید کننده و نصب کننده:	امضا:
مشخصات فرد مجاز:	امضاء

## ۷- نحوه سرویس و نگهداری و کالیبراسیون سیستم اکسیژن ساز

### ۱ کلیات

سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن طبی به برنامه‌ای منظم به منظور سرویس و نگهداری نیاز خواهد داشت تا از طریق آن از درست بودن عملکرد سیستم اطمینان حاصل شود.

این پیوست الزاماتی را که باید به هنگام تنظیم برنامه نگهداری مورد استفاده قرار گیرد، فراهم می‌کند ولی در برگیرنده وظایف واقعی نگهداری یا زمان تکرار آن نمی‌باشد.

### ۲ سازمان

#### ۱-۲ کارکنان

به منظور نظارت و انجام کار سرویس و نگهداری فقط باید کارکنان واجد شرایطی که با عملکرد دستگاه آشنا بوده و در مورد نحوه عملکرد و سرویس نگهداری تغلیظ کننده اکسیژن طبی دارای تجربه لازم باشند، برای نظارت و عملیات نگهداری منصوب شوند. سیستمی برای بازآموزی باید ایجاد شود تا کارکنان بازنگری های عملکردی را دریافت کرده و به صورت ادواری آموزش آنها به روز شود.

به هنگام توسعه برنامه نگهداری پیشگیرانه، مرکز درمانی باید ملاحظاتی را در مورد شرایط سیستم داشته باشد (برای مثال اگر سیستم مجزا شده باشد در این صورت نگهداری پیشگیرانه در فواصل زمانی کوتاه تر انجام گیرد، قطعات یدکی باید بلافاصله در دسترس باشد و تعداد کارکنان آموزش دیده در مرکز باید بیشتر شود).

#### ۲-۲ قطعات یدکی<sup>۱</sup>

مالک یا دارنده سیستم تامین باید از قابل دسترس بودن قطعات یدکی توصیه شده بوسیله تولید کننده، اطمینان حاصل کند.

### ۳-۲ برنامه نگهداری

داشتن رویه ای منظم برای سرویس و نگهداری سیستم تامین تغلیظ کننده اکسیژن ضرورت دارد. مرکز درمانی برای استفاده کارکنان مسئول نگهداری باید دارای روش های اجرائی مکتوب، چک لیست ها و راهنما ها باشد. این راهنما ها باید شامل اطلاعاتی در مورد کارهایی که باید انجام شود، چگونگی انجام و زمان توصیه شده برای تکرار آن باشد. برنامه نگهداری باید در برگیرنده حداقل توصیه های تولید کننده شامل دستورالعمل های سرویس و نگهداری باشد.

به موارد زیر باید به طور خاص توجه شود:

۱-۳-۲ عملکرد واحد (واحد های) تغلیظ کننده اکسیژن و آلارم آن

۲-۳-۲ خلوص و ناخالصی های هوای غنی از اکسیژن تحویل شده (به بند ۴-ب رجوع شود)

۳-۳-۲ کالیبراسیون تجهیزات پایش کننده

۴-۳-۲ وجود نشت

۵-۳-۲ تعویض اجزا با قطعات یدکی

۶-۳-۲ صافی ها

مقررات ملی یا منطقه ای که برای سازمان یا نگهداری کاربرد داشته باشد می تواند وجود داشته باشد.

<sup>1</sup> -Spare parts

برای گزارش سریع نقص یا مشکوک بودن عملکرد تجهیزات و تعمیر سریع آن باید روش اجرائی تدوین شده و اجرائی شود.

## ۴-۲ تمرین ایمنی

- روش اجرائی نگهداری باید شامل ارتباط های مناسب و عملیات کنترلی مستند باشد.
- نگهداری پیشگیرانه باید در هر زمان و به شیوه ای انجام شود که موجبات به حداقل رساندن صدمه بر کارکرد سیستم تامین فراهم شود.
- اگر عملیات نگهداری شامل قطع کردن بخش هایی از سیستم لوله کشی باشد در این صورت:
- ۴-۲-۱ قطع کردن باید با هماهنگی کامل با کارکنانی که در محل های تحت تاثیر هستند باشد.
- ۴-۲-۲ شیر ها و واحد های پایانه تاثیر پذیر به منظور آگاه سازی نسبت به استفاده، علامت گذاری شوند.
- اگر عملیات نگهداری شامل قطع کردن (گسیختن) سیستم لوله کشی باشد در این صورت فعالیت های زیر نیز انجام شوند:
- ۴-۲-۳ از ایمن بودن شرایط کاری اطمینان حاصل شود.
- ۴-۲-۴ سیستم تامین از خط لوله جدا شود
- ۴-۲-۵ گاز شوئی سیستم به منظور پاک سازی آلودگی، انجام شود.
- ۴-۲-۶ قبل از استفاده، لوله کشی با هوای غنی از اکسیژن پر شود.

## ۳ آزمون مجدد

به دنبال هر فعالیت نگهداری آزمون های مناسب داده شده در بند ۱۰ استاندارد ۱۰۷۶۶ باید انجام شود.

## ۴ مستندات

- یک سیستم دائمی کنترل مستندات که شامل مستندات مشخص شده در بند ۱۰ استاندارد ۱۰۷۶۶ باشد باید برقرار شود.
- سیستم کنترل مستندات باید دربرگیرنده سوابق فعالیت های نگهداری، از جمله آزمون ها و مشاهدات باشد.
- در مواقع لزوم سیستم کنترل مستندات باید به روز شده و حداقل یک بار در سال بازنگری شود.

## ۸ - آنالیز ریسک و رفع مخاطرات احتمالی

### ۱ کلیات

- ۱-۱ وضعیت اضطراری می تواند ناشی از قطع ناگهانی یا کاهش تامین گاز در بخش های بالینی باشد. در صورت بروز چنین وضعیتی، وجود روش اجرائی تنظیم شده به منظور اطمینان از انجام اقدامات فوری به شرح زیر حیاتی می باشد:
- ارتباط و اطلاع رسانی مشکل حادث به افراد و مکان هایی که تاثیر پذیر از آن می باشند.
  - حفظ گاز
  - اقدامات اصلاحی

۲-۱ مقررات ملی یا منطقه ای در خصوص اقدامات احتیاطی آتش سوزی می تواند وجود داشته باشد.

### ۲ ارتباط

- ۱-۲ روش اجرائی باید بگونه ای تنظیم شود که در صورت بروز وضعیت اضطراری، از اطلاع رسانی فوری به تمام افراد و بخش های متاثر و کارکنان بخش سرویس و حفاظت تامین گاز به منظور انجام اقدام اصلاحی اطمینان حاصل شود.
- ۲-۲ این اطلاع رسانی و ارتباط باید شامل موارد زیر باشد:
- الف- ماهیت اضطرار



ب- طول مدت احتمالی تداوم اضطرار

پ- جزئیات مربوط نگهداری و ذخیره گاز در روش اجرائی که باید بکار گرفته شود

ت- اقدام اصلاحی که باید انجام شود.

۳-۲ در هر بخش به منظور هماهنگی و ارتباط و اطلاع رسانی باید کارکنان مجرب معرفی شوند.

### ۳ حفاظت از تامین گاز

۱-۳ در هنگام اعلام وضعیت اضطرار، مسئولین هماهنگ کننده هر بخش باید استفاده از گاز سیستم لوله کشی را به حداقل سطح مورد نیاز کاهش دهند.

۲-۳ کارکنان مسئول بررسی باید سیلندر های ذخیره متصل به چند راهه و سیلندرهای نگهداری شده یا دیگر منابع در نظر گرفته شده برای مواقع اضطراری را به سیستم لوله کشی متصل کننده یا به محل استفاده برسانند.

۳-۳ در صورت لزوم باید منابع اضافی دیگری برای گاز به عرضه کننده سیلندر یا دیگر مراکز درمانی سفارش داده شود تا نیازها در طی مدت اضطرار برآورده شود.

### ۴ اقدام اصلاحی

۱-۴ تحقیق در مورد عامل بروز نقص در سیستم تامین باید بلافاصله انجام گیرد و فعالیت مربوط به تعمیر و اصلاح انجام شود.

۲-۴ تحقیقات ممکن است نشان دهد که نیاز به جدا سازی دیگر مکان ها در مرکز درمانی که مقدماتا تحت تاثیر نیستند، به منظور انجام تعمیرات باشد. در چنین مواقعی و در این مکان ها باید قبل از قطع کردن منبع گاز روش های اجرائی ارتباط و اطلاع رسانی انجام شود.

پ-۳-۴ کار اصلاحی باید با روش موثر و کنترل شده انجام شود تا درستی سیستم محفوظ بماند.

### ۵ آموزش

۱-۵ کارکنان مسئول باید آموزش های مناسب در مورد استفاده از گاز های طبی و سیستم لوله کشی را دیده باشند و با نقشه های لوله کشی گاز طبی و مکان شیرهای قطع کننده آشنا باشند.

۲-۵ به منظور تمرین روش اجرائی اضطراری حداقل دو مرتبه در سال باید اجرا شود. هر گونه مسئله یافته شده باید اصلاح شده و باز آموزی ضروری باید انجام شود.

۳-۵ موقعیت های واقعی اضطراری باید ارزیابی شده و اقدام مناسب باید انجام شود تا روش اجرائی و آموزش ها بهبود داشته باشند.

### ۶ سیلندرهای ذخیره اضافی

۱-۶ توصیه می شود سیلندرهای گاز ذخیره که به منبع تامین متصل نیستند همراه با سیلندرهای ذخیره متصل به سیستم نگهداری شوند. ظرفیت چنین منابع اضافی باید محاسبه شود و مصرف معمول روزانه گاز در محاسبات، ترتیبات معمول تامین و روش های اجرائی اضطرار که در مواقع بروز نقص در سیستم تامین باید اجرا شوند، مد نظر گرفته شود.

۲-۶ ممکن است بخش های مراقبت ویژه به منظور به حداقل رساندن تاخیری زمانی در هنگام بروز وضعیت اضطراری به سیلندرهای ذخیره خود نیاز داشته باشد، اگر سیلندرهای متصل به رگولاتورهای فشار متصل باشد بدین منظور استفاده شوند، خروجی رگولاتور فشار باید ویژه گاز باشد و به شیلنگ کم فشار متصل باشد.

## ریسک و مدیریت ریسک بر طبق ملی ایران ۱۰۷۶۶ (ISO 10083)

خطر	اندازه گیری اندازه گیری ه کنترل ریسک	سطح کنترل ریسک		
		مستقیم الف	غیرمستقیم ب	تجویزی ج
قابلیت اشتعال	الزامات سطح روغن و سازگار اکسیژن برآورده شود	×		۱-۳-۴ و ۲-۳-۴ ۱-۵-۴-ث
آلوده شدن تجهیزات	الزامات بند ۴-۱ استاندارد ملی ۸۷۶۲ برآورده شود.	×		۲-۳-۴
بالا رفتن فشار	شیر اطمینان فشار	×		۵-۱-۶ و ۲-۶-ب و ۴-۶
اتصالات فرعی	آزمون لوله کشی بر طبق 7396-1		×	۶-۱۲
کم بودن غلظت اکسیژن	آنالایزر اکسیژن و قطع کند خودکار پالس آلارم تغلیظ ک اکسیژن و تبدیل خودکار به ه دیگر	×	×	۱-۵-۴ و ۱-۵ و ۲-۵ و ۳-۵ و ۴-۵ ۳ و ۷
استهلاک سیس تامین	سه منبع تامین برای اجازه دادر تامین پیوسته در حین کار معمول و نگهداری از طریق تع خودکار	×		۱-۵ و ۲-۵ و ۳-۵ و ۴-۵
سمیت	حداقل شدن صاف شدن م اجتناب از محصولات سمی احتر	×		۳-۱-۳-۴
ورود آب به داخل کشی	حداکثر بخار آب مشخص شد آلارم مورد نیاز	×	×	۱-۵-۴ و ۱-۳-۷-الف
نادرست ب- کالیبراسیون وسایل	اطلاعات مناسب در راهنمای اس		×	۲-۱۱ و ۴-۱۲
<p>الف- اندازه گیری مستقیم ایمنی شامل خرابی امن طراحی (برایمثال تعویض خودکار)، انتخاب درست مواد، محدودسازی ناخالصی محدودسازی آلاینده ها، شیرهای اطمینان فشار و صافیها</p> <p>ب- اندازه گیری غیر مستقیم شامل پایش و آلارم</p> <p>ج- اندازه گیری تجویزی ایمنی شامل راهنمای استفاده، نشانه گذاری و علامت گذاری وسایل، آموزش و نگهداری های ادواری</p> <p>*-بندهای نوشته شده در این ستون معادل با شماره بندهای استاندارد ۱۰۷۶۶ (ISO10083) می باشد.</p>				

۹-مراجع

- (۱) استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۶۶
- 2) HTM 2022 "....."
- 3) NFPA 2003"....."
- (۴) کاتالوگ مشخصات فنی کمپرسورهای شرکت Atlas Copco
- (۵) کاتالوگ مشخصات فنی درایر های تبریدی شرکت Atlas Copco