

# راهنمای بازرسی مخازن ذخیره



در این مقاله خواهیم خواند:  
آماده سازی مخزن برای بازرسی  
بازرسی کف مخزن  
بازرسی لوله کشی و نازلها  
بازرسی سقف مخزن  
بازرسی خارجی مخزن

ترجمه و تهیه: شایان زارعیان  
کارشناس بازرسی فنی شرکت پالایش نفت لاوان

سایت مرجع بازرسی فنی و کنترل کیفیت

[www.QCPage.com](http://www.QCPage.com)

## راهنمای بازرسی مخازن ذخیره

ترجمه و تهیه: شایان زارعیان

کارشناس بازرسی فنی شرکت پالایش نفت لاوان

### ۱- مقدمه

اپراتورهای پالایشگاه، پتروشیمی و مخازن ذخیره، مسئولِ پاکسازی مخزن‌های ذخیره تأسیسات بر اساس یک نرخ تعمیرات و نگهداری دوره‌ای، معمولاً با رشد ۲۰ تا ۳۰ سال، می‌باشند. بعد از پاکسازی و قبل از در سرویس قرار گیری مجدد مخزن، مخازن ذخیره براساس کد ساخت مخزن ذخیره، یعنی API STD 650 (مخزن جوشی به منظور ذخیره سازی محصولات نفتی) بایستی از نظر خوردگی و سایر تخریب‌های احتمالی مورد بازرسی قرار گیرند. سند API STD 653 یک کد بازرسی استاندارد صنعتی برای بازرسی و نگهداری مخزن ذخیره سازی است، که شامل بازرسی، تعمیر، تعویض و بازسازی مخازن ذخیره‌ی فولادی روی سطح زمین می‌باشد که برای صنایع نفتی و شیمیایی استفاده می‌شوند.

همیشه به تکنسین‌های پاکسازی و همچنین ارائه دهندگان سرویس شخص ثالث<sup>۱</sup> توصیه می‌شود که بعد از پاکسازی هر مخزن ذخیره، بازرسی‌های اصولی و درست را انجام دهند، تا قبل از پر کردن مجدد و راه اندازی اطمینان حاصل شود که کلیه سازه‌ها و تجهیزات مخزن ذخیره جهت ادامه عملیات، امن و بی خطر هستند. این مقاله "چک لیست" پیشنهاد شده‌ای از فعالیتهای بازرسی را برای اطمینان از عملیات ایمن و قابل اعتماد پس از پاکسازی فراهم می‌کند.

<sup>1</sup> Third-party

## ۲- آماده سازی برای بازرسی

به عنوان گام اول، اپراتور باید مخزن ذخیره را تخلیه کند. وقتی این کار انجام شد، لجن‌های نفتی و برخی مواد ریز دیگر موجود در مخزن ذخیره بدون دستکاری باقی می‌ماند.

بنابراین، گام دوم این است که مخزن ذخیره به طور کامل پاکسازی شود، به طوری که نواحی حساس و مهم تمیز شده و بتوان به راحتی آن را بازرسی و ارزیابی کرد. معمولاً یک ارائه دهنده سرویس شخص ثالث درون و بیرون مخزن ذخیره را تمیز می‌کند. ترکیبی از مواد شیمیایی به داخل مخزن ذخیره پمپ می‌شود که همه مواد آلوده و کثیف را از درون مخزن ذخیره، سطح کف آن و از نواحی حساس دیگر از بین ببرد. تیم پاکسازی می‌تواند با بازرسی‌ها کار کند تا اطمینان حاصل شود نواحی حساس و مهم قابل رؤیت و بازرسی هستند.

سپس، پرسنل بازرسی باید لباس‌ها و تجهیزات مناسب را جهت حفاظت شخصی بپوشند. که بسته به محتوایی که در مخزن ذخیره وجود دارد، میتواند شامل یک کلاه ایمنی، محافظ چشم و گوش، لباس مقاوم در برابر مواد شیمیایی، دستگاه تنفسی و دیگر ابزار ضروری جهت حفاظت باشد.

## ۳- شروع بازرسی

مخازن ذخیره های سقف-شناور<sup>۱</sup> پایه‌هایی در سقف خود دارند که وقتی سقف مخزن ذخیره به دلیل عملیات تخلیه پایین آمده باشد، از آن استفاده می‌شود. پایین‌ترین موقعیت برابر با ۳ فوت (۹۱/۴۴ سانتیمتر) فاصله از کف مخزن ذخیره است. سقف در ارتفاع تعمیرات و نگهداری<sup>۲</sup> می‌تواند در فاصله ۶/۵ فوتی (۱۹۸ سانتیمتری) از سطح بر روی پایه ها نصب شود، به طوریکه امکان دسترسی پرسنل در داخل مخزن ذخیره به بخش زیر سقف وجود داشته باشد.

<sup>۱</sup>Floating-roof

<sup>۲</sup>Maintenance Height

قبل از شروع بازرسی‌های گسترده داخلی، بازرسی‌ها باید پایه‌ها را به طور کامل از روکش<sup>۱</sup> (یا پوش) خود جدا کنند تا از سالم بودن آنها از نظره سازه‌ای و عدم وجود خوردگی شدید در آنها اطمینان حاصل شود. بعد از انجام کامل این کار، سقف را می‌توان جهت فعالیت‌های بازرسی بعدی در موقعیت جدید قرار داد. در برخی مخازن ذخیره، اپراتورها جعبه بندی<sup>۲</sup> را قبل از بازرسی‌ها به عنوان یک اقدام احتیاطی فوق ایمنی انجام می‌دهند. Cribbing یا جعبه بندی معمولاً از اتصال‌های ریل قطار یا متریال‌های دیگر ساخته می‌شود، که نصب آن جهت تقویت و اطمینان از پایداری سقف انجام می‌شود.

#### ۴- بازرسی کف مخزن ذخیره

پرسنل قبل از بازرسی باید حداقل ضخامت کف برای تیرانس‌های بازرسی را بر اساس حد مجاز خوردگی تعیین کنند (برای مثال حداقل ضخامت کف باید ۱/۴ اینچ باشد). اگر کف مخزن ذخیره بدون پوشش باشد، پس بازرسی باید یک بازرسی کامل از کف (۱۰۰٪) را با دستگاه دفع شار مغناطیسی (MFE<sup>۳</sup>) که به آن نشت شار مغناطیسی (MFL<sup>۴</sup>) نیز می‌گویند، انجام دهد. معمولاً ارائه دهندگان بازرسی شخص ثالث که از این وسیله استفاده می‌کنند (که اندازه آن تقریباً برابر با یک دستگاه چمن زنی است) اهمیت بسیار کمتری به این مرحله می‌دهند. براساس حداقل ضخامت بیان شده برای مثال، اگر ضخامت کف در هر ناحیه‌ای از ۱/۴ اینچ کمتر باشد، اسکنر MFE این نازک شدن را تشخیص داده و بازرسی نیز آن ناحیه از کف را جهت انجام تعمیرات علامت می‌زند.

1. Sleeve

2. Cribbing

3. Magnetic Flux Exclusion

4. Magnetic Flux Leakage

اگر مخزن ذخیره دارای یک لاینر داخلی ضخیم باشد (که معمولاً در بسیاری از مخازن ذخیره‌ی نفت خام وجود دارد)، احتمالاً اسکنرهای MFL مناسب نباشند. یک تکنولوژی متفاوت به نام جریان گردابی با فرکانس پایین<sup>۱</sup> SLOFEC معمولاً در این مواقع به کار برده می‌شود؛ که فرآیند اسکن کردن سطح در اینجا نیز همانند قبل است. وقتی ۱۰۰٪ (همه‌ی) سطح اسکن شد، نواحی که توسط اسکنر به عنوان نواحی نازک (کم ضخامت) تشخیص داده شده‌اند، باید مجدداً توسط دستگاه التراسونیک دستی (UT) تست شوند تا از تشخیص اسکنر اطمینان حاصل شود.

مخازن ذخیره همچنین دارای چاله‌هایی<sup>۲</sup> در سطح خود هستند. این چاله‌ها فضاهای کوچکی می‌باشند که مایع-های نامطلوب همچون آب یا مواد شیمیایی در آن جمع می‌شوند. این چاله‌ها باید از طریق بازرسی چشمی بررسی شوند، و اگر اندازه آنها خیلی بزرگ باشد، بازرسی باید UT را همراه با بازرسی چشمی ناحیه به کار ببرد. این موضوع نیز مهم است که همه درزهای کف توسط تست<sup>۳</sup> محفظه خلاء یا تست<sup>۴</sup> WFMT بررسی شده باشند.

یک بررسی بر روی نشست کف نیز باید جهت اطمینان از تراز بودن مخزن ذخیره و یکپارچگی ساختاری آن انجام شود. بازرسی‌ها باید کل ناحیه اطراف کف مخزن ذخیره را پوشش دهند، سطوح را عکس برداری کرده و یافته‌ها را مستند کنند.

یکی از مهمترین گام‌ها در بازرسی مخزن ذخیره شامل بررسی شرایط کل محیط ناحیه‌ای است که کف مخزن ذخیره با پوسته آن تماس دارد. این ناحیه حساس و مهم باید همیشه بازرسی شود، زیرا آن حساس‌ترین بخش مخزن ذخیره و ناحیه‌ای است که احتمال خرابی فاجعه بار در آن بسیار زیاد است.

<sup>۱</sup>. Saturated Low-Frequency Eddy Current

<sup>۲</sup>. Sump

<sup>۳</sup>. Vacuum-Box

<sup>۴</sup>. Wet Fluorescent Magnetic Test

### ۵- لوله کشی و نازل‌های مربوطه

گام بعدی در بازرسی مخازن ذخیره‌ی پالایشگاهی، بازرسی کردن لوله کشی داخلی است، که شامل لوله کشی Sump یا لوله کشی مورد استفاده برای سقف شناور خارجی است، که نیاز به تخلیه کردن لوله‌ها به درون مخزن ذخیره دارد، تا از آلوده شدن سقف توسط آب پرهیز شود. این لوله‌ها باید بازرسی چشمی شوند و نواحی خاص که امکان وجود خوردگی در آن وجود دارد، باید بازرسی UT شوند. وقتی لوله کشی بیرونی بازرسی شد، بازرسی باید نازل‌های داخلی را که به لوله کشی وصل هستند، بازرسی کند. همچنین، سطوح داخلی نازل‌های بیرونی نیز باید بازرسی شوند تا از عدم وجود Pitting در آنها اطمینان حاصل شود.

### ۶- بازرسی سقف شناور و سقف ثابت

برای مخزن ذخیره‌هایی که دارای سقف‌های شناور خارجی (بیرونی) هستند، بازرسی‌ها باید لوله تخلیه سقف را به صورت چشمی بازرسی کنند تا از خوب بودن شرایط آن مطمئن شوند. به دلیل فاصل زمانی طولانی بین پاکسازی و بازرسی، اپراتورها معمولاً در طول پاکسازی و بازرسی مخزن ذخیره این لوله را تعویض می‌کنند. تکنسین باید سطح پایینی و سطح بالایی سقف شناور را بازرسی چشمی کنند. اکثر سقف‌های شناور در سطح بالایی خود دارای یک Sump هستند که آب باران به داخل آن جریان پیدا می‌کند و از آن نیز به داخل لوله تخلیه حرکت می‌کند. این سازه همچنین شامل یک شیر یکطرفه است، که باید جهت اطمینان از خوب عمل کردن بازرسی شود. اگر شیر یکطرفه به خوبی عمل نکند، باید آن را تعویض نمود. سقف‌های شناور شامل یک پانتون‌ها نیز می‌باشد که باید تست هوا یا تست هلیوم شوند که از نبود نشتی در آنها اطمینان حاصل شود.

علاوه بر این، بازرسی‌ها باید به سیستم‌های Sealing که محیط بالا را احاطه می‌کنند نیز نگاه بیاندازند. هم Sealing اولیه و هم ثانویه باید بازرسی شوند. معمولاً Sealing در طول این مرحله تعویض می‌شوند، زیرا به شدت در معرض هوا زدگی<sup>۱</sup> هستند.

اما برای مخزن ذخیره سقف ثابت، پرسنل بازرسی باید ستون‌ها و خرپاهای محافظِ سقف را جهت وجود خوردگی بازرسی چشمی کرده، یکپارچگی ساختار آنها را تایید و هرگونه خاک و شنی که ممکن است از سقف پایین افتاده باشد، را پاک کنند.

### ۷- بازرسی بیرونی مخزن ذخیره

بعد از بازرسی داخل مخزن ذخیره به طور کامل و انجام امور ضروری، بازرسی‌ها باید بیرونِ مخزن ذخیره را بررسی کنند. در این مرحله، تکنسین باید متصل بودن و کارکرد صحیح همه سیم‌های زمین بیرونی را رسیدگی کند. سیم‌های زمین جدید باید نصب شوند.

همانند داخل مخزن ذخیره، همه شرایط بیرونی مخزن ذخیره نیز که کف با پوسته<sup>۲</sup> تماس پیدا می‌کند باید بازرسی شود، زیرا مقدار تنش در این ناحیه بسیار بالاست. این ناحیه دارای یک لبه دو اینچی در زیر خود است، که در آنجا کف مخزن در زیر و بیرون پوسته مخزن ذخیره است، که به آن chine (مهره) یا chime (ناقوس) گفته می‌شود. در این ناحیه آب فرصت جمع شدن در حاشیه زیرین را دارد و به دلیل اینکه این ناحیه در معرض خوردگی است باید توسط یک روش UT دستی بر روی بخش‌های خورد شده بازرسی چشمی شود.

<sup>1</sup>. Weather

<sup>2</sup>. Shell

### ۸- تست هیدرواستاتیک مخزن ذخیره یا تست NDE

بعد از انجام و تأیید بازرسی‌های داخلی و بیرونی و همه تعمیرات لازم و بازرسی‌های مربوطه، یک تست کامل هیدرومخزن ذخیره را می‌توان انجام داد. وقتی آب هیدروتست از یک رودخانه یا دریاچه نزدیک سرچشمه می‌گیرد، مقادیر عمده‌ای از رسوب می‌تواند وارد مخزن ذخیره به ارتفاع ۴۰ فوت شود. این مسئله پاکسازی دیگر داخل مخزن ذخیره را بعد از هیدروتست لازم می‌سازد. این امر مهم است که اپراتورها اثرات مایع هیدروتست و لذا روش‌های جبران آن را در نظر بگیرند.

وقتی اپراتورها مطمئن شدند که تنها نیاز به تعمیرات معدودی همچون تعمیر کف یا دیگر تعمیرات می‌باشد، می‌توانند آزمون غیرمخرب (NDE) را به جای هیدروتست انجام دهند. NDE معمولاً به هیدروتست ترجیح داده می‌شود، زیرا از نظر زمان و هزینه برای اپراتور بسیار به صرفه‌تر است.

### ۹- نتیجه گیری

به طور کلی، مخازن ذخیره‌ی پالایشگاه و پتروشیمی تقریباً به ندرت بازرسی می‌شوند، اما وقتی این بازرسی‌ها انجام می‌شود، باید تا حد امکان با دقت بالا و بدون خطر انجام شوند، تا اطمینان حاصل شود که مخزن ذخیره‌ها برای سرویس دهی در چرخه عملیاتی ۲۰ تا ۳۰ ساله بعدی مناسب هستند. برای کمک به تکنسین جهت رسیدن به این اهداف، چک لیستی باید به کاربرده شود که از راهنمای API 653 تبعیت می‌کند. وقتی اپراتورها، پیمانکار شخص ثالث که مسئولیت پاکسازی را بر عهده دارد و بازرسی‌های مخزن ذخیره به شیوه‌ای همبسته همکاری می‌کنند، چنین بازرسی‌هایی را می‌توان به طور امن و با موفقیت انجام داد.