



دانشگاه جامع
علمی-کاربردی



مرکز پژوهش و مهندسی
جوش ایران

دانشگاه جامع علمی- کاربردی

مرکز آموزش علمی- کاربردی پژوهش و مهندسی جوش ایران

عنوان پایاننامه

طراحی مخازن نفت براساس استاندارد API

استاد راهنمای

مهندس دهقانی

تهریه و تدوین

کاوه شمسیزادگان - حمید مهدیزاده

پایاننامه جهت دریافت درجه کارشناسی رشته مهندسی تکنولوژی جوشکاری

۱۳۸۶ زمستان

تقدیر و تشکر

در ابتدای تمامی کسانی که تا بحال در راه تعلیم و تربیت اینجانبان کوشش نموده‌اند
کمال تشکر را داریم و امیدواریم خود نیز بتوانم در آینده‌ای نزدیک همچون استاد
بزرگوارم، جناب آقای مهندس دهقانی و همکارانشان، در راه نشر و انتشار علم و
دانش بشری قدم ببردارم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
2	1-1-1- مقدمه
2	1-1-1- تاریخچه ذخیره‌سازی نفت و مخازن
	فصل دوم: آشنایی با مخازن
7	2-1- انواع مخازن از نظر شکل ظاهری
7	2-1-1- مخازن کروی و شبیه کره
8	2-1-2- مخازن پلاستیکی
8	2-1-3- مخازن استوانه‌ای
24	2-1-4- دریچه‌ها
25	2-2- طرح و تهیه ورقه‌ای مخزن
25	2-2-1- طرح مخازن
26	2-2-2- تهیه ورقه‌ای مخزن
27	2-2-3- فلز مینا
28	2-3- فوندانسیون مخازن
28	1-3-1- پیسازی با توجه به وضع زمین
31	1-3-2- پیسازی با توجه به ظرفیت مخازن
31	2-3-2- پیسازی با توجه به کیفیت فرآورده
32	4-3-2- پیسازی با توجه به نوع مخزن
32	5-3-2- محاسبات لازم برای پیچه‌ای نگهدارنده مخزن روی فوندانسیون

فصل سوم: نصب مخازن

38	1-3- طراحی ورق کف
39	2-3- طراحی ورقهای اتصالی کف به بدن
39	3-3- طراحی پیوسته
42	4-3- محاسبه نیروی ناشی از باد روی مخازن
35	5-3- محاسبات طراحی
35	1-5-3- طراحی کف
46	2-5-3- طراحی سیلندر
52	3-5-3- محاسبه تعداد ورقهای حلقوی کف برای مقاومت در برابر باد و زلزله
53	4-5-3- محاسبه ضخامت ورقهای حلقوی
52	5-5-3- طراحی فلنجهای
57	6-5-3- طراحی دریچه ورود شخص به مخزن
60	7-5-3- طراحی دریچه ورود شخص به داخل مخزن در سقف
62	6-3- طراحی سقفهای مثلثی خود نگهدارنده
65	1-6-3- طراحی فلنجهای سقف
67	2-6-3- محاسبه ضخامت مورد نیاز برای اینکه ورق سقف تغییر شکل ندهد
70	7-3- طراحی مخازن برای مقاومت در برابر باد
73	8-3- طراحی مخزن برای مقاومت در برابر زلزله
75	9-3- پله مخازن
76	10-3- طراحی استحکامات محکم کننده بدن مخزن

صفحه	عنوان
78	11-3- پایه‌های سقف شناور
	فصل چهارم: تأیید جوشکاری
80	4-1- اتصالات
86	4-2- تخلیه‌های اولیه سقف
87	4-3- دستگاههای مرکزیاب و ضدچرخش
88	4-4- ساخت
90	4-5- نصب مخازن
90	4-5-1- نصب مخازن کف مخزن
93	4-5-2- نصب بدنه مخزن
98	4-6- دستورالعمل جوشکاری
102	4-7- دستورالعمل نصب و ترتیب جوشکاری مخزن
102	4-7-1- نصب
109	4-7-2- ترتیب جوشکاری
116	4-7-3- ترتیب کلی
118	4-8- جزئیات جوشکاری
	فصل پنجم: بازررسی مخازن
125	5-1- آزمایش خلاء
126	5-2- بازررسی جوشهای کف مخزن
127	5-3- بازررسی جوشهای ورق تقویتی
127	5-4- آزمایش بدنه

صفحه	عنوان
128	5-5- آزمایش سقف
129	5-6- تعمیر جوشها
129	5-7- ترانس ابعادی
130	5-7-1- شاقولی بودن
130	5-7-2- گرد بودن
131	5-7-3- انحرافات موضعی
131	5-7-4- فونداسیون
132	5-8- روشهای بازرسی اتصالات
132	5-8-1- روش پرتونگاری
132	5-8-2- کاربرد
133	5-8-3- تعداد و محل فیلمها
135	5-8-4- فن پرتونگاری
138	5-8-5- آزمایش ذره مغناطیسی
138	5-8-6- آزمایش التراسونیک
139	5-8-7- آزمایش با مایع نافذ
140	5-8-8- بازرسی چشمی
141	5-9- دستورالعمل آزمایش هیدرواستاتیک مخزن ذخیره
141	5-9-1- پر کردن مخزن با آب
141	5-9-2- نرخ پر کردن
142	5-9-3- اندازهگیری نشت

صفحه	عنوان
142	4-9-5- شاقولی
142	5-9-5- تعمیرات
143	6-9-5- فرمها
143	5-10-10- دستورالعمل آزمایش و کنترل کیفیت مخزن
143	5-10-1- مشخصات روش جوشکاری
143	5-10-2- آزمایش تعیین صلاحیت جوشکار
144	5-10-3- کنترل فونداسیون
144	5-10-4- شبیبندی و تراکم ماسه قیری یا آسفالت
144	5-10-5- ورق کف
144	5-10-6- ورق دور کف
145	5-10-7- ورق بدن
145	5-10-8- ورق تقویتی دو دریچه
145	5-10-9- قاب سقف
146	5-10-10- ورقهای سقف
146	5-10-11- موارد متفرقه
146	5-10-12- بازرگانی چشمی جوش
146	5-10-13- اتصال بدن به کف
146	5-10-14- پرتونگاری جوشهای افقی و عمودی بدن
147	5-10-15- چاله تخلیه (نازل تخلیه)
147	5-10-16- تعمیر جوشها

عنوان	صفحه
آزمایش هیدرولاستاتیک 17-10-5	147
فصل ششم: تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری	
6-1- تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری و جوشکار	150
6-1-1- آزمایش ضربه	150
6-1-2- آزمون جوشکار	151
6-1-3- شناسایی اتصالات جوش	152
6-2- نشانگذاری و پلاک شناسایی	152
6-3- تقسیم مسئولیت	154
6-4- صدور گواهی	154
فصل هفتم: تعمیرات مخازن	
7-1- تعمیر و رفع نواقص مخزن	156
7-1-1- تعمیر کف مخزن	156
7-2- تعمیر سقف	158
7-3- تعمیر بدنه مخزن	159
منابع و مراجع	161

فصل اول

مقدمہ

۱-۱-۱- مقدمه

۱-۱-۱- تاریخچه ذخیره‌سازی نفت و مخازن^۱

در سال 1859 ولیام اسمیت به همراه دو پسرش اولین اکتشاف نفت خام را از چاه Colonel Drakes در ایالت پنسیلوانیای آمریکا به انجام رساند [2]. با این اکتشاف نیاز به ظروف مناسب جهت ذخیره‌سازی نفت احساس شد و مسئولین امر به فکر تهیه مخازن مناسب با حجم لازم در حوالی چاه حفر شده‌اند. اولین مخزن از جنس چوب و با ظرفیت 8 بشکه در نزدیکی چاه ساخته و نصب گردید [2]. در اولین روزهای تجارت نفت کلیه مخازن به شکل قوطی "مکعب" و به ابعاد چهار فوت طول و چهار فوت عرض و سه فوت ارتفاع ساخته شدند [2]. در سال 1861 شخصی به نام Akin اولین مخزن استوانهای را به قطر و ارتفاع 8 فوت را بنا نهاد و در آن تاریخ نشستی و تبخیر مسئله جدی تلقی نمی‌شد چون تولید پالایشگاه‌های اولیه عمده‌آ نفت چراغ و روغن لیزکننده بود در سپتامبر 1864 کمپانی Graff, Hasson در آمریکا اولین مخزن فلزی به گنجایش 800000 بشکه و ده سال بعد مخزن دیگری به گنجایش 800000 بشکه را ساخت و در سال 1913 اولین مخزن پیچ و مهرهای و در سال 1918 اولین مخزن با پله مخصوص ساخته شد. در اولین سالهای 1920 جوشکاری مخازن ابداع گردید. به عنوان اولین استاندارد به صنایع مخزن‌سازی معروفی شد از آن تاریخ به بعد پیشرفت‌های شایانی در صنایع مخزن‌سازی به وجود آمد که مهمترین آنها عرضه مخازن سقف شناور در سال 1922 می‌باشد [2].

در کشور ما ایران در حال حاضر بیش از یک هزار مخزن اصلی با ظرفیتهای متفاوت از یک هزار متر مکعب تا پنجاه هزار متر مکعب (یک میلیون لیتر تا پنجاه میلیون لیتر) در انبارهای نفت

^۱- Petroleum storage tanks

نصب میباشد که به وسیله آنها کار ذخیره‌سازی فرآوردهای نفتی صورت می‌پذیرد با توجه به سرمایه‌گذاری انجام شده در امر سوخت این مخازن که ظرفیت کل آنها بیش از شش میلیارد لیتر میباشد ملاحظه خواهید فرمود که نگهداشت و استفاده صحیح از آنها کاملاً مهم و حیاتی خواهد بود. گذشته از این، نظر به احداث انبارهای جدید در شهرستانهای بزرگ و قرار گرفتن انبارهای قدیمی در محدوده شهری و تعطیل شدن آنها به منظور استفاده از مخازن موجود و جلوگیری از سرمایه‌گذاری مضاعف و تداوم عملیات شرکت انتقال و جابهجایی مخازن مذکور از این انبارهای فعال کشور الزامی میباشد [2].

مخازن ذخیره و نگهداری نفت از دیرباز یکی از نیازهای مهم صنعت نفت در ایران و در تمامی کشورهای جهان بوده است. همانطور که میدانیم ریسک طراحی جدید آن هم در زمینه مخازن در ایران بسیار بالا و میتوان گفت کمتر شرکت و یا صنعتی مسئولیت این چنین ریسکی را می‌پذیرد در نتیجه آنچه در حال حاضر در زمینه مخازن ذخیره و نگهداری نفت در ایران کار میشود نصب این مخازن باشد. در این مجموعه که به عنوان پایاننامه کارشناسی تنظیم شده است سعی بر آن شده که مطالب برگرفته از استاندارد و یا منابع داخلی مورد تأیید استادان عزیز باشد.

همانطور که میدانیم استاندارد ساخت مخازن ذخیره نفت در ایران API650 میباشد و در این پایاننامه هر جا اشاره یا استناد به استاندارد شده و نام استاندارد خاصی برده نشده منظور استاندارد API650 میباشد.

با توجه به وسیع بودن مبحث مخازن سعی بر آن شده اشتباهات چاپی و یا علمی به حداقل ممکن خود برسد و قطعاً پذیرای انتقادات استاید، دانشجویان و صنعتگران محترم خواهیم بود در پایان امید است این مجموعه ناچیز مورد استفاده دانشجویان و علاقمندان قرار گیرد.

فصل دوم

آشناي با مخازن

مخازن استوانهای اغلب دارای سطح مقطع یکسان هستند که انواع آن با ابعاد مختلف در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. اندازه این مخازن حتی به قطر صد متر و طول چندین ده متر هم میرسد. یک مخزن ذخیره معمولاً از اجزای زیر تشکیل می‌شود [8].

الف- پوسته استوانهای که از رول کردن ورق ساخته می‌شود.

ب- سقف مخزن که دارای انواع زیر است:

۱- سقف شناور^۱

۲- سقف ثابت^۲

۳- سقف ثابت و سقف شناور^۳

ج- رینگهای تقویتی که معمولاً از پروفیلهای استاندارد ساخته می‌شوند.

د- لولهها و فلنجهای^۴

ه- کف^۵ مخزن

در طراحی قسمتهای مختلف مخازن، پارامترهای متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از جمله این پارامترها میتوان به طول، قطر یا حجم مخزن، فشار طراحی مخزن، تعداد نازلها، طریقه اتصال و غیره اشاره کرد. برای داشتن یک مخزن مناسب باید تمام پارامترهای آن به طور صحیح بررسی شوند. علاوه بر آن پارامترهای دیگری نیز وجود دارند که باید به طور دقیق لحاظ شوند از جمله این پارامترها میتوان به محل کار مخزن، نوع ماده مورد استفاده در مخزن، عوامل جغرافیایی مثل باد، زلزله و غیره اشاره کرد. همچنین قیمت مخزن مورد نظر با توجه به سرویسدهی و عمر مفید آن از جمله پارامترهای مهم در طراحی یک مخزن است [8].

¹ - Floating Roof

² - Fixed Roof

³ - Double Roof

⁴ - Bottom

مخازن ذخیره براساس ملاکهای مختلف، تقسیم‌بندی‌های متفاوتی دارند که به تعدادی از این تقسیم‌بندی‌ها اشاره خواهد شد [8].

الف- سیستم‌بندی براساس فشار طراحی و استاندارد مورد استفاده [8].

مخازن: 1- ذخیره 2- تحت فشار

مخازن ذخیره

الف) $2.5 < p < 2.5 \text{ psi}$: API650 (ب) $P < 2.5 \text{ psi}$: API650

ب) تقسیم‌بندی مخازن بر حسب مراحل پروسه:

1- مخازن حاوی مواد اولیه^۱

2- مخازن واسطه و میانی^۲

3- مخازن پایانی^۳

به طور خلاصه اهداف و وظایف مخازن ذخیره را میتوان به صورت زیر نوشت:

- نگهداری (محصولات یا مواد اولیه) برای انجام تست^۴
- تسهیلات حمل و نقل^۵
- حذف نوسانات ورودی^۶
- ذخیره کردن^۷
- محاسبه موجودی^۸
- مخلوط کردن مواد به صورت مطلوب^۹

¹ - Stoke Material

² - Intermediate tank

³ - Finished Production Tank

⁴ - Test

⁵ - Transfer Facility

⁶ - Surge

⁷ - Storage

⁸ - Stock Taking

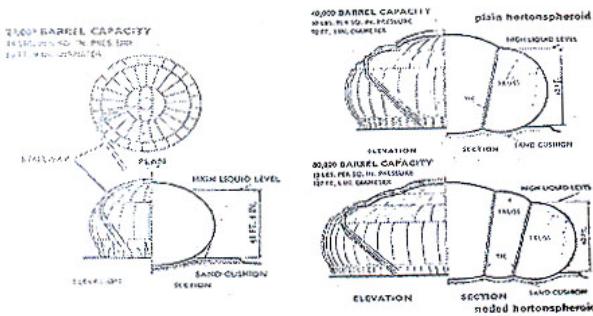
2-1-2- انواع مخازن از نظر شکل ظاهري

1-1-2- مخازن کروی و شبه کره

در صورتیکه فشار ناشی از گازهای نفوذی در مایع "غازهای بوتان و پروپان و غیره در نفت خام" و یا ذخیره گاز مایع زیاد باشد از این نوع مخازن استفاده میشود [3]. از امتیازات مخازن کروی یکی صرفهجوئی در مصرف مصالح است زیرا حجم کره بیشتر از حجم استوانهای با همان قطر میباشد. دیگر آنکه عایقکاری سطح مخزن سطح مخزن به علت کم بودن سطح جانبی آن از مخازن استوانهای شکل هزینه کمتری در بردارد و بعلاوه فشارهای واردہ به جدار مخزن کروی شکل کمتر از سایر مخازن میباشد. مخازنی که برای ذخیره مواد فرار به کار میرود حتماً از نوع تحت فشار میباشد و انتخاب مخزن به شکل کروی علاوه بر دارا بودن امتیازات فوق از نظر هزینه تعمیرات نیز به صرفه میباشد [6].

عایقکاری این مخازن معمولاً با پیچیدن پشم شیشه در اطراف آن انجام میشود و برای جلوگیری از نفوذ رطوبت روی آن را با ورقهای گالوانیزه میپوشانند یعنی در حقیقت مخزن دو جداره میشود گاهی ممکن است خصوصیات مایع ذخیره طوری باشد که لازم میشود مخزن را داخل مخزن دیگری قرار دهند و اطراف آنرا با عایق پر نمایند مثلاً برای ذخیره گاز متان که آن را گاز طبیعی نیز میگویند چون درجه برودت آن (-160°C) میباشد ساخت مخزن دو جداره ضروری است. مخزن دو جدارهای که طبق آخرین طرح در جهان ساخته شده بود پیشینی لازم برای ایجاد برودت در دو قشر عایق شده بود با پیشرفت صنایع پتروشیمی موضوع ذخیرهسازی مواد شیمیایی متناسب با کیفیت آن مواد و همچنین به منظور کاهش هزینهها مخازن با طرحهای شبه کروی نیز ساخته میشود. که نمونههایی از این مخازن و مخزن کروی در شکل زیر نشان داده شده است. شکل (1-2) [6].

¹ - Blending



شکل 2-1: مخازن کروی و شبکه کروی [6]

2-1-2- مخازن پلاستیکی

این نوع مخازن در مواقع اضطراری و در ظرفیتهای مختلف استفاده می‌شود که جنس آن از پلاستیک مخصوص بوده و به صورت تشك در روی سطح زمین گستردگی دارد یک لوله تخلیه می‌باشد با اینستی توجه داشت سطح زمین کاملاً سطح و زیر آن خاک نرم باشد [3].

3-1-2- مخازن استوانهای

مخازن استوانهای به دو شکل افقی و عمودی در روی زمین یا زیرزمین ساخته و مورد استفاده قرار می‌گیرد و میتواند یک جداره و یا دوجداره باشد.

3-1-2-1- مخازن استوانهای افقی

این نوع مخازن جهت ذخیره آب، گازهای مایعی و یا فرآورده‌های نفتی در حجمهای کم مورد استفاده قرار می‌گیرد که عموماً در رابطه با فرآورده‌های نفتی در جایگاهها و فروشنده‌گیها به دو صورت مدفون و غیرمدفون در حجمهای 3500، 6000 و 10000 امپریال گالن به کار می-

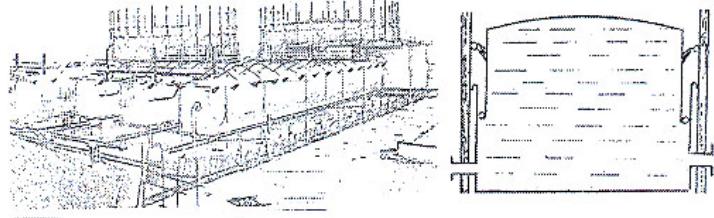
رونده در شرکت ملی پخش فرآوردهای نفتی جهت ساخت و دفن این نوع مخازن نقشههای استانداردی تهیه که تحت شمارههای م پ 5423 "ساخت مخازن" س م پ الف / 102 "دفن مخازن در

محلهایی که سطح آبهای تحت العرضی پایین باشد" میباشد که در تمام جزئیات آنها از این نقشهها قابل استخراج خواهد بود [3].

2-3-1-2- مخازن استوانهای که برای ذخیره گازهای شهری مورد استفاده قرار میگیرد

ساختن مخزن جهت ذخیره گاز ضرورت پیدا کرد. گرچه نواحی مختلف شهر لولهکشی شده ولی تأمین گاز روز که مصرف زیادتر است و ذخیره گاز اضافی در شب که مصرف زیادتر است و ذخیره گاز اضافی در شب که مصرف کمتر میشود مشکلی است که با ساختن دو مخزن استوانهای که به طور وارونه در داخل هم قرار گرفتهاند حل میشود [3].

ترتیب این کار چنین است که لوله گاز اصلی در هر ناحیه وارد مخزن شده و از طرف دیگر مخزن خارج میشود و در نتیجه شبکه لولهکشی آن ناحیه را تشکیل میدهد. بنابراین شبها که مصرف کم میشود مخزن فوقانی به علت فشار گاز به بالا حرکت میکند و حجم لازم جهت ذخیره گاز اضافی را به وجود میآورد و در روز که مصرف زیاد میشود استوانه بالایی به پایین حرکت میکند و حجم لازم مخزن کم میشود استوانه بالایی به پایین حرکت میکند و حجم لازم مخزن کم میشود و فشار گاز افزایش میابد و برای آن که از حال تعادل خارج نگردد اطراف آن را استوانهای فلزی قرار دادهاند که مخزن بالایی به وسیله چرخهایی متصل به بدنه روی استوانه دیگر میلغزد. شکل زیر نمایی از این مخزن میباشد. شکل (2-2)

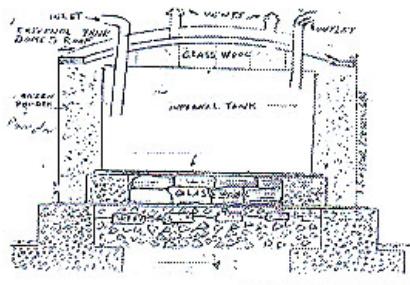


شکل 2-2: مخازن ذخیره گاز شهری سمت چپ شماتیک نمای

سمت راست نمای کلی محل ذخیره [6]

3-3-1-2- مخازن دو جداره استوانهای

چنانچه مواد ذخیره شده با تغییرات حرارت هوای خارج تغییرات محسوس نداشته باشد کافی است که آن را در یک مخزن استوانهای ذخیره و سطح خارجی مخزن را با پشم شیشه یا مصالح مشابه عایق نموده و روی آن را با ورق گالوانیزه موجدار پوشانید ولی در صورتی که لازم باشد مواد ذخیره شده کاملاً از اثر حرارت خارج محفوظ بماند اقدام به ساختن دو مخزن استوانهای مینمایند که یکی در داخل دیگری قرار دارد. نمونه این مخزن که طرح آن متعلق به شرکت گاز اسکاتلندر میباشد و جهت ذخیره گاز متان در گلن می و پس اسکاتلندر تهیه گردیده، مقطع آن در شکل 3-2 نشان داده شده است. جدار مخزن داخلی از آلیاژ، آهن و کربن و ۹۰٪ نیکل میباشد و دارای سقف معلق است. بین جدار داخلی و مخزن خارجی که از نوع سقف چتری است پودر مخصوص میریزند که بعداً به آن گاز نیتروژن وارد میکنند، درجه برودت گاز نیتروژن (180 درجه سانتیگراد است. فاصله بین کف مخزن داخلی و خارجی با بستههای پشم شیشه فشرده پر میکنند و فاصله بین دو سقف را نیز با پشم شیشه پر میکنند. برای این که پی مخزن خارجی از یخ زدن محفوظ بماند در سطح پی دستگاههای گرم کننده برقی قرار میدهند و چون ترمومترات دارد حرارت پی را تنظیم میکنند. شکل (2-3) [6].



شکل 2-3: شماتیک یک نمونه مخزن دو جداره استوانهای [6]

4-3-1-2- مخازن استوانهای عمودی

مخازن ذخیره به صورت بیسقف با سقف ثابت و یا با سقف شناور طراحی میشوند مایعات با فشار بخار طبیعی 78 mmhg ($1/5 \text{ psi}$) در درجه حرارت ذخیره در مخازن با سقف ثابت مرتبط با خارج نگهداری میشوند. مایعات با فشار بخار طبیعی بین (78 mmhg) ($1/5 \text{ psi}$) تا (570 mmhg) (11 psi) در مخازن با سقف شناور نگهداری میگرددند. مایعات با فشار بخار طبیعی بیش از (570 mmhg) (11 psi) در مخازن با سقف ثابت و مجهز به سیستم بازیابی بخار یا مجهز به سیستم سردکننده ذخیره میگرددند [3]. انواع مخازن استوانه عمودی عبارتند از: مخازن بدون سقف، مخازن با سقف ثابت، مخازن با سقف شناور و مخازن سرپوشیده با سقف شناور درونی [3].

مخازن بدون سقف¹

این نوع از مخازن استفاده محدودی داشته و در شرایطی که مایل مورد ذخیره تحت تأثیر عوامل خارجی قرار نگیرند از آنها استفاده میشود. معمولاً برای ذخیره آب خام مورد استفاده قرار میگیرد [3].

¹ - Roof Less Tanks

مخازن با سقف ثابت¹

در مواردی که فشار بخار سوخت کم باشد از این مخازن استفاده میشود. معمولاً بخشی از این مخازن از مایع پر بوده. بخشی در بالای مایع به وسیله هوا و بخارات مایع اشغال میگردد. هنگام روز بر اثر تابش خورشید به مخزن مخلوط بخار هوا منبسط میشود و از آنجا که این مخازن معمولاً طوری طراحی میشوند که در برابر فشار زیاد مقاوم نیستند بخارات از طریق منافذ موجود خارج میگردند. هنگام شب مخلوط فوق سرد شده و به منظور جلوگیری از ایجاد خلاء جزیی در مخزن نیتروژن وارد مخزن میگردد. این چرخه اتلاف سوخت ² نامیده میشود [3]. در این نوع مخازن روغن، قیر، نفت کوره، نفت گاز و نفت خام ذخیره میگردد و ضخامت ورقهای بدنه و جنس آنها بستگی دارد به ظرفیت مخزن و نوع مادهای که در آن ذخیره میشود ولی ضخامت ورقهای سقف در شرایط عادی معمولاً $\frac{3}{16}$ " است [6]. طبق محاسبهای که برای بارگذاری آن سقفها به عمل آمده قدرت محتمل آن در حدود 2 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع که نصف این مقدار برای بار حاصل از ریزش برف بوده و نصف دیگر برای تحمل فشار حاصل از خلاء میباشد [3].

انواع مختلف سقف ثابت

(الف) مخزن Frameless roof - تحت فشار تا قطر 40 فوت و نوع عادی تا قطر 90 فوت میباشد.

(ب) مخزن Domed roof تحت فشار تا قطر 128 فوت و نوع عادی قطر 144 فوت میباشد.

¹ - Fixed Roof Tanks

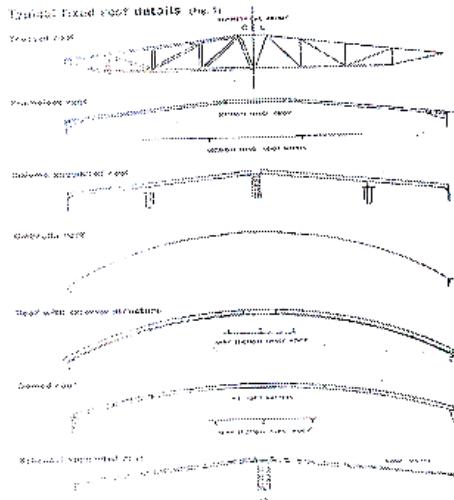
² - Breathing Loos

ج) مخزن Cone roof از قدیمیترین نوع مخازن با سقف ثابت بوده و ممکن است آن را از Trussed roof، Column supported roof، King post supported roof یا self supported میباشد.

در مخازن Column supported roof cone-roof وضع پی از لحاظ تحمل فشار باید بسیار مناسب باشد تا در محل اتصال ستون به کف عارضهای پیش نیاید [3].

د) Spe oial roof این نوع سقف در مخازنی به کار میرود که کیفیت مادهای که در آن ذخیره میشود ایجاب مینماید که اسکلت فلزی با آن ماده تماس نداشته باشد "مثلاً مواد شیمیایی را در مخازنی ذخیره میکنند که کف و بدنه و سقف از آلیاژ به خصوصی ساخته شده و roof with exterior، Umbrella roof لازم نیست اسکلت سقف از همان فلز انتخاب میگردد

"از این نوع میباشد. شکل (4-2) [6].



شکل 2-4: انواع سقف ثابت طبق استاندارد [6] API650

مخازن با سقف شناور^۱

این نوع مخازن برای ذخیره مواد نفتی خیلی سبک و فرار "و همچنین ذخیره سوختهای با فشار بخار نزدیک به اتمسفر" به منظور جلوگیری کردن از تشکیل بخار که میتواند سبب اتلاف محصول شده یا ترکیبات قابل انفجار به وجود آید.

چون سقف روی مایع شناور است بنابراین نتایج زیر حاصل میگردد:

الف- تبخیر مواد به حداقل میرسد.

ب- تا حدودی مانع زنگزدگی و فساد مخزن میگردد.

ج- نبودن هوا و گاز در سطح مایه از بروز آتشسوزی جلوگیری میکند [6].

موارد گفته شده مشروط بر این است که سقف مستقیماً بر روی محصول شناور باشد و فاصله هوایی یا فضایی که هوا جمع شود بین سقف و محصول نباشد. زمانی که سقف بالا میرود حجم مخزن افزایش پیدا میکند و زمانی که پایین میآید حجم مخزن کاهش میابد در واقع میتوان گفت حجم مخزن همیشه به اندازه محصولی است که درون آن قرار دارد [4]. مسلماً این نوع سقفها باید ویژگیهای زیر را داشته باشند.

- داشتن شناوری کافی، برای شناور ماندن در شرایط عادی و یا وضعیتهای عادی و

یا وضعیتهای غیرعادی قابل پیشیبینی

- در هنگام پر و خالی کردن مخزن بتواند حرکت آزادانه به سمت بالا و پایین داشته باشد اما بدون گردش به اطراف یا عدم توازن نسبت به مرکز

- تماس آن با پوسته به گونهای باشد که بخار امکان خارج شدن نداشته باشد [4].

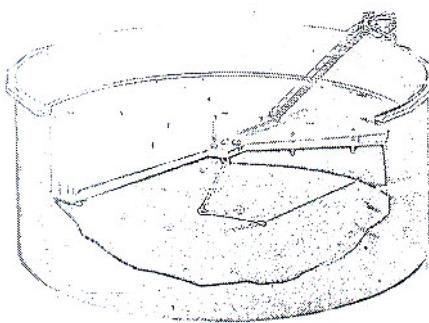
^۱ - Floating Roof Tanks

انواع مختلف سقفهای شناور

الف- Double Deck Floating Roof

این نوع سقف شامل محفظه‌های ایسن توخالی که از ورقهای به ضخامت $\frac{3}{16}$ اینچ ساخته شده و داخل این محفظه نیز با قرار دادن ورقهایی به همان ضخامت به طور شعاعی و دوازیر متهمدالمرکز با مرکز مخزن تقسیم‌بندی گردیده است این ورقها به طور عمودی در محفظه نصف می‌گردند [6].

شیب کف سقف شناور به طرف مرکز و رو به بالا بوده و شیب بالایی سقف به طرف مرکز و رو به پایین است. فاصله بین این دو سطح سقف در مرکز مخزن حداقل 38 میلیمتر است. از خصوصیات این نوع سقف آن است که به علت وجود هوای ساکن در محفظه حرارت هوای خارج به سطح مایع اثر نمی‌گذارد و در نتیجه مانع تبخیر می‌گردد. شکل (5-2) [4] و [6] .



[6] Double Deck Floating Roof : 5-2

ب) Pontoon Floating Roof

این نوع سقف برای مخازنی که از قطر 120 فوت به بالا می‌باشند معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل یک حلقه فلز مجوف بوده و یک صفحه در داخل این حلقه فلزی قرار دارد. داخل

قسمت مجوف را با صفحات عمودی که به طور شعاعی نصب شده تقسیم‌بندی مینمایند. این عمل به خاطر ایجاد مقاومت برای قسمت توخالی می‌باشد [6].

در این طرح نیز شیب صفحات بالائی قسمت مجوف به طرف مرکز و رو به پایین و شیب $3/16$ سطح پایین به طرف مرکز و رو به بالا و عیناً مانند حالت قبل بوده و ضخامت ورقهای سقف اینچ می‌باشد.

میزان تبخیر مواد در این نوع سقف بیش از حالت قبل بوده و گازهای حاصله در مرکز جمع می‌شوند که در اثر فشار موجود بین سطح مایع و قسمتی از آن مجدداً در مایع حل شده و قسمت باقیمانده نیز در اثر تغییرات حرارت محیط به مایع تبدیل خواهد شد. در مخازن بیش از 200 فوت قطر که دارای این نوع سقف باشند صفحه وسط را توسط تیرهای شعاعی تقویت می‌نمایند. شکل (6-2) [6]



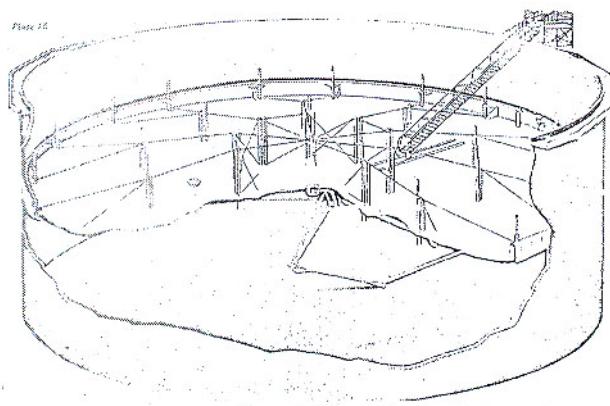
[6] شماتیکی از Pontoon Floating Roof

Pan Floating Roof (ج)

این نوع سقف از یک صفحه دایره‌ای شکل که قطر آن کوچکتر از مخزن است تشکیل شده و یک حلقه فلزی به محیط این صفحه به طور قائم جوش شده است. برای ایجاد مقاومت و جلوگیری از پیچیدگی صفحه تیرچه‌هایی روی صفحه جوش داده و نقاط مختلف سقف را مهار مینمایند.

ضخامت ورق سقف $3/16$ اینچ و ضخامت ورقهای محیط که به صورت قائم جوش شده $1/4$ اینچ می‌باشد امتیاز این مخازن با این نوع سقف بیش از دو نوع گفته شده بود و مورد استعمال آن

بیشتر برای ذخیره نفت خام میباشد. حسن این نوع سقف یکی صرفهجویی در مصرف آهن و یکی کم بودن هزینه تعمیرات آن میباشد. چون شیب سقف به طرف پایین و رو به مرکز مخزن است ذخیره مواد نفتی سبک به علت انتقال حرارت خارج به مایع ذخیره شده در این مخازن صحیح نمیباشد. شکل (7-2 و 8-2) [6].



[6] Pan Floating Roof :7-2



[6] Pan Floating Roof از

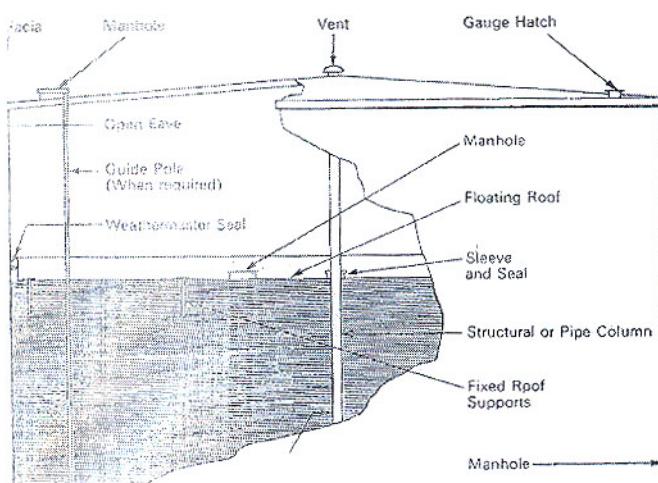
د- مخازن سرپوشیده با سقف شناور درونی¹

این نوع مخزن دارای سقف ثابتی در بالای پوسته بوده و مجهز به سقف شناور میباشد. تجهیزات درونی این مخازن را میتوان در یک مخزن نو نصب کرد یا از یک مخزن با سقف ثابت موجود استفاده کرد [3].

¹ - Covered Floating Roof Tanks

این نوع مخزن ترکیبی است از مخازن سقف ثابت و سقف شناور امتیاز این نوع مخزن در آن است که مواد ذخیره شده از اثرات ناشی از یخیندان و بارندگی محفوظ بوده و تغییرات حرارت هوا روی مایع نیز بیاشر است. در این نوع مخزن مشکلات مربوط به خارج نمودن آب سقف وجود ندارد و به این ترتیب صرفهجویی در هزینه احداث وسائل مربوطه و تقلیل هزینه تعمیرات میگردد.

شکل (9-2). [3]



شکل 2-9: نمایی از مخزن با سقف ترکیبی [6]

از لحاظ تبخیر ممکن است مقداری گاز که در موقع پر کردن مخزن و تخلیه ایجاد میشود بین دو سقف وجود داشته باشد که آن هم با وجود هواکشهای که در سقف ثابت نصب شده از محوطه مخزن خارج گردد. بنابراین از لحاظ آتشسوزی نیز در وضع اطمینان بخشی قرار دارد. به طور کلی شرکتهای نفتی جهان ضمن بررسی انواع مخزنهای این نوع مخزن را برای ذخیرهسازی مواد نفتی سبک ترجیح داده‌اند [6].

مخازن سقف ثابت را نیز ممکن است به صورت فوق درآورد. چنانچه مخزن از نوع Column Supported میباشد و میتوان در وسط سقف شناور سوراخی برای عبور ستون تعبیر نمود تا سقف شناور به راحتی قادر به حرکت باشد [6].

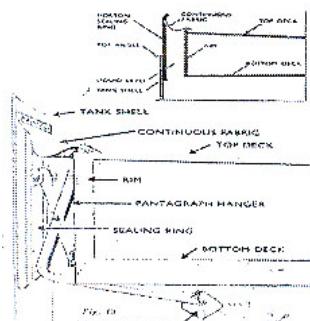
ه- طریقه مسدود نمودن فاصله بین سقف شناور و جدار مخزن

طریقه مسدود نمودن فاصله بین سقف شناور و جدار مخزن ممکن است به چند صورت انجام پذیرد و به کار بردن هر یک بستگی به خصوصیات مواد ذخیره دارد [6].

5-3-1-2- پانتاگراف

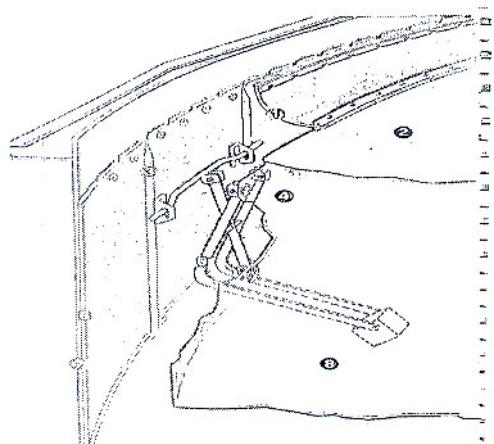
به طوری که در شکل (10-2) ملاحظه میشود برای سهولت حرکت سقف همزمان با تغییر سطح مایه از این دستگاه استفاده مینمایند. طرز کار آن طوری است که وقتی سقف روی مایع قرار دادن طبعاً وزنهای که به انتهای اهرم متصل است در داخل مایع قرار گرفته و وزن آن به اندازه وزن مایه هم حجم وزنه کم خواهد شد در این حالت دو تیغه قائم که به صورت ضربدر در وسط به هم لولا شده‌اند از هم باز شده و باعث چسبیده صفحه گالوانیزه^۱ به جدار مخزن میگردند.

شکل (10-2)



شکل 2-10: شماتیکی از پانتاگراف [6]

¹ - Sealing Ring

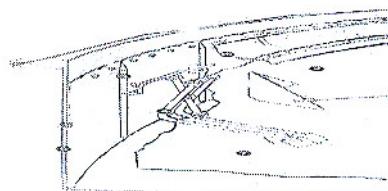


[6] شکل 2-11: آبیندی سقف شناور Double-Deck

این نوع برای فاصله‌های هوایی بین سقف و بدن در حدود 8" (200mm) استفاده می‌شود اگرچه می‌توان برای فاصله‌های بیشتر نیز از این نوع استفاده کرد [6].

بین صفحه گالوانیزه و لبه سقف به وسیله یک نوار لاستیکی مسدود می‌شود این نوار از نخ نایلونی نسوز که تغییر درجه حرارت در آن اثر نمی‌گذارد بافته شده و روی آن را با پوشش لاستیکی نسوز غیرقابل حل در مواد نفتی روکش کرده‌اند کلیه تسممهای نبشهای و پیچ و مهرهای را که برای اتصال این نوع به کار می‌برند گالوانیزه است [6].

برای آنکه انحناء نوار لاستیکی نصب شده همیشه به طرف پایین داشته باشد و در اثر حرکت سقف در آن پیچیدگی ایجاد نشود در فواصل مساوی تسمه فلزی ضدزنگ روی آن نصب می‌نمایند. به کار بردن این سیستم در انواع مخازن سقف شناور میسر است. شکل (2-12) [6].



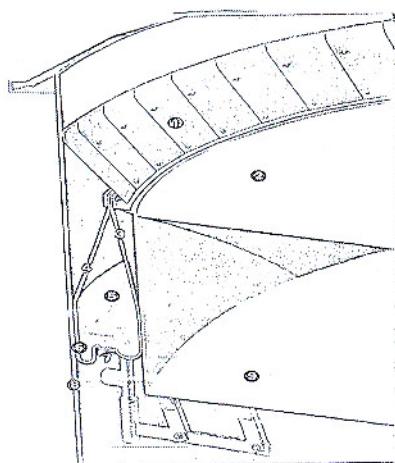
[6] شکل 2-12: آبیندی سقف شناور یک جداره Single-Deck

Seal Support Ring

به کار بردن Seal Support ring به طوری که در شکل ملاحظه میشود در پارهای از مخازن که مواد خیلی سبک ذخیره شده و بخواهند فاصله جداره مخزن و سقف را با سیستم مطمئنی مسدود نمایند از این سیستم استفاده میکنند [6].

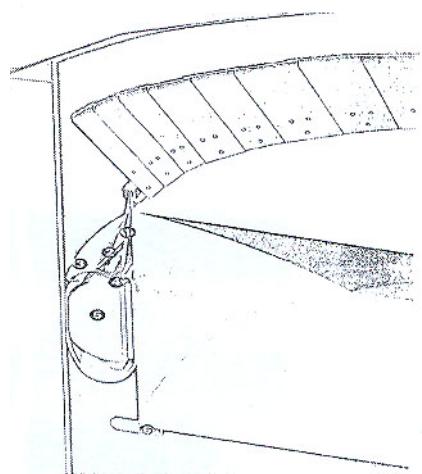
این نوع منحصرأ برای سقفهای شناوری که فاصله آنها تا بدنه 150mm 10" تا 6" میباشد قابل استفاده است [3].

در اینجا فقط دیگر محتوای مایع از نوع مواد ذخیره شده با جدار مخزن در تماس بوده و چنانچه احتمالاً قسمتهایی از بدنه مخزن دارای فرورفتگی باشد بدنه کیسه آن را خواهد پوشاند. ضمناً برای نگهداری و تثبیت شکل از اهرمهایی که باز و بسته شدن آن با فنر انجام میشود استفاده میگردد. جنس کیسه از نوعی است که قبلاً گفته شده ورقهای فلزی که در شکل (13-2) میبینیم که به سقف لولا شده و برای جلوگیری از آتشسوزی میباشد [6].

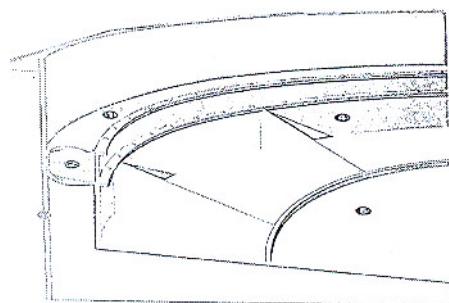


شکل 2-13: آبیندی سقف شناور به کمک کیسه محتوای مایع [6]

در مواردی که خصوصیات مایع ذخیره شده طوری باشد که مناسب برای پر کردن کیسه جداری نباشد از مواد اسفنجی استفاده میکنند چون در این حالت مواد پرکننده کیسه به صورت جامد میباشد. بنابراین دستگاههای مخصوصی برای تثبیت شکل کیسه لازم نمیباشد در شکلها (14-2 و 15-2) طرز استفاده این سیستم را در چند نوع مخزن نشان میدهند [6].



شکل 2-14: سیستم آبیندی به کمک فوم در مخزن با سقف شناور دو جداره [6]

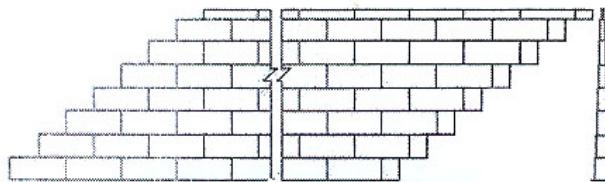


شکل 2-15: سیستم آبیندی به کمک فوم در مخزن با سقف شناور یک جدار [6]

6-3-1-2 پوسته

پوسته‌ها استوانه‌ای هستند که از رول کردن ورقها با ضخامت‌های مختلف ساخته می‌شوند.

معمولًاً ورقهای استاندارد با عرضهای معلوم موجود هستند. گاهی اوقات برای ساختن یک سیلندر نمی‌توان با رول کردن تنها یک ورق، سیلندر مزبور را به دست آورد. در چنین موقعی از دو یا چند کورس ورق استفاده می‌شود. شکل (16-2) [8].



شکل 2-16: گستره پوسته [8]

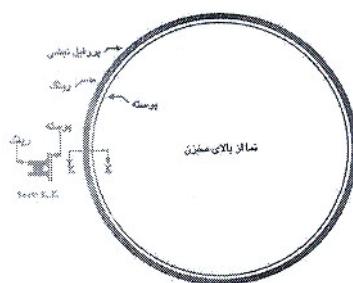
7-3-1-2 رینگ

رینگ‌های تقویتی از پروفیلهای استاندارد ساختمانی یا از ورق که به صورت حلقی در می‌آید ساخته می‌شوند. این اجزا برای جلوگیری از کمانش کردن مخزن به پوسته اضافه می‌شوند. اتصال آنها می‌تواند هم داخل پوسته استوانهای و هم در خارج آن باشد، ولی اتصال خارجی این رینگ‌ها به علت عدم نیاز به افزایش ضخامت در نظر گرفته برای خوردگی معمولتر است. همچنین این رینگ‌ها می‌توانند به عنوان تقویت برای تکیه‌گاههای مخازن افقی نیز مورد استفاده قرار گیرند [8].

رینگ‌های تقویت باید به طور کامل دور محیط سیلندر کشیده شوند. یک حالت برای اتصال رینگ‌های تقویت به سیلندر در شکل (17-2) نشان داده شده است. رینگ‌های تقویت به وسیله

جوش پیوسته یا تناوبی به مخزن متصل میشوند. جوش‌های تناوبی باید در دو طرف رینگ اعمال شوند و طول جوش باید حداقل 2 اینچ باشد [8].

برای رینگ‌های متصل شده در خارج مخزن طول کل جوش در هر طرف رینگ تقویت، نباید از نصب محیط خارجی مخزن کمتر باشد و برای رینگ‌های متصل شده در داخل مخزن، این مقدار نباید کمتر از یک سوم محیط مخزن باشد [8].



شکل 2-17: رینگ تقویت [8]

4-1-2- دریچه‌ها^۱

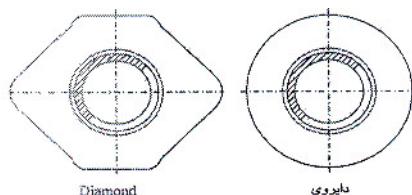
در مخازن با توجه به نیازی که پرسه مشخص میکند، باید یک سری اتصالات به مخزن وصل شود. عمدۀ این اتصالات لوله‌های استانداردی هستند که اغلب برای ورود و خروج ماده، مورد استفاده قرار میگیرند. به خاطر ایجاد این گونه اتصالات در مخزن، باید در پوسته مخزن سوراخ ایجاد کنیم. به دلیل ایجاد این سوراخها در مخزن و وجود جوش در این نقاط احتمال گستگی آنها از سایر قسمتها بیشتر است. به همین دلیل در پارهای اوقات به تقویت این اتصالات نیاز است که معمولاً این امر با یک ورق دایره‌ای توخالی که قطر داخلی آن برابر قطر خارجی لوله است، صورت میگیرد. دریچه‌ها میتوانند دایروی^۲، بیضوی یا Diamond داشته باشند. به دلیل اینکه

¹ - Opening

² - Circular

برای ایجاد دریچه‌ها در مخازن، مقدار یا زیرپوسته برداشته می‌شود و به علت کم کردن تنشهای محلی در آن نقطه، یک ورق تقویتی در نظر گرفته می‌شود که دور تا دور نازل جوش داده می‌شود.

شکل (18-2)



شکل 2-18: دریچه‌ها [8]

2-2- طرح و تهییه ورقهای مخزن

1-2-2- طرح مخازن

برای طراحی مخازن و مشخصات زیر لازم است:

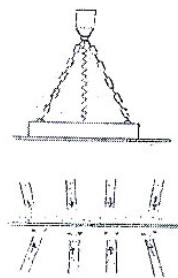
- مشخصات مایعی که باید در مخزن ذخیره شده
- مشخصات مایعی که باید در مخزن ذخیره شده
- درجه حرارت محیط و تغییرات آن
- ظرفیت مخزن
- تعداد اتصالات و مورد استعمال هر یک از آنها

با توجه به مشخصات بالا نوع فلزی که باید انتخاب شود و ضخامت ورقها و این که چه نوع مخزنی برای این کار مناسب است تعیین می‌گردد. در اینجا ابتدا نحوه شکلدهی ورقهای مخزن طبق روش‌های مورد استفاده در شرکت Mother well bridge که از استاندارد شیکاگو برج آمریکا استفاده می‌کند توضیح داده می‌شود که البته این نحوه شکلدهی در ایران نیز استفاده می‌شود سپس به بحث محاسبات ورقهای بدنه و کف می‌پردازیم [6].

2-2-2- تهیه ورقهای مخزن

برای جلوگیری از زنگ زدن به محض آنکه ورق آهن به کارگاه رسید آن را به شرح زیر shot blast مینمایند. ابتدا ورقها را با جرثقیل مخصوص که به جای قلاط یا چنگک در آن مکعب مستطیلهای الکترومغناطیس نصب شده روی قرقرهای گردان میدهند تا ورق را به داخل ماشینه هدایت نمایند. قرقرهای ورق را به داخل محفظهای که ابعاد آن $3 \times 3 \times 4$ متر میباشد میبرند و در آنجا از میان چهار لوله که در بالا و چهار لوله که در پایین قرار دارند عبور مینماید. این لولهای از یک طرف متصل به بادبزنی‌های قوی بوده و ضمناً متصل به مخزن دانهای ریز ساقمه‌های کروی هستند و قطر آنها از $0/5$ میلیمتر تجاوز نمینماید ارتباط دارند. ضمن عبور ورق دانهای آهن به شدت با ورق برخورد نموده و چنانچه در سطح ورق زنگزدگی وجود داشته باشد پاک میشود و پس از آن به ضدزنگ به آن زده میشود [6].

Template: به محض آن که طرح تهیه گردید تحويل کارگاه الگوسازی میشود و در آنجا از کلیه قطعات نمونه چوبی با تخته سه لائی ساخته و تحويل کارگران ماشین کار میگردد. این الگو به خصوص در مواردی که بایستی ورقها دارای انحنای باشند حتماً با الگوی چوبی آنها تطبیق داده شود. شکل (19-2) [6].

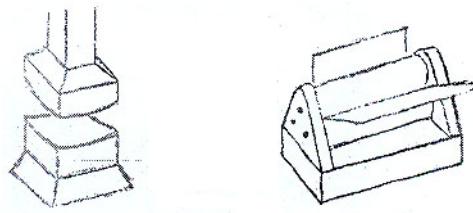


شکل 2-19: حمل و شات بلاست ورقهای مخزن [6]

ورق مخازن از میان سه غلطک فلزی نورد عبور داده میشود "Shell plate" و چون ورقها در حدود 5 تا 8 متر است پس از عبور از نورد انحناء مورد نیاز را پیدا میکند، البته سه غلطک قابل

تنظیم هستند و برای مخازن با قطرهای متفاوت فاصله آنها تنظیم خواهد شد الگوی ساخته شده

انحنای طولی دارد و انحنای ورق را با آن میسنجند. شکل (20-2) [6]



شکل 20-2: شکلهای ورق مخزن سمت راست مخزن استوانهای سمت چپ مخزن کروی [6]

3-2-2-فلز مبنا

(1-2) فلز مبنا برای ساخت مخازن ذخیره دارای گروه‌بندی طبق جدول (1-2) است [7].

جدول 1-2: گروه‌بندی فلز مبنا در مخزن ذخیره نفت.

Grade	Group I As Rolled, Normalized		Group II As Rolled, Filled or Semikilled		Group III As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group IV Normalized, Killed Fine-Grain Practice	
	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A 283M-C	2	A 131M-B	7	A 372M-49		A 131M CS		
A 283M-C	2	A 37M	2, 6	A 316M-389		A 57M-40	10	
A 131M-A	2	G40.21M-360W		A 516M-415		A 516M-380	10	
A 30M	2, 3	G40.21M-250	2, 8	G40.21M-260W	9	A 516M-415	10	
G40.21M-250	3, 7			Grade 250	5, 9	G40.21M-260W	9, 10	
Grade 250	6					Grade 250	5, 9, 10	
Grade	Group V As Rolled, Killed Coarse-Grain Practice		Group VI As Rolled, Killed Fine-Grain Practice		Group VII Normalized or Overheated and Tempered Killed Fine-Grain Practice Reduced Carbon			
	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes	Material	Notes
A 57M-485	A 57M-485		A 57M-485		A 131M-EH30			
A 57M-485C	A 57M-485	11	A 516M-490	10	A 637M C			
A 637M-D	G40.21M-360W	9, 11	A 516M-485	10	A 637M D			
A 37M-485	G40.21M-350W	9, 11	G40.21M-390W	9, 10	A 537M Class 1			
A 30M-D			G40.21M-390W	9, 10	A 537M Class 2	13		
G45.21M-300W	9				A 678M A			
G40.21M-350W	6				A 678M B	13		
P 270	6, 9				A 737M B			
C 35	9				A 341	12, 13		
Grade 270	5, 9							

Notes:

- 1. Most of the listed material specification numbers refer to ASTM specifications (including Grade or Class); there are, however, some exceptions: 140.21M (including Grade) is a CSA specification; Grades E 273 and E 335 (including Quality) are contained in 140.21M and Grade 250, Grade 260, and Grade 270 are related to national standards (see 2.2.5).
- 2. Must be normalized or killed.
- 3. Phosphorus 0.03%.
- 4. Manganese manganese content of 1.5%.
- 5. Thicknesses measured when cold rolled steel is used in place of normalized steel.
- 6. Manganese content shall have 0.12% by heat analysis for thicknesses greater than 20 mm, except that for each reduction of 0.6% below 20 mm the carbon content, in terms of 0.009% manganese above the specified maximum will be permitted up to the maximum of 1.55%. The manganese 20 mm shall have a manganese content of 0.8–1.2% by heat analysis.
- 7. Thickness 1.53 mm.
- 8. Must be killed.
- 9. Must be killed and made to fine-grain practice.
- 10. Must be normalized.
- 11. Must have a carbon content of a maximum carbon content of 0.20% and a maximum manganese content of 1.60% (see 2.2.4).
- 12. Produced by the thermomechanical control process (TMCP).
- 13. See 2.2.2 for the new classification numbers for material used in stressed critical assemblies.

2-3- فوندانسیون مخازن

به منظور غلبه بر نیروهای که از طریق مخزن و مواد داخل آن بر زمین وارد میشود فوندانسیونی در لایه‌های مختلف مطابق شکل (21-2) در نظر گرفته میشود [3].

پیسازی مخازن تابع عوامل زیر است:

1- وضع زمین از لحاظ مقاومت و جنس خاک

2- ظرفیت مخزن

3- کیفیت موادی که در مخزن باید ذخیره شود.

4- نوع مخزن [6]

2-3-1- پیسازی با توجه به وضع زمین

مهمنترین عاملی که در طرح پیسازی مخازن مؤثر است چگونگی زمین و کیفیت خاک محل نصب آن میباشد. پی مخازن برحسب وضع زمین به شرح زیر است [6].

2-3-1-1- پیسازی در زمینهای معمولی

ابتدا سطح زمین را تا عمق مورد نظر خاکبرداری نموده و سپس نسبت به تصحیح و رگلاژ و آبپاشی و کوبیدن آن تا رسیدن به تراکم ۹۵٪ اقدام مینماییم به طوری که عمق سطح نهایی ۶۰ سانتیمتر پایینتر از سطح زمین باشد [3].

سپس به ارتفاع ده سانتیمتر سنگ ریزه با دانه‌بندی که ماکزیمم ۳٪ آنها دارای قطر کمتری از ۰/۰۲ میلیمتر باشند ریخته و پخش و تصحیح مینماییم (بدون کوبیدن) [3].

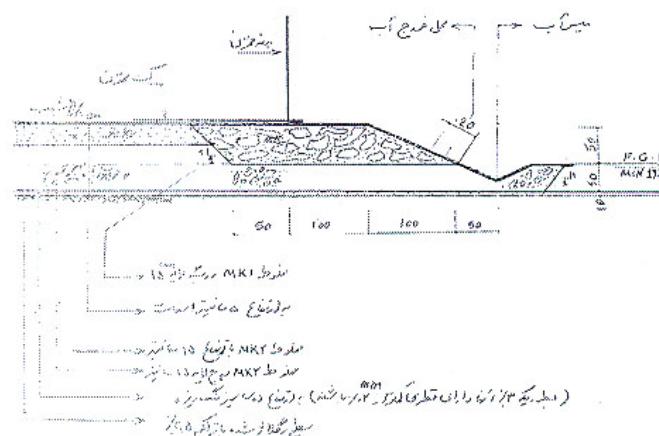
مخلوط دانه‌بندی شده با مشخصات MK_3 تا تراکم ۹۵٪ در سه لایه ۱۵ سانتیمتر میریزیم [3].

(لازم به ذکر است در مراحل بالا قطر سطح تمام شده چهارمتر بیشتر از قطر مخزن میباشد) در دو لایه ۱۵ سانتیمتری مخلوط دانه‌بندی شده با مشخصات MK_3 را ادامه داده در دو لایه ۱۵ سانتیمتری نیست به ریختن-پخش-تسطیح و کوبیدن مخلوط MK_1 مطابق مشکل تا تراکم بیش از ۹۵٪ اقدام مینماییم.

به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر مخلوط MK_3 ریخته و پخش و تسطیح و تا تراکم بیش از ۹۵٪ اقدام مینماییم (لازم به ذکر است که شباهای نشان داده شده توسط گریدر ایجاد میگردد). [3]

در لایه آخر آسفالت به ضخامت ۵ سانتیمتر ریخته میشود.

جهت خروج آبهای نفوذی به فونداسیون هشت نقطه از پوشش آسفالت دور مخزن درست در مرز لایه‌های MK_2 و MK_3 نیم دایره‌هایی به شعاع ۲۰ سانتیمتر را آسفالت نمینماییم شب فونداسیون با توجه به شبیه که کف مخزن خواهد داشت تعیین میگردد [3].



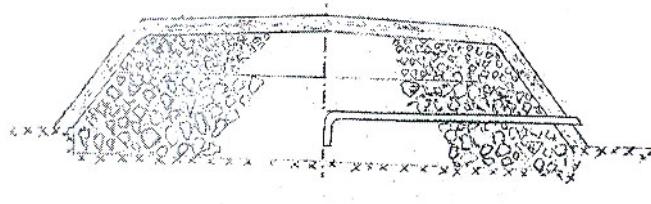
شکل 2-21: پیسازی در زمینهای معمولی [3]

2-1-3-2- پیسازی در زمینهای باتلاقی

دو نوع زمین باتلاقی وجود دارد که عبارتند از:

1- چنانچه جنس خاک طوری باشد که دانههای آن مقدار زیادی آب در خود نگهداری نموده و بالا بردن سطح آب در زیرزمین و یا جمع شدن آب در اطراف آن باعث ایجاد باتلاق میگردد. در اینجا بهتر است برای احداث پی اقدام به پایهکوبی نمود زیرا تعویض خاک تا عمق مناسب و زهکشی و پیریزی در عمیق زیاد مقرون به صرفه نبوده و این نوع پی میتواند برای مدت زیادی قابل اطمینان باشد. پایهها ممکن است فلزی یا بتونی باشند طول پایههای بتونی پیش فشده نباید کمتر از 5 متر باشد و دوام این نوع پایه بیش از پایه فلزی است. زیرا خطر زنگ زدن ندارد. بعد از پایهکوبی روی سطح فوقانی پایهها سکوی بتعونی ساخته میشود که ورقهای کف مخزن روی آن قرار میگیرد [6].

2- در صورتی که نوع خاک قابل نفوذ بوده و علت ایجاد باتلاق بالا بردن سطح آب زیرزمینی باشد پیسازی تقریباً شبیه حالت معمولی انجام میشود منتهی زیر سازی پی تا ارتفاع آب به صورت بلوگاز انجام میگیرد. یعنی با ریختن سنگهای لاشه به ابعاد از 25 سانتیمتر به پایین و کوبیدن آنها سطح مقاوم ولی قابل نفوذی ایجاد مینمایند. شکل (2-22) آبی که از لولهای نصب شده در پی خارج میگردد به محوطه داخل باند مخزن ریخته شده و به وسیله کانالهایی که در اطراف باند احداث شده از محوطه خارج میشود. توضیح آنکه در چنین محلی به طور کلی سطح داخل باند را با ریختن مخلوط سنگ و شن بالا میآورند. لازم به یادآوری است که در کشور انگلستان با آب و هوای مرطوبی که دارد پیسازی به صورت به اصطلاح گربه رو معمول نمیباشد [6].



شکل 2-22: پیسازی در زمینهای باتلاقی [6]

2-3-2- پیسازی با توجه به ظرفیت مخازن

طرح پی مخازن تا قطر 40 متر معمولاً به صورت زیر انجام میگردد:

در اطراف پی یک دیوار بتونی ساخته و داخل آن را مخلوط شن و سنگ ریخته و میکوبند.

پیسازی در مخازن از قطر 40 فوت به بالا شبیه حالات قبل انجام میشود. در مواردی که جنس

زمین یکنواخت نباشد ممکن است برای مخازن از قطر 40 فوت به بالا از پی با دیوار بتونی مطابق

مشخصات گفته شده استفاده نمود شکل (23-2) [6].



شکل 2-23: پیسازی با توجه به ظرفیت مخزن [6]

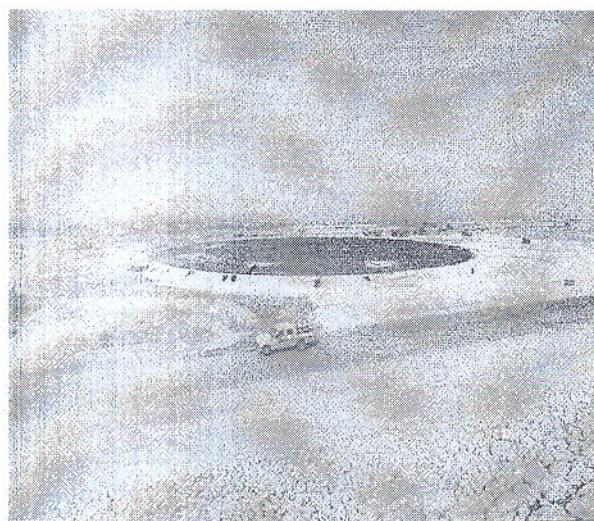
3-3-2- پیسازی با توجه به کیفیت فرآورده

چون ذخیرهسازی گازهای مایع و مواد فرار مستلزم عایقکاری بدنه مخزن میباشد بنابراین پی

مخزن باید طوری طرح ریزی شود که امکان عایق نمودن بدنه و کف میسر باشد [6].

4-3-2- پیسازی با توجه به نوع مخزن

پیسازی مخزن استوانهای کروی با هم متفاوت میباشد. در مورد مخازن ذخیره که کاملاً توضیح داده شده و در مورد مخازن کروی عموماً کروی روی پایه نصب میشوند از بتن آرمه و تعداد پایهها که بستگی به طرح و ظرفیت مخزن دارد روی مکعب مستطیلهای بتنی نصب میشود و این مکعبها به وسیله یک حلقه بتنی به هم کلاف میشوند [6].



شکل 2-24: پایان پیسازی یک مخزن در عسلویه

5-3-2- محاسبات لازم برای پیچهای نگهدارنده مخزن روی فوندانسیون

محاسبات تنש کشش ناشی از نیروی باد از فرمول زیر محابه میگردد.

$$\frac{4M\nu}{ND} = \frac{W'}{N} = T$$

Mw: گشتاور باد حول ته مخزن

N: تعداد پیچها

W': وزن سقف و دیواره

K: برای مخازن استوانهای 6/0

$$Mw = 0 / 0000277 kah^2 v^2$$

V: سرعت باد بر حسب Mw km/h میباشد "kNm"

H: ارتفاع مخزن بر حسب متر

و تنش کششی ناشی از بارهای زلزله به صورت زیر به دست میآید:

$$Me = (w' + Mw)h / 2s$$

Mw: وزن آب

S: ضریب زلزله

با توجه به تنشهای کششی ناشی از باد و زلزله و ضریب اطمینان لازم قطر و تعداد و پیچ

محاسبه خواهد شد ولی در انتخاب پیچها به موارد زیر باید توجه داشت. فاصله پیچها از $0/6m$

کمتر از $3m$ نباید بیشتر باشد بنابراین داریم. [3]

$$D \prec N \prec 5D$$

(در هر حالت تعداد پیچها باید بیشتر 4 باشد.)

بنابر بند 3-12-1 استاندارد API650 وقتی که یک مخزن براساس بخش 11-3 و ضمیمه

E,F موجود در استاندارد به زمین اتصال یابد یا حتی اگر یک مخزن به دلایل دیگری (مثلًاً نحوه

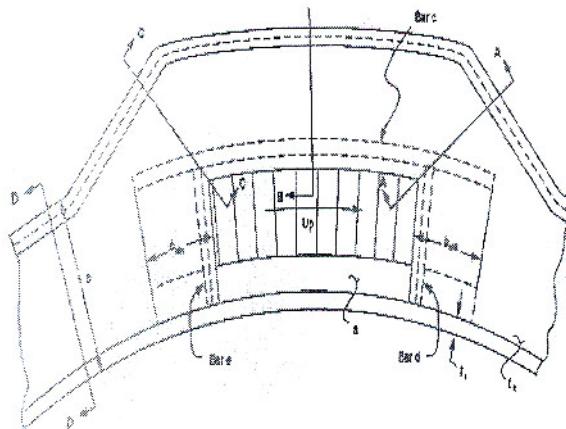
قرار گرفتن در سایت) باید به مکان دیگری اتصال یابد. حداقلها یی باید رعایت شود [8].

بنابر بند 3-12-2 استاندارد مخازن ثابت نگه داشته شده باید در مقابل هر یک از موارد بار

صعودی موجود در استاندارد مقاومت کنند. بار هر کدام نگه دارندها نیز باید به صورت زیر باشد

شکل (25-2) [8]

$$Tb = \frac{U}{N}$$



Notes:

1. The cross-sectional areas of A, C, E, and D must equal 225 in^2 . The section of the figure designated 'S' may be a bar or an angle whose thickness is horizontal. The other sections may be bars or angles whose major legs are vertical.
2. Ends of S and A may be placed on the top of the outer web, provided they do not create a step-up hazard.
3. The sections indicated in Sections A-A, B-B, C-C, and D-D shall conform to 3.9 E.1.
4. The sections may be concentric to the wind girders or may be offset to provide a flanging.
5. See 3.8.6.3 for toeboard requirements.

شکل 2-25: مربوط به استاندارد API650



شکل 2-26: نمایی از چند مخزن نیمه تمام در عسلویه

فصل سوم

نصب مخازن

استاندارد API650 الزامات مواد، طراحی، ساخت و نصب و آزمایش را برای مخازن ذخیره فولادی جوش داده شده، رو باز یا مسقف در اندازه ها و ظرفیتهای مختلف برای فشار داخلی حدود فشار اتمسفری (فشار داخلی کمتر از وزن ورقهای سقف) مطرح مینماید. وقتی الزامات اضافی برآورده شود، فشار داخلی بیشتر هم مجاز است. این استاندارد فقط برای مخازنی است که تمام کفشنان به طور یکنواخت وزن سیال را تحمل میکنند و درجه حرارت کاری آنها از 90 درجه سانتیگراد بالاتر نمیباشد [7].

این استاندارد برای صنعت نفت به منظور تأمین مخازن با اینمی کافی و صرفه معقول اقتصادی جهت نگهداری نفت، فرآورده های نفتی و مایعات دیگر تدوین گردیده است. این استاندارد اندازه های مجاز مخزن را دیکته نمیکند و به خریداران آزادی انتخاب اندازه مخزن جوابگوی نیاز خود را میدهد. این استاندارد به خریداران و سازندگان در سفارش، ساخت و نصب مخازن کمک شایانی میکند [7].

بخش 1- دامنه کاربرد، بخش 2- مواد، بخش 3- طراحی، بخش 4- ساخت، بخش 5- نصب، بخش 6- روش بازرسی اتصالات، بخش 7- رویه جوشکاری و تأیید صلاحیت جوشکاری، بخش 8- علامتگذاری.

ضمیمه A- مبنای اختیاری طراحی برای مخازن کوچک.

ضمیمه B- توصیه های برای طراحی و ساختمان فونداسیونها برای مخازن نفت روی زمینی

ضمیمه C- سقفهای شناور بیرونی

ضمیمه D- استعلام فنی

ضمیمه E- طراحی مخازن ذخیره مقاوم در برابر زلزله

ضمیمه F- طراحی مخازن برای فشار داخلی کم

ضمیمه G- مخازن گنبدی آلومینیومی با تکیه‌گاه سازه‌ای

ضمیمه H- سقفهای شناور داخلی

ضمیمه I- کشف نشت زیر مخزن و حفاظت زیراساس

ضمیمه J- مخازن ذخیره سرهم شده در کارگاهها

ضمیمه K- کاربرد نمونهای نکته طراحی متغیر- روش تعیین ضخامت ورقه

ضمیمه L- برگههای اطلاعات فنی مخزن ذخیره استاندارد API650

ضمیمه M- الزاماً برای مخازنی که در درجه حرارت‌های مرتفعه کار می‌کنند.

ضمیمه N- استفاده از مواد جدیدی که شناسایی نشده‌اند.

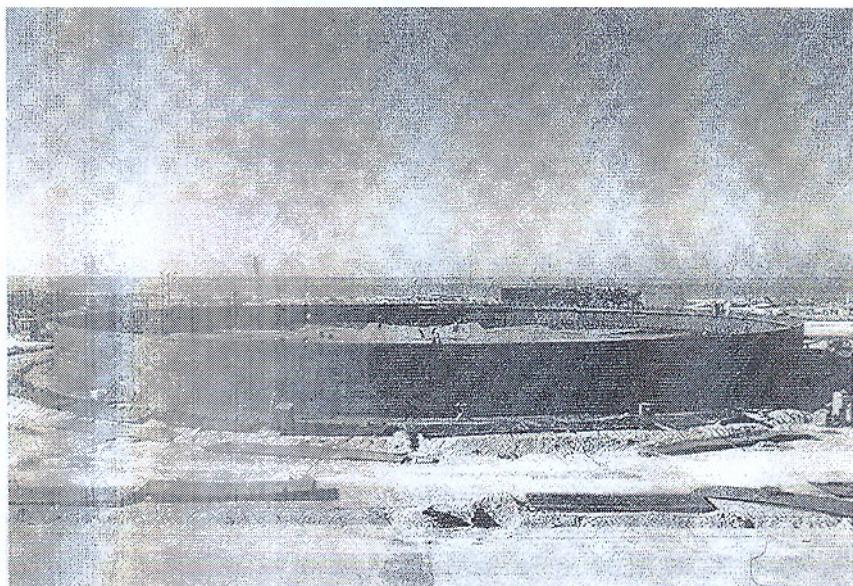
ضمیمه O- توصیه‌ها برای اتصالات زیر کف

ضمیمه P- بارهای خارجی مجاز روی دریچه‌های بدنه مخزن

ضمیمه Q- مخازن ذخیره فولاد زنگ اوستنیتی [7].



شکل 3-1: یک مخزن در حال ساخت در عسلویه



شکل 3-2: یک مخزن در حال ساخت در عسلویه

1-3- طراحی ورق کف^۱

بنابر بند 1-4-3 استاندارد تمام ورقهای کف باید دارای یک ضخامت اسمی حداقل 6 میلیمتر $\frac{1}{4}$ اینچ و جدا از هر میزان خوردگی تعیین شده توسط کارفرما باشند، مگر اینکه به ترتیب دیگری توافق شده باشد، تمام صفحات چهارگوش و نقشه ورقهای کف که باید پایه‌هایشان دارای یک چهارگوش انتهایی باشند) باید دارای یک عرض اسمی حداقل 1800 میلیمتر (72 اینچی) باشند.

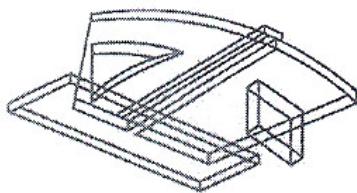
بنابر بند 1-4-3 استاندارد ورقهای کف با اندازه مناسب باید در موقع ساختن سفارش داده شود و با حداقل 25 میلیمتر (1 اینچ) عرض در آن طرف لبه بیرون که به آنولار پلیت‌ها جوش داده می‌شود طرح‌بزی شود [8].

[8] - Bottom plate design

۳-۲- طراحی ورقهای اتصالی کف به بدن^۱

براساس بند ۱-۵-۳، وقتی با استفاده مجاز از مواد گروه IV، IVA و VI ورق کف متصل به بدن طراحی شد، باید از صفحات مبناهی حلقوی جوش خورده در کف استاندارد شود. وقتی ورقهای کف از مواد گروه IV، IVA، V و VI باشند و فشار حاصل حداقل حداکثر در ورقهای کف کمتر از مساوی ۱۶۰Mpa (24900lbF/in²) بوده و فشار حداقل تست مربوط به فشار آب برای اولین کورس ورق بدن کمتر یا مساوی ۱۷۲Mpa (24900lbF/in²) باشد، ممکن است که از ورقهای کف روی هم جوش خورده در قسمت لبهای به جای صفحات مبناهی حلقوی لب به لب جوش خورده در کف، استفاده شود. شکل (3-3) [8].

بنابر بند ۳-۵-۲ استاندارد آنولارپلیتها دارای یک عرض شعاعی هستند که این عرض باید حداقل ۶۰۰ میلیمتر (29 اینچ) اندازه داشته باشد، همچنین حداقل فاصله از خارج بدن تا لبه آنولارپلیتها ۵۰ میلیمتر (2 اینچ) است [8].



شکل ۳-۳: رینگ آنولار [8]

۳-۳- طراحی پیوسته^۲

براساس بند ۳-۶ استاندارد ضخامت ورق مورد نیاز بدن باید بیشتر از ضخامت طراحی شده باشد که شامل ضخامت اختلاف خورده‌گی یا ضخامت ورق مربوط به تست حداقل فشار آب است و این ضخامت ورق بدن نباید کمتر از موارد جدول (3-۱) باشد. [8].



¹ - Annular bottom plat design

²- Shell design

جدول 1-3: حداقل ضخامت ورق بدنه

Nominal Tank Diameter (See Note 1)		Nominal Plate Thickness (See Note 2)	
(m)	(ft)	(mm)	(in.)
< 15	< 50	5	3/16
15 to < 36	50 to < 120	6	1/4
36 to 60	120 to 200	8	5/16
> 60	> 200	10	3/8

Notes:

- 1. Unless otherwise specified by the purchaser, the nominal tank diameter shall be the centerline diameter of the bottom shell-course plates.
- 2. Nominal plate thickness refers to the tank shell as constructed. The thicknesses specified are based on erection requirements.
- 3. When specified by the purchaser, plate with a minimum nominal thickness of 6 millimeters may be substituted for 1/4-inch plate.

بنابر بند 3-6-1-2 استاندارد اگر به ترتیب دیگری با کارفرما توافق شود، دارای عرض اسمی به داخل 1800 میلیمتر (72 اینچ) باشند، صفحات دارای جوشهای لب به لب باید به درستی چهارگوش شوند [8].

براساس بند 3-6-1-5 استاندارد فشار محاسبه شده برای هر کورس ورق بدنه نباید از فشار مجاز برای مواد مورد استفاده در بدنه بیشتر باشد هیچ کورس ورق بدنه نباید نازکتر از کورس ورق بالای آن باشد [8].

بنابر بند 3-6-1-6 استاندارد بدنه مخزن باید به منظور ثبات و پایداری در مقابل کمانش و پایداری در برابر سرعت باید تعیین شده توسط کارفرما و بند 3-7 استاندارد بررسی شود. اگر نیاز به پایداری دارد، باید به ضخامت ورق بدنه یا از گریدر از هر دو استفاده شود. اگر سرعت باد طراحی معین نشود، حداکثر سرعت باد مجاز باید محاسبه شود و نتیجه هم در زمان ارایه پیشنهاد به کارفرما گزارش شود.

بند 3-6-1-7 استاندارد طراح باید برای کارفرما یک طرح ارایه کند که حاکی از مواد زیر برای هر پوسته باشد [8].

1- ضخامت ورق بدنه لازم برای شرایط طراحی (شامل میزان مجاز خوردگی) و شرایط تست

با حداکثر فشار آب

2- ضخامت اسمی مورد استفاده

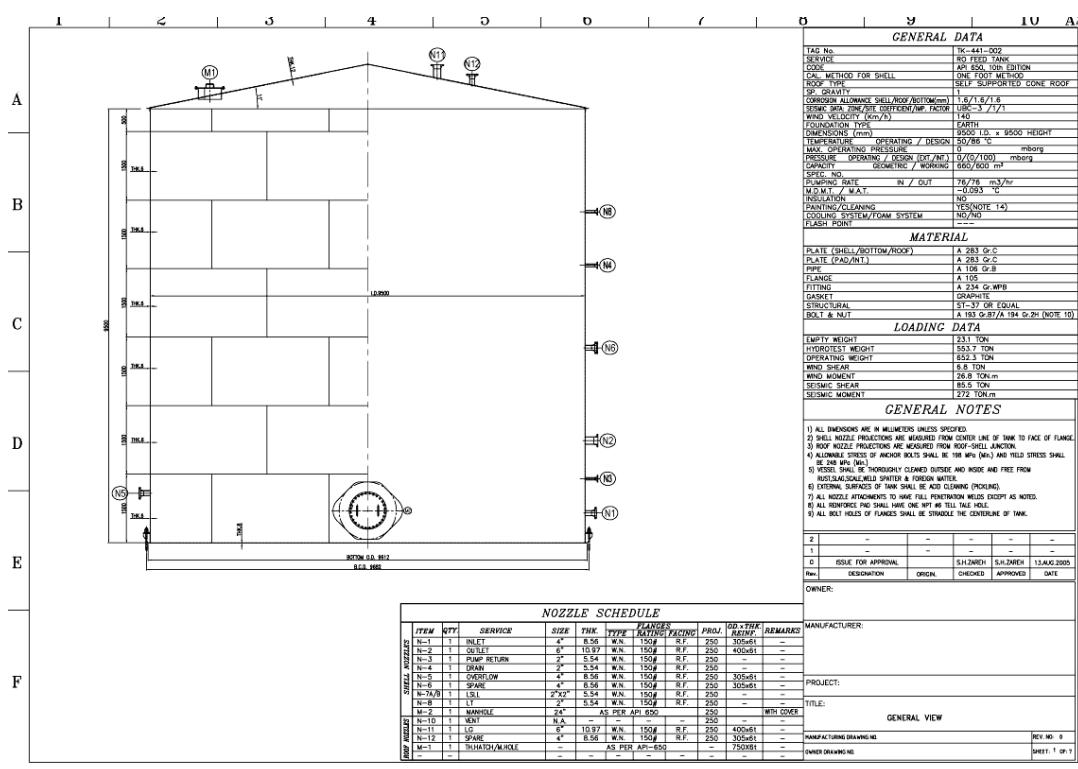
3- تعیین خصوصیات مواد

4- تنشهای مجاز [8]

بنابر بند 3-1-8 استاندارد، بارهای شعاعی مجزا در بدنه مخزن مثل موارد ایجاد شده

توسط بارهای سنگین روی سکوها و پیاده روهای مرتفع بین مخازن، باید به واسطه بخشها

ساختری غلطک خورده و تیغه های صفحه های یا قطعات تقویتی توزیع شوند. شکل (3-4) [8].



شکل 3-4: طرح ورق بدنه با توجه به ضخامت [9]

۴-۳- محاسبه نیروی ناشی از باد روی مخازن^۱

فشار یا بار ناشی از باد باید حدود 30 lbf/ft^2 یا $1/4 \text{ kpa}$ بروی سطوح صاف و عمودی، حدود 18 lbf/ft^2 یا $0/86 \text{ kpa}$ بروی سطح استوانهای و حدود 15 lbf/ft^2 یا $0/72 \text{ kpa}$ بر روی سطوح مخروطی و سطوح دارای دو منحنی، فرض شود. این فشارهای ناشی از باد براساس سرعت باد با فرض 160 km/h یا 100 mph در ساختارهای طراحی شده برای سرعتهای بادی غیر از 160 km/h کیلومتر در ساعت، بارهای بادی تعیین شده قبلی باید به نسبت ضریب زیر تنظیم شوند [8].

در واحد SI:

$$(V/160)^2 \quad (1-3)$$

: سرعت باد برحسب کیلومتر در ساعت است که توسط کارفرما تعیین میشود [8].

در واحدهای US:

$$(V/100)^2 \quad (2-3)$$

: سرعت باد برحسب mph است که توسط کارفرما تعیین میشود [8].

وقتی سرعت باد تعیین نشود، حداکثر سرعت باد که از عدم ثبات واژگونی جلوگیری میکند

باید محاسبه شده و به کارفرما گزارش داده شود [8].

بنابر بند ۱-۳-۱ استاندارد در یک مخزن مهار نشده، همان واژگونی ناشی از فشار باد نباید

از $\frac{2}{3}$ ممان مقاومت با مرده (به جز محتوای هر مخزن) بیشتر باشد و باید به صورت زیر محاسبه

شود [8]

$$M = \frac{2}{3} (WD / 2)$$

M: ممان واژگونی ناشی از فشار باد N-m(ft-lbf)



^۱ - Wind Load Tanks

W: وزن بدنه بدون ضخامت خورده¹ (Ib_f)

D: قطر مخزن (m²)

براساس بند 3-11-3 استاندارد وقتی نگه دارندها مورد استفاده قرار میگیرند، طراحی باید

براساس بخش 3-12 باشد [8].

بنابر بند 3-11-4 استاندارد اگر به ترتیب دیگری توافق شده باشد، مخزنها² که به واسطه باد لغزش دارند، باید از اصطکاک لغزشی مجاز حداکثر 0/4 استفاده کنند که در نیروی مقابل کف مخزن ضرب میشود [8].

بنابر بند 3-1-S¹ تمام ورقهای کف باید دارای حداقل ضخامت اسمی 5 میلیمتر یا $\frac{3}{16}$ اینچ باشند (البته جدا از هر مقدار خورده¹). مگر این که به ترتیب دیگری توسط کارفرما توافق شود و همه صفحات چهارگوش و نقشه ورقهای کفی که دارای انتهای نوک چهارگوش هستند) باید دارای حداقل عرضی اسمی 1200 میلیمتر یا 48 اینچ باشند. [8].

بنابر 2-S² استاندارد حداقل ضخامت مورد نیاز ورقهای بدنه باید بیشتر از مقادیر محاسبه شده توسط فرمول بعد باشد و ضخامت بدنه نباید کمتر از ضخامت صفحه اسمی موجود در بند 1-6-1 استاندارد باشد [8].

در سیستم SI:

$$T_d = \frac{4.9D(H - 0.3)}{(S_d)E} + CA \quad (4-3)$$

$$T_t = \frac{4.9D(H - 0.3)}{(S_t)E} \quad (5-3)$$

T_d: ضخامت طراحی بدنه (mm)

T_i: ضخامت بدنه در تست ایستایی یا فشار آب (mm)



¹ - Bottom Plat

² - Shell Design

D: قطر اسمی مخزن (mm)

H: سطح مایع طراحی (mm)

CA: میزان خوردگی مجاز (mm) که توسط کارفرما تعیین میشود.

S_d: تنش مجاز برای طراحی (Mpa)

ST: تنش مجاز برای تست (Mpa)

در سیستم اینچی (US):

$$T_d = \frac{2 - 6D(H-1)^G}{(S_d)E} + CA \quad (6-3)$$

$$T_t = \frac{2.6D(H-1)}{(S_t)E} \quad (7-3)$$

T_d: ضخامت طراحی بدنه (in)

T_t: ضخامت بدنه در تست ایستایی (in)

D: قطر اسمی مخزن (f_t)

H: سطح مایع طراحی (f_t)

G: حجم مخصوص مایع ذخیره شده براساس نظر کارفرما

E: ضریب اتصال که دارای مقادیر 0/85, 0/085 یا 0/7 است.

CA: میزان خوردگی مجاز (in) که توسط کارفرما تعیین میشود.

S_d: تنش مجاز برای طراحی تست (lbf/in²)

S_t: تنش مجاز برای تست (lbf/in²)

تنشهای مجاز، حاکی از سختی زیاد فولادهای ضدزنگ، فولادهای کربنی یا فولاد سخت و

ضریبهای نسبتاً پایین کشش و بازدهی فولادهای ضدزنگ است. سفتی زیاد باعث نسبت بالای

تنش تسلیم طراحی میشود که کارفرما و طراح باید بدانند که این امر منجر به کشش و تغییر شکل ثابت میشود [8].

در بند S-3-3 استاندارد که بند 1-3-3 را نیز شامل میشود و حداقل ضخامت اسمی اتصالات و دهانهها باید به شرح جدول (2-3) باشد. [8]

جدول 3-2: حداقل ضخامت اسمی اتصالات و دهانهها [5]

Size of Nozzle	Minimum Nominal Neck Thickness
NPS 2 and less	Schedule 80S
NPS 3 and NPS 4	Schedule 40S
Over NPS 4	6 mm (0.25 in.)

Note: Reinforcement requirements at 3.7 must be maintained.

5-3- محاسبات طراحی

1-5-3- طراحی کف¹

طراحی کف براساس نیروی وارد بر کف مخزن، نیروی لهیدگی ناشی از ارتفاع سیال و همچنین فشار ناشی از این نیرو بر بدنه سیلندر صورت میگیرد.

براساس بند 1-4-3 موجود در API650 حداقل ضخامت کف 6mm بدون خوردگی برای هر نوع ماده در نظر گرفته شود.

با احتساب 1/6mm خوردگی گفته شده توسط کارفرما ضخامت کف باید حداقل 7/6mm باشد و به علت عدم وجود خوردگی ورقی با ضخامت مورد نظر مجبور هستیم که ضخامت انتخابی برای کف را 8mm در نظر بگیریم [8].



¹ - Bottom Plate

$$THK_{selected} = 8mm \quad (8-3)$$

2-5-3- طراحی سیلندر

فشار بخار در بالای مایع نباید بیشتر از $2/5\text{psi}$ باشد در غیر اینصورت باید گازهای فوق از داخل مخزن خارج شوند [8].

$$S_c = \frac{PD}{2t} \quad (9-3)$$

S_c : تنش در راستای محیطی مخزن

P : فشار داخلی مخزن

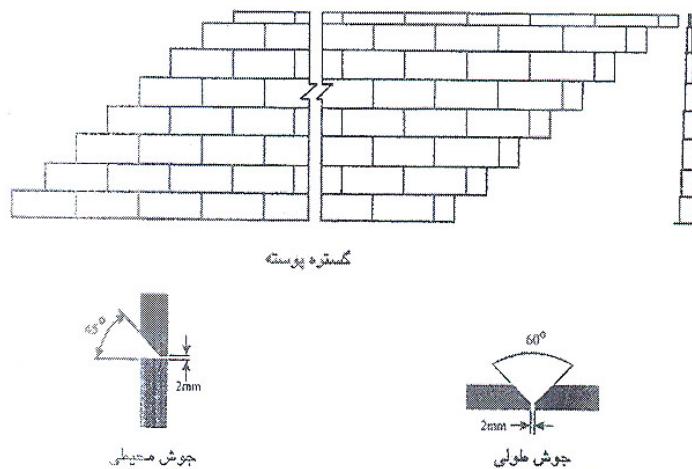
D : قطر داخلی مخزن

T : ضخامت مورد نیاز

$$S_L = \frac{PD}{4t} \quad (10-3)$$

S_L : تنش در راستای طول مخزن

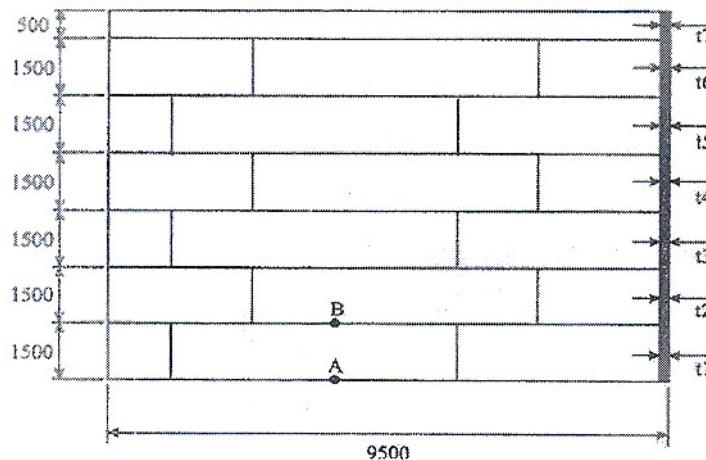
در مخازن ذخیره به علت اختلاف فشار در ارتفاعهای متفاوت (برخلاف مخازن تحت فشار) باید سعی شود که ضخامتها به صورت بهینه انتخاب شود تا افزایش هزینه و همچنین افزایش وزن سازه جلوگیری شود. شکل (5-3).



شکل 3-5: نمایی از کاهش ضخامت پوسته با افزایش ارتفاع [8]

با انتخاب ورقی که تعداد کورسها را کاهش میدهد و به علت کاهش دقت اندازهگیری ضخامت (اختلاف فشار در عرض ورق زیاد است و نرم افزار براساس فشار ماکزیمم که همان فشار لبه پایین است ضخامت را تعیین میکند) خود به خود وزن مخزن مخصوصاً در قطرهای زیاد به شدت افزایش میباید که اصلاً به صرفه نیست. با انتخاب ورقی که تعداد کورسها را افزایش میدهد ضمن افزایش دقت در محاسبه ضخامت بدن، باعث افزایش خط جوشهای محیطی و در نتیجه افزایش هزینه تولید میشود که این افزایش کورسها فراوانی این نوع ورق در بازار داخل است. که خود باعث کاهش شدید هزینه تولید نسبت به حالتی میشود که باید به صورت سفارشی از خارج تهیه شود. شکل (3-6).

به علت کاهش فشار ناشی از ارتفاع سیال درون مخزن، کورس ضخامت هر ورق را باید حساب کنیم [8].



شکل 3-6: تقسیم‌بندی ورقها برای محاسبه ضخامتها [8]

محاسبه ضخامت براساس sc

$$S_C \succ S_L \quad (11-3)$$

$$t = \frac{pd}{2SC}$$

با جایگزینی $P=ghp$ داریم:

$$t = \frac{pghd}{2S_c} \quad (12-3)$$

طبق استاندارد S_C را با Shallow able سالم جایگزین کرده و داریم:

$$P_A = phl_g \quad (13-3)$$

$$P_B = pg(h_l - 1500) \quad (14-3)$$

برای محاسبه ضخامت بدنه چند روش در استاندارد آمده است که در ادامه آنها را به صورت

مختصر شرح میدهیم [8].

One foot Method 1-2-5-3 روش

بنابر بند 3-6-3 استاندارد این روش برای طراحی بهینه در استاندارد آمده است که ضخامت هر کور ورق را 1ft (30mm) بالاتر از لبه پایین ورق حساب میکند [8].

در سیستم اینچی

$$t = \frac{pD(h-1)}{2Sall} \quad (15-3)$$

فرمول نهایی موجود در بند:

$$t = \frac{2.6D(H-1)^G}{Sall} + C.A \quad (16-3)$$

T: بر حسب اینچ

D: بر حسب فوت

C.A: بر حسب اینچ

H: بر حسب فوت

بر حسب Sall

$$t = \frac{4.9D(H - 0.3)^G}{S_{all}} + C.A \quad (17-3)$$

بر حسب متر D,H

بر حسب مگا پاسکال

بر حسب میلیمتر T,C,A

محاسبه ضخامت کورس اولی:

$$\begin{aligned} D &= 9.5m & S_d(A - 283.GrC) &= 20000Psi = 137.9MPa \\ G_{Water} &= 1 & H &= 9.5mm & C.A &= 1.6mm & S_{t(A-283.Grc)} &= 22500Psi = 155MPa \\ t_{design} &= \frac{4.9(9.5)(9.5 - 0.3)(1)}{137.9} + 1.6 & = 4.7mm \end{aligned}$$

فرمول محاسبه ضخامت در هیدروتست:

$$t_{test} = \frac{4.9(H - 0.3)G}{S_t} \quad (18-3)$$

$$t_{test} = \frac{4.9(9.5)(9.5 - 0.3)(1)}{155} = 2.76mm$$

برای هر کورس یک ضخامت طراحی و یک ضخامت تست حساب کرده و ضخامت ماکزیمم را
مد نظر قرار میدهیم [8].

علاوه بر دو ضخامت فوق یک ضخامت مینیمم در کد آمده است که از بند 1-1-3-6 موجود
در استاندارد AIP قابل دسترسی است [8].

محاسبه ضمیم کورس دوم:

$$\begin{aligned} H &= 9.5 - 1.5 = 8m \\ t_d &= \frac{4.9(9.5)(9.5 - 0.3)}{137.9} + 1.6 = 4.2mm \\ t_t &= \frac{4.9(0.5)(8 - 0.3)}{155} = 2.3mm \end{aligned}$$

چون ورق با ضخامت 5mm تولید نمیشود لذا مجبور هستیم از ورق با ضخامت 6mm استفاده کنیم [8].

$$ThK_{Final\ Selected} = 6mm$$

در جدول (3-3) آمده است S_t .

جدول 3-3: تنش مجاز برای فلزات مورد استفاده پلیت

Plate Specification	Grade	Minimum Yield Strength MPa (psi)	Minimum Tensile Strength MPa (psi)	Product Design Stress S_d MPa (psi)	Hydrostatic Test Stress S_t , MPa (psi)	
ASTM Specifications						
A 283M (A 283)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)	
A 285M (A 285)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)	
A 311M (A 311)	A, B, CS (A, B, C ^a)	34 (5,000)	400 (58,000)	137 (22,700)	171 (24,500)	
A 36M (A 42 ^a)	—	250 (36,000)	400 (58,000)	160 (23,200)	171 (24,900)	
.....(A 311)	E1138 (E1136)	360 (51,000)	490 ^b (71,000 ^c)	196 (28,400)	210 (30,400)	
A 573M (A 573)	400 (50)	220 (32,600)	400 (58,000)	147 (21,300)	165 (24,000)	
A 573M (A 573)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)	
A 573M (A 573)	485 (70)	290 (42,000)	485 ^d (70,000 ^e)	193 (28,000)	208 (30,000)	
A 516M (A 516)	380 (55)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)	
01 A 518M (A 518)	415 (60)	220 (32,000)	415 (60,000)	147 (21,300)	165 (24,000)	
A 516M (A 516)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)	
A 516M (A 516)	485 (70)	260 (38,000)	485 (70,000)	173 (25,300)	195 (28,500)	
A 662M (A 662)	B (B)	275 (40,000)	450 (65,000)	180 (26,000)	193 (27,000)	
A 662M (A 662)	C (C)	295 (43,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
A 537M (A 537)	1 (1)	345 (50,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
A 537M (A 537)	2 (2)	415 (60,000)	550 ^f (80,000 ^g)	220 (32,000)	236 (34,300)	
A 633M (A 633)	C, D (C, D)	345 (50,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
A 678M (A 678)	A (A)	345 (50,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
A 678M (A 678)	B (B)	415 (60,000)	550 ^f (80,000 ^g)	220 (32,000)	236 (34,300)	
A 737M (A 737)	B (B)	345 (50,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
A 841M (A 841)	Class I (Class I)	345 (50,000)	485 ^f (70,000 ^g)	194 (28,000)	208 (30,000)	
CSA Specifications						
G40.21M	200W	260 (37,700)	410 (59,500)	164 (23,800)	176 (25,500)	
G40.21M	300W	300 (43,500)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)	
G40.21M	350WT	350 (50,800)	480 ⁱ (69,600 ^j)	192 (27,900)	206 (29,200)	
G40.21M	350W	350 (50,800)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)	
National Standards						
00	235	235 (34,000)	365 (52,600)	137 (20,000)	154 (22,500)	
	250	250 (36,000)	400 (58,300)	157 (22,700)	171 (24,500)	
	275	275 (40,000)	430 (62,600)	167 (24,900)	184 (26,800)	
ISO 630						
00	E 275	C, D	265 (38,400)	410 (59,500)	164 (23,800)	175 (25,500)
00	E 355	C, D	345 (50,000)	490 ^k (71,000 ^l)	196 (28,400)	210 (30,400)

^a By agreement between the purchaser and the manufacturer, the tensile strength of these materials may be increased to 515 MPa (75,000 psi) minimum and 620 MPa (90,000 psi) maximum [and to 585 MPa (85,000 psi) minimum and 690 MPa (100,000 psi) maximum for ASTM A 537M, Class 2, and A 678M, Grade B]. When this is done, the allowable stresses shall be determined as stated in 3.6.2.1 and 3.6.2.2.

Appendix A - روش 2-2-5-3

این روش یک روش اختیاری بوده و کاربرد آن در مخازن کوچک است. در این روش،

ضخامت طبق فرمول زیر محاسبه میشود:

در سیستم اینچی

$$t = \frac{2.6D(H-1)G}{145E} + C.A. \quad (19-3)$$

در سیستم متریک:

$$t = \frac{4.9D(H-0.3)G}{145E} + C.A. \quad (20-3)$$

این روش زمانی کاربرد دارد که $t \leq 0.5in$ باشد. در مخازن ذخیره $E=0.85$ است.

در API650 برای هر فولاد یک ماکزیمم ضخامت در نظر گرفته میشود و در صورت افزایش

بیش از حد مجاز ضخامت، باید ماده را عوض کرده (فولاد با استحکام بالاتر انتخاب کنیم) تا

ضخامت کاهش یابد [8].

Appendix S - 3-2-5-3 روشن

این روش برای مخازنی که در مقابل خوردگی مقاوم¹ است.

ضخامت در این روش در سیستم اینچی طبق فرمول زیر محاسبه میشود:

$$t = \frac{2.6D(H-1)G}{S_d E} \quad (21-3)$$

فر این روش با On foot این استک ه ضریب E در آن دخالت ندارد [8].

Variable point - 4-2-5-3 روشن



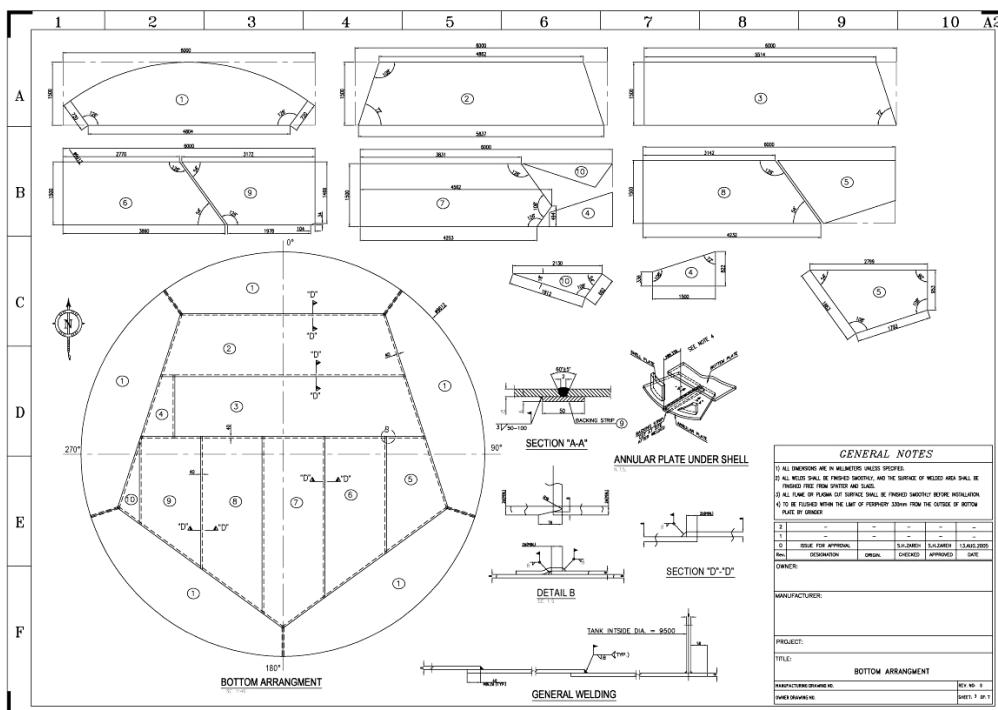
¹ - Stainless Steel

این روش در طراحی مخازن بزرگ ($D > 200\text{ft}$ یا $D > 60\text{m}$) کاربرد دارد. این روش یک روش سعی و خطاست تا جواب به یک عدد همگرا شود. ضخامت به دست آمده در این روش از روش One foot کمتر است.

در API650 به طراح اجازه داده نمیشود که ضخامت ورق بالایی بیشتر از ورق پایینی شود [8].

3-5-3- محاسبه تعداد ورقهای حلقوی کف^۱ برای مقاومت در برابر باد و زلزله

محل اتصال بدنه به ورقه کف را انحراف از کف^۲ گویند.



شکل 3-8: تعداد ورقهای حلقوی کف در یک طرح ساده (نرمافزار TANK)

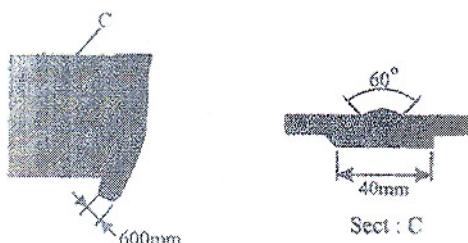
¹ - Annular Plate

² - Bottom Slope

طبق استاندارد API650 تعداد ورقه مورد نیاز برای ورقه های حلقوی کف از رابطه زیر به دستی می آید [8].

$$n = \frac{9612 \times D}{6000} = 5 \quad (22-3)$$

اعداد و ارقام موجود در بند 1-5-3 استاندارد آمده است [8].



شکل 3-9: اندازه های بند 1، 5 و 3 استاندارد API650

4-5-3- محاسبه ضخامت ورقه های حلقوی

$$t_{FirstSheetCourse} = 6mm$$

$$t_{HydroTest} = \frac{2.6D(H-1)}{S_t}$$

با مرتب کردن رابطه (23-3) بر حسب کد داریم:

$$S = \frac{2.6(h-1)}{t_{FirstSheetCourse}} \quad (24-3)$$

آنچه مهم است این است که طبق API650 ابتدا باید بدنه، سپس ورقه های حلقوی کف طراحی شود [8].

برای محاسبه ضخامت باید از جدول (4-3) استفاده شود. این جدول براساس ضخامت کورساول بدنه و کد به دست آمده تنظیم شده است و با استفاده از این دو، ضخامت مورد نظر را به دست می آوریم [8].

جدول 3-4: ضخامت ورقهای حلوی کف

Nominal Plate Thickness ^a of First Shell Course (mm)	SI Units			
	Hydrostatic Test Stress ^b in First Shell Course (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 230	≤ 250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 38$	8	11	14	17
$38 < t \leq 45$	9	13	16	19

Nominal Plate Thickness ^a of First Shell Course (in.)	US Customary			
	Hydrostatic Test Stress ^c in First Shell Course (lbf/in ²)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 33,000	≤ 36,000
$t \leq 0.75$	1/4	1/4	9/32	11/32
$0.75 < t \leq 1.00$	1/4	9/32	3/8	7/16
$1.00 < t \leq 1.25$	1/4	11/32	15/32	9/16
$1.25 < t \leq 1.50$	5/16	7/16	9/16	11/16
$1.50 < t \leq 1.75$	11/32	1/2	5/8	3/4

^aNominal plate thickness refers to the tank shell as constructed.

^bHydrostatic test stresses are calculated from $[4.9D(H - 0.3)]/t$ (see 3.6.3.2).

^cHydrostatic test stresses are calculated from $[2.6 D(H - 1)]/t$ (see 3.6.3.2).

Note: The thicknesses specified in the table, as well as the width specified in 3.5.2, are based on the foundation providing uniform support under the full width of the annular plate. Unless the foundation is properly compacted, particularly at the inside of a concrete ringwall, settlement will produce additional stresses in the annular plate.

فرمول (3-24) در سیستم متریک به صورت زیر است:

$$S = \frac{4.9D(H - 0.3)}{t_{firstShellCourse}} \quad (25-3)$$

$$S = \frac{4.9 \times 9.5(9.5 - 0.3)}{6} = 71.3 \text{ MPa}$$

طبق جدول (4-3)

$71.3 \text{ MPa} < 190 \text{ MPa}$

= مینیمم ضخامت آنولار پلیتها (بدون خوردگی) 6mm

$t_{FirstShellCourse} = 6 \text{ mm} < 19 \text{ mm} \Rightarrow$

= مینیمم فاصله بین اولین جوش روش هم ورقهای کف با سیلندر 7.6mm

این فاصله طبق استاندارد باید برابر 600mm باشد [8].

طبق 3-5-2 استاندارد، این فاصله را میتوان زا رابطه زیر به دست آورد.

در سیستم متريک

$$b = \frac{215tb}{\sqrt{HG}} \quad (26-3)$$

در سیستم اينچي:

$$b = \frac{390tb}{\sqrt{HG}} \quad (27-3)$$

ضخامت آنولار پليت: Tb

$$b_{Selected} = \max \left[\frac{215tb}{\sqrt{HG}}, 600mm \right] \quad (28-3)$$

براي مخزن مورد نظر داريم:

$$b = \frac{215 \times 8}{\sqrt{9.5}} = 558mm$$

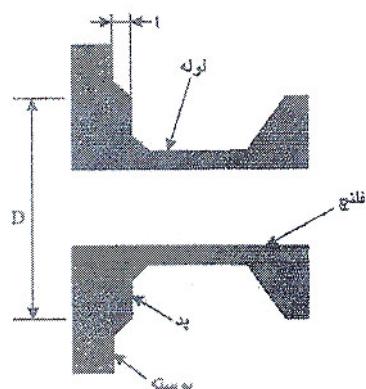
$$b_{Selected} = \text{Max}(55mm, 600mm) = 600mm$$

مينيمم عرض ورقهای حلقوی کف:

$$\text{Min Wide Annular Plate} = 600 + 6 + 50 = 656mm$$

5-5-3- طراحی فلنجهای

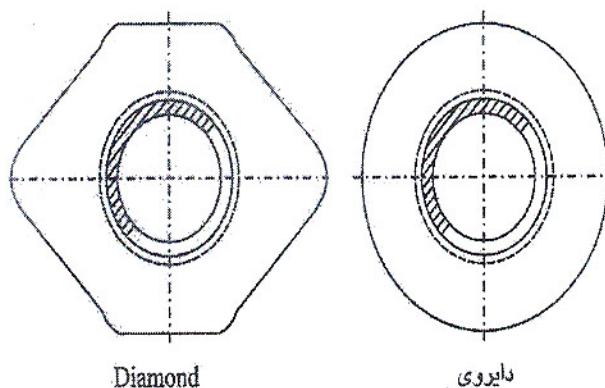
در اين مبحث ابتدا باید کلاس فلنچ مورد استفاده را مشخص کرد. اين کلاس تابعی از فشار، دما و ماده فلنچ است که در مخازن ذخیره به علت پایین بودن دما و فشار، پaramتر مهم جنس ماده است، لذا کلاس پایین را انتخاب میکنیم. کلاس انتخابی 150 پوند است زیرا در صنعت متداولتر از #75 است [8].



شکل 3-10: قسمتهای مختلف فلنچ [8]

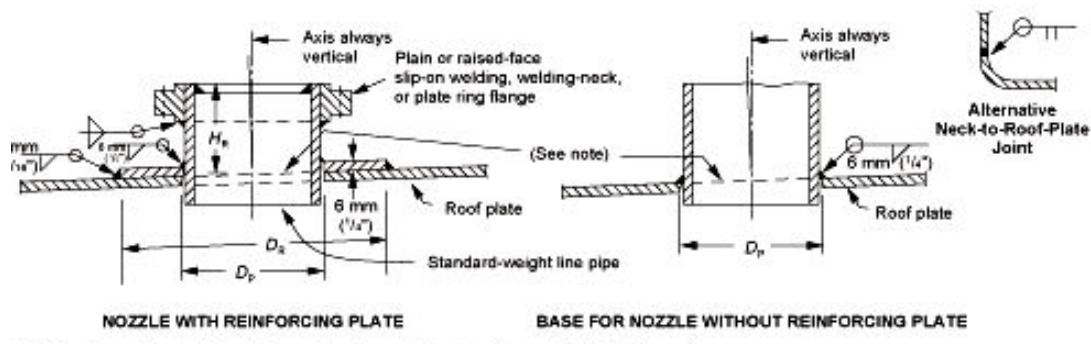
در مخازن ذخیره حتماً باید حلقه‌های محافظ گذاشته شود.

مشخصه‌های مربوط به فلنجهای و حلقه‌های محافظ در شکل (6-3) و جدول (18-3) مشخصه‌های استاندارد موجود است. شکل (3-12) با داشتن ضخامت بدنه باید ضخامت لوله و ابعاد پد را که همان D_{t} مشخص کنیم. رینفرسها¹ برای مخازن ذخیره به دو صورت دایره‌ای و دیاموند هستند شکل (11-3) [8].



شکل 3-11: پد تقویت [8]

¹ - Reinforcement



شکل ۱۲-۳: فلنجهای نازلهای سقف شکل (18-۳)

۶-۵-۳- طراحی دریچه ورود شخص به مخزن^۱

در مخازن ذخیره چون دریچهای ورودی برای نظافت نیازی به تحمل فشار و دمای بالا ندارند لذا بهینه نیست که سنگین ساخته شوند در نتیجه به صورتهای استاندارد ساخته میشوند که در جدول (۵-۳) و (۶-۳) و شکل (12-3) موجود است [8]



شکل ۱۳: دریچه ورودی شخص به داخل مخزن

¹ - Man Hole

جدول 3-5: ضخامت منهول بدنه و ورق پوشش آن

Max. Design Liquid Level m (ft) <i>H</i>	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9	Column 10
6.4 (21)	63 (9.1)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)	10 (3/8)
8.2 (27)	80 (11.7)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	14 (9/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	11 (7/16)
9.8 (32)	96 (13.9)	10 (3/8)	11 (7/16)	14 (9/16)	16 (5/8)	6 (1/4)	8 (5/16)	11 (7/16)	13 (1/2)	13 (1/2)
12 (40)	118 (17.4)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)	18 (11/16)	8 (5/16)	10 (3/8)	13 (1/2)	14 (9/16)	14 (9/16)
14 (45)	137 (19.5)	13 (1/2)	14 (9/16)	16 (5/8)	19 (13/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)	16 (5/8)
16 (54)	157 (23.4)	13 (1/2)	14 (9/16)	18 (11/16)	21 (13/16)	10 (3/8)	11 (7/16)	14 (9/16)	18 (11/16)	18 (11/16)
20 (65)	196 (28.2)	14 (9/16)	16 (5/8)	19 (3/4)	22 (7/8)	11 (7/16)	13 (1/2)	16 (5/8)	19 (9/16)	19 (9/16)
23 (75)	226 (32.5)	16 (3/8)	18 (11/16)	21 (13/16)	24 (13/16)	12.5 (1/2)	14 (9/16)	18 (11/16)	21 (13/16)	21 (13/16)

^aEquivalent pressure is based on water loading.

^bFor addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.

Note: See Figure 3-4A.

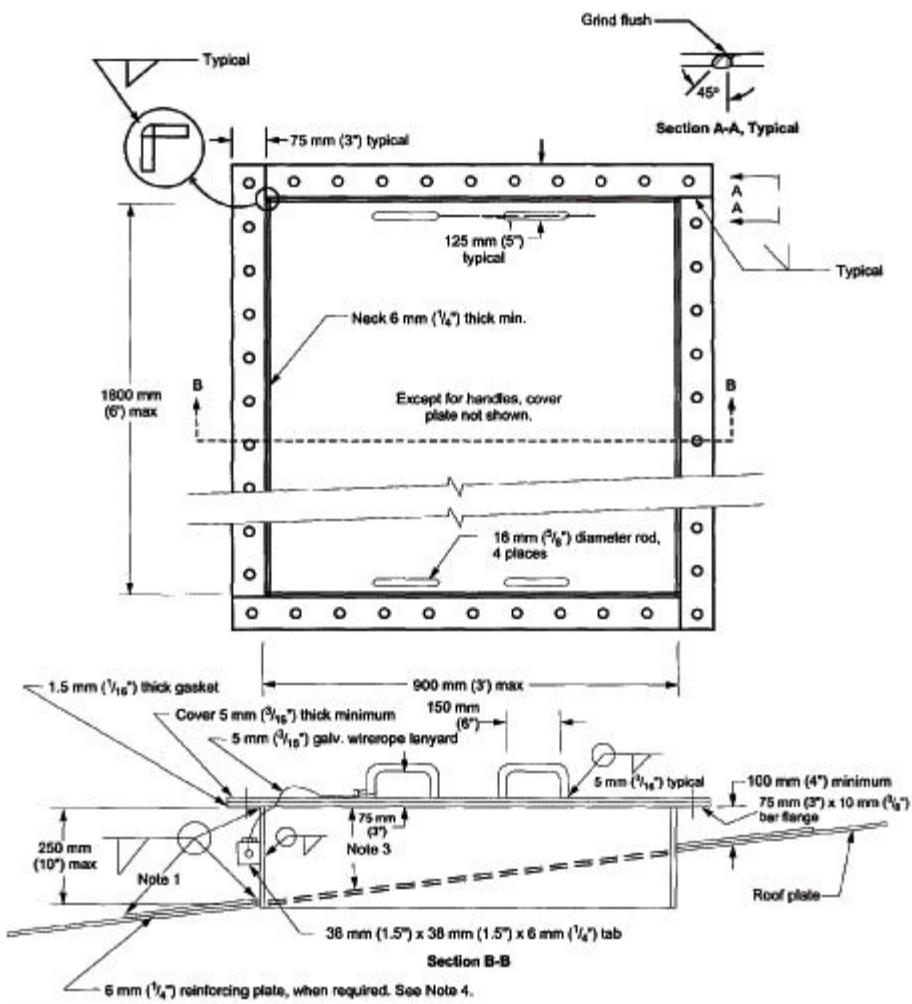
جدول 3-6: اندازه ضخامت گلوبی منهول بدنه

Thickness of Shell and Manhole Reinforcing Plate ^a <i>t</i> and <i>T</i>	Minimum Neck Thickness ^{b,c} <i>t_n</i> mm (in.)			
	For Manhole Diameter 500 mm (20 in.)	For Manhole Diameter 600 mm (24 in.)	For Manhole Diameter 750 mm (30 in.)	For Manhole Diameter 900 mm (36 in.)
5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)	5 (3/16)
6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)
8 (5/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	8 (5/16)
10 (3/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
11 (7/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
12.5 (1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
14 (9/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
16 (5/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
18 (11/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
19 (3/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
21 (13/16)	8 (5/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
22 (7/8)	10 (3/8)	8 (5/16)	8 (5/16)	10 (3/8)
24 (15/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
25 (1)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
27 (1 1/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
28 (1 1/8)	13 (1/2)	13 (1/2)	13 (1/2)	13 (1/2)
30 (1 3/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
32 (1 1/4)	16 (5/8)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
33 (1 5/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
34 (1 3/8)	17 (11/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
36 (1 7/16)	17 (11/16)	17 (11/16)	17 (11/16)	17 (11/16)
40 (1 1/2)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)

^aIf a shell plate thicker than required is used for the product and hydrostatic loading (see 3.6), the excess shell-plate thickness, within a vertical distance both above and below the centerline of the hole in the tank shell plate equal to the vertical dimension of the hole in the tank shell plate, may be considered as reinforcement, and the thickness *T* of the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly. In such cases, the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits for reinforcement of shell openings specified in 3.7.2.

^bReinforcement shall be added if the neck thickness is less than that shown in the column. The minimum neck thickness shall be the thickness of the shell plate or the allowable finished thickness of the bolting flange (see Table 3-3), whichever is thinner, but in no case shall the neck in a built-up manhole be thinner than the thicknesses given. If the neck thickness on a built-up manhole is greater than the required minimum, the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly within the limits specified in 3.7.2.

^cFor addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.



Notes:

1. Weld size shall be the smaller of the plate thicknesses being joined.
2. Cover may be either parallel to roof or horizontal. Opening may be oriented as desired.
3. Bolts shall be 16 mm ($\frac{5}{8}$ -in.) diameter in 20 mm ($\frac{3}{4}$ -in.) holes, which shall be equally spaced and shall not exceed 125 mm (5 in.) on center.
4. When required, provide 6 mm ($\frac{1}{4}$ -in.) reinforcing plate. Width at least $\frac{1}{2}$ smallest opening dimension. Round outside corners with 75 mm.

شکل 14-3: دریچه چهارگوش سقف با فلنج پوشش

ابتدا با استفاده از جدول (5-3)

$$H = 9.5m$$

$$T_b = \text{Min Thkblind}(\text{cover}) \text{ flange} = 11mm$$

$$T_f = \text{Min Thkbltng flange} = 8mm$$

سپس با استفاده از جدول (6-3):

$$\text{Shell Thk} = 6mm$$

$$D_{manhole} = 24in$$

$$T_p = 6mm$$

28 عدد پیچ با قطر $\frac{3}{4}$ اینچ برای منهول نیاز است:

$$ODjasket = 735mm$$

$$Id = 600mm$$

$$T_{gasket} = 3mm$$

برای رینفرسها:

$$D_{pad} = 1255mm$$

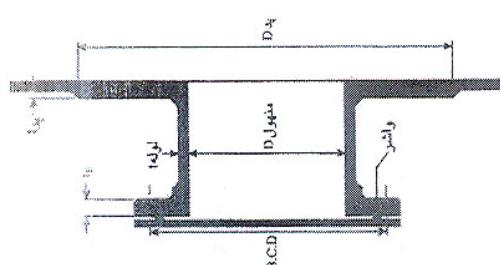
$$T_{pad} = 6mm$$

جدول 7-3: ابعاد پیچهای منهول بدنه

Column 1 Manhole Diameter mm (in.)	Column 2 Bolt Circle Diameter D_b mm (in.)	Column 3 Cover Plate Diameter D_c mm (in.)
500 (20)	636 (26 $\frac{1}{4}$)	720 (28 $\frac{3}{4}$)
600 (24)	756 (30 $\frac{1}{4}$)	820 (32 $\frac{3}{4}$)
750 (30)	906 (36 $\frac{1}{4}$)	970 (38 $\frac{3}{4}$)
900 (36)	1056 (42 $\frac{1}{4}$)	1120 (44 $\frac{3}{4}$)

7-5-3 - طراحی دریچه ورود شخص به داخل مخزن در سقف¹

در ابعاد آن از ابعاد دریچه ورود شخص تعییه شده در بدنه کمتر است و برای همه مخازن یکی است. شکل (15-3).



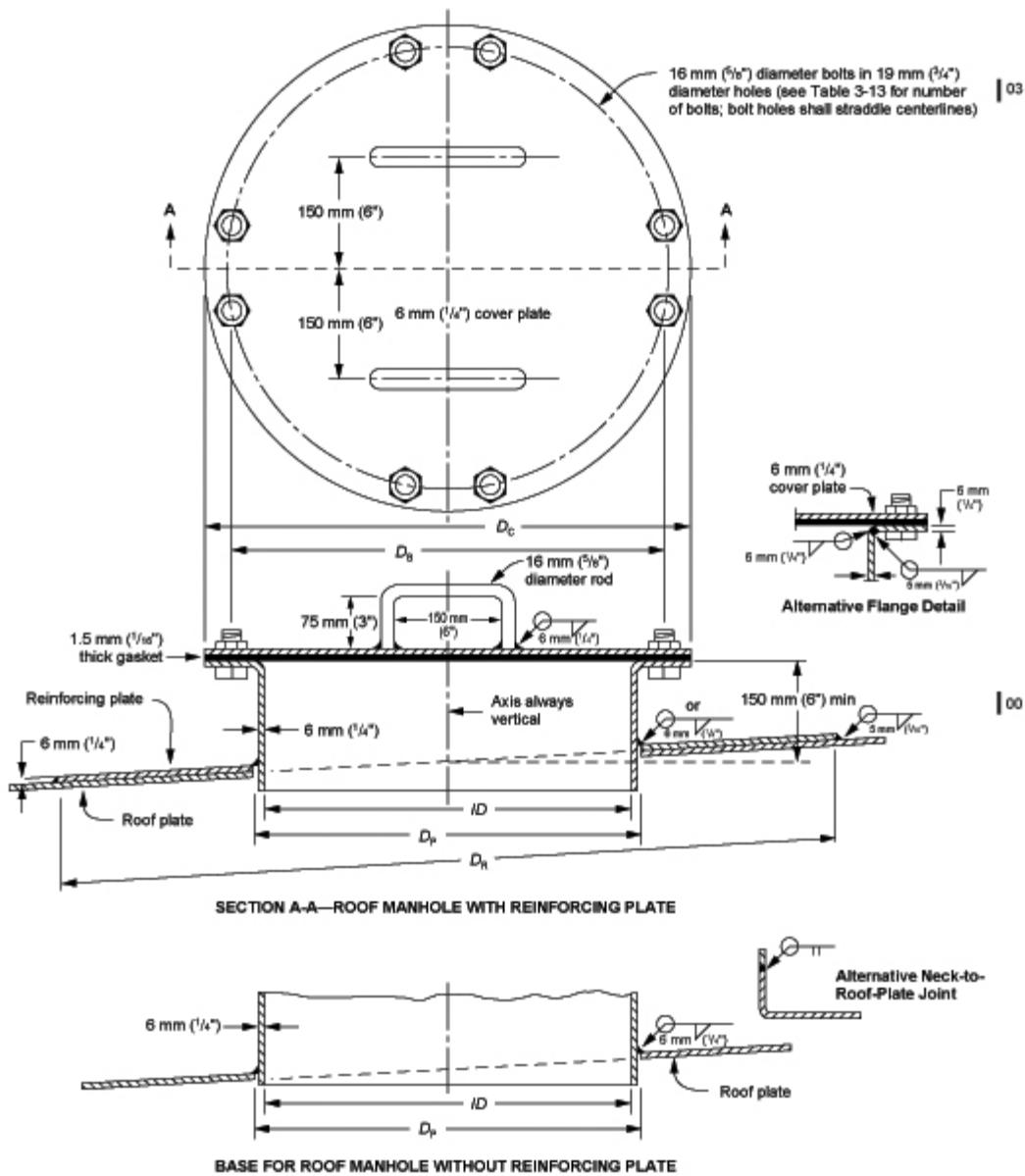
شکل 3-15: نمایی از دریچه ورود شخص به داخل مخزن [8]



¹ - Roof Man Hole

مشخصات Roof Man Hole در جدول (8-3) و شکل (16-3) موجود است.

در 6mm همه ضخامتها در Roof Man Hole است.



شکل 3-16: منهول سقف

$$OD_{pad} = 750mm$$

$$B.C.FD = 690mm$$

20 bolt M16

$$IDgasket = 600mm$$

$$ODgasket = 750mm$$

$$ODpad = 1150mm$$

$$t_p = t_f = t_b = 6mm$$

جدول 3-8: ابعاد منهول سقف

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7	Column 8	Column 9
Size of Manhole	Diameter of Neck ID ^a	Diameter of Cover Plate DC	Diameter of Bolt Circle DB	Number of Bolts	Diameter of Gasket		Diameter of Hole in Roof Plate or Reinforcing Plate DP	Outside Diameter of Reinforcing Plate DR
					Inside	Outside		
500 (20)	500 (20)	650 (26)	590 (23 1/2)	16	500 (20)	650 (26)	515 (20 5/8)	1050 (42)
600 (24)	600 (24)	750 (30)	690 (27 1/2)	20	600 (24)	750 (30)	615 (24 5/8)	1150 (46)

3-6- طراحی سقفهای مثلثی خود نگهدارنده¹

سقفهای خود نگهدارنده که صفحه‌های پوشش آنها به واسطه بخش‌های جوش داده شده با

صفحات ورقه‌های سفت شده است به برابری با حداقل ضخامت مورد نیاز، احتیاجی ندارند؛ ولی

ضخامت ورقه‌های پوشش نباید کمتر از $\frac{3}{16}$ میلیمتر (3 اینچ) باشد و اگر طراح خواستار این مورد

است باید این امر مورد تصدیق و تأیید کارفرما باشد [8].

بنابر بند 3-10-5 استاندارد پوشش سقفهای مخروطی خود نگهدارنده با الزامات زیر

مطابق باشد:

$$\text{الف - } \theta \leq 37^\circ \text{ و شب = } 9:12$$

$$\text{ب - } \theta \leq 9.5^\circ \text{ و شب = } 9:12$$



¹ - Self Supporting Cone Roof Design

$$\text{در واحدهای SI: } \frac{D}{4.8 \sin \theta} \geq 5 \text{ میلیمتر}$$

ماکزیمم ضخامت سقف بدون در نظر گرفتن خوردنگی مجاز باید $12/5$ میلیمتر باشد.

θ : زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدن مخزن (متر)

وقتی جمع بارهای مرده (ساکن) و دائم (بارهای زنده) بیشتر از $2/2 \text{kpa}$ باشد، حداقل

ضخامت باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد:

$$k_1 = \sqrt{2.2 \text{kpa}} \text{ باز مرده + باز زنده}$$

در واحدهای اینچی (US):

$$\frac{D}{400 \sin \theta} \geq \frac{3}{16}$$

ماکزیمم ضخامت سقف بدون در نظر گرفتن خوردنگی مجاز باید $\frac{1}{2}$ اینچ باشد [8].

θ : زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدن مخزن (فوت)

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیشتر از $45 \text{ lbf}/\text{ft}_2$ باشد حداقل ضخامت باید به واسطه

ضریب K افزایش یابد.

$$k_t = \sqrt{\frac{45 \text{lbf}}{45 \text{lbf}/\text{ft}_2}} \text{ باز زنده + باز مرده}$$

بنابر بند 3-10-5 استاندارد ناحیه موجود در نقطه اتصال بدن به سقف باید با استفاده از

شکل (17-3) تعیین شده و برابر یا بیشتر از موارد زیر باشد:

در واحدهای SI

$$\frac{D}{0432 \sin \theta}$$

θ : زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (متر)

ناحیه محاسبه شده از عبارت بالا براساس ضخامت اسمی مواد بدون در نظر گرفتن مقدار

خوردگی است [8].

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیشتر از $2/2 \text{kpa}$

باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد: Top Angle

در واحدهای اینچی (US):

$$\frac{D^2}{3000 \sin \theta}$$

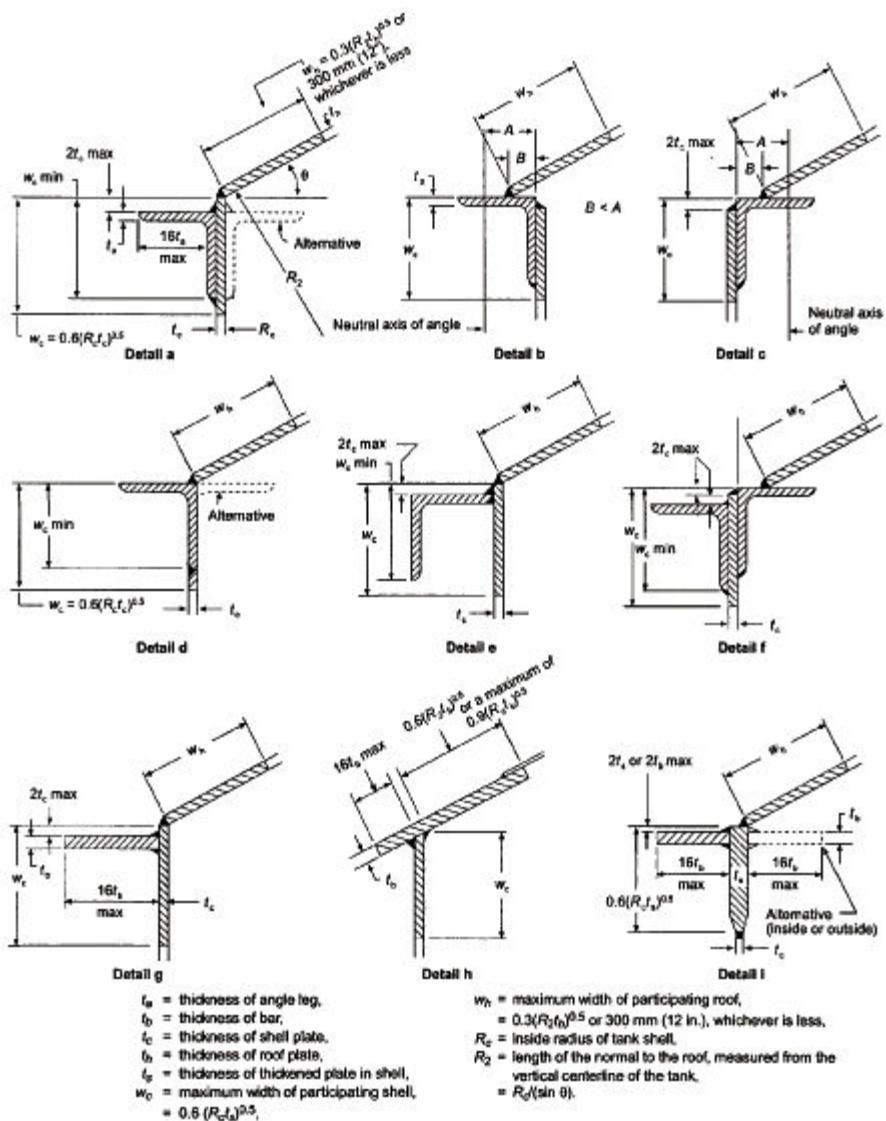
θ : زاویه سقف با راستای افق (درجه)

D: قطر اسمی بدنه مخزن (فوت)

وقتی جمع بارهای زنده و مرده بیش از $45 \frac{\text{Ibf}}{\text{ft}^2}$ باشد، حداکثر ناحیه اتصال سقف به بدنه

باید به واسطه ضریب زیر افزایش یابد: Top Angle

$$\frac{\square \text{ بارزنده + بار مرده}}{45 \frac{\text{Ibf}}{\text{ft}^2}}$$



Note: All dimensions and thicknesses are in mm (in.).

شکل 3-17: نقاط اتصال بدنه به سقف

3-1-6-3- طراحی فلنچ سقف

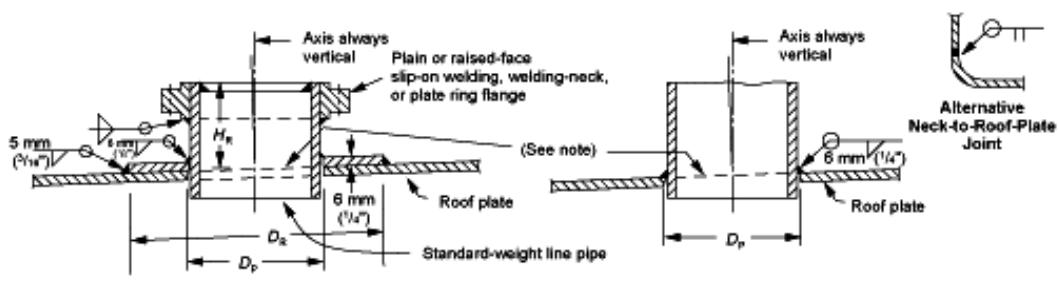
برای طراحی فلنچ سقف از شکل (3-18) و جدول (3-9) استفاده میشود.

جدول 9-3: ابعاد فلنچ نازل سقف

Column 1 Nozzle NPS	Column 2 Outside Diameter of Pipe Neck	Column 3 Diameter of Hole in Roof Plate or Reinforcing Plate D_P	Column 4 Minimum Height of Nozzle H_R	Column 5 Outside Diameter of Reinforcing Plate ^a D_R
1½	48.3 (1.900)	50 (2)	150 (6)	125 (5)
2	60.3 (23.8)	65 (2½)	150 (6)	175 (7)
3	88.9 (3½)	92 (3½)	150 (6)	225 (9)
4	114.3 (4½)	120 (4½)	150 (6)	275 (11)
6	168.3 (6½)	170 (6½)	150 (6)	375 (15)
8	219.1 (8½)	222 (8½)	120 (5)	420 (16)
10	273.0 (10½)	280 (11)	200 (8)	550 (22)
12	323.8 (12½)	330 (13)	200 (8)	600 (24)

^aReinforcing plates are not required on nozzles NPS 6 or smaller but may be used if desired.

Note: See Figure 3-16.



شكل 3-18: فلنچ نازل سقف

در مخازن ذخیره دو نوع سقف داریم:

Self Supporting Roof -1

'Supported cone Roof -2



¹ - With Column, rafter, girder

طبق پروژه تعریف شده Live Loud موجود روی سقف که عمدتاً ناشی از برف فرض میشود

$$25 \text{ kpa} \text{ یا } 1/2 \text{ Ib f}/\text{ft}^2$$

خودرا نگه دارد ولی در حالت دوم به علت قطر زیاد مخزن، سقف فاقد چنین توانایی است لذا برای نگهداری آن باید از تجهیزات کمکی مانند ستون^۱، تیر شیروانی^۲ و تیر افقی اتصال ستون^۳ استفاده کرد.

طبق استاندارد API650 استفاده از سقف نوع دوم برای مخازن با قطر بزرگتر از 15m توصیه میشود پروژه مورد بحث نیازی به استفاده از ستون ندارد در صورت استفاده از تجهیزات جانبی هزینه تولید بالا میرود [8].

اگر تجهیزات کمکی به صورت ستون باشد به آن نوع API میگویند و اگر به صورت خرپای فضایی باشد به آن نوع غیر API گویند که باید با نرمافزار SAP مدل شود.
در سقفهای نوع اول معمولاً از کمانی از دایره استفاده میکنند [8].

6-3-2- محاسبه ضخامت مورد نیاز برای اینکه ورق سقف تغییر شکل ندهد

بنابر بند 3-10 در استاندارد سیستم اینچی:

$$t = \frac{D}{400 \sin \alpha} + C.A. \quad (29-3)$$

که در این رابطه داریم:

t : برحسب اینچ

D : برحسب اینچ

$C.A.$: برحسب اینچ



² - Rafter

³ - Grider

α : برحسب درجه

در سیستم متريک

$$t = \frac{D}{4.8 \sin \alpha} + C.A. \quad (30-3)$$

محدوده مجاز تعیین شده برای t و α در پاراگراف مربوطه به صورت زیر است:

$$9.5^\circ \leq \alpha \leq 37^\circ$$

$$\frac{3}{16}in \leq t \leq 0.5in$$

با فرض ضخامت ماکزیمم، D_{\max} از رابطه (19-3) محاسبه میکنیم:

$$0.5 = \frac{D_{\max}}{400 \sin(37^\circ)} + \frac{1.6}{25.4}$$

ارتفاع سقف با اعمال شرایط فوق حدوداً 4m میشود که جلوه زیبایی ندارد لذا سعی میکنیم

ارتفاع آن را کاهش دهیم و با کاهش α و رساندن آن به مقدار 15 درجه حالت بهینه را انتخاب

میکنیم:

$$t = \frac{9.5}{4.8 \sin 15^\circ} + 1.6$$

$$t = 9.24mm$$

به علت عدم وجود ورق با این ضخامت در بازار مجبور هستیم ضخامت را 10mm در نظر

بگیریم.

حال برای این که اختلاف ضخامت بین حالت واقعی و حالت انتخابی را کاهش دهیم α را

تغییر میدهیم و ضخامت را برحسب α های دیگر محاسبه میکنیم. سپس نتایج را با هم مقایسه

کرده و بهترین نتیجه را انتخاب میکنیم:

$$\text{حالت } \alpha = 14^\circ$$

$$t_{act} = 9.78mm$$

$$t = \frac{9.5}{4.8 \sin 14^\circ}$$

$$tSelected = 10mm$$

حالت $\alpha = 13^\circ$

$$t_{act} = 10.3mm$$

$$t = \frac{9.5}{4.8 \sin 13^\circ} + 1.6$$

$$tSelected = 12mm$$

از مقایسه نتایج به این نتیجه میرسیم که حالت $\alpha = 14^\circ$ بهترین حالت بوده و دارای کمترین اختلاف ضخامت بین ضخامت واقعی و ضخامت انتخابی است [8].

با فرض داریم:

$$t = 13.5mm$$

$$t = \frac{9.5}{4.8 \sin 9.5^\circ + 1.6}$$

ضخامت به دست آمده خارج از محدود مجاز تعیین شده به وسیله API650 است، لذا قبل قبول نیست [8].

اگر قرار بود مخزن مورد نظر در منطقه سردسیری ساخته شود و مورد استفاده قرار گیرد طبق استاندارد باید ضریب زیر در ضخامت سقف ضرب شود یا اگر شرط زیر برقرار باشد چنین کاری صوت میگیرد [8]

$$Dealloud + liveloud > 2.2kpa$$

: وزن سقف در واحد سطح است. Dead loud

: وزن برف یا نیروهای دیگر در واحد سطح میباشد (عمدتاً برف مدنظر است). Live Loud

$$k_t = \sqrt{\frac{Liveloud + Deadloud}{2.2hpa}} \quad (31-3)$$

اگر سقف انتخابی، کمانی از دایره باشد، محدوده مجاز تعیین شده برای R (شعاع سقف) و t (ضخامت سقف) توسط استاندارد به صورت زیر است:

$$0.8 < R < 1.2D$$

$$\frac{3}{16}in < t < 0.5in$$

ضخامت سقف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$t = \frac{R}{2.4} + C.A \quad (32-3)$$

سقف روی یک نبشی زاویهدار^۱ نصب می‌شود.

انواع اتصال سقف و طرح مورد نظر برای این پروژه برای اتصال سقف به بدن Detail b است [8].

اتصال سقف به بدن باید به گونه‌ای باشد که بتواند فشار داخلی را تحمل کند.

برای اتصال سقف به بدن پروژه مورد نظر باید نبشی $\frac{3}{16}$ " مناطقی از سقف و بدن هستند که بار سقف به آنها وارد می‌شود. انتخاب کنیم.

W_C و W_n

7-3- طراحی مخازن برای مقاومت در برابر باد

بنابر بند 3-11 استاندارد فشار ناشی از سرعت باد از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P \left[\frac{Ib}{ft^2} \right] = 0 / 00256V^2 (mph) \quad (33-3)$$

نحوه محاسبه به نحوه زیر است:

$$F_w = F_1 + F_2 \quad (34-3)$$



¹ - Top Angle

$$M_w = F_1 h_1 + F_2 h_2 \quad (35-3)$$

حالاتی که ممکن است اتفاق بیفتد:

سر خوردن^۱

نیروی اصطکاک مقاوم در برابر سر خوردن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_s = \mu \cdot N \quad (36-3)$$

نیروی عمودی سطح باید در سه حالت محاسبه شود و محاسبات برای هر سه صورت گیرد.

ضریب اصطکاک $\mu = 0.4$ فرض می‌شود [۸].

الف- حالت خالی بودن مخزن

ب- حالت عملکرد

ج- حالت تست

برای مخازن ذخیره اگر در حالت بدون سیال محاسبات جواب داد دیگر نیازی به تکرار محاسبات برای حالات بعدی نیست. طبق پاراگراف مذکور برای پایداری در برابر سر خوردن شرط

زیر باید برقرار باشد:

$$\frac{F_s}{F_w} \geq 1.5 \quad (37-3)$$

در صورت سر خوردن Tank باید به زمین قلاب^۲ می‌شود.

واژگونی شدن^۳



¹ - Sliding

² - Anchorage

³ - Over Turning

برای محاسبه این حالت باید ممان ناشی از باد را حول نقطه‌های که احتمال واژگونی وجود دارد، حساب کرد.

$$M_0 = \frac{WD}{2} \quad (38-3)$$

مانند حالت قبل باید محاسبات در سه حالت قبل تکرار شود.

$$f_d = \frac{4M}{ND} - \frac{W}{N} \quad (39-3)$$

اگر شرط موجود در رابطه (39-3) برقرار شد مخزن در برابر واژگونی پایدار است در غیر این صورت باید مهار شود. نیروی به وجود آمده در هر پیچ نگهدارنده از رابطه (40-3) محاسبه میشود.

$$f_d = \frac{4M}{ND} - \frac{W}{N} \quad (40-3)$$

W: وزن

N: تعداد پیچ نگهدارنده

D: قطر B.C.D (قطر دایره پیچ خور مخزن)

سطح مقطع برای هر پیچ از رابطه زیر به دست میآید.

$$A_b = \frac{F_b}{S_{all_{bolt}}} \quad (41-3)$$

طبق استاندارد، تعداد پیچهای نگهدارنده باید به گونه‌ای باشد که فاصله بین آنها بیشتر از 3m نشود.

$$B.C.D = 9600mm$$

$$\frac{9600}{360} \times \pi \cong 27$$

تعداد پیچها: 27

چون تعداد پیچها باید مضربی از چهار باشد، تعداد نهایی باید برابر 28 عدد باشد.

3-8-3- طراحی مخزن برای مقاومت در برابر زلزله

بنابر ضمیمه E استاندارد در اثر زلزله و به علت حجم زیاد سیال درون مخزن یک موج در داخل Tank ایجاد میشود. این موج نیروی زیادی ایجاد میکند که میخواهد واژگون کند.

ممکن مقاوم در برابر زلزله از رابطه (42-3) به دست میآید:

$$M = ZI(C_1 W_s X_s + C_1 W_r H_t + C_1 W_1 X_1 + C_1 W_2 X_2) \quad (42-3)$$

Z: ضریب اهمیت^۱ $I \prec I \prec 1.25$

C_1 : ضریب ثابت $= 0/6$

W_s : وزن ورقه بدنه

X_s : فاصله مرکز ثقل بدنه تا کف

W_r : وزن سقف

H_t : فاصله مرکز ثقل سقف تا کف

W_1 : وزن مایعی که در اثر زلزله حرکت میکند.

W_2 : وزن مایع که در اثر تلاطم دوم (برگشتی)

X_1 : فاصله مرکز ثقل تلاطم اول تا کف

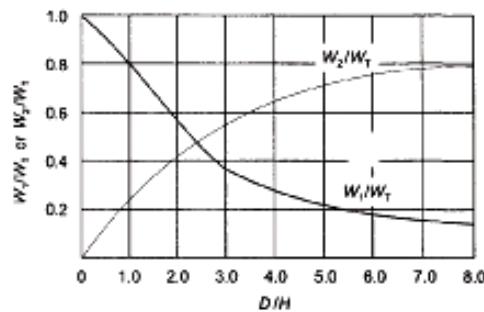
X_2 : فاصله مرکز ثقل تلاطم دوم تا کف

C_2 : ضریب زلزله که تابعی از ضریب خاک و فرکانس مخزن است.



^۱ - Important Factor

روابط مورد نظر در این قسمت تجربی و نموداری هستند که براساس نسبت قطر به ارتفاع در شکل (E-2) استاندارد موجود هستند با استفاده از شکل (19-3)، $\frac{W_1}{W_2}$ (وزن مایعی که به واسطه زلزله دارای تلاطم اول است) و $\frac{W_l}{W_t}$ (وزن مایعی که دارای تلاطم دو ماست) را به دست آورده که مقادیر به ترتیب ۰.۸۰٪ و ۰.۲۳٪ هستند [8].

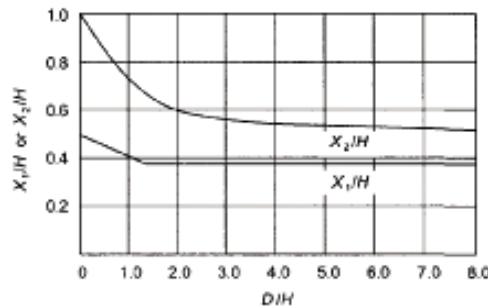


شکل ۱۹-۳: جمع شدن‌های مؤثر با تلاطم‌های تأثیرگذار

اکنون با کمک شکل (20-3) مقادیر $\frac{X_2}{H}$ و $\frac{X_1}{H}$ را به دست آورده که به ترتیب با ۰/۴۲ و ۰/۷۳ است و محاسبه C2 طبقه (43-3) صورت می‌گیرد [8].

$$C_2 = \frac{0.75S}{T} \quad (43-3)$$

که ضریب خاک در صورت پروژه موجود است.



شکل 3-20: میزان تمکز نیروهای زلزله‌ای

طبق استاندارد فرکانس طبیعی مخزن (T) باید کمتر از $4/5$ باشد. (T تابعی از K است که در استاندارد موجود است).

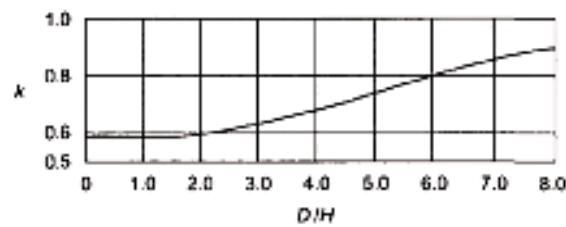
$$T = k\sqrt{D} \quad (44-3)$$

K را از شکل (21-3) استخراج میکنیم.

$$k = 0.58$$

$$T = 0/58\sqrt{31.16} = 3.23$$

$$C = \frac{0.75(1)}{3.23} = 0.23$$



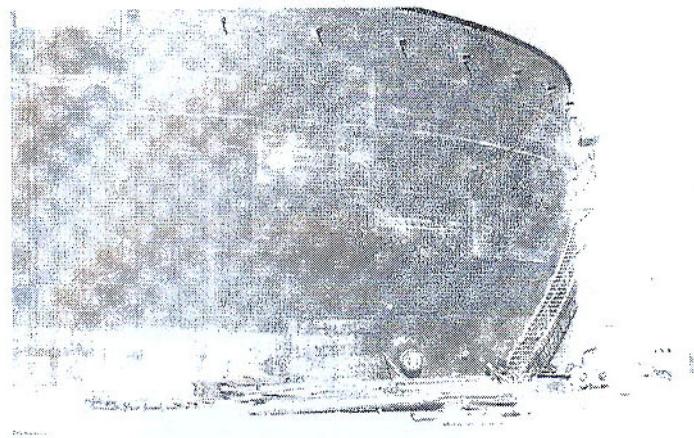
شکل 3-21: فاکتور k

بنابر ضمیمه E فاصله پیچهای نگهدارنده در زلزله باید $1/8m$ برای قطرهای کمتر از $15m$

باشد.

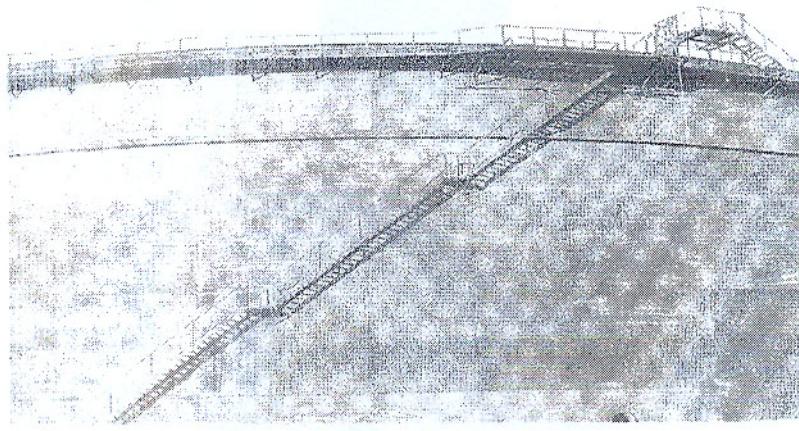
9-3- پله مخازن

پلههای بالارونده مخازن را معمولاً در جهت مخالف عقربههای ساعت و مخالف جهت وزش باد در نظر میگیرند. شروع پلهها بایستی طوری باشد که برخوردی با نازلها نداشته نزدیک آنها هم باشد [3].



شکل 3-22: قرار گرفتن پلهها در نزدیک منهول بدنه

بدیهی است با توجه به ارتفاع مخازن تعداد پاگردها متفاوت خواهد بود. برای مثال در یک مخزن 40 میلیونی زاویه اولین پله تا پاگرد اول در حدود 21 درجه و از پاگرد اول تا پاگرد دوم (انتهای پله) حدود 22 درجه و جمماً 43 درجه مشاهده شده است [3].



شکل 3-23: قرار گرفتن پاگرد در پلههای مخزن

10-3- طراحی استحکامات محکم کننده بدنه مخزن

بارهای باد و خلأ مخزن فشارهای خارجی هستند و ممکن است تغییر شکل تا متلاشی شدن مخزن را در اثر تغییر شکل (با گلینگ) سبب شوند. فشار دینامیکی باد و خلأ از فرمول:

$$VS^2 + 100 \quad q = 0/613$$

N/M^2 : فشار دینامیکی بر حسب

M/S : سرعت باد V_S

N/M^2 : فشار خلأ P_v

برای مثال اگر $V_S = 44/5$ در حالت بدون فشار خلأ $q = 1214 N/M^2$ خواهد شد [3].

ممکن است در بعضی از مخازن خلأ ایجاد شود که اثرات آن یکنواخت در بالای مخزن در نظر گرفته شده و در مخازن استوانهای عمودی با کلینگ از فرمول

$$E = 200 GPa \text{ مدول الاستیسیتی}$$

$$P_{cr} = 214 n/m^2 \text{ فشار حدی}$$

$$P = \frac{2.24 E}{3/4} \cdot \frac{T}{L} (T/D)^{1.5}$$

v: ضریب پواسون

ضریب اطمینان 3 میباشد.

با در نظر گرفتن مقادیر زیر مقدار L محاسبه میگردد.

L: برحسب متر

L = $10 \left(\frac{t}{d} \right)^3$: ضخامت ورق آخرین رینگ برحسب متر

D: قطر مخزن بر حسب متر

که براساس آن پروفیل نگهدارنده انتخاب شده و در محل مناسب روی دیواره نصب میگردد.

براساس استاندارد API فاصله A^1 و G^2 را میتوان از فرمول زیر محاسبه نمود.

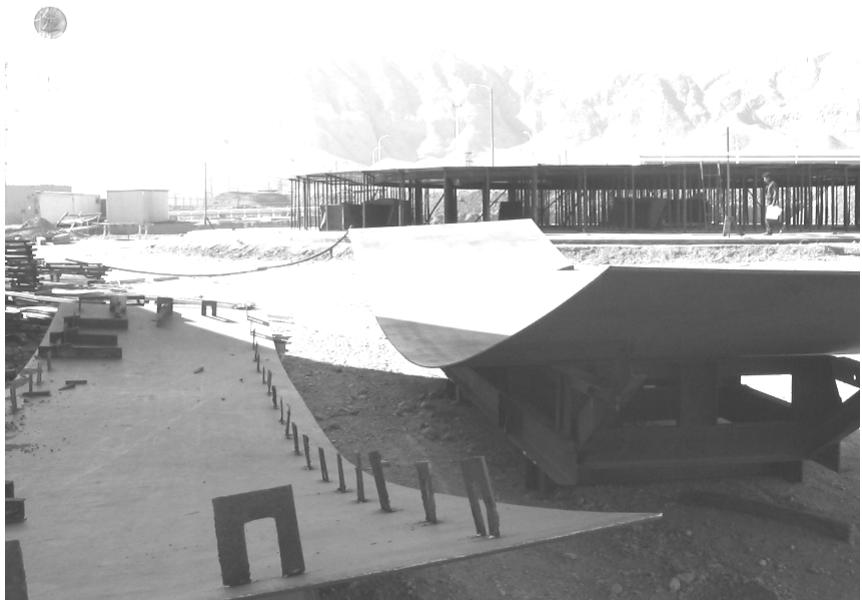
$$H = 600t(T^3/D) \quad (\text{INCH}) \quad \text{ضخامت آخرین رینگ} =$$

$$(FEET) D = \text{قطر مخزن}$$

در انتهای رینگ آخر به منظور حفظ شکل ظاهری بدن مخزن در مقابل نیروهای تنش و کشش و فشار شعاعی باد و گردبادها یک نگهدارنده به نام Top Angle نصب و جوشکاری میگردد. شامل یک نبشی 8×8 میلیمتر و به ضخامت 10 میلیمتر [3].

11-3- پایه‌های سقف شناور

هنگامی که مخزن فاقد فرآورده میباشد فاصله‌های بین سطح زیرین سقف و کف مخزن به منظور غوطه‌ور شدن مجدد سقف مورد نیاز است که این فاصله توسط پایه‌ها که در نقاط مختلف سقف طراحی و نصب گردیده تأمین میشود که این ارتفاع را حالت LOW POSITION مینامیم. بدیهی است جهت تحمل وزن سقف و بارهای زنده تعداد این پایه‌ها میباید محاسبه گردد (این ارتفاع معمولاً سه فوت میباشد) در موقعی که مخزن نیاز به تعمیرات داشته باشد میباید فاصله بین کف مخزن تا زیر سقف طوری باشد که کارگران بتوانند در آنجا به راحتی کار کنند بدین منظور در پایه فوق حالتی به نام HIGH POSITION در نظر گرفته شده [3].



شکل 3-24: پایه‌های ساخته شده سقف شناور دیده می‌شوند.

فصل چهارم

تایید جوشکاری

۱-۴- اتصالات

طول اتصالات جوش روی هم که خالجوش شدند، باید حداقل ۵ برابر ضخامت اسمی ورق نازکتر اتصال باشد. برای اتصالات جوش روی هم دو طرفه میزان روی هم بودن لازم نیست از ۵۰ میلیمتر بیشتر باشد. طول روی هم اتصال جوش یک طرفه لازم نیست از ۲۵ میلیمتر بیشتر باشد [7].

اتصالات عمودی بدنه بایستی از نوع اتصال لب به لب با نفوذ کامل و ذوب کامل باشد.

اتصالات عمودی مجاور هم دو ردیف بدنه نبایستی در امتداد یکدیگر باشند. از یکدیگر حداقل به میزان ۵ برابر ضخامت ورق ضخیمتر فاصله داشته باشند [7].

اتصالات افقی بدنه بایستی با نفوذ کامل و ذوب کامل باشند. ورقهای روی هم جوش داده شده کف بایستی حتیالمقدور لبههای ذوزنقهای یا مربعی یا مستطیلی داشته باشند [7].

محلهای روی هم قرار گرفتن سه ورق در کف مخزن حداقل ۳۰۰ میلیمتر از یکدیگر، از بدنه مخزن، از اتصالات ورق دور با جوش لب به لب و از اتصالات بین ورقهای دور کف فاصله داشته باشند [7].

همه درزهای ورقهای کف فقط از طرف بالا، با جوش گوشهای کامل جوش داده میشوند [7].
اگر ورقهای کف جوش لب به لب دارد، لبههای موازی برای جوش لب به لب آمادهسازی میشود (شیاری یا ساده) اگر از جوش لب به لب استفاده شود، فاصله دو لب نباید از ۶ میلیمتر کمتر باشد. جوشهای لب به لب ورق کف مخزن با قرار دادن و خالجوش زدن تسمه پشت بند با ضخامت حداقل ۳ میلیمتر به طرف زیر ورق انجام شود. اتصالات سه پلیتیه کف مخزن باید حداقل ۳۰۰ میلیمتر از یکدیگر و از بدنه مخزن فاصله داشته باشند [7].

اتصالات شعاعی ورق دور کف آن طور که در بالا گفته شد جوش لب به لب داده شود. این جوش بایستی دارای نفوذ کامل و ذوب کامل باشد [7].

برای ورقهای کف و دور با ضخامت اسمی 12/5 میلیمتر و کمتر، اتصال بین ورق کف پایینترین ردیف بدن و ورق کف باید جوش گوشهای دو طرفه پیوسته باشد. اندازه این جوش گوشهای نباید از 12/5 میلیمتر بیشتر و از ضخامت ورق نازکتر کمتر باشد [7]. تکههای مختلف بادگیر با جوش لب به لب با نفوذ کامل جوش داده شوند [7]. انواع مختلف این اتصالات را در شکلهای (1-4 الی 5) میتوان دید.

وقتی شرایط بهره‌داری حضور سولفید هیدروژن را شرایط دیگری که احتمال ترک ناشی از هیدروژن را به طور قابل ملاحظه‌ای نزدیک به ته مخزن میتواند افزایش دهد، در انتخاب مواد و جزئیات اجرائی باید دقت شود. سختی جوش و منجمله منطقه تأثیر حرارت که در معرض این شرایط قرار میگیرند مورد توجه باشد و باید ترتیبی داده شود که سختی جوش و منطقه تأثیر حرارت از 22 راکول سی بیشتر نگردد. ضخامت لازم بدن از ضخامت طراحی بیشتر است چون ضخامت اضافی برای جبران خوردگی را نیز در بر میگیرد. ضخامت لازم میتواند ضخامت آزمایش هیدرواستاتیک باشد. ولی به هر حال ضخامت ورق بدن نبایستی کمتر از مقادیر جدول (1-4) و جدول (2-4) باشد [7].

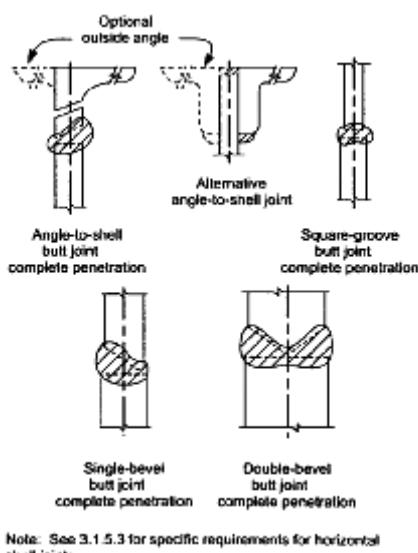
جدول 4-1: حداقل ضخامت اسمی ورق مخزن با توجه به قطر اسمی مخزن [7].

ضخامت اسمی ورق (میلیمتر)	قطر اسمی مخزن (متر)
5	تا 15
6	از 15 تا 36
8	از 36 تا 60
10	از 60 به بالا

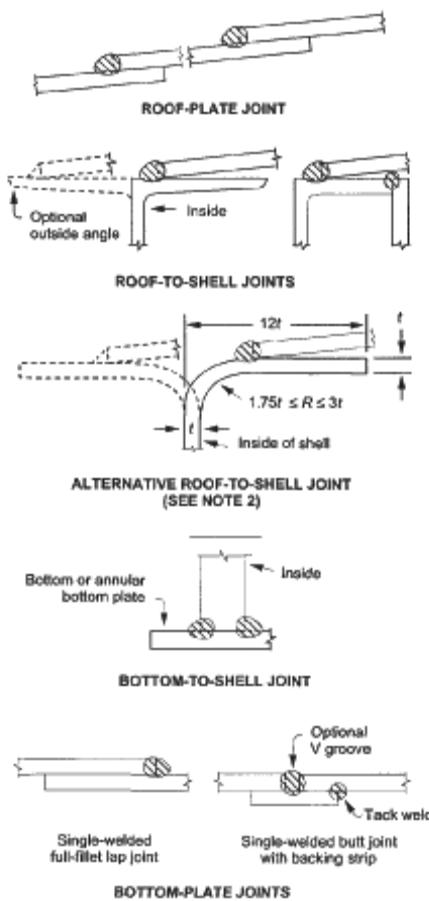
جدول 4-2: حداقل ضخامت اسمی ورق ردیف اول با توجه به تنش آزمایش

هیدرواستاتیک در اولین ردیف بدنه [7].

تنش آزمایش هیدرواستاتیک در اولین ردیف بدنه (مگاپاسکال)					ضخامت اسمی ورق اولین
					ردیف بدنه
بیشتر یا مساوی 250	230	بیشتر یا مساوی 210	بیشتر یا مساوی 190		
9	7	6	6	تا خود 19	
11	10	7	6	بیش از 19 تا خود 25	
11	10	7	6	بیش از 25 تا خود 32	
11	10	7	6	بیش از 32 تا خود 38	
11	10	7	6	بیش از 38 تا خود 45	



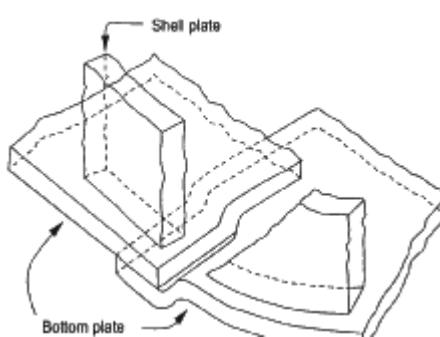
شکل 4-1: اتصالات عمودی



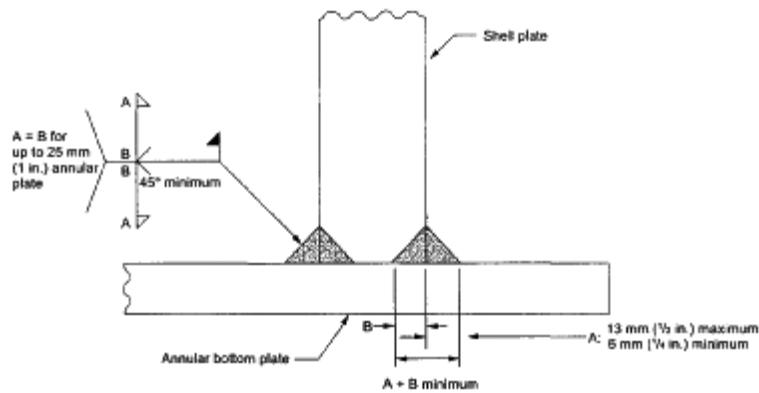
Notes:

- See 3.1.5.4 through 3.1.5.9 for specific requirements for roof and bottom joints.
- The alternative roof-to-shell joint is subject to the limitations of 3.1.5.8, item f.

شكل 4-2: اتصالات ورق سقف و ورق کف



شكل 4-3: قرار گرفتن ورقهای نازک کف زیر ورقهای بدنه



Notes:
 1. A = Fillet weld size limited to 13 mm ($\frac{1}{2}$ in.) maximum.
 2. A + B = Thinner of shell or annular bottom plate thickness.
 3. Groove weld B may exceed fillet size A only when annular plate is thicker than 25 mm (1 inch).

شکل 4-4: اندازه های جوش فیلت ورقه ای بدنه به ورقه ای آنولار

برای ضخامت اسمی 13 میلیمتر

انتهای پاگرد پله ثابت لولا می شود. در زیر پله متحرک یک مکانیزمی جهت افق نگه داشتن پلهها تحت هر زاویه مورد استفاده قرار میگیرد [3].



شکل 4-5: مکانیزم پله متحرک در سقف شناور

طول پله با توجه به پارامترهای زیر تعیین میگردد:

1- ارتفاع پایه در حالت Low Position

2- فاصله دو جداره سقف

3- ارتفاع پاگرد آخر پله ثابت تا کف مخزن

4- حداقل زاویه پله با دیواره در حالتی که سقف در پایینترین نقطه قرار دارد "30 درجه"

5- قطر چرخهای روی ریل

6- قطر مخزن [3].

اگر به وسیله خریدار جور دیگری مشخص نشده باشد، سقف شناور باید با نرdbانی که با هر وضعیت سقف به طور خودکار تنظیم میشود مجهز باشد تا همیشه دسترسی به سقف را تسهیل نماید. نرdbان دستی باید بدون توجه به تنظیم نرمال پایههای تکیهگاهی سقف برای حرکت کامل سقف طراحی شود [7].

نرdbان غلتکی باید سرتاسر به طور دو طرفه دستگیره داشته باشد و برای بار عمودی 500 کیلوگرمی در هر حالت کاری و در ترکیب با حداکثر بار باد که در هر جهتی اعمال شود طراحی شده باشد [7].

همچنین به اثرات ارتعاشی بار باد و استحکام پیچشی نرdbان بلند که میتواند نرdbان را از خط خارج سازد، توجه شود. از این که کف پله خود به خود تراز شود یا پله نرdbان ثابت باشد را بایستی خریدار مشخص نماید در صورت ثابت بودن پله نرdbان نصب توری ایمنی زیر نرdbان توصیه میشود. نرdbان روی یک خط حرکت کند. ارتفاع خط طوری در نظر گرفته شود که برف یا یخ موجب از خط خارج شدن نرdbان نگردد. برای نرdbانهای بلند و سنگین، پهنهای ریلها و متفاوت چرخها به ملاحظات ویژهای نیاز دارد. در مورد استفاده از نرdbانهای متحرک برای مخازن با قطر کم باید ضرورت انتخاب دقیق ارتفاع مورد نظر باشد [7].

4-2- تخلیه‌های اولیه سقف

تخلیه‌های اولیه سقف باید از نوع شیلنگی یا لوله مفصلبندی شده مطابق سفارش خریدار باشد. در صورتی که به وسیله خریدار معین شود برای سقفهای 2 دکه باید تخلیه سقف از نوع باز باشد [7].

تخلیه سقف باید تحت شرایط خدمتی معینه قادر به کار باشد. برای جلوگیری از برگشت محصول ذخیره شده به روی سقف در صورت نشت شیلنگ یا لوله متصله در سقفهای پانتونی تک دکه که بایستی یک شیر یک طرفه در انتهای شیلنگ یا لوله تخلیه طرف سقف تعییه شود [7]. باید ترتیباتی داده شود که شیلنگ گره نخورد یا زیر پلهای دک نیشگان گرفته نشود. شیلنگ تخلیه بایستی طوری طراحی شود که بدون داخل شدن در مخزن امکان جابه‌جا کردن شیلنگ وجود داشته باشد.

اتصالات لولهای مفصلبندی شده تخلیه طوری طراحی شود که از نشت آب به داخل محض یا نشت محصول به داخل لوله تخلیه جلوگیری به عمل آید. حداقل اندازه تخلیه اولیه معادل 75 میلیمتر تخلیه برای سقفهای مشتمل بر قطر 30 متر، 100 میلیمتر تخلیه برای سقفهای به قطر بیش از 30 تا 60 متر و از 150 میلیمتر تخلیه برای سقفهای به قطر بیش از 60 متر میباشد [7].

سازنده اطمینان حاصل کند که متعلقات مخزن نظیر مخلوطکنها و رودی- کناری، لولهکشی داخلی، نازلهای پرکنی و غیره وقتی که سقف در وضعیت پایین قرار دارد، آشکار میشوند. طراحی پایهای تکیهگاه طوری باشد که وقتی سقف با حداکثر مشخص شده بارش باران بارگذاری میشود، فرآورده داخل مخزن روی سقف جاری نگردد [7].

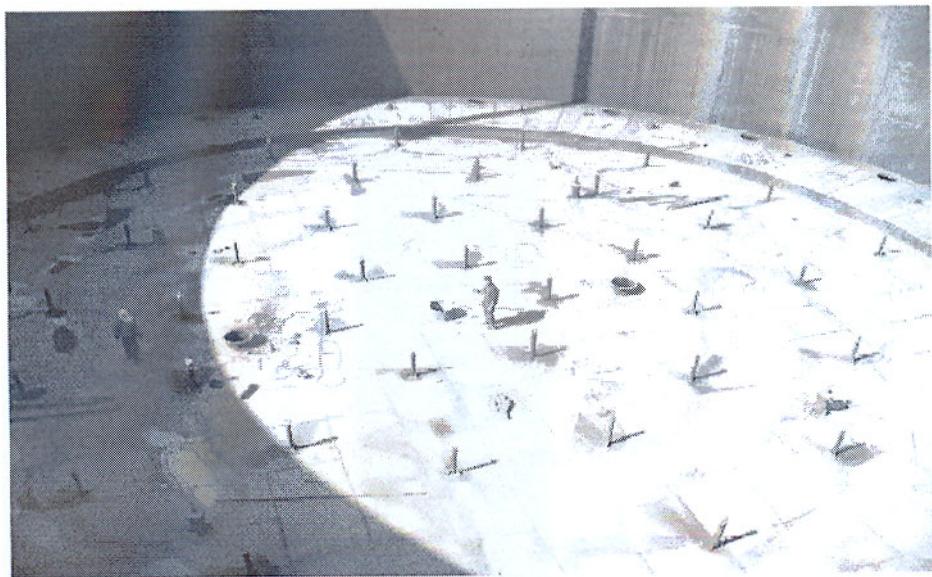
پایهها و اتصالات بایستی برای تحمل سقف و بارزنده 1/2 کیلو نیوتن بر متر مربع طبق استاندارد BS449 طراحی شود [7].

حتیاالمقدور بار سقف از طریق تیغهها یا دیافراگمها به پایهها منتقل شود. با استفاده از زیر سریهای فولادی یا وسایل دیگر بار پایهها روی کف مخزن توزیع شود. اگر از زیرسری استفاده شود باید به ورق کف و لایهها به طور پیوسته جوش داده شود. همچنین اگر این زیرسروها بر اتصالات روی هم کف منطبق شوند نیز باید جوش پیوسته داده شود [7].

برای دسترسی به داخل مخزن و برای تهویه در حالت خالی بودن مخزن بایستی حداقل یک دریچه آرام را تعبیه نمود. این دریچه باید به قطر حداقل 600 میلیمتر بوده و گاسکت محکم و درپوش پیچ شده داشته باشد [7].

3-4- دستگاههای مرکزیاب و ضدچرخش

دستگاههای مناسبی باید برای نگهداری سقف در حالت مرکزی و برای جلوگیری از چرخش سقف در نظر گرفته شود. این دستگاهها در مقابل نیروهای جانبی اعمال شده از طرف نردنی سقف بارهای نامساوی برف، نیروهای باد و غیره باید مقاومت کنند [7].



شکل 4-6: منهول سقف شناور از بالا



شکل 4-7: منهول سقف شناور از بالا

۴-۴- ساخت^۱

کارهای ساخت مخازن باید طبق این استاندارد و با رهنمودهای مشخص شده در استعلام خرید باشد. طرز کار و کار تمام شده از هر نظر درجه یک باشد و خوب بازرسی شود حتی اگر خریدار به دلایلی از بعضی از قسمتهای بازرسی عدول نماید. وقتی مصالح مورد استفاده به اصلاح نیاز دارد بایستی قبل از چیدن یا شکل دادن یا پرس یا با روش غیر زیاناور دیگر نیست به اصلاح آن اقدام نمود. گرم کردن یا چکشزنی مجاز نیست مگر آنکه مصالح موقع اصلاح تا درجه حرارت آهنگری گرم شود [7].

لبهای ورق را میشود قیچی کرد، ماشینکاری نمود، براده برداری کرد یا با مشعل گازی ماشینی برید. برش با گیوتین برای ورقهای مورد استفاده در اتصالات لب به لب تا خود 10 میلیمتر ضخامت و برای اتصالات با جوش روی هم تا خود 16 میلیمتر ضخامت محدود میشود [7].

[1] - Fabrication

وقتی لبههای ورق با شعله گاز بریده میشود، باید یکنواخت و صاف بوده و قبل از جوشکاری بدون پلیسه و تجمع سرباره گردد [7].

ورود بازرس خریدار به هر قسمتی از کارخانه سازنده که سفارشات موضوع قرارداد در آن قسمت در حال انجام است مجاز است. سازنده باید به طور رایگان تسهیلات معقول را برای بازرس خریدار به منظور اطمینان از مطابقت مواد تدارک شده با استاندارد فراهم نماید [7].

تدارک قطعات برای تأیید صلاحیت جوشکاران به عهده سازنده است. اگر در قرارداد طور دیگری توافق نشده باشد، بازرگانی باید قبل از جابجایی در محل ساخت انجام شود. سازنده باید زمان نورد ورقها و شروع ساخت را به خریدار اطلاع دهد تا هر جا لازم است بازرس خریدار در محل حاضر شود. آزمایش نوردی متداول ورقها برای اثبات کیفیت فولاد تدارک شده کافی به نظر میرسد. بازرگانی نوردی و کارگاهی، سازنده را از مسئولیت خود برای تعویض مصالح معیوب و تعمیر کارهای معیوب که در محل نصب کشیده میشود، مصون نمیدارد [7].

هر ماده یا کار که به هر طریق نتواند الزامات استاندارد را برآورد سازد توسط بازرس خریدار مردود میشود و ماده مربوطه نباید برای ساخت سفارش مصرف شود [7].

اگر مادهای بعد از پذیرفته شدن در نورد، بعد از پذیرش در کارگاه سازنده یا حین نصب و موقع آزمایش دارای عیوب مضر باشد، مخزن مردود خواهد شد. بازرس موضوع را به طور کتبی تذکر میدهد و لازم است سازنده بدون معطلی مواد جدید تدارک نموده، قطعه معیوب تعویض یا به طور مناسبی تعمیر شود [7].

اگر قرارداد طور دیگری توافق نشده باشد، بازرگانی بایستی قبل از جابه جائی در محل ساخت انجام شود. سازنده باید زمان نورد ورقها و شروع ساخت را به خریدار اطلاع دهد تا هر جا لازم است خریدار در محل حاضر شود. آزمایش نوردی متداول ورقها برای اثبات فولاد تدارک شده کافی به

نظر میرسد. بازرگانی نورده و کارگاهی، سازنده را از مسئولیت خود برای تعویض مصالح معیوب و تعمیر کارهای معیوب که در محل نصب کشف میشود، مصون نمیدارد [7].

هر ماده یا کار که به هر طریق نتواند الزامات استاندارد را برآورده سازد باید توسط بازرگان خریدار مردود شود و ماده مربوطه نباید برای ساخت سفارش مصرف شود [7].

اگر مادهای بعد از پذیرفته شدن در نورد، بعد از پذیرش در کارگاه سازنده یا حین نصب و موقع آزمایش دارای عیوب مضر باشد، مخزن مردود خواهد شد. بازرگان موضوع را به طور کتبی تذکر میدهد و لازم است سازنده بدون معطلی مواد جدید تدارک نموده، قطعه معیوب تعویض یا به طور مناسبی تعمیر شود [7].

۱-۵-۴- نصب مخازن^۱

نصب مخازن استوانهای شکل، برای آن که در این فصل تا حد امکان کلیه قسمتهای مربوط به نصب موردنظر قرار گیرد. نصب مخازن در هر یک از قسمتهای کف به طور جداگانه شرح داده میشود.

۱-۵-۴- نصب مخازن کف مخزن

نصب مخازن کف مخزن قبل از پهن کردن ورقهای کف لازم است مهندس ناظر یا پیمانکار تراز سطح پی را کنترل نماید [7].

چنانچه کف مخزن طبق طرح داده شده مسطح و یا مخروطی (شیب به طرف مرکز یا شیب از مرکز به طرف محیط مخزن) باشد سطح پی نیز باید به همان شکل ساخته شود [6].



^۱ - Erection

منظور از کنترل سطح پی این است که کلیه نقاط به فواصل 3 متر از هم ترازیابی شود و اختلاف بین نقاط تعیین شده نباید از 6 میلیمتر تجاوز نماید. اختلاف تراز در محیط مخزن باعث کج شدن بدن و در خطوط شعاعی سبب ناهمواری کف خواهد شد [6].

معمولًاً مخازن تا قطر 100 فوت مخروطی شکل بوده و رأس آن به طرف بالا قرار میگیرد مگر در مواردی که خصوصیت فرآورده ایجاد کند رأس کف مخروطی شکل مخزن به سمت زیر باشد ولی مخازن از قطر 100 فوت به بالا را مخروطی شکل و با رأس به طرف پایین میسازند [6].

برای مشخص بودن مرکز دایره کف لازمست چهار عدد میخ در چهار طرف مخزن روی دو قطر عمود بر هم و دور از حدود پی کوبیده شود [6].

برای نصب ورقهای کف ابتدا چند ورق وسط (حداقل یک یا دو ورق) را در جای خود قرار میدهند و روی آن مرکز مخزن را مشخص مینمایند [6].

چون از لحاظ کنترل تا پایان نصب ورقهای کف باید مرکز مخزن را در دست داشت بهتر است میله کوتاهی در مرکز جوش داده شود [6].

بعد از مشخص کردن مرکز روی ورق وسط دایرهای به شعاع خارجی کف روی پی رسم میشود. شعاع خارجی کف شامل فاصله مرکز تا بدنه از داخل مخزن به اضافه ضخامت ورق ردیف اول جدار به اضافه پهنای لبه کف از سطح خارجی بدنه (معمولًاً 1/5 تا 2 اینچ) میباشد [6].

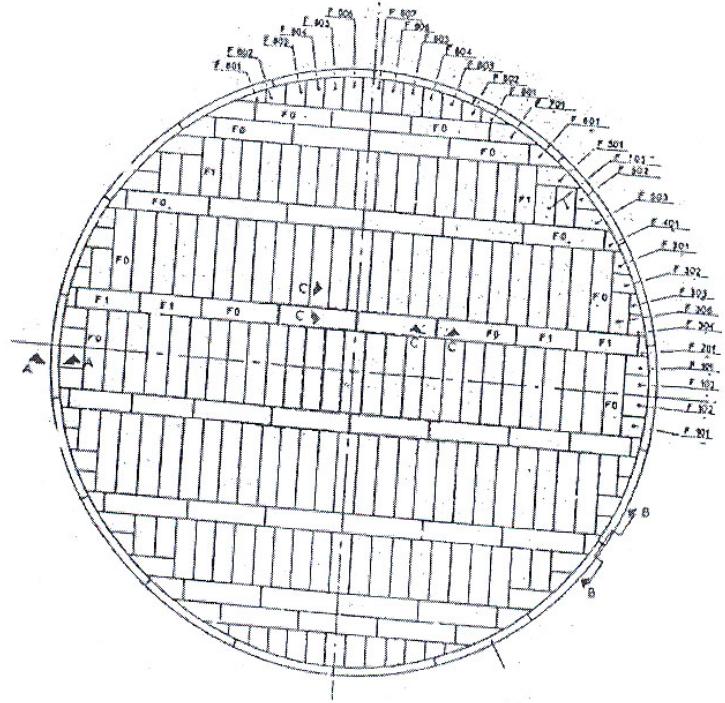
پس از مشخص شدن محیط خارجی ورقهای محیط کف نصب میگردد [6].

طرز قرار گرفتن ورقهای کف طبق طرح مربوط به دو صورت و اشکال زیر امکانپذیر میباشد.

شکل (8-4) [6]



شکل 4-8: چیدن ورقهای کف مخزن

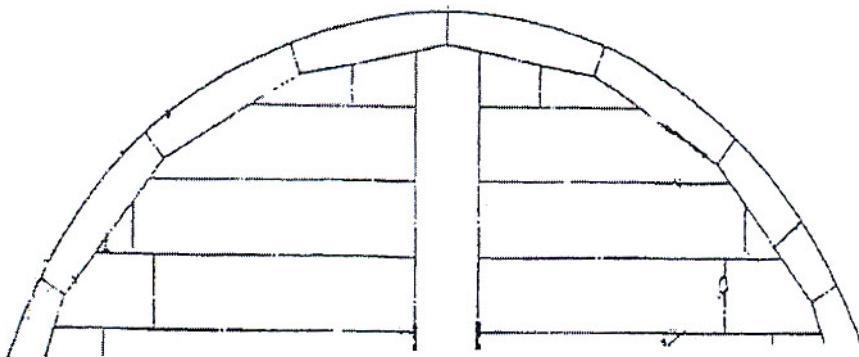


شکل 4-9: چیدن ورقهای کف [3]

در هر دو حالت پس از قرار دادن ورقهای محیط بلا فاصله اقدام به جوشکاری مینمایند. ابعاد ورقهای کف طوری است که لبه هر ورق در حدود ۲ اینچ ورق مجاور را میپوشاند. در صورتی که طرح ورقهای محیط حلقهای شکل نباشد لبه آنها مانند سایر قسمتهای کف بایستی روی هم قرار گرفته و جوش شوند [6].

کلیه ورقهای کف پس از قرار گرفتن در جای خود حال جوش میشوند تا وضع نسبتاً ثابتی داشته باشند [6].

ورقهای کف همیشه باید طبق نقشه قرار گیرند. در غیر این صورت ممکن است در نصب ورقهای مشرف به محیط که باید بریده شوند اشکال به وجود آید [6].



شکل ۱۰-۴: شماتیکی از بریده شدن ورقهای کف در انتهای [7]

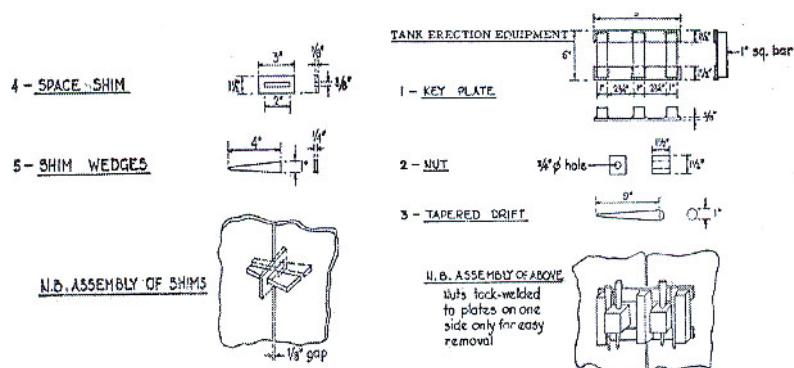
2-5-4- نصب بدن مخزن

پس از قرار دادن ورقهای کف روی سطح پی جوشکاری حلقه محیطی کف تا فاصله ۳۰ سانتیمتر (از این قسمت باید برای اطمینان با اشعه ایکس "X" عکسبرداری شود) دایرهای به شعاع داخلی مخزن روی ورقهای محیط ترسیم مینمایند و روی این خط مکعب مستطیلهای فلزی که وسط دو سطح جانبی مقابله آن سوراخ شده و مهر "nut" نامیده میشود جوش مینمایند. این کار به آن جهت انجام میشود که ورق جدار مخزن درست در جای خود قرار گیرد. فاصله مهرهها در روی این خط در حدود یک تا نیم متر است. پس از نصب جدار بر روی کف بلا فاصله در طرف دیگر جدار مخزن تعدادی مهره به کف جوش میدهند به طوری که ضخامت جدار مخزن بین مهرههایی که دو طرف جوش شده‌اند قرار گیرد. همچنین در مقابل هر مهره جوش شده به کف جوش یک مهره به بدن جوش میدهند به نحوی که سوراخ مهرهها مقابله هم قرار گیرند و میله مخروطی شکل را به نام "Carrot Drift" از آن عبور میدهند و بدین ترتیب اولین ورق کف نصب میگردد [6].

بقیه ورقهای که قبلًا در اطراف آنها تعداد لازم مهره جوش شده روی دایره کف قرار داده و برای اتصال دو ورق مجاور از ابزاری به نام Key Plate استفاده مینمایند [6].

برای محفوظ نگه داشتن فاصله بین ورقهای جدار از قطعات مستطیل شکل به نام Spacer یا Shim استفاده میگردد [6].

ضمناً سه طرف ورقهای جدار (به استثنای ردیف اول که دو طرف آن بخ زده میشود) با توجه به ضخامت آنها با زوایای مشخص پخ زده میشود. ورق ردیف اول که فقط دو طرف آن که عرض ورق را تشکیل میدهد.



شکل 4-11: قطعات مورد استفاده در مونتاژ بدنه مخزن [4]



شکل 4-12: مونتاژ بدن مخزن با استفاده از قطعات کمکی

بر حسب سقف ثابت یا شناور مخزن نصب ورقهای ردیف اول به صورت زیر انجام میگیرد.

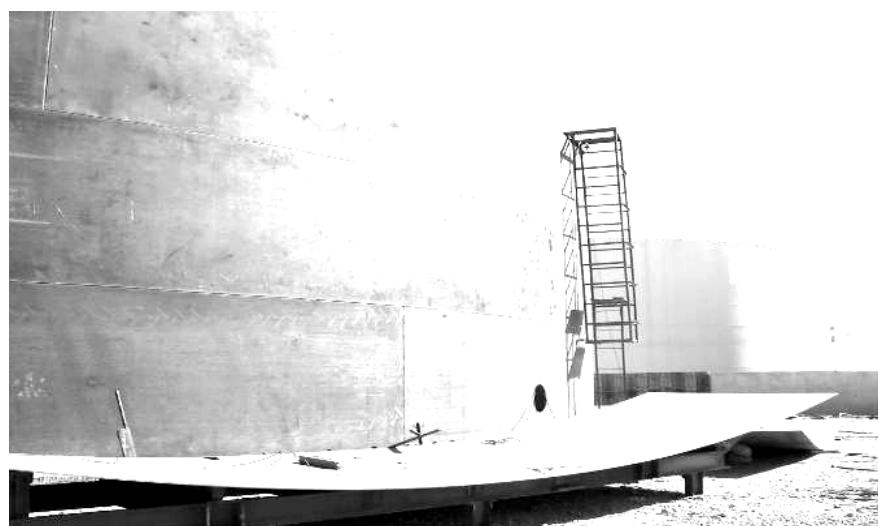
در مخازن سقف ثابت ردیف اول ورقهای بدن را به طور کامل نصب و ورقهای ردیف دوم را طوری قرار میدهند که فاصله درزهای قائم این ردیف با درز قائم ردیف اول $\frac{1}{4}$ طول ورق باشد. در مخازن کم قطر ممکن است طرح مخزن طوری باشد که این فاصله برابر $\frac{1}{2}$ باشد و در حال نصب ورقهای بدن، مطابق نقشه انجام شود [6].

در مخازن سقف شناور نیز مانند حالت بالا عمل میشود ولی بعد از نصب کامل ردیف دوم برای سهولت حمل وسائل سقف شناور که باید در داخل مخزن نصب گردد هم دو ورق متوالی در خط قائم برداشته میشود ولی از دریف سوم به بالا ورقهای بدن به طور کامل نصب شده و پس از تکمیل ساختمان سقف شناور دو ورق برداشته شده مجدداً نصب میگردد [6].



شکل 4-13: قراردادن ردیف اول بدنه

نصب دریچه‌های بازدید و اتصالات بدنه باید طبق نقشه انجام شود و محلهایی که در بدنه برای نصب وسائل سوراخ می‌شود حتماً باید دارای پخ باشد تا عمل جوشکاری به طور صحیح انجام شود [6].



شکل 4-14: دریچه‌ها روی ورقه‌ای ردیف اول بدنه

کارخانه‌های سازنده تمام این اتصالات را روی ردیف اول بدن مخزن طبق سفارش نصب مینمایند.

موضوع قائم بودن بدن مخزن به خصوص در ردیف اول نهایت اهمیت را دارد و به همین جهت نصب اول هر ورق آن با تراز به طول تقریبی یک متر کنترل شده و اصولاً شاقول به کار برده نمیشود.

علت آنکه گاهی از اوقات دو لب ورقها ردیف اول لب به لب نشده و روی هم قرار گرفته و یا از هم فاصله دارند به شرح زیر میباشد:

1- عدم تراز محیط پی

2- قائم نبودن ورقها

3- منظم نبودن فاصله بین ورقها

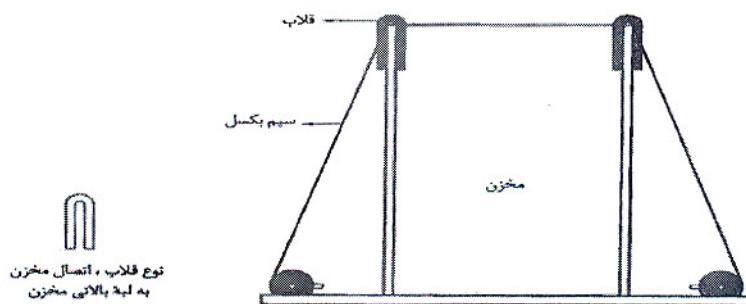
بدیهی است چنانچه اشکالات موجود در ردیف نگردد این معایب به ردیفهای بعدی نیز منتقل خواهد شد.

در مخازن سقف ثابت به لبه بالایی ورقهای بدن نبیشی جوش میشود که آن را Curb Angle مینامند. سایر اتصالات لب بالایی آخرين ردیف بدن بستگی به نوع سقف دارد که باید در نقشهها منعکس باشد [6].

در مخازن سقف شناور به لبه بالایی ردیف آخر بدن پروفیل نزدیک به ناوданی جوش شده که آن را Wind Girder مینامند. وزش باد در داخل مخزن (به خصوص هنگامی که سقف در ارتفاع پایین قرار داشته باشد) ایجاد خلاء نموده و باعث کشیده شدن ورقهای بدن به داخل میشود و نصب پروفیل از این کشش جلوگیری میکند [6].

در طول مدت نصب بدنه مخزن اعم از سقف ثابت یا شناور باید جدار مخزن در چند نقطه با کابل مهار شود. این کابلها به یک نقطه از لب بالایی آخرین ردیف نصب شده متصل و سر دیگر آن به محل محکمی در زمین بسته میشود.

در جریان بادهای شدید برای تقویت مخازن مرتفع گاهی در نقاط مختلف و یا در وسط بدنه مخزن Wind Girder نصب میشود. شکل (15-4) [6].



شکل 4-15: شماتیکی از Wind Girder

4-6- دستورالعمل جوشکاری

دامنه کاربرد

این دستورالعمل برای عملیات نصب منبع ذخیره تهیه شده است. مشخصات منبع به شرح زیر است [7].

جدول 4-3: مشخصات منبع

نام منبع	سیال ذخیره شونده	قطر منبع میلیمتر	ارتفاع منبع میلیمتر

کد و استاندارد

مطابق با اسناد پیمان، کدها و استانداردهای ذیل مورد استفاده قرار میگیرند:

- مخازن فولادی جوش داده شده برای ذخیره نفت API standard 650

- طراحی و ساختمان مخازن ذخیره کم فشار جوش داده شده بزرگ API standard 620

- علائم جوشکاری استاندارد "علائم قراردادی جوش" AWS A2.0

- تعیین صلاحیت جوشکاری ASME Code Sec. IX [7].

فرآیند جوشکاری

فرآیند جوشکاری مورد استفاده برای جوشکاری سازههای فلزی این مخزن عبارت است از:

فرایند جوشکاری قوس الکتریکی دستی با الکترود روپوشدار SMAW¹.

فلز مبنا

فلز مبنا از جنس فولاد کربنی (ورقها و مقاطع ساختمانی) نوع DIN 17100-ST37-2 معادل ASTM A283 Gr.C و با گروه‌بندی 1 (SP-1 P-No.1) میباشد [7].

فلز پرکننده

فلز پرکننده برای جوش برق² الکترود روپوشدار با مشخصات ذیل است: [7]

الف- برای جوشکاری سازههای فولادی مرتبط به منبع، نردبان، پلانفرم، راه پله، متعلقات بیرونی و غیره الکترود روپوشدار نوع روتیلی با طبقه‌بندی AWS A5.1-E 6013 (اما 23 آکا یا مشابه) [7].



¹ - Shielded Metal Arc Welding

² - SMAW

ب- برای جوشکاری ورقهای کف، دوری کف، بدن، سقف، نازلها، دریچه آدمرو و متعلقات داخلی مخزن.

الکترود روپوشدار نوع قلیائی کم هیدروژن با طبقه‌بندی AWS A5.1-E 7018 (آما 7018 یا مشابه) [7].

هندسه اتصال

آماده‌سازی لبه و هندسه اتصال جوش (شامل زاویه پخ، فاصله دولبه، شانه ریشه جوش، گردد جوش) در شکلها نشان داده شده است [7].

تمام اتصالات لب به لب، روی هم و اتصالات گوشهای طبق نقشه اجرا گردد [7].

تمیزکاری اولیه و بین پاسی

محل اتصال قبل از اقدام به جوشکاری از زنگ، رنگ، چربی و دیگر آلودگیها پاک گردد در مورد جوش برق (SMAW)، سرباره جوش از روی تمام پاسهای جوش به وسیله سنگزنانی، براده - برداری، برس برقی یا برس دستی و وسایل مکانیکی دیگر برطرف شود. تمیز کردن پاس ریشه باید در کوتاهترین مدت صورت پذیرد [7].

پیش گرمایش

الف- اگر فلز محل جوشکاری به هر دلیلی خیس شده باشد قبل از جوشکاری تا درجه حرارت 80 درجه سانتیگراد پیش گرم شود [7].

ب- اگر درجه حرارت فلز مبنا از 15 درجه سانتیگراد کمتر باشد پیشگرم کردن ضروری است.

- ج- پیشگرم کردن میتواند با شعله گاز یا با مقاومت الکتریکی انجام شود [7].
- د- برای کنترل درجه حرارت پیشگرم کردن از دما سنجهای مناسب یا گچهای حرارتی میتوان استفاده نمود [7].

حالات جوشکاری

جوشکاری اتصالات لب به لب و گلوئی به طور کلی میتواند در همه حالت‌های تخت، افقی، عمودی و سقفی و با شماره‌های مشخصه 1F، 2G، 3G، 4G (جوشهای لب به لب شیاری) انجام شود [7].

جوشهای اصلی بدن مخزن به دو صورت افقی و عمودی میباشد. جوشکاری عمودی بدن مخزن از پایین به بالا (سربالا) است [7].

نوع برق و اتصالات قطبی

الکترودهای E6013 از نوع روپوش روتیلی هستند که برای جوشکاری در تمام حالتها (تخت، افقی، عمودی و سقفی) با برق مستقیم یا برق متناوب طراحی شده‌اند. در مورد برق مستقیم اتصال قطب مثبت به الکترود بلامانع است ولی بهتر است توصیه کارخانه سازنده الکترود رعایت شود. برق جریان متناوب با استفاده از ترانسفورماتور جوشکاری و برق جریان مستقیم با استفاده از دینام، ژنراتور جوشکاری یا ترانسفورماتور- یکسوکننده تأمین میشود.

الکترودهای E7018 از نوع پوشش قلیائی (کم هیدروژن) هستند که برای جوشکاری در تمام حالتها با برق مستقیم و قطب معکوس (الکترود مثبت) توصیه میگردد [7].

خشک کردن و گرم کردن الکترود

الکترود روپوش قلیایی (کم هیدروژن) E7018 باستی پس از باز کردن پاکت یا جعبه الکترود، خشک شده و سپس گرم مصرف شود [7]. درجه حرارت خشک کردن و زمان نگهداری در آن درجه حرارت، همچنین درجه حرارت گرم نگهداشتن موقع مصرف باستی طبق توصیه سازنده الکترود باشد [7].

اتصالات موقت

برای جفت و جوری و انجام کارهای ساخت و جوشکاری میتوان از اتصالات موقت استفاده نمود [7].

پس از آنکه اتصالات موقت وظایف خود را انجام داده‌اند باید از قطعه اصلی جدا گردند. اگر در اثر برداشتن اتصالات موقت در قطعه اصلی کندگی ایجاد گردید باستی محل کندگی در صورت کم عمق بودن سنگ زده شود و تیزیها و ناهمواریها برطرف شود. کندگی و یا آسیب‌دیدگی ناشی از برداشتن اتصالات موقت در صورتی که عمق بیشتر از 10 درصد ضخامت ورق داشته باشد باید با استفاده از روش جوشکاری تأیید شده ترمیم گردد. ناحیه برداشتی اتصالات موقت باستی با سنگزی پرداخت شده و یا استفاده از روش آزمایش غیرمخرب بازرگانی شود [7].

4-7-4- دستورالعمل نصب و ترتیب جوشکاری مخزن

4-7-4- نصب

دامنه کاربرد

این دستورالعمل جهت نصب X متر مکعبی ذخیره تهیه شده است [7]. کلیه عملیات نصب منبع، فوندانسیون آن، به وسیله سازنده مطابق نقشه کنترل شود [7].

فوندانسیون

قبل از نصب منبع، فوندانسیون آن، به وسیله سازنده مطابق نقشه کنترل شود.

مواردی که باید به تأیید برسند عبارتند از:

1- تراز فوندانسیون

2- مسطح بودن سطح فوندانسیون

3- خط مرکزی اصلی

4- تعداد و فواصل آنکربولتها طبق نقشه

ایراد و اشکال مربوط به فوندانسیون باید توسط پیمانکار برطرف گردد [7].

ورقهای دور کف

1- ورقهای دور کف^۱ بایستی مطابق نقشه ورق کف و نقشه جانمایی^۲ چیده شود [7].

2- ورقهای دور کف باید مطابق علامتگذاری روی فوندانسیون چیده شود.

3- ورقهای دور کف سوار شده و با تسممه زیرسری (پشت بند) خالجوش گردد.

4- جوشهای لب به لب ورقهای دور کف انجام شود [7]

5- گرده جوش در محدوده تقریبی 200 میلیمتری محیط بیرونی با سنگ زنی برداشته

شود [7]

ورقهای کف

1- شبیبندی روی فوندانسیون (قسمت کف) قبل از چیدن ورقها کنترل گردد.



¹ - Annular Plates

² - Orientation

- 2- خط مرکزی و تراز منبع بررسی شود.
- 3- ورقهای کف مطابق نقشه شماره با توجه به Orientation چیده شود.
- 4- میزان روی هم قرار گرفتن لبه ورقها طبق نقشه رعایت گردد.
- 5- جوشکاری ورقهای کف با توجه به ترتیب معین شده برای آن انجام شود.
- 6- جوشکاری ورقهای دور انجام شود.
- 7- برای نصب ورقهای کف میتوان از ناودانی تقویتی استفاده نمود (برای جلوگیری از تحدب و تقریر در موقع جوشکاری) [7].

ردیفهای بدن

- 1- ورقهای اولین ردیف بدن با توجه به دایره خط کشی شده روی ورقهای دور کف، چیده شود [7].
- 2- بهتر است از خط نشان یا مهرهای چهارگوش استفاده شود. این مهرهها بیرون دایره خطکشی شده به فواصل معین خالجوش میشود [7].
- ورقهای اولین بدن به طرف بیرون مهرهها تکیه داده میشود و طوری چیده میشود که فواصل بین ورقهای عمودی مجاور یکسان باشد [7].
- 3- اگر ورقها در ارتفاع قدری کوتاه بلند است، لبه بالای ورق به صورت تراز نصب گردد و اختلاف بالا و پایینی به محل اتصال ورقهای دور کف انتقال داده شود.
- 4- داربست به صورت دور تا دور برای نصب دومین ردیف بدن تدارک گردد [7].

5- ورقهای دومین ردیف بدنه در جای خود قرار داده شود. از ورقهای لایی^۱ برای سوار کردن ورقها استفاده شود. بلافضله پس از تکمیل حلقه (ردیف)، از لقمه و گوه یا پشت بند قوی استفاده گردد [7].

6- ردیف سوم بدنه (حلقه سوم بدنه) به همان ترتیب سوار گردد (و تا آخر نیز همان نکات رعایت شود) [7].

7- به خاطر اینمی، بعد از نصب ردیف سوم هر ورق باید از داخل منبع به طریق مناسبی مهار گردد و هیچ ردیفی در طول شب به صورت آزاد رها نشود [7].

8- Top Channel در جای خود قرار گرفته و به بدنه جوش داده شود [7].

ورقهای سقف

1- اسکلت فلزی سقف طبق اجرا گردد [7].

2- داربست کافی برای آزادی جابه جائی نصاب جهت چیدن ورقهای سقف تدارک شود.

3- ورقهای مستطیلی یک طرفه خط مرکزی چیده شود و کار از رأس به طرف نبشی بالا با خالجوشزی شروع و به پیش برده شود [7].

4- ورقهایی که باید تا اندازه قطر منبع بریده شوند تا تمام نصب ورقهای مستطیلی به همان صورت باقی بمانند [7].

5- Sketch Plate اطراف محیط باید بعداً جفت و جور گردد و همیشه به طرف ناودانی

فوچانی^۲ کار شود به طوری که نبشی فوچانی به ورقهای سقف، در آخرین مرحله جوش داده شود [7].

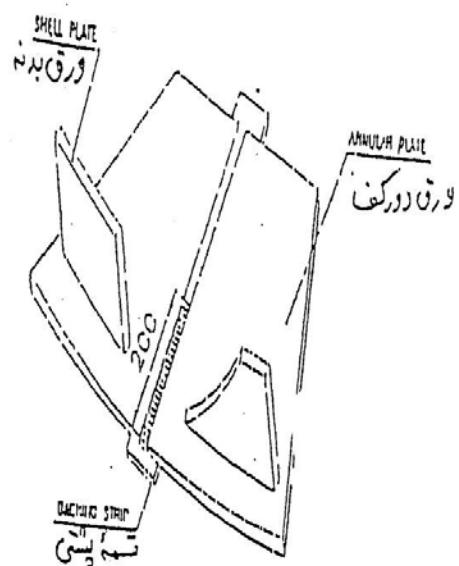


¹ - Shim Plate

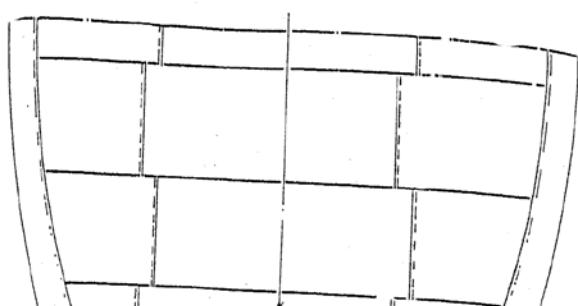
² - Top Channel

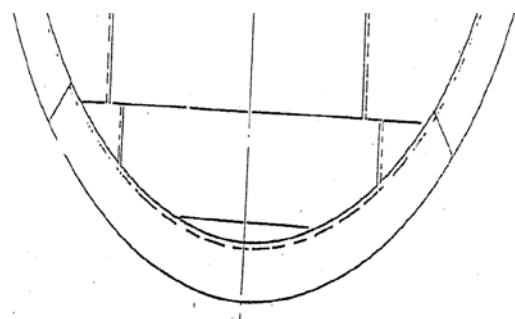
دريچه آدمرو

پس از نصب اولین ردیف ورقهای بدن و با توجه به Orientation طبق نقشه، دریچه آدمرو روی بدن علامتگذاری شده و کای دریچه مربوطه دیده شود و کارهای تکمیلی آن انجام گیرد [7].

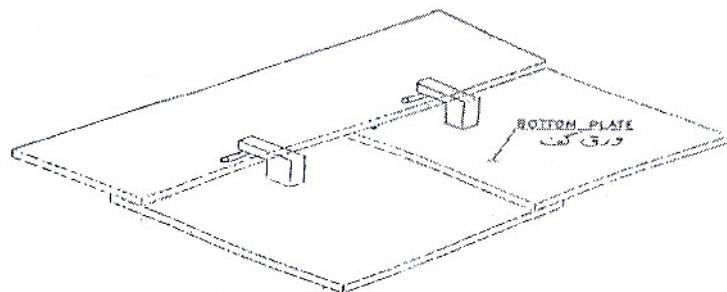


شکل 4-16: موقعیت ورقهای دور کف نسبت به ورقهای بدن [9]

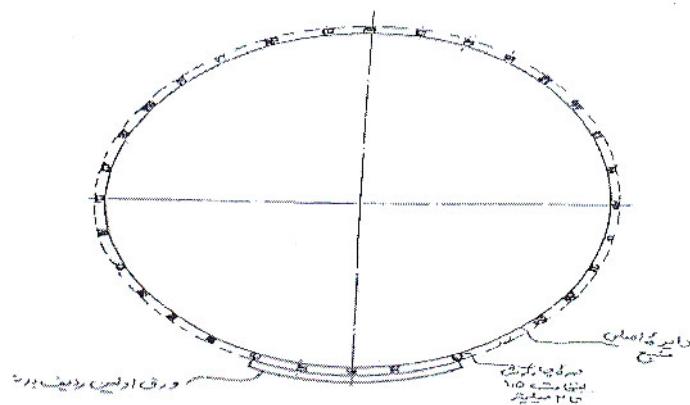




شکل ۴-۱۷: نقشه جانمایی ورقهای کف [7]



شکل ۴-۱۸: استفاده از ناودانی تقویتی در نصب ورقهای کف [7]



شکل ۴-۱۹: موقعیت مهرهای کمکی در نصب ورقهای ردیف اول [7]



شکل 4-20: موقعیت مهرههای کمکی در نصب ورقهای ردیف اول



شکل 4-21: نصب ورقهای ردیف اول بدنه



شکل 4-22: نصب ورقهای ردیف اول بدنه

2-7-4- ترتیب جوشکاری

به منظور کنترل پیچیدگی، جوشکاری قسمتهای مختلف منبع با رعایت ترتیب به شرح زیر انجام شود [7].

1-2-7-4- ورقهای دور

طول درز جوشهای لب به لب ورقهای دور کف مخزن 75 سانتیمتر است. ابتدا حدود 200 میلیمتر از آن جوش داده شود. طول باقیمانده پس از نصب ردیف بدنه، جوشکاری میگردد [7].

2-2-7-4- ورقهای کف

ترتیب کلی جوشکاری ورقهای کف به شرح زیر است:

الف- تمام درزهای کوتاه

ب- درزهای بلند

ج- درزهای کوتاه و رقهای غیرمستطیلی

د- درزهای ورقهای غیرمستطیلی به ورقهای مستطیلی جزئیات جوشکاری درزهای مختلف

ورقهای کف عبارتند از:

درزهای کوتاه

الف- ده سانتیمتر از انتهای هر ورق بدون جوش رها میشود.

ب- باقیمانده 130 سانتیمتری پهنهای هر ورق به چهار قسمت 32/5 سانتیمتری تقسیم میشود.

با استفاده از روش برگشت به عقب^۱ این چهار قسمت جوشکاری میگردد.

ج- جوشکاری از طرف مرکز به طرف محیط و با ترتیب الفبائی A تا E انجام میشود.

درزهای بلند

الف- جوشکاری از طرف مرکز به طرف محیط (به صورت یک در میان) انجام میشود.

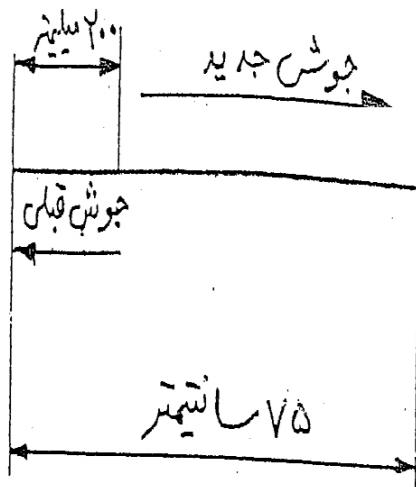
ب- طول درز به قسمتهای تقریبی سی سانتیمتر تقسیم میگردد.

جوشکاری قسمتهای تعیین شده با دو جوشکار و به ترتیب برگشت به عقب

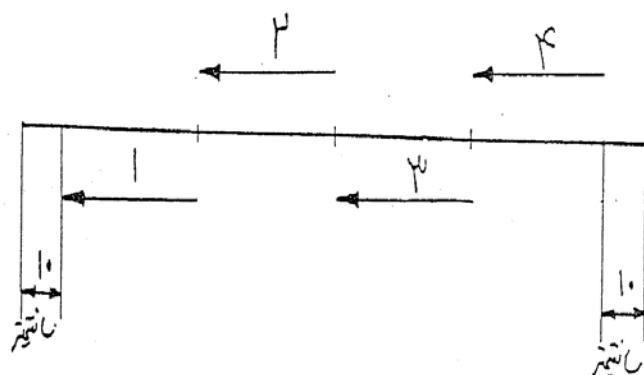
ج- پس از تکمیل جوشکاری درزهای بلند، طولهای 10 سانتیمتر باقیمانده از درزهای کوتاه (با ترتیب تصادفی) جوش داده میشود.



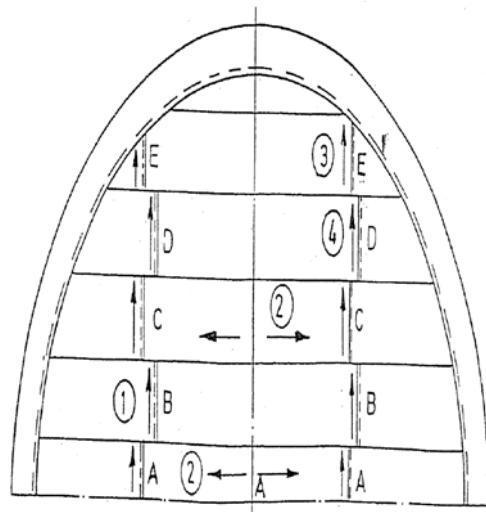
¹ - Back Step



شکل 4-23: مقدارهایی که باید در ورقهای دور جوش شود طبق ترتیب جوشکاری [7]



شکل 4-24: روش یک گام به عقب [7]



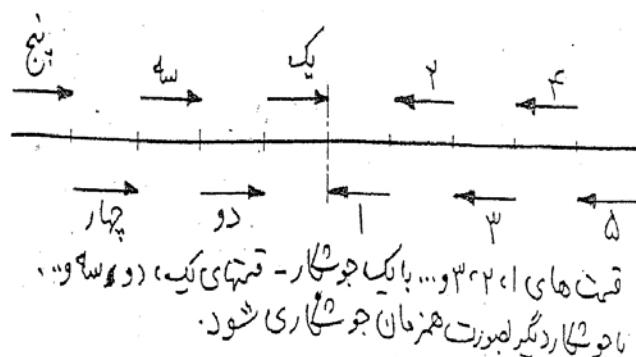
شکل 4-25: جوشکاری از مرکز به محیط و طبق حروف الفبائی [7]

درز ورقهای کف به درز ورقهای دور

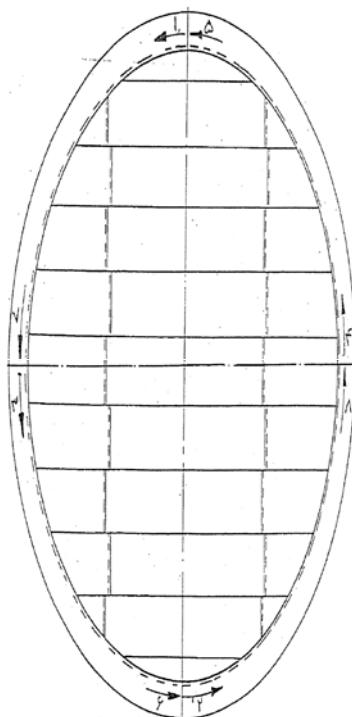
جوشکاری این درز تا تکمیل جوشکاری ورقهای بدن، جوش نخورده باقی ماند.

پس از تکمیل جوشکاری ردیفهای بدن، این درز جوش نیز به قسمتهای متناسبی تقسیم

و توسط یا چند جوشکار، جوشکاری میگردد. شکل (27-4) [7]



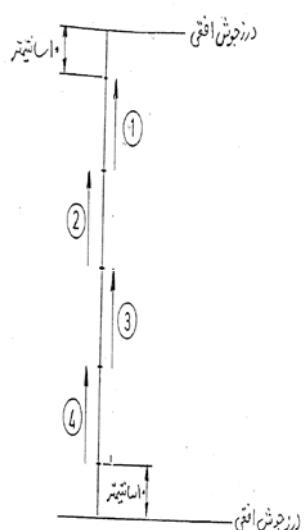
شکل 4-26: جوشکاری برگشت به عقب متقارن [7]



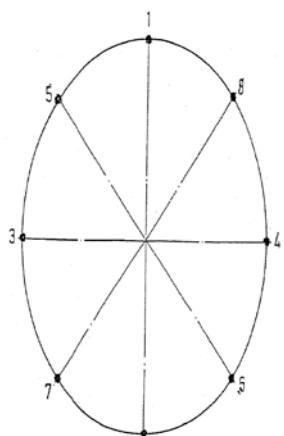
شکل 4-27: جوشکاری درز ورقهای کف به درز ورقهای دور [7]

2-2-7-4- درزهای عمودی بدن

- الف- ده سانتیمتری از انتهای ورقهای عمودی بدون جوش رها میشود.
- ب- مابقی 130 سانتیمتر به چهار قسمت 532 سانتیمتر تقسیم میشود.
- ج- جوشکاری درز عمودی بدن پس از نصب ردیف یک، دو و سه شروع شود.
- د- ابتدا درزهای عمودی ردیف اول و سپس درزهای عمودی ردیف دوم جوشکاری میگردد و در خاتمه درز افقی بین ردیفهای اول و دوم جوش داده میشود.
- ه- قسمتهای هرز درز عمودی مطابق شکل (4-28) جوشکاری میگردد.
- و- درزهای عمودی هر ردیف بدن با اولویت‌بندی شکل (4-29) انجام میشود (با دو یا چهار و... جوشکاری) [7].



شکل 4-28: ترتیب جوشکاری درزهای عمودی بدن [7]



شکل 4-29: ترتیب جوشکاری درزهای عمودی [7]

4-2-7-4- درزهای افقی بدن

- نقاط 0, 90, 180 و 270 درجه روی بدن علامتگذاری شود [7].

- جوشکاری درزهای افقی، به طور همزمان با دو یا چهار جوشکار انجام شود [7].

- جوشکار اول از موقعیت صفر و جوشکار دوم از موقعیت 180 درجه شروع به جوشکاری

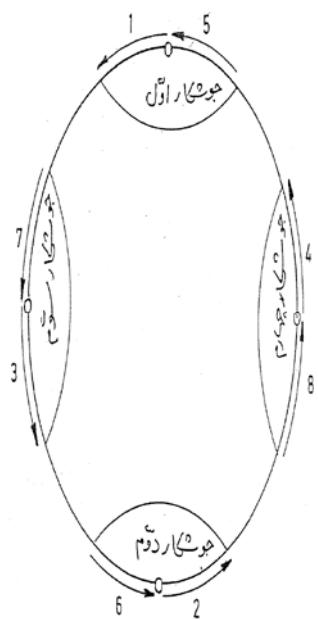
مینماید. نفر سوم از موقعیت 90 و نفر چهارم از موقعیت 270 شروع به جوشکاری مینماید. در

صورتی که فقط دو جوشکار موجود باشد جوشکار اول کار جوشکار سوم و نفر دوم کار جوشکار
چهارم را انجام میدهد [7].

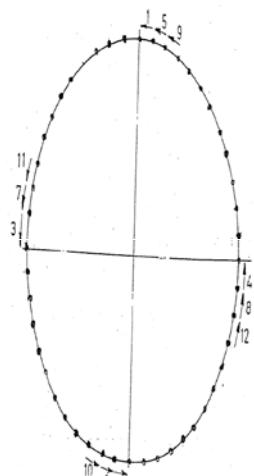
- 4- محیط استوانه منبع (درز افقی) به 48 قسمت تقریبی یک متري تقسیم میگردد [7].
- 5- موقعیت جوشکاران و شماره‌بندی ترتیب جوشکاری در شکل‌های (30-4) و (31-4) نشان داده است [7].

5-2-7-4- درز ورقهای سقف

- 1- اول درزهای کوتاه جوشکاری شود.
- 2- بعد از جوشکاری درزهای کوتاه، درزهای بلند از رأس به طرف محیط ترتیب و توالی سرجوشهای افقی بین دو رینگ مخزن و زمان و روش اجرای آن که بایستی علاوه بر دستورالعمل نصب ضمیمه مدنظر قرار گیرد [7].
- 3- کنترل Plumb ness، Roundness، Banding، Peaking قبل از جوشکاری افقی روی دو رینگ اول و دوم انجام و هر کجا خارج از حد مجاز بود در همین مرحله اصلاح شود.
- 4- پس از تأیید مرحله 3 جوشکاری سرجوش افقی بین رینگ 1 و 2 با حداقل 2 جوشکار شروع گردد [7].
- 5- رعایت کلیه مسائل حفاظتی و ایمنی برای کار پرسنل الزامی است. [7]
- 6- برای جوشکاری بین رینگ 2 و 3 عیناً روش‌های 1 تا 4 اجرا ولی به جای رینگ 1، رینگ 1 و 2 در جملات فوق نوشته شود [7].



شکل 4-30: ترتیب قرار گرفتن جوشکاران [7]



شکل 4-31: ترتیب جوشکاری درز افقی [7]

3-7-4- ترتیب کلی

ترتیب کلی که در نصب و جوشکاری مخزن باید مورد توجه قرار گیرد، بار دیگر یادآوری

میشود [7].

الف- ترتیب کلی نصب

- 1- چیدن ورقهای دور کف
 - 2- چیدن ورقهای کف
 - 3- نصب ورقهای بدنه (از ردیف اول بدنه تا ردیف هفتم بدنه)
 - 4- نصب ناودانی فوکانی
 - 5- نصب سازه فلزی سقف
 - 6- نصب ورقهای سقف
 - 7- نصب راه پله و دستگیرهای سقف
 - 8- نصب ملحقات ورودی و خروجی بدنه و سقف
- ب- ترتیب کلی جوشکاری
- 1- جوشکاری ورقهای دور کف (بیست سانتیمتر طرف بیرون)
 - 2- جوشکاری ورقهای کف
 - 3- جوشکاری درزهای عمودی ورقهای اولین ردیف بدنه (اول جوشکاری بیرون و سپس سنگزنی از طرف داخل و یک پاس جوشکاری از داخل)
 - 4- جوشکاری درزهای عمودی ورقهای دومین ردیف بدنه (جوشکاری بیرون و داخل با همان روش ردیف اول)
 - 5- جوشکاری درز افقی بین ردیف یک و ردیف دو بدنه (از بیرون و داخل)
 - 6- جوشکاری درزهای عمودی ردیف سوم بدنه
 - 7- در خلال جوشکاری بند 5 و 6 نسبت به تکمیل جوشکاری درزهای ورقهای دور کف اقدام شود.
 - 8- جوشکاری درز افقی بین ردیف دوم و سوم بدنه
 - 9- جوشکاری درزهای عمودی ردیف چهارم بدنه

- 10- جوشکاری درز افقی بین ردیف سوم و چهارم بدنه
- 11- جوشکاری درزهای عمودی عمودی ردیف پنجم بدنه
- 12- جوشکاری درز افقی بین ردیف چهارم و پنجم بدنه
- 13- جوشکاری درزهای عمودی ردیف ششم بدنه
- 14- جوشکاری درز افقی بین ردیف پنجم و ششم بدنه
- 15- جوشکاری درز افقی بین ردیف پنجم و ششم بدنه
- 16- جوشکاری درز افقی بین ردیف ششم و هفتم بدنه
- 17- جوشکاری ناودانی فوقانی به بدنه
- 18- جوشکاری اسکلت فلزی سقف
- 19- جوشکاری ورقهای سقف
- 20- جوشکاری ورقهای سقف و دور فوقانی بدنه (ناودانی فوقانی)
- 21- جوشکاری ورقهای دور به ورقهای کف
- 22- جوشکاری نردهان و راه پله
- 23- جوشکاری دستگیرهای
- 24- جوشکاری تقویتی دریچههای ورود و خروج مایعات طبق نقشه
- 25- جوشکاری لولههای مربوطه

8-4- جزئیات جوشکاری

مخازن و سازهای فلزی مخازن را میتوان با فرآیند جوشکاری قوسی فلزی محافظت شده، جوشکاری قوسی فلزی گازی، جوشکاری قوسی تنگستنی گازی، جوشکاری اکسی سوخت، جوشکاری قوسی توپودری، جوشکاری قوسی زیرپودری، جوشکاری الکتریکی سربارهای یا

الکتریکی گازی و با استفاده از تجهیزات مناسب جوشکاری نمود. استفاده از فرآیندهای اکسی سوخت، الکتریکی سربارهای یا الکتریکی گازی باید با تواافق بین سازنده و خریدار باشد. وقتی آزمایش ضربه برای قطعات لازم است، استفاده از فرآیند اکسی سوخت مجاز نیست. جوشکاری میتواند به طور دستی، نیمه خودکار یا خودکار مطابق با دستورالعملهای مشروحه در بخش IX از کد ASME انجام شود. جوشکاری بایستی طوری انجام شود که ذوب کامل فلز مبنا را اطمینان دهد [7].

وقتی سطوح قطعات جوش شونده از باران، برف یا یخ، خیس باشند یا وقتی روی سطوح برف و باران میبارد یا موقعی که باد شدید میوزد هیچگونه جوشکاری نبایستی انجام شود مگر آنکه جوشکار و کار به درستی محافظت شوند. همچنین وقتی درجه حرارت فلز مبنا کمتر از منهای 20 درجه سانتیگراد است نبایستی هیچ گونه جوشکاری انجام شود. وقتی درجه حرارت فلز مبنا بین صفر تا منهای 20 درجه سانتیگراد باشد یا ضخامت فلز بیش از 32 میلیمتر باشد، بایستی فلز تا محدوده 75 میلیمتری از محل جوشکاری پیشگرم شود [7].

هر لایه فلز تک لایه یا چند لایه باید قبل از اقدام به جوشکاری لایه بعدی از سرباره دیگر مواد خارجی پاک شود [7].

لبه جوش در همه موارد باید نسبت به سطح ورق تدریجی و موزون بوده و تیزی نداشته باشد. برای اتصالات لب به لب عمودی حداقل عمق بریدگی کناره مجاز 0/4 میلیمتر است [7]. برای اتصالات لب به لب افقی حداقل عمق مجاز بریدگی کناره 0/8 میلیمتر است. گردد جوش اتصالات لب به لب در هر طرف ورق از مقادیر ذیل تجاوز نکند [7].

گردد جوش اتصالات لب به لب در هر طرف ورق از مقادیر جدول (4-4) تجاوز نکند [7].

جدول 4-4: حداقل اندازه گردد جوش در اتصالات عمودی و افقی با توجه به ضخامت ورق [7]

حداکثر ضخامت گرده (mm)		ضخامت ورق (mm)
اتصالات افقی	اتصالات عمودی	
3	2/5	تا خود 13
5	3	بزرگتر از 13 تا 25
6	5	بزرگتر از 25

گرده جوش تا وقتی از مقدار مجاز بیشتر نباشد، لازم نیست برداشته شود مگر آنکه برای پرتونگاری برداشتن گرده ضروری باشد [7].

در تمام اتصالات روی هم حین جوشکاری، ورقها در تماس نگه داشته شوند [7]. روش نگهداری ورقها در وضعیت مناسب برای جوشکاری، از طرف سازنده به خریدار ارائه شده و تأیید کتبی گرفته شود [7].

حال جوشهای مونتاژ اتصالات عمودی ردیفهای بدنه مخزن که به طور دستی انجام شده‌اند بایستی برداشته شوند [7].

اگر اتصال با فرآیند جوشکاری زیرپودری جوش داده می‌شود بایستی حال جوشهای مونتاژی به کلی از سرباره تمیز شود و اگر سالم هستند و در جوشهای اعمال شده بعدی ذوب می‌شوند، لازم نیست حال جوشها برداشته شوند. حال جوشها نیز طبق دستورالعمل ارائه شده در بخش X از کد ASME به صورت گوشهای یا لب به لب انجام شوند [7].

حال‌جوشهایی که قرار است در جوش باقی بمانند باید توسط جوشکاران صلاحیتدار انجام شوند و به طور چشمی آزمایش گردند تا چنانچه عیبی مشاهده شود، برطرف گردد [7].

برای جوشهای قوسی فلزی دستی منجمله اتصال اولین ردیف بدنه به ورقهای کف یا دور بایستی از الکترودهای روپوش قلیائی کم هیدروژن به شرح زیر استفاده شود [7].

الف- برای ورقهای گروه I تا III ورقهای بدنه که ضخامت بیشتر از 12/5 میلیمتر دارند.

ب- برای ورقهای گروه IV تا VI کلیه ورقهای بدنه با هر ضخامت [7].

بعد از آنکه ورقهای کف چیده و خالجوش زده شده طوری جوش داده شوند که کمترین پیچیدگی ناشی از انقباض پیش بباید و حتیالمقدور سطح مسطح بدست آید [7].

جوشکاری بدنه به کف قبل از جوشکاری اتصالات کف به دور انجام میشود (اتصال کف به دور برای جبران انقباض جوشهای قبلی باز باقی میماند و پس از تکمیل جوشهای دیگر، جوش داده میشود) [7].

ورقهای بدنه را میتوان با گیرههای فلزی متصل به ورقهای کف و بدنه در محل قرار دده و قبل از آنکه ورقهای کف و بدنه به هم جوش پیوسته انجام گیرد، خال جوش زده شود [7].

ورقهایی که جوش لب به لب میشوند باید خوب جفت و جور شده و بطور مناسبی در محل خود نگهداشته شوند. عدم همترازی در اتصال عمودی کامل شده برای ورقهای با ضخامت بیشتر از 16 میلیمتر نبایستی از 10 درصد ضخامت ورق یا 3 میلیمتر (هر کدام کمتر است) تجاوز نماید. عدم همترازی برای ورقهای با ضخامت کمتر یا مساوی با 16 میلیمتر نبایستی 1/5 میلیمتر تجاوز کند [7].

در اتصالات لب به لب افقی کامل شده ورق بالایی نسبت به ورق پایینی نباید بیشتر از 20 درصد ضخامت ورق بالایی بیرون بزند حداکثر بیرون زدگی 3 میلیمتر حداکثر بیرونزدگی برای ورق ضخامت کمتر از 8 میلیمتر معادل 1/5 میلیمتر است [7].

طرف پشت اتصالات جوش لب به لب دو طرفه باید طوری تمیز شود که سطح فلز آماده پذیرش جوش بعدی باشد. تمیزکاری با سنگزنانی، برادهبرداری، برسننی و یا روش مناسب دیگر انجام میشود [7].

برای اتصالات محیطی و عمودی ردیفهای بدن مخزن با ورق ضخیمتر از 38 میلیمتر (ضخامت فلز ضخیمتر) دستورالعمل جوش چند پاسه لازم است، هیچ پاسی بیشتر از 19 میلیمتر ضخامت نداشته باشند [7].

این جوشها بایستی حداقل 90 درجه سانتیگراد پیش گرمایش ببینند [7].
ضمائی دائمی و موقت به بدن‌هایی که از جنس IVA، IV یا VI هستند با الکترودهای روپوش قلیایی کم هیدروژن جوش داده شوند. جوشهای ضمائی دائمی (به غیر از جوشهای بدن به کف) و ناحیه‌هایی که ضمائی موقت کنده می‌شوند بایستی به طور چشمی و روش ذرات مغناطیسی، یا به دلخواه خریدار، به روش مایع نافذ) بازررسی شوند [7].

ضمائی دائم و موقت با دستورالعمل طوری جوش داده شوند که ترک زیر مهرهای ایجاد نگردد. لزوم پیش گرمایی به خاطر ورقهایی ضخیم یا پایین بودن درجه حرارت محیط، در دستورالعمل مورد توجه قرار گیرد [7].

بعد از تنفس‌داشی ولی قبل از آزمایش هیدرواستاتیک، جوشهای متصل کننده نازلها، منهولها و دریچه‌های تمیزکاری باید به طور چشمی بازررسی شوند و سپس تحت آزمایش ذره مغناطیسی (یا به دلخواه خریدار تحت آزمایش با مایع نافذ) قرار گیرند [7].
قبل از جوشکاری اولین پاس جوش بدن به کف از طرف دوم، سرباره و مواد غیرفلزی از پاس اول جوش طرف اول در کل محیط برداشته شود (حالجوشهای موقت برای جفت و جوری استثنای است). این جوش به طور چشمی و با یکی از روشهای ذیل طبق توافق بین خریدار و سازنده بازررسی می‌شود [7].

الف- روش ذره مغناطیسی
ب- اعمال مایع نفوذ کننده حلال روی جوش و اعمال ظاهرکننده به طرف دیگر اتصال و جستجو برای نشتی بعد از گذشت حداقل یک ساعت [7].

- ج- اعمال مایع نفوذکننده قابل شستشو با آب به یکطرف و سپس اعمال ظاهرکننده به طرف دیگر اتصال و جستجو برای نشتشی بعد از گذشت حداقل یک ساعت [7].
- د- اعمال نفت نافذ با نقطه اشتعال بالا، نفت سفید، به فاصله بین بدنه و کف و پس از گذشت حداقل چهار ساعت و بررسی احتمالی برای نشتشی [7].
- ه- اعمال محلول حبابساز به جوش و استفاده از جعبه خلاً عمودی و بررسی وجود یا عدم وجود حباب [7].

تمام مواد آزمایش باقیمانده بر سطوح آزمایش شده و فاصل جوش داده نشده بین بدنه و کف باقیستی به کلی پاک شود. بخش‌های معیوب جوش برداشت شده و مجدداً طبق نیاز جوشکاری میگردد. جوش‌های تعمیر شده و حداقل 150 میلیمتر از طرفین آن به روش شرح داده شده در فوق دوباره آزمایش میشود. این فرآیند تمیزکاری، برداشتن، تعمیر، آزمایش و تمیزکاری آنقدر تکرار میشود که هیچ نشانه‌ای از نشت دیده نشود [7].

تمام پاسهای جوش اتصال از داخل و بیرون مخزن کامل شده و دور تا دور به صورت چشمی بازرسی شود [7].

با توافق بین خریدار و سازنده با انجام آزمایشات زیر روی کل محط جوشها میتوان از آزمایشات فوء، صفنظر نمود [7].

- الف- آزمایش چشمی پاس جوش شروع (داخل و بیرون) [7]
- ب- آزمایش چشمی سطوح اتصال جوش تمام شده هم از داخل و هم از بیرون [7].
- ج- آزمایش تمام سطوح اتصال جوش تمام شده از هر دو طرف با ذره مغناطیسی یا مایع نافذ یا آزمایش با جعبه خلا عمودی [7].

فصل پنجم

بازرسی مخازن

بازرسی خریدار در همه اوقات بایستی اجازه ورود آزاد به تمام قسمتهای کارگاه که کار مربوط به قرارداد در حال انجام است، داشته باشد. سازنده باید برای بازرس خریدار تسهیلات معقول را برای اطمینان از کیفیت کار فراهم سازد [7].

مصالحی که با کار معیوب آسیب ببیند، مردود خواهد شد و به سازنده به طور کتبی تذکر داده میشود. سازنده باید بدون معطلی صالح جدید تدارک ببیند یا کار معیوب را اصلاح کند [7].

قبل از پذیرش، کل مخزن وقتی پر شد، آبندی و بدون نشت باشد [7].

جوشهای متصل کننده ورقهای بدن باید نفوذ کامل و ذوب کامل داشته باشند. روش بازرسی برای ارزیابی کیفیت جوشهای ورقهای بدن، بازرسی چشمی و رادیوگرافی است در بازرسی چشمی بازرس خریدار از جوشهای لب به لب ممکن است ترک، قوسزنی ناخواسته، بریدگیهای کناره، تخلخل سطحی، ذوب ناقص و عیوب دیگر پیدا شود. معیار پذیرش و تعمیر بازرسی چشمی جداگانه یادآوری میشود [7].

جوشهای گوشهای به روش بازرسی چشمی بازرسی شود. تمام هزینههای رادیوگرافی و تعمیر به عهده سازنده است مگر آنکه بازرس خریدار بیش از میزان مشخص شده در استاندارد رادیوگرافی بخواهد یا برای جوشهای گوشهای بیش از یک نمونه از هر 30 متر جوش بترآشد و هیچ عیبی پیدا نکند، در این صورت هزینه بازرسی اضافی و کار مربوط به عهده خریدار میباشد [7].

۱-۵-آزمایش خلاء

آزمایش خلاء با استفاده از جعبه آزمایش به عرض 150 میلیمتر و طول 750 میلیمتر و پنجره شیشهای (یا شفاف) در بالا به آسانی انجام میشود. ته این جعبه باز است و بالائی لاستیکی و اسفنجی نسبت به سطح مخزن آب بندی میشود. این جعبه دارای شیر و فشارسنج و اتصالات مناسب است.

حدود 750 میلیمتر از درز جوش تحت آزمایش برس زده شده و با محلول صابون یا روغن بزرگ آغشته میشود و آزمایش میگردد. جعبه خلاء روی بخش آماده شده قرار میگیرد و با اعمال خلاء به جعبه آزمایش انجام میشود. حضور منفذ در درز جوش یا ایجاد یا فوم تولید شده با مکش هوا از طریق درز جوش، تشخیص داده میشود [7]. خلاء روی جعبه با روش آسان نظیر وصل به ورودی موتور گازوئیلی یا دیزل یا یک بیرون کننده هوا یا پمپ خلاء ویژه اعمال میشود [7]. فشارسنج بایستی خلاء (فشار منفی) حداقل 21 کیلو پاسکال (3 پوند بر اینچ مربع) را نشان دهد. به عنوان راه حل دیگر به جای جعبه خلاء، میتوان از ردگیر مناسب گاز و کشف کننده سازگار برای آزمایش تمامیت و یکپارچگی اتصالات جوش کف استفاده نمود. دستورالعمل آزمایش با ردگیر مناسب گاز بایستی به وسیله خریدار تأیید شود [7].

5-2- بازرسی جوش‌های کف مخزن

پس از اتمام جوشکاری کف مخزن، جوشها بایستی با یکی از روش‌های زیر بازرسی شوند:

الف- فشار هوا یا خلاء به درزهای جوش اعمال میشود و کف صابون، روغن برک یا ماده مناسب دیگری روی درزها مالیده میشود تا در صورت نشت تشکیل حباب دهد [7].

ب- بعد از آنکه حداقل ردیف پایین بدنه به کف متصل شد، آب تا ارتفاع 150 میلیمتری به زیر کف پمپ میشود. تأمین آب با خریدار است. دور مخزن سد موقت برای نگهداری ارتفاع آب تدارک میگردد [7].

خط آب آزمایش را میتوان به طور موقت از طریق یک منهول به یک یا چند اتصال فلنجی موقت در کف مخزن کشید. خط آب نیز میتواند در زیر اساس زیر مخزن به طور دائم نصب

میشود. روش نصب باید متناسب با طبیعت زیر اساس زیر مخزن باشد. برای حفظ زیراساس در زیر مخزن بایستی دقت شود [7].

3-5- بازرسی جوشهای ورق تقویتی

بعد از تمام شدن ساخت ولی قبل از پر کردن مخزن با آب آزمایش، ورقهای تقویتی بایستی با اعمال 100 کیلو پاسکال (15 پوند بر اینچ مربع) درجه هوای فشرده بین مخزن و ورق تقویتی برای هر دریچه از طریق سوراخ تهويه، آزمایش شوند. در حالی که این فشار اعمال میشود، کف صابون یا روغن بزرگ یا ماده مناسب دیگر برای کشف نشتی به تمام جوشهای ضمائم دور تقویتی هم از داخل و هم از بیرون آغشته میگردد [7].

4-5- آزمایش بدنه

بعد از اتمام جوشکاری کل مخزن قبل از آنکه لولهکشی خارجی دائمی به مخزن متصل شود، بدنه مخزن، با یکی از روشهای ذیل آزمایش شود (به جز مخازنی که طبق ضمیمه F طراحی شده‌اند [7].

الف- در صورت در دسترس بودن آب برای آزمایش، باید مخزن به شرح زیر پر از آب شود:

1- تا حداقل سطح طراحی شده برای مایع.

2- برای مخازن با سقف آبیندی شده 50 میلیمتر بالاتر از اتصالات جوش ورق سقف یا

تسمه‌هفشاری¹ به نبشی فوقانی² یا بدنه.



¹ - Compression Bar

² - Top Angle

- 3- در صورتی که سرریزها یا سقف شناور داخلی انجام موارد 1 و 2 را محدود سازند، تا هر ارتفاعی که مقدور باشد یا بین خریدار و سازنده توافق شده باشد.
- ب- اگر آب کافی برای پر کردن مخزن در دسترس نباشد، باید به شرح زیر آزمایش شود:
- 1- با اسپری کردن یا مالیدن (یا قلم مو) درز جوشها از داخل مخزن با روغن دارای قدرت نفوذ بالا مثل روغن فنر یا روغن ترمز اتمبیل و نشتیابی دقیق از بیرون مخزن.
- 2- اعمال خلاء به هر طرف اتصال یا اعمال فشار هوا از داخل (شبیه آزمایش سقف) و نشتیابی دقیق
- 3- ترکیب روشهای ارائه شده در بند 1 و 2

5-5- آزمایش سقف

پس از تکمیل، سقف مخزنی که به صورت بسته‌بندی و آبیندی شده طراحی شده (به جز سقفهای طراحی شده تحت بندهای F0404، F0706، 2، 3، 5 و 7) با یکی از روشهای زیر آزمایش می‌گردد:

- الف- اعمال فشار هوا از داخل مخزن (فشار هوا نبایست از درون ورقهای سقف بیشتر باشد که بخواهد سقف را بلند کند) و آغشته کردن کف صابون یا ماده مناسب دیگر از بالا به درز جوشها و نشتیابی
- ب- آزمایش خلاء برای اتصالات جوش و نشتیابی مخازنی که به صورت بسته‌بندی و آبیندی شده طراحی نشده‌اند، نظیر مخازنی که تهویه و سیر کلاسیون محیطی دارند یا مخازنی که تهویه آزاد یا باز دارند، فقط بازررسی چشمی می‌شوند. (مگر آنکه خریدار بازررسی دیگری را مشخص کرده باشد)[7].

6-5- تعمیر جوشها

تمام عیوب کشف شده بایستی به اطلاع بازرس خریدار برسد و قبل از اقدام به تعمیر، موافقت بازرس خریدار اخذ شده باشد. تمام تعمیرات انجام شده بایستی به تأیید بازرس خریدار برسند. معیار پذیرش بر حسب کاربرد در صفحات بعد ارائه شده است. نشت اتصال کف مخزن به خاطر منفذ مخزن یا سقف مخزن جوش اضافی بر طرف کرد ولی عیوب دیگر کف مخزن یا سقف مخزن بایستی طبق دستورالعمل تعمیر شوند. درزگیری با بتونه مجاز نیست [7].

تمام عیوب، ترک یا نشت در اتصالات بدنه یا اتصال بدنه به کف بایستی طبق دستورالعمل تعمیر شود. اگر بعد از پر کردن مخزن با آب، عیوبی کشف شود برای تعمیر باید سطح آب را تا 30 سانتیمتر زیر نقطه تعمیر پایین آورد [7].

اگر نقطه تعمیری نزدیک به کف مخزن است، قبل از تعمیر بایستی آب مخزن خالی شود. جوشکاری نباید روی مخزن انجام شود مگر آنکه تمام خطوط متصله به طور کامل کور شده باشد. تعمیرات روی مخزنی که با نفت یا فرآوردهای نفتی پر شده مجاز نیست و بایستی قبل از تعمیر خالی و بدون گاز شود. تعمیرات مخزن دارای نفت توسط سازنده باید طبق دستورالعمل تأیید شده خریدار و در حضور بازرس خریدار انجام شود [7].

7- تلرانس ابعادی

منظور تلرانس‌هایی که ارائه می‌شود آن است که مخزن با ظاهر قابل قبول باشد و اجازه بدهد که سقف شناور به درستی ممکن کار کند. با توافق خریدار و سازنده ممکن است از این تلرانسها عدول شود [7].

۱-۷-۵- شاقولی بودن^۱

حداکثر انحراف از شاقولی بودن بالای بدنه مخزن نسبت به کف بدنه مخزن نبایستی از $\frac{1}{200}$ کل ارتفاع مخزن تجاوز نماید. انحراف از شاقولی بودن در یک ردیف بدنه مخزن نبایستی از انحرافات مجاز مسطح بودن^۲ و موجی بودن^۳ برای ورقها که در A480 ASTEM A6 A20 و (برحسب کاربرد) ارائه شده است، بیشتر باشد. معیار $\frac{1}{200}$ برای ستونها سقف ثابت هم اعمال میشود. برای مخازن با سقف شناور داخلی یا معیار یا معیار ارائه شده در ضمیمه H هر کدام سخت و قاطعتر است اعمال میشود [۷].

۲-۷-۵- گرد بودن^۴

شعاع اندازهگیری شده در 30 سانتیمتر بالای جوش گوشهای کف نباید از ترانسهای جدول (۱-۵) تجاوز کند [۷].

جدول ۵-۱: ترانس شعاع مخزن با توجه به قطر مخزن [۷].

ترانس شعاع مخزن (میلیمتر)	قطر مخزن (متر)
± 13	کوچکتر از 12
± 19	از 12 تا 45
± 25	از 45 تا 75
± 32	از 75 به بالا



^۱ - Plumb ness

^۲ - Flat ness

^۳ - Wavi ness

^۴ - Round ness

۱-۷-۳- انحرافات موضعی^۱

انحرافات موضعی مخزن از شکل تئوری خود (برای مثال، ناپیوستگی جوش، قسمتهای مسطح) باید به مقادیر ذیل محدود شود:

الف - Peaking: انحرافات در اتصالات جوش عمومی^۲ نباید از ۱۳ میلیمتر تجاوز کند. انحراف اتصال جوش از تخته شابلون^۳ افقی به طول ۹۰۰ میلیمتر که دارای انحناء بدنه مخزن (انحنا با شعاع اسمی مخزن) است، اندازه‌گیری می‌شود [۷].

ب - Banding : انحرافات در اتصالات جوش افقی^۴ نباید از ۱۳ میلیمتر تجاوز کند. انحراف در اتصال جوش افقی با استفاده از لبه مستقیم تخته شابلون به طول ۹۰۰ میلیمتر قائم، اندازه‌گیری می‌شود [۷].

ج - قسمتهای مسطح موضعی اندازه‌گیری شده در سطح عمومی نباید از تلرانس مجاز ورق و انحراف شده در موضوع شاقولی بودن بیشتر شود [۷].

۵-۷-۴- فونداسیون^۵

برای دستیابی به تلرانس‌های مشخص شده در بالا ضروری است که فونداسیون دارای کیفیت و تلرانس قابل قبولی باشد.

با توجه به سطح افقی مرجع، فونداسیون تلرانس‌هایی به شرح زیر دارد:

الف - تلرانس تراز بالای حلقه دیوار بتی^۶ تکیه‌گاه بدنه 3 ± 3 میلیمتر در هر ۹ متر محیط 9 ± 9 میلیمتر در کل محیط حلقه می‌باشد [۷].



¹ - Local Deviations

² - Peaking

³ - Sweep Board

⁴ - Banding

⁵ - Foundation

ب- وقتی حلقه دیواره بینی در نظر گرفته نشده باشد تراز فونداسیون زیر بدنه ± 3 میلیمتر در هر 3 متر و $13 \pm$ میلیمتر در کل محیط نسبت به تراز میانگین میتواند ترانس داشته باشد [7].

ج- وقتی برای فونداسیون اسلاب بتنی (تحتال بتنی) در نظر گرفته شده، برای نوار محیطی بیرونی فونداسیون به پهنای 30 سانتیمتر (با عرض ورق رینگ دور کف مخزن) همان مقررات ± 13 حلقه دیواره بتنی اعمال میشود و برای بقیه فونداسیون نسبت به شکل طراحی ترانس میلیمتر در نظر گرفته میشود [7].

۵-۸-۵- روشهای بازررسی اتصالات ^۲

۱-۸-۵- روش پرتونگاری

به این منظور وقتی اختلاف ضخامت مشخص شده یا طراحی شده ورقها از 3 میلیمتر بیشتر نباشد، ورقها هم ضخامت به حساب میآیند [7].

۲-۸-۵- کاربرد

بازرسی پرتونگاری برای جوشها لب به لب بدنه جوشهای لب به لب ورق دور و جوشهای لب به لب اتصالات نوع تخت لازم است. بازرسی به روش ورقهای پرتونگاری برای جوشهای برق سقف یا ورق کف یا برای جوشهای متصل کننده ورقهای سقف به نبشی فوقانی، نبشی فوقانی ورق بدنه، ورقهای کف با متعلقات مخزن لازم نیست [7].

¹- Ring Wall

² - Method of Inspecting

3-8-5- تعداد و محل فیلمها

تعداد و محل فیلمهای پرتونگاری به شرح زیر است. شکل (1-5)[7].

1-3-8-5- اتصالات عمودی

الف- برای اتصالات جوش لب به لب که ضخامت ورق نازکتر آن تا 10 میلیمتر باشد، یک فیلم از 3 متر اول اتصالات عمودی تمام شده هر نوع ضخامت و جوش داده شده توسط هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری به صورت تصادفی پرتونگاری میشود. پس از آن بدون توجه به تعداد جوشکاران یا اپراتورهای جوشکاری، یک فیلم تصادفی اضافی از هر 30 متر (تقریبی) و بخش عمده باقیمانده اتصال عمودی همان نوع و ضخامت پرتونگاری میشود. حداقل 25٪ از نقاط انتخاب شده باید در محل برخورد اتصالات عمودی و افقی، حداقل 2 فیلم برای هر مخزن باشد. علاوه بر الزامات گفته شده، یک فیلم تصادفی بایستی از هر اتصال عمودی پایینترین ردیف گرفته شود.

ب- برای اتصالات جوش لب به لب که ضخامت ورق نازکتر بدنه بیشتر از 10 میلیمتر باشد ولی کمتر یا مساوی 25 میلیمتر باشد بایستی مثل بند الف اقدام شود به اضافه آنکه تمام محل اتصالات افقی و عمودی در این محدود ضخامت بایستی پرتونگاری گردد [7]. هر فیلم حداقل 75 میلیمتر از جوش عمودی و 50 میلیمتر از طول جوش در هر طرف تقاطع عمودی را به وضوح نشان دهد. در پایینترین ردیف، دو فیلم تصادفی بایستی از هر اتصال عمومی گرفته شود. یکی از فیلمها بایستی حتیالمقدور نزدیک به کف باشد و دیگری تصادفی باشد [7].

ج- اتصالات عمودی که در آن ورقهای بدنه دارای ضخامت بیشتر از 25 میلیمتر باشد بایستی تماماً پرتونگاری گردد. تمام محلهای تلاقی اتصالات عمودی و افقی در این محدوده

ضخامت پرتونگاری گردد. هر فیلم باید حداقل 75 میلیمتر از جوش عمودی و 50 میلیمتر از جوش افقی دو طرف جوش عمودی را به وضوح نشان دهد [7].

د- جوش لب به لب دور محیط دریچه آدم رو یا نازل توکار^۱ بایستی تماماً پرتونگاری گردد.

5-8-3-2- اتصالات افقی

یک فیلم تصادفی از اولین 3 متر اتصال جوش تمام شده افقی از همان نوع و ضخامت (برمبنای ضخامت ورق نازکتر در اتصالات) بدون توجه به تعداد جوشکاران با اپراتورهای جوشکاری گرفته میشود. پس از آن، یک فیلم از هر 60 متر (تقریبی) و بخش عمدۀ باقیمانده از اتصال افقی همان نوع و ضخامت پرتونگاری میگردد. این فیلمها اضافه بر فیلمهای محل تقاطع یا اتصالات عمودی خواسته شده در بند (ج) فوق میباشد.

وقتی دو یا چند مخزن در همان محل برای خریدار نصب میشود، چه همزمان، چه به صورت سریال، تعداد فیلمهای تصادفی مورد پرتونگاری ممکن است به جای متراژ هر مخزن بر مبنای متراژ جمعی همان نوع و ضخامت در هر گروه مخزن باشد [7].

گاهی پیش میآید که دو طرف همان اتصال لب به لب را یک نفر جوشکار یا اپراتور جوشکاری جوش نمیدهد. اگر دو نفر جوشکاری یا اپراتور جوشکاری هر کدام یک طرف اتصال را جوش دهنند، اجازه داده میشود که با یک فیلم کارشان را بازرسی کرد. اگر این فیلم تصادفی مردود شود، فیلمهای تصادفی دیگری بایستی گرفته شود تا نفر خاطی مشخص شود [7]. تعداد فیلم مساوی از هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری متناسب با طول درز جوش داده شده او پرتونگاری شود [7].

با پیشرفت جوشکاری هرچه زودتر که باید پرتونگاری انجام شود. محلهای مورد پرتونگاری را بازرس خریدار تعیین میکند.



¹ - Insert

هر فیلم پرتونگاری باید حداقل 150 میلیمتر از طول جوش را به وضوح نشان دهد. فیلم بایستی نسبت به جوش به صورت مرکزی قرار داده شود فیلم باید عریض باشد تا فضای کافی برای حروف و اعداد و سربی و ضخامت سنج یا نفوذسنج داشته باشد [7]. وقتی ورق دور کف برای مخزن در نظر گرفته شده است، اتصالات شعاعی بایستی به شرح زیر پرتونگاری شوند.

الف- برای اتصالات جوش لب به لب دو طرف، یک فیلم تصادفی از 10٪ اتصالات شعاعی پرتونگاری شوند [7].

ب- برای اتصالات جوش لب به لب یکطرفه با تسمه پشت بند دائمی یا قابل برداشت، از 50٪ اتصالات شعاعی یک فیلم تصادفی پرتونگاری میشود [7].

در تفسیر فیلمهای اتصالاتی که تسمه پشت بند دائمی دارند بایستی فوقالعاده دقت شود. در بعضی از موارد، پرتونگاری اضافی که تحت زاویه گرفته شده میتواند نشانه مشکوک را مشخص نماید. حداقل طول فیلم هر اتصال شعاعی، 150 میلیمتر باشد. محل فیلم به طرف لبه بیرونی در جایی که ورقه بدنه و ورق دور متصل میشوند، ترجیح داده میشود [7].

۴-۸-۵- فن پرتونگاری

به جز آنکه در این بخش اصلاح شده است، روش آزمایش پرتونگاری اعمال شده مطابق با بخش 7، مقاله از ASME باشد [7].

افرادی که آزمایش پرتونگاری را انجام میدهند و ارزیابی میکنند بایستی الزامات سطح II یا سطح III از ASNT-1A را برآورده ساخته و توسط سازنده تأیید صلاحیت شده و گواهی داشته باشد. افراد سطح I میتوانند مورد استفاده قرار گیرند به شرطی که دستورالعمل قبولی/مردودی کتبی از طرف افراد سطح II یا سطح III داشته باشند. این دستورالعمل کتبی بایستی الزامات

مربوط به بخش 7، مقاله 2 از کد ASME را داشته باشد. به علاوه تمام افراد سطح I بایستی تحت نظارت مستقیم افراد سطح II یا سطح III باشند [7].

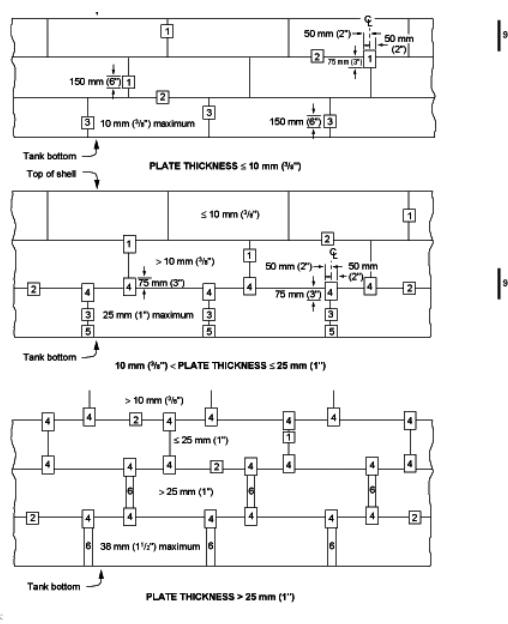
الزامات T-258 در بخش V، مقاله 2، کد ASME فقط به عنوان راهنمای استفاده می‌شود. پذیرش نهائی فیلمها بر مبنای دیده شده سیم یا سوراخ مورد نظر شاخص کیفیت تصویر باشد.

۱-۴-۸-۵- ارائه فیلم

قبل از آنکه جوشها تعمیر شوند، فیلمها با اطلاعات خواسته شده راجع به فن پرتونگاری به کار گرفته شده به بازرس ارائه گردد [7].

۲-۴-۸-۵- استاندارد پرتونگاری

جوشهای آزمایش شده به وسیله پرتونگاری بایستی به وسیله پاراگراف (b) UW-51(b) در بخش VIII از کد ASME به عنوان قبول یا غیرقابل قبول داوری شوند [7].



شکل ۱-۵: الزامات رادیوگرافی برای بدنه مخزن

3-4-8-5- تعیین محدوده‌های جوشکار معیوب

وقتی بخشی از جوش به وسیله فیلم نشان داد که قبال قبول نیست، دو فیلم مجاور آن بخش پرتونگاری می‌شود، وقتی فیلم اصلی در یک طرف عیب تا لبه فیلم به اندازه 75 میلیمتر جوش سالم نشان دهد، گرفتن فیلم اضافی در آن طرف لازم نیست. اگر جوش بخش‌های مجاور مردود شوند، فیلمهای اضافی دیگر بایستی گرفته شود تا اینکه محدوده جوشکاری غیرقابل قبول تعیین گردد. یا نصاب می‌تواند تمام جوشکاری انجام شده به وسیله آن جوشکار یا اپراتور جوشکاری در آن اتصال را تعویض نماید. اگر جوشکاری تعویض گردد، بازرس اختیار دارد یک فیلم از موقعیت انتخابی در هر اتصال دیگری که به وسیله همان جوشکار یا اپراتور جوشکاری انجام شده است، بخواهد. اگر هر یک از فیلمهای اضافی مردود شوند، محدوده جوشکاری غیرقابل مطابق بخش اول تعیین گردد [7].

4-4-8-5- تعمیر جوشها معیوب

عیوب جوشها به وسیله براده‌برداری، سنگزنانی یا شیارزنانی از یک طرف یا دو طرف اتصال بر حسب لزوم برطرف شده و مجدداً جوشکاری گردد. فقط بریدن اتصالات اصلاح لازم است. تمام جوشها تعمیر شده باید مطابق دستورالعمل بازرگانی به وسیله یکی از روشها آزمایش گردد [7].

4-5-8-5- ثبت پرتونگاری

سازنده بایستی نقشه پرتونگاری انجام شده را با درج شماره شناسائی و محل پرتونگاری ارائه دهد. بعد از تکمیل سازه، فیلمها متعلق به خریدار است مگر آنکه بین خریدار و سازنده جور دیگری توافق شده باشد [7].

5-8-5- آزمایش ذره مغناطیسی

وقتی آزمایش ذره مغناطیسی مشخص شده باشد، روش آزمایش باید مطابق بخش V، مقابله 7 از کد ASME باشد [7].

آزمایش ذره مغناطیسی مطابق دستورالعمل نوشه شدهای باشد که مطابق بودن الزامات مربوطه با بخش 7 کد ASME توسط سازنده گواهی میشود [7].

سازنده تعیین کند که آزمایشگر ذره مغناطیسی الزامات ذیل را برآورده مینماید:

الف- حروف نوع 2 نمودار دیدسنجدی را از فاصله 30 سانتیمتری خوب میبیند و قادر به تشخیص و فرق گذاری بین کنتراست زنگهای به کار رفته میباشد. آزمایشگر بایستی سالیانه معاينه پزشکی را انجام دهد [7].

ب- دارای شایستگی در روش آزمایش ذره مغناطیسی، منجمله اجرای آزمایش و تفسیر و ارزیابی نتایج باشد، گرچه وقتی روش آزمایش مشتمل بر بیش از یک عمل است، آزمایشگر فقط به تأیید صلاحیت برای یک یا چند عمل نیاز دارد [7].

استاندارد پذیرش بایستی مطابق با بخش VIII، ضمیمه 6، پاراگرافهای 6-3 6-4 از کد ASME باشد [7].

6-8-5- آزمایش التراسونیک

وقتی آزمایش التراسونیک مشخص شود، روش آزمایش مطابق بخش V مقاله 5 از کد ASME باشد [7].

آزمایش التراسونیک بایستی طبق دستورالعمل نوشه شده باشد و انطباق الزامات قابل کاربرد با بخش 7 از کد ASME توسط سازنده گواهی شود [7].

آزمایشگر که آزمایشات التراسونیک را انجام میدهد باید تأیید صلاحیت شده و برآورده شده الزامات گواهی نامه سطح II یا سطح III از ASNT SNT-TC-1A توسط سازنده گواهی شود. از افراد سطح I میتوان استفاده نمود به شرطی که معیار قبولی / مردودی نوشته شده به وسیله افراد سطح II یا سطح III برای آنها تهیه شده باشد. به علاوه تمام افراد سطح I باید تحت نظارت مستقیم افراد سطح II یا سطح III کار کنند [7].

7-8-5- آزمایش با مایع نافذ

وقتی آزمایش با مایع نافذ مشخص شود، روش آزمایش بایستی مطابق بخش VII، مقاله کد ASME باشد [7].

آزمایش با مایع نافذ بایستی طبق دستورالعمل نوشته شده انجام شود. دستورالعمل با مایع نافذ از نظر انطباق با الزامات بخش VII از ASME بایستی توسط سازنده گواهی شود [7].

سازنده تعیین و گواهی کند که آزمایشگر با مایع نافذ الزامات ذیل را برآورده سازد:

الف- حروف نوع II نمودار دیدسنجه از فاصله 30 سانتیمتری را خوب میبینند و قادر به تشخیص و فرقگذاری بین کنتراست رنگهای به کار رفته میباشد. آزمایشگر بایستی از عهده معاينه چشم پزشکی اسلیانه برآمده باشد [7].

ب- شایسته در فن روش آزمایش با مایع نافذ که برای آن گواهی شده است منجلمه اجرای آزمایش و تفسیر و ارزیابی نتایج شایسته باشد، گرچه وقتی روش آزمایش مشتمل بر بیش از یک عمل است، آزمایشگر میتواند در یک یا چند عمل گواهی داشته باشد.

استاندارد پذیرش و برطرف کردن عیوب و تعمیر، مطابق با بخش VIII ضمیمه 8 پاراگرافهای 3-8، 4-8 از کد ASME باشد [7].

8-8-5- بازرسی چشمی

جوشی که بازرسی چشمی موارد ذیل را نشان میدهد، باید قابل قبول باشد [7].

الف- ترکه چاله جوش، ترکهای سطحی دیگر یا لکههای قوس در اتصال جوش یا مجاور اتصال جوش نداشته باشد [7].

ب- بریدگی کناره محدودههای داده شده برای اتصال جوش لب به لب عمودی و افقی بیشتر نباشد. برای جوشهایی که نازل، دریچه آدمرو، دریچه تمیزکاری و ضمائم دائمی را متصل مینماید، بریدگی کناره نبایستی از ۰/۴ میلیمتر بیشتر باشد [7].

ج- توادر تخلخل سطحی در جوش نباید از یک خوشه (یک یا چند منفذ) در هر سانتیمتر طول بیشتر باشد و قطر هر خوشه نباید از ۲/۵ میلیمتر باشد [7].
جوشی که معیار داده شده در بازرسی چشمی برآورده ننماید، باید قبل از آزمایش هیدرواستاتیک به شرح ذیل اصلاح شود [7].

الف- عیب، به وسیله فرآیند مکانیکی یا شیارزنی حرارتی برطرف گردد. لکههای قوس کشف شده در اتصالات جوش یا مجاور اتصالات جوش بایستی به وسیله سنگزنانی و جوشکاری مجدد تعمیر گردد. لکههای قوس تعمیر شده به وسیله جوشکاری همسطح ورق سنگ زده شود [7].

ب- اگر ضخامت به دست آمده کمتر از حداقل لازم برای شرایط طراحی یا آزمایش هیدرواستاتیک باشد، جوشکاری مجدد ضروری است. تمام عیوب نواحی ضخیمتر از حداقل ضخامت با شیب ۴ به ۱ شکل داده شود [7].

ج- جوش تعمیری با آزمایش چشمی عیبیابی گردد [7].

۹-۵- دستورالعمل آزمایش هیدرواستاتیک مخزن ذخیره

در خاتمه عملیات نصب و جوشکاری ورقهای کف، دور، بدن، سقف به دنبال تمام بازرسیهای فنی لازم و پذیرش نتایج بازرسیها و آزمایشهای غیرمخرب، مخزن با آب پر شده و طبق این دستورالعمل تحت آزمایش هیدرواستاتیک قرار گیرد [7].

دامنه کاربرد

این دستورالعمل به منظور آزمایش هیدرواستاتیک مخزن X متر مکعبی تهیه شده و چگونگی پر کردن مخزن آب، نحوه کنترل و ثبت نشت یا نشت تعمیر احتمالی را در بر میگیرد [7].

۱-۹-۵- پر کردن مخزن با آب

- سیال آزمایش برای مخزن آب است که بایستی یکی یا هر دو شرط زیر را داشته باشد:
 - الف- آب آشامیدنی (در صورتی که طرح لازم بداند با مقدار متناسبی مایع مانع خوردگی)
 - ب- آب غیرآشامیدنی به همراه مقدار متناسبی از مایع نانع خوردگی¹ [7].
- برای این مخزن سقف ثابت، ارتفاع آب 50 میلیمتر بالاتر از ساق بالای نبشی فوقانی (یا ناوданی فوقانی) باشد [7].

۲-۹-۵- نرخ پر کردن

- پیمانکار داخل مخزن را قبل از آزمایش تمیز کند.
- نرخ پر کردن مخزن از آب برای آزمایش هیدرواستاتیک نباید از سه فوت (90 سانتیمتر) ارتفاع مخزن در ساعت تجاوز نماید.



¹ - Corrosion Inhibitor

3- موقع پر کردن و خالی کردن، دریچه باز باشد تا در اثر فشار یا مکش ایجاد شده در اثر پر کردن یا خالی کردن به سقف مخزن آسیب نرسد.

4- هر محل نشستی پیدا شده باید با آماده‌سازی و جوشکاری مجدد تعمیر شود. برای تعمیر یا جوشکاری لازم سطح آب داخل مخزن 300 میلیمتر پایینتر از محل نشستی تقلیل داده شود.

3-9-5- اندازه‌گیری نشت

- 1- اندازه‌گیری رقوم دوازده با فواصل مساوی دور مخزن انجام و در جدول مربوطه ثبت گردد.
- 2- اندازه‌گیریها بلافاصله قبل از آبگیری، وقتی مخزن تا یک سوم ارتفاع، تا دو سوم ارتفاع و کاملاً پر از آب شده باشد، انجام شود.
- 3- مخزن حداقل به مدت چهار هفته به صورت پر باقی بماند و در طول این مدت هر هفته یکبار قرائت رقوم نقاط تعیین شده تکرار شود. (مدت نگهداری مخزن در حالت پر از آب، فقط با نظر طراح یا مندرجات نقشه میتواند تغییر نماید) [7].

4-9-5- شاقولی

تلرانس شاقولی مخزن نباید از یک دو سیستم ارتفاع کل مخزن تجاوز نماید[7].

5-9-5- تعمیرات

- 1- باید سابقه مکتوبی از نوع تعمیر، موقعیت هر تعمیر، نشان گذاری در محل تعمیر و نشانگذاری روی نقشه چیدمان ورق تهیه و نگهداری شود [7].
- 2- جوشهای تعمیر شده باید با همان روش جوش اصلی، بازرگانی شود[7].

5-9-6- فرمها

دو نمونه فرم در نظر گرفته شده برای آزمایش هیدرواستاتیک مخزن، تکمیل و به امضاء نمایندگان پیمانکار، بازرگانی فنی، کارفرما بررسد [7].

5-10- دستورالعمل آزمایش و کنترل کیفیت مخزن

این دستورالعمل و کنترل کیفیت عملیات اجرائی نصب و جوشکاری منبع X متر مکعب ذخیره تهیه شده است [7].

به منظور دستیابی به اهداف طراحی، لازم است نحوه اجرا، ابعاد، مختصات، جهت، زاویه، استوانهای، میزان انحرافات شعاعی و ارتفاعی بدن، شاقولی بودن بدن، بادکردگی کف و غیره در تمام مراحل قبل، حین و بعد از نصب منبع مورد آزمایش و کنترل قرار گیرد [7].

5-10-1- مشخصات روش جوشکاری

دستورالعمل جوشکاری یا مشخصات روش جوشکاری به منظور تعیین فرایند جوشکاری، هندسه اتصال، فلز مبدا، فلز پرکننده، پیش گرم کردن، فن جوشکاری، نوع برق و اتصال قطبی، شدت جریان، ولتاژ و دیگر خصوصیات جوشکاری، قبل تهیه و با جوشکاری و آزمایش نمونه از مناسب بودن آن اطمینان حاصل شود [7].

5-10-2- آزمایش تعیین صلاحیت جوشکار

جوشکارانی که قرار است برای نصب منبع به کار گرفته شوند بایستی قبل از شروع به جوشکاری، از عهده آزمایش‌های لازم جوشکاری برآیند [7].

جوشکارانی که درزهای افقی عمودی بدن را جوش میدهند باید در آزمایش جوش افقی (2G) و عمودی (3G) قبول شده باشند. هر جوشکار که در آزمایش، جوش شیاری افقی و عمودی قبول شود مجاز است تمام جوشکاریهای لب به لب و گلوئی مربوط به منبع را جوش دهد [7].

3-10-5- کنترل فونداسیون

فونداسیون بتی منبع از نظر ابعادی، تراز، صافی سطح و تعداد و اندازه آنکربولتها کنترل شود (فرم شماره یک) [7].

4-10-5- شیببندی و تراکم ماسه قیری یا آسفالت

ماسه قیری یا آسفالت زیر منبع از نظر شیببندی و تراکم بررسی گردد.

5-10-5- ورق کف

علاوه بر نظارت نصب و رعایت اندازه‌ها، ترتیب و کیفیت جوشکاری، پس از اتمام عملیات نصب و جوشکاری، کلیه درز جوشهای ورق کف، تحت آزمایش خلاء قرار گیرد. فشار آزمایش حداقل 3 پوند بر اینچ مربع (خلاء) در نظر گرفته می‌شود [7].

6-10-5- ورق دور کف

جوشکاری لب به لب ورقهای دور کف حائز اهمیت است. علاوه بر بازررسی چشمی اندازه تسممه پشت بند، میزان روی هم قرارگرفتگی، خالجوش تسممه به ورق، فاصله دو لبه ریشه، طول 100 میلیمتری به طرف دایره بیرونی فونداسیون برتونگاری می‌شود [7].

بنابراین به ازاء هر درز جوش لب به لب ورقهای دور کف لازم است یک فیلم پرتونگاری شود [7].

7-10-5- ورق بدن

دو جنبه مهم بازرسی برای ورقهای هر ردیف از بدن، گرد بودن^۱ و شاقولی بودن^۲ آن است [7].

علاوه بر آنها انحراف، شعاعی بدن^۳ در محل درز جوشهای عمودی و انحراف مولد بدن^۴ در محل درز جوشهای افقی از اهمیت ویژهای برای بازرسی برخوردار است. پرتونگاری درز جوشهای عمودی و افقی (خصوصاً محل برخورد درز جوش عمودی و درز جوش افقی = T-Joint) نیز مطابق توصیههای این دستورالعمل انجام شود [7].

8-10-5- ورق تقویتی دو دریچه

جوش ورق تقویتی دور دریچهها تحت آزمایش هوای فشرده قرار گیرد. حداقل میزان فشار بر اینج مربع (3 PSIG) لازم است [7].

این آزمایش، آزمایش کف صابون هم گفته میشود، به همین منظور در ورق تقویتی دور دریچهها بایستی قبل از جوشکاری، سوراخی به قطر 6 میلیمتر تعییه شده باشد [7].

9-10-5- قاب سقف

چگونگی نصب و جوشکاری قاب سقف مطابق نقشه باید تحت بازرسی چشمی قرار گیرد [7].



¹ - Round ness

² - Plumb ness

³ - Peaking

⁴ - Banding

10-5- ورقهای سقف

جوشکاری ورقهای سقف باید به یکی از دو طریق هوای فشرده یا خلاء بازرسی شود. بازرسی با هوای فشرده با فشار ۵ میلیبار و آزمایش خلاء با خلاء حداقل سه پوند بر اینچ [7]. انجام میشود (3PSIG)

11-5- موارد متفرقه

محل جدا شده جوش قطعات موقت به بدنه و هر جای دیگر که مشکوک به ترک سطحی یا ترک منتهی به سطح باشد به روش مایع نافذ یا به روش ذرات مغناطیسی بازرسی شود [7].

12-5- بازرسی چشمی جوش

کلیه عملیات نصب و جوشکاری کف، بدنه، سقف، متعلقات و ملحقات، به طور صدرصد بازرسی چشمی شود [7].

نتیجه بازرسی چشمی جوش بایستی در فرم شماره ۳ ثبت گردد [7].

13-5- اتصال بدنه به کف

جوش دور تا دور اتصال ورقهای بدنه به ورقهای دور کف بایستی تحت آزمایش نفوذ نفت یا آزمایش مایع نافذ قرار گیرد [7].

14-5- پرتونگاری جوشهای افقی و عمودی بدنه

درز جوشهای افقی و عمودی بدنه با توجه به ضخامت ورق، قطر مخزن، تعداد ورقهای هر ردیف، تعداد جوشکاران و استاندارد API650 در نمودار پرتونگاری نشان داده شده است [7].

15-10-5- چاله تخلیه (نازل تخلیه)

تقویتیهای دور اتصال ورق کف به چاله تخلیه یا نازل تخلیه با هوای فشرده آزمایش میشوند. اتصال این چاله یا نازل را میتوان به روش آزمایش با مایع نافذ آزمایش نمود [7]

16-10-5- تعمیر جوشها

جوشهایی که با یکی از روشهای بازرگی، معیوب تشخیص داده میشوند بایستی با استفاده از دستورالعمل مناسب و تأیید شدهای رفع عیب شده و دوباره جوش داده شوند و با همان روش جوش اصلی مجدداً بازرگی شوند [7].

17-10-5- آزمایش هیدررواستاتیک

در پایان عملیات جوشکاری و پس از قبول نتایج بازرگیها، مخزن بایستی به طور تدریجی مرحلهای از آب پر شده و طبق دستورالعمل تأیید شدهای تحت آزمایش هیدررواستاتیک قرار گیرد [7].

فصل ششم

تأييد صلاحية دستور العمل جوشكارى

دستورالعمل جوشکاری WPS و تأیید صلاحیت آن PQR طبق الزامات بخش IX از ASME تهیه میشود [7].

نصاب و سازنده مخزن (اگر متفاوت باشند) باید مشخصات روش جوشکاری (WPS) تهیه نموده و طبق آن نمونه جوش داده و آزمایشات لازم را انجام دهنده و اسناد مثبته تأیید مشخصات روش جوشکاری (PQR) را مطابق بخش IX از کد ASME فراهم نماید. اگر زاینده قسمتی از سامانی که بر حسب رضایت خریدار، عملیات کنترل مؤثری برای تأیید صلاحیت روشهای جوشکاری و جوشکار برای دو یا چند کار با نامهای مختلف انجام داده است، در آن صورت PQR جداگانهای لازم نیست، به شرطی که الزامات دیگر بخش IX از کد ASME برآورده شود [7].

دستورالعملهای جوشکاری مورد استفاده، باید جوش با خواص مکانیکی لازم را تولید کند [7].

مشخصات موادی که در لیست بخش II استاندارد API650 وجود دارد ولی در بخش IX کد ASME پیدا نمیشود باید جزو فلز مبنای با P-NO.1 محسوب شود. شماره گروه آنها مطابق حداقل مقاومت کشش مشخص شده به شرح زیر تعیین میگردد [7].

الف- مقاومت کششی مشخص شده کمتر یا مساوی 415 مگا پاسکال (60000 پوند بر اینچ مربع)- گروه 1 [7].

ب- بیشتر از 415 مگا پاسکال (60000 پوند بر اینچ مربع)- گروه 2 [7].

ج- بیشتر از 515 مگا پاسکال (750000 پوند بر اینچ مربع)- گروه 3 [7].

برای فلز مبنای از جنس ASTM A841 با استاندارد PQR و WQT جداگانه تهیه شود [7]. متغیرهای جوشکاری (منجمله متغیرهای اساسی تکمیل وقتی آزمایشات ضربه لازم است که در QW-250 از بخش IX کد ASTM تعريف شده است برای WPS، PQR باید مورد توجه قرار

گیرند. به علاوه اگر آزمایش ضربه برای منطقه تأثیر حرارت لازم است، شرایط عملیات حرارت فلز

مبنای متناسب با عنوان متغیر اساسی تکمیلی محسوب میگردد [7].

اگر روکش محافظ روی لبهای آمدهسازی اعمال شده است، روکش محافظ نیز در WPS جزو متغیرهای اساسی به حساب میآید [7].

6-1-6- تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری و جوشکار

1- آزمایش ضربه

آزمایش ضربه برای PQR باید با مقررات کاربرد 2.2.8 از API650 مطابقت داشته باشد و در درجه حرارت طراحی یا زیر آن انجام شود [7].

وقتی آزمایش ضربه فلز مبنای طبق 2.2.3 یا 2.2.9 از استاندارد API650 لازم باشد. آزمایش ضربه منطقه تأثیر حرارت را برای همه دستورالعملهای جوش خودکار یا نیمه خودکار لازم است [7].

برای همه موارد مورد استفاده در درجه حرارت طراحی زیر 10 درجه سانتیگراد تأیید صلاحیت دستورالعمل جوشکاری برای اتصالات عمودی باید شامل آزمایش ضربه فلز مبنای باشد [7].

اگر اتصالات عمودی قرار است با فرایند خودکار یا نیمه خودکار انجام شود، در آن صورت آزمایش ضربه منطقه تأثیر حرارت نیز، باید انجام شود [7].

وقتی درجه حرارت طراحی برای فلز مبنای کمتر از منهای 7 درجه سانتیگراد باشد، آزمایش ضربه برای تمام فلز لیست شده در 2.2.9.1 و ضمایم آن ضروری است [7]. آزمایشات ضربه باید حداقل مقادیر ذیل را نشان دهد:

الف- برای فلز مبنای P1، گروه 20-I ژول (میانگین سه نمونه)

ب- برای فلز مبنا P1، گروه II-27 ژول (میانگین سه نمونه)

ج- برای فلز مبنا P1، گروه III-34 ژول (میانگین سه نمونه)

برای ورقهای ضخیمتر از 40 میلیمتر با اندازه 7 ژول بیشتر باشند.

نمونههای ضربه فلز جوش باید در عرض جوش با یک لبه رویه موازی و تا 1/5 میلیمتری

سطح فلز تهیه شود. شیار عمود بر سطح اصلی فلز باشد و فلز جوش کلاً در بین منطقه شکست

قرار گیرد[7].

نمونههای ضربه منطقه تأثیر حرارت در عرض جوش و تا جایی که مقدور است نزدیک به

سطح فلز تهیه شود. هر نمونه حککاری¹ شود تا محل منطقه تأثیر حرارت مشخص گردد و شیار

تقریباً عمود بر سطح ماده اصلی باشد و حتیالمقدور منطقه تأثیر حرارت در منطقه شکست قرار

گیرد[7].

جوش تولیدی با دستورالعمل تأیید صلاحیت شده مطابقت داشته باشد ولی تهیه ورقهای

آزمایش تولیدی لازم نیست [7].

2-1-6- آزمون جوشکار

نصاب و سازنده مخزن (اگر متفاوت باشند) به منظور ارزیابی توانایی اجرای جوش قابل قبول

از تمام جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری در نظر گرفته شده برای جوش دستی، نیمه خودکار و

خودکار آزمون به عمل آورند. آزمایشات انجام شده برای انجام کار برای یک سازنده، جوشکار یا

اپراتور جوشکاری را جهت انجام کار برای سازنده دیگر مجاز نمیدارند. جوشکاران و اپراتورهای

جوشکاری که قسمتهای تحت فشار را جوش میدهند و قسمتهای غیرفشاری نظیر تمام گیرهها و

گوشوارهای موقتی و دائم را متصل میسازند، باید مطابق بخش IX از کد ASME از عهده آزمون



¹ - Etch

تأیید صلاحیت برآیند. سوابق آزمونهای تأیید صلاحیت جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری حاوی

موارد زیر میباشد:

الف- هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری دارای یک شماره، حرف یا علامت شناسایی از طرف
نصاب یا سازنده باشد [7].

ب- سازنده یا نصاب سابقهای از جوشکاران و اپراتورهای جوشکاری داشته باشد که تاریخ و
نتایج آزمونهای هر جوشکار یا اپراتور جوشکاری و علامت شناسائی اختصاص داده شود و به او در
آن درج شده باشد. این سابقه به گواهی سازنده یا نصاب برسد و در دسترس بازرس باشد [7].

3-1-6- شناسایی اتصالات جوش

علامت شناسایی جوشکار یا اپراتور جوشکاری به فاصله‌های حداقل یک متر در طول
جوشهای تمام شده در کنار جوش به صورت دستی یا ماشینی استامپ زده یا درج شده باشد. به
جای استامپ زدن سابقهای تهیه میشود که جوشکار و اپراتور جوشکاری سهیم در هر اتصال را
نشان دهد. این سوابق باید در دسترس بازرس باشد. جوشکاری ورق سقف و جوشکاری فلنج به
گردنه نازل نیازی به شناسایی جوشکار ندارد [7].

6-2- نشانگذاری^۱ و پلاک شناسایی^۲

مخزن ساخته شده طبق استاندارد پلاک شناسایی داشته باشد. پلاک شناسایی با کمک اعداد
و حروف با ارتفاع حداقل 4 میلیمتری باید اطلاعات ذیل را نشان دهد [7].

• استاندارد API650



¹ - Marking

² - Name Plate

- ضمیمه مورد استفاده از استاندارد API650
- سال تکمیل مخزن
- تاریخ ویرایش و شماره تجدید نظر استاندارد API650
- قطر اسمی و ارتفاع اسمی بر حسب متر
- ظرفیت اسمی بر حسب متر مکعب
- سطح مایع بر طبق طرح، بر حسب متر
- وزن مخصوص مایع طبق طرح
- فشار طراحی، که باید اتمسفریک باشد یا ضمیمه F اعمال شود
- حداکثر درجه حرارت کاری بر حسب درجه سانتیگراد، که نبایستی از 90 درجه سانتیگراد تجاوز کند مگر آنکه ضمیمه M اعمال گردد [7].
- نام سازنده اگر غیر از نصاب است شماره سریال سازنده یا شماره قرارداد مربوط به نصاب باشد.
- مشخصات فلز مبنای هر ردیف بدنه
- هرگاه قسمتی تنفسزدایی شد "SR" مشخص شود
- شماره مخزن خریدار [7]

پلاک شناسایی بایستی مجاور دریچه آدم روی یا مجاور ورق تقویتی دریچه آدمرو بلافاصله بالای دریچه آدم رو نصب شود. اگر پلاک شناسایی مستقیماً روی ورق بدنه یا ورق تقویتی گذشته شد باید جوش پیوسته یا لحیم سخت دور تا دور پلاک شناسایی داشته باشد. پلاک شناسایی که به ورق کمکی پرچ شده یا به طور دائمی متصل شده بایستی ورق کمکی به ورق بدنه مخزن یا ورق تقویتی به طور پیوسته جوش داده شود. پلاک شناسایی از فلز مقاوم به خوردگی باشد [7].

وقتی مخزن توسط یک سازمان ساخته و نصب شد، نام سازمان به عنوان سازنده و نصاب و پلاک شناسایی درج شود [7].

3-6- تقسیم مسئولیت

اگر جور دیگری توافق نشده باشد، وقتی مخزن توسط سازندهای ساخته شد و توسط نصاب دیگر نصب شد، نصاب مسئولیت نخست را خواهد داشت [7].
نصاب باید اطمینان پیدا کند موادی که در ساخت اجزا و در نصب به کار برده شده‌اند، مطابق الزامات مقرره هست [7].

4-6- صدور گواهی

سازنده باید برای خریدار گواهی کند (مطابق نمونه نامه نشان داده شده) که مخزن مطابق با الزامات مقرر استاندارد احداث شده است. بر اطلاعاتی مطابق ساخت طبق ضمیمه L بایستی به گواهینامه پیوست گردد [7]

فصل هفتم

تعمیرات مخازن

در این فصل تعمیر مخازن کهنه و رفع نقص مخازن نو مورد بررسی قرار میگیرد. در مخازن جدید اغلب نواقص مربوط به پیچیدگی ورق میباشد که ضمن جوشکاری به وجود میآید ولی معایب مخازن کهنه مربوط به زنگزدگی، نشت و یا خراب شدن مخزن به علت وجود خلاً میباشد به علاوه در تعمیر مخازن کهنه موضوع گاززدائی دارای اهمیت زیاد بوده و باید مورد توجه قرار گیرد. برای تعمیر جوشکاری که پس از آزمایش معیوب تشخیص داده شده تنها را این است که محل مورد نظر را تا فاصله 15 سانتیمتر از هر طرف تراشیده و پس از ایجاد پخهای اولیه مجدداً جوشکاری نمایند.

1-7 - تعمیر و رفع نواقص مخزن

- 1-1-7 تعمیر کف مخزن

وجود نقص کف مخزن نشست پی و یا پوسیدگی ورقهای کف میباشد. پی مخازن نوساز به علت عدم توجه به کیفیت خاک زمین محل و مناسب نبودن طرح پی اجرای کار خواهد بود [6]. در زمینهای که سطح آب زیر زمین بالاست و به خصوص محلهای دارای جزر و مد آب هر چند در طرح و اجرای کار پیسازی دقت شود باز پس از مدتی پی مخزن نشست خواهد کرد و گرچه ممکن است به صورت یکنواخت نشست کند ولی این نشست به احتمال قوی در تمام نقاط یکسان نبوده و در این حالت است که در کف مخزن پستی و بلندی به وجود میآید [6]. آثار این نشست از ورقهای ردیف اول بدنه مخزن نمایان شده و به محض مشاهده خارج شدن قسمتی از ورقها از حالت قائم معلوم میشود در سطح پی ناهمواری ایجاد شده و باید ترمیم شود. چنانچه این نشست در مخازن نوساز و پس از آزمایش با آب و تخلیه آن پیش آید بهترین راه بلند کردن بدنه مخزن به وسیله جک و برچیدن ورقهای کف و ترمیم پی میباشد زیرا اگر پی در

ابتدا کار وضع قابل قبولی نداشته باشد معلوم نیست پی پس از مثلاً 30 سال به چه صورت درخواهد آمد [6].

در صورتی که پی مخزن کهنه پس از گذشته چندین سال شروع به نشست نماید ترتیب کار به شرح زیر خواهد بود [6].

ابتدا مخزن آب را تخلیه و تمیز و گاززدایی نموده در اطراف آن دیواری با ارتفاع یک متر ساخته و سپس داخل آن آب ریخته میشود به طوری که ارتفاع آب تا تراز سطح بالاترین نقطه کف مخزن قرار گیرد [7].

این عمل جهت خارج نمودن گازهایی که احتمالاً بین ورقهای کف مخزن و سطح پی وجود دارد انجام میشود [7].

با راه گرفتن تدریجی آب در سطح پی و مخزن گازی که محتملاً در زیر ورقهای کف قرار گرفته از سوراخهایی که در نقاط مرتفع کف تعییه شده خارج میگردد. پس از آن در محل سوراخهای فوق لولهایی به قطر 1 اینچ و به ارتفاع 4 اینچ جوش داده مخلوط خاکستر زغال سنگ و سیمان را که به نسبت 4-1 قبلاً تهیه و رقیق شده به وسیله تلمبه از این سوراخها به سطح پی تزریق مینماید. در اثر وارد شدن این مخلوط به زیر کف فشار ایجاد شده ورق را به سمت بالا بر میگرداند و این عمل را ادامه میدهند تا کلیه نقاط واقع در اطراف سوراخ به تراز تعیین شده برسد (البته قبل از تعمیر باید از کف مخزن ترازیابی و مشخص شود که ورقها تا چه ارتفاعی باید بالا بیایند). سپس مسیر لوله را در پوش بسته و نقطه دیگری را شروع مینمایند. مخازنی که در محیط پی آنها حلقه بتی باشد نشست سطح پی باعث نشتی کف شده ولی بدنه آنها از خط قائم خارج نمیگردد [6].

برای اصلاح ورقهای پوسیده کف با توجه به فرسودگی مخزن و رعایت حداکثر صرفهجویی در هزینه تعمیر بهترین راه این است که در روی کف قبلی به ضخامت 10 سانتیمتر آسفالت یا شن

ریخته و فراخور کف اولیه شیبیندی مینمایند به طوری که سطح سختی به وجود آید و سپس ورقهای جدید را روی آن قرار میدهند. برای آنکه بدن مخزن به کف جدید کاملاً جوش شود به تدریج در بدن مخزن و در تراز سطح آسفالت یا شن شکاف ایجاد مینمایند و با بیرون آوردن لبه ورقهای کف در تمام حیط از این شکاف آن را به بدن جوش میدهند [6].

۲-۱-۷- تعمیر سقف

در مخازن سقف ثابت وجود خلاً داخل مخزن باعث کشیدگی لبه بالای جدار به داخل و کج شدن یا شکستن اسکلت فلزی و پیچیدگی ورقهای پوشش سقف میگردد. برای تعمیر این مخازن چارهای جز نصب یک داربست فلزی در داخل مخزن نیست زیرا با این عمل نیازی به برچیدن ورقهای سقف نبوده و خطر اینکه باد در داخل مخزن تولید خرابی کند از بین میرود و در هر حال برای ترمیم لبه جداره مخزن وجود اسکلت فلزی ضروری است. چنانچه پوسیدگی فقط در سقف باشد میتوان آن را ظرف چند ساعت تعویض نمود [6].

در مخازن سقف شناور خطر زنگ خوردگی به خصوص در محل اتصال پایهها به سقف و در سطح بالا زیاد است و برای ترمیم آن بهتر است پس از گاززدائی داخل پانتونها قسمتی از ورق ناحیه متصل به پایه را به شکل مربع 45×45 سانتیمتر از سطح بالایی پانتون بریده و ورق جدیدی به جای آن جوش دهنده جوشکاری از داخل پانتون به علت وجود گاز در گوششها و امکان تولید انفجار به هیچ وجه مجاز نمیباشد و کلیه تعمیرات سقف شناور بایستی در فضای باز انجام گیرد [6].

تمیز کردن مخازن بر حسب آنکه مواد ذخیره شده تا چه حد فرار و یا قابلیت نفوذ در بدن دارد وسائل کار نیز متناسب با کیفیت آن فرآورده باید تهیه گردد [6].

برای تمیز کردن مخزن همیشه باید دو نفر گمارده شوند یکی برای رفتن به داخل و مجهز به ماسک لباس مخصوص چکمه- دستکش و کلاه و دیگری در خارج و مأمور مراقبت از اولی خواهد بود. لوله‌های هوای متصل باید آزمایش شده و بدون نقش باشند. ماسک که معمولاً سر و صورت و گردن و قسمتی از سینه را میپوشاند علاوه بر شیشه دید یا عینک چند طلق یدکی هم دارند که در موقع کار یکی از آنها روی شیشه قرار میگیرد و پس از کثیف شدن به سهولت قابل تعویض است و با این ترتیب کارگر مجبور نیست برای تمیز کردن شیشه ماسک از مخزن خارج شود چون قابلیت نفوذ مواد نفتی سبک نارنجی و یا آبی رنگ به علت داشتن محلول سرب به نام (T.G.L) در پوست بدن خطر مرگ داشته و معمولاً پس از 24 ساعت به مرگ شخص آلوده منجر میشود. لذا لباس کارگر مأمور نظافت باید کاملاً از نوع مخصوص حتی لباسهای زیر بایستی تعویض گردد. طرح لباسها طوری است که همه جای بدن را به طرز اطمینان بخشی میپوشاند به علاوه پس از خاتمه کار بلافاصله این افراد برای نظافت و شستشوی کامل با ماشین مخصوص به حمامهای ویژه که ورودی و خروجی آنها جداست منتقل میگردند [6]. برای تمیز کردن مخازن ذخیره اسید از لباس تمام لاستیک و بدون آستر استفاده میشود.

3-1-7- تعمیر بدن مخزن

نواقصی که ممکن است در بدن مخزن به وجود آید بیشتر از اثر فرورفتگی در هنگام جوشکاری ایجاد خلاء به علت خوب کار نکردن هواکشها و یا تخلیه سریع مواد بدون توجه به تعداد و مقطع هواکشها میباشد [6]. پوسیدگی بدن بیشتر در قسمت پایین ورقهای ردیف اول و نزدیک به زمین به وجود میآید. برای ترمیم فرورفتگیهای خارجی جدار مخزن ابتدا در دو طرف نقطهای که باید تعمیر شود به فاصله یک متر دو عدد تیرآهن به صورت قائم و یک نسبی $120 \times 120 \times 1$ با قوسی برابر شعاع

مخزن بین دو تیرآهن بر روی سطحی که فرورفتگی دارد جوش داده سپس مهرهای مکعبی شکل را که در موقع نصب مخزن به کار می‌رود روی محل تعمیر و در امتداد نبشی که به صورت افقی نصب شده جوش میدهند آنگاه با بستن کابل به مهرهای کشیدن آن با جک مخصوص متکی به نبشی قسمت فرورفته را به جای خود برمی‌گردانند. در مورد برآمدگیهای خارج نیز این عمل از داخل مخزن انجام می‌گردد لیکن از ناهمواریها و پیچیدگیهای جزئی در اثر جوشکاری چشمپوشی می‌شود. برای اصلاح ورقهای پوسیده ردیف اول مخازن ارزانترین راه جوش دادن یک قطعه ورق جدید سرتاسری به عرض 30 سانتیمتر بیشتر از ارتفاع پوسیدگی از داخل به جدار و کف و در حقیقت تقویت ردیف پایین جدار می‌شود [6].

تمیز کردن مخازن ذخیره نفت خام نیز تا حدی خطرناک است زیرا در این مخازن انواع گازها و مواد فوقالعاده مضر وجود دارد [6].

برای تمیز کردن مخازن قیر فقط از ماسک و چکمه و دستکش استفاده می‌شود و بر حسب روش کار تا حدی فرق می‌کند. در فصل سرما به شکل جامد کف مخزن چسبیده و به راحتی به وسیله متلهای کمپرسی کنده می‌شود و لیدر هوای گرم قیر به حلات خمیری شکل درآمده و کار کردن در مخزن به علت چسبندگی زیاد مشکل می‌گردد. برای رفع این اشکال ابتدا در کف مخزن به نسبت یک چهاردهم حجم قیر نفت گاز ریخته و آن را به هم می‌زنند تا قیر تقریباً به صورت مایع درآید سپس اقدام به خارج نمودن آن مینمایند [6].

منابع و مراجع

- 1- قریشی- س.م، "ساخت و بازرگانی فنی مخازن ذخیره".
- 2- صادقی- پ، "نگهداری مخزن ذخیره نفت".
- 3- "طراحی مخزن ذخیره نفت"، شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران.
- 4- "Welded and Riveted Oil Storage Tank Guide", National Iranian Oil Company.
- 5- "Welded Steel Tanks for Oil Storage" API Standard 650, American.
- 6- بدیعی- ف، "گزارش مخزن سازی در انگلستان".
- 7- ادب آوازه- ع، "جوشکاری و نصبی مخازن طبق استاندارد API650" ، انجمن جوشکاری و آزمایشگاهی غیرمحرب ایران.
- 8- زارع- س.م، "طراحی مخزن ذخیره نفت"
- 9- User's Guide of Tanks Software; COAD/Engineering Physics Software, Inc, 2002.