ماهنامه‌ی اختصاصی
صنعت لوله
ISSN: 2251-6778
اولین نشریه‌ی لوله و اتصالات ایران
۱۶۶
شماره‌ی صد و شصت و ششم – اسفند ۱۴۰۲ – ۱۰۰۰۰۰ تومان

Akdeniz Kimya

استابیلایزر

ایمپکت مودیفایر

دی اکسید تیتانیوم

کمک فرآیندها

KIMIYAGAR E.A

WWW.KIMIYAGAR-EA.COM

TEL : 0098 26 33415161
FAX : 0098 26 33417269
MOBILE : 0098 912 88 66 073

شرکت کیمیاگر

نماینده رسمی آکدنیز کیمیا در ایران

به نام آن که جان را فکرت آموخت

تصفیه‌خانه‌های آب ۲

تعمیر و نگهداری استخر و جکوزی ۱۲

شبکه‌های آب‌رسانی ۲۴

دستیار مهندس لوله‌کشی تاسیسات ۳۶

طراحی اسپرینکلرها ۴۴

راهنمای عیب‌یابی تاسیسات بهداشتی ۵۴

سپتیک‌تانک و چاه‌های آب ۶۱

سیستم‌های لوله‌کشی محافظت در برابر آتش‌سوزی ۶۷

صنعت لوله

اولین نشریه‌ی لوله و اتصالات ایران

ماهنامه فنی، مهندسی

خبری- تحلیلی- اطلاع‌رسانی

آموزشی- پژوهشی

شماره استاندارد بین‌المللی: ۶۷۷۸-۲۲۵۱

شماره صد و شصت و ششم

اسفند ۱۴۰۲

سردبیر:
مهندس محمدحسین دهقان

مدیر مسئول:
مهندس محمدحسین دهقان

صاحب امتیاز:
مطالعات آینده‌نگر پارسیان

همکاران تحریریه:
مهندس محمدرضا افضلی، مهندس علی احمدی یزدی، مهندس رونالد بغوزیان، سارا خلیلی، مهندس علیرضا دهقان، مهندس بیژن رافعی، مهندس علی رسولی، مهندس رضا سعیدی، مهندس بیژن شادپی، مهندس نیره شمشیری، معصومه شهبازی، مهندس علی گودرزی، مهندس محسن مزیدی شرف‌آبادی، مهندس حسن محمدی، مهندس روحا... واصف، مهندس مجتبی وزین‌افضل

آماده‌سازی قبل از چاپ: نشر یزدا

طراحی لوگو: سهند سلطاندوست

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: یزدا
(کیلومتر ۱۱ جاده قدیم کرج، ابتدای جاده شهریار، شهرک صنعتی کلکون، خیابان پنجم جنوبی، پلاک ۳۵ تلفن: ۶۵۶۱۱۸۰۹)

دفتر نشریه:
تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه ستاری، شماره ۲۲، ساختمان یزدا
تلفن: ۲۲۸۹۰۸۵۱ / دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱
امور مشترکین: ۲۲۸۸۵۶۴۹

درج مقالات و چاپ آگهی‌ها به معنای تایید محتوای آن‌ها توسط نشریه صنعت لوله نیست.
نقل مطالب این نشریه با ذکر ماخذ، بلامانع است.

پیامک: ۱۰۰۰۹۱۲۴۴۸۰۴۱۶

WWW.YAZDAMARKET.COM
www.instagram.com/yazdamarket/
خرید آنلاین کتاب و اشتراک نشریات

اولین نشریه صنعت لوله و اتصالات ایران

تصفیه‌خانه‌های آب

روش‌های حذف مواد شیمیایی نامطلوب در آب آشامیدنی

نوشته: دکتر امید امیدبخش

بهره‌برداری دستگاه‌های تبادل یونی

ترکیبات آلی مختلفی برای تولید رزین‌های تبادل یونی وجود دارد گروه‌های رزین با استفاده از ترکیبات مزبور ساخته و در بازار عرضه می‌شوند.

دستگاه تبادل یونی از بخش‌های زیر تشکیل می‌شود:

- رزین یا رزین‌های تبادل یونی
- بدنه دستگاه
- مخزن تهیه محلول مواد شیمیایی
- تلمبه یا وسیله انتقال ماده یا مواد شیمیایی به دستگاه
- لوله‌های ورود آب خام و خروج آب تصفیه‌شده
- لوله و متعلقات ورود و خروج و دفع پساب شست‌وشو و احیای رزین

دستگاه تبادل یونی، نظیر دستگاه‌های فیلتر فشاری ساخته می‌شود و مصالح و متعلقاتی که در ساختمان دستگاه به کار گرفته می‌شود، باید صرف‌نظر از ظرفیت دستگاه از نظر تاثیر شیمیایی آب دارای مقاومت کافی باشند.

طراحی دستگاه‌های تبادل یونی براساس مشخصات کیفی آب خام و آب تصفیه‌شده مورد نظر با انتخاب رزین مناسب و محاسبه حجم مورد نیاز

از رزین برای تحویل آب به مقدار مشـــخص انجـــام می‌گردد. ضمنا مقدار و نوع مواد شیمیایی که در احیای رزین برای مصرف خواهد شد، تعیین و شرح کاملی تحت عنوان «دســـتورالعمل» تهیه و ارائه می‌شود که خریدار دستگاه بتواند با اجرای دستورات مندرج در «دستورالعمل» از دستگاه بهره‌برداری نماید.

خریدار نیز باید مشخصاب شیمیایی و فیزیکی و بیولوژیکی و کیفیت آب تصفیه‌شده مورد نظر خود را در مواقع سفارش یا خرید دستگاه به فروشنده یا طراح ارائه نماید. شـــمایی از یک دستگاه تبادل یونی در شکل (2) نشان داده شده است.

نصب دستگاه تبادل یونی

محلی که برای نصب دســـتگاه تبادل یونی در نظر گرفته می‌شود، باید حداقل فاصله ممکن با مصرف‌کننده عمده آب تصفیه‌شده را داشته باشد و از نصب دستگاه در هوای آزاد و در جوار دستگاه‌های گرمایشی خودداری گردد.

اتصالات و لوله‌کشـــی‌ها باید کاملا آب‌بند باشـــند و کلیه بدنه دستگاه و متعلقات و شیرآلات از موادی انتخاب شوند که در مقابل آب و مواد شیمیایی مقاوم باشند.

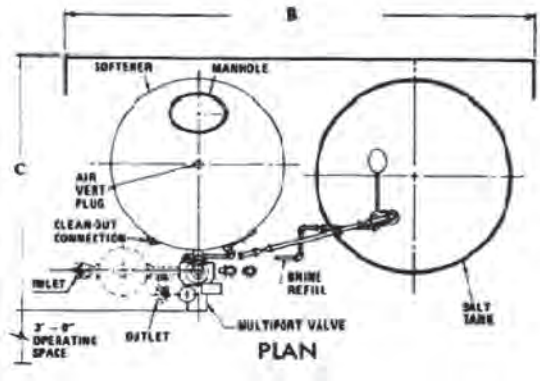
ســـختی‌گیر نوع دیگری از دستگاه تبادل یونی اســـت که عامل اصلی این دستگاه رزین‌های ســـنتزی می‌باشد که معمول ترین و بهترین آن از یک شبکه سه‌بعدی ماکرو پلیمر استیرن سولفونه تشـــکیل شده است و توانایی تبادل یون‌های عامل سختی همچون کلســـیم و منیزیم را با H^+ (در صورت احیا با اســـید) و Na^+ (درصورت احیا با آب نمک) دارد و این رزین‌ها در داخل یک ستون فولادی به صورت شکل زیر، محصور شده اند و سطح داخل آن توسط یک پوشش ضد خوردگی مناسب، پوشیده شده است. اصول کارکرد رزین‌های به کار رفته در این دســـتگاه بر اساس رزین‌های مبادله‌کننده یونی کاتیونی قوی است.

اشـــکال زیر نمای بالا و مقطع عمودی از یک دســـتگاه ســـختی‌گیر را به همراه نازل‌های توزیع‌کننده آب در قســـمت عدســـی بالا و پایین را نشان می‌دهد.

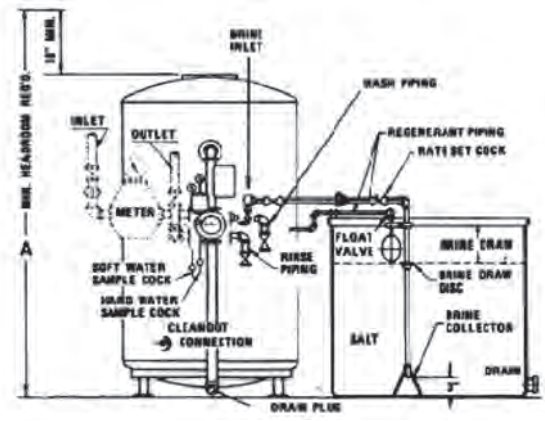
روش انتخاب سختی‌گیر

با داشتن دبی معمول مصرف و حداکثر آب ورودی و ظرفیت سختی‌گیر بر اساس جدول (7) می‌توان مقدار رزین مورد نیاز و ابعاد و اندازه سختی‌گیر را تعیین کرد. لذا برای محاسبه ظرفیت سختی‌گیر به صورت زیر عمل می‌کنند.

ظرفیت ســـختی‌گیر بر حســـب گرین = (عدد ثابت) 15.45 × ســـیکل شست‌وشو بر حسب ساعت × ســـختی کل آب مصرفی × دبی آب ورودی بر



شکل (2): نمای دید از بالای یک دستگاه سختی‌گیر



شکل (3): مقطع عمودی یک دستگاه سختی‌گیر

جدول (7): جدول راهنمای انتخاب سختی‌گیر با درنظر گرفتن میزان حجم رزین مورد نیاز

اندازه‌ی مخزن نمک	اندازه مخزن سختی‌گیر	اندازه‌ی لوله‌کشی	مقدار رزین	سرعت جریان هنگام بهره‌برداری					
				متوسط	حداکثر	حداکثر		حداقل	
لیتر	ارتفاع × قطر برحسب سانتی‌متر	اینچ	لیتر	مترمکعب بر ساعت	مترمکعب بر ساعت	کیلوگرین	کیلوگرم	کیلوگرین	کیلوگرم
60	100×25	2.1	20	0.5	1	30	9	20	2
60	130×30	4.3	40	1	2	60	18	30	4
100	150×30	4.3	65	1.5	3	90	27	60	6
100	150×35	1	85	1.7	4	120	30	80	8
220	150×40	1	100	2	5	160	45	100	10
220	150×45	1	125	2.5	6	185	53	130	12
220	150×50	1	140	3	7	200	60	140	14
300	150×55	4.1[1]	175	3.3	8	250	70	180	16
300	180×50	2.1[1]	200	4	10	300	88	210	20
300	180×60	2.1[1]	275	5	13	420	114	270	26
500	180×70	2.1[1]	375	7	18	560	160	377	36
500	180×80	2	475	9	23	700	200	480	46
500	180×90	2	600	12	29	900	250	600	58
1000	180×100	2.2[1]	690	14	34	1000	300	700	68
1000	180×110	2.2[1]	850	16	40	1200	350	900	80
1000	240×100	3	975	19	47	1400	400	1000	100
2640	240×110	3	1150	21	57	1600	450	1200	110
2640	300×100	4	1300	23	60	1800	530	1400	120
2640	300×110	4	1550	28	70	2200	620	1600	140

حسب مترمکعب در ساعت

دستورالعمل راه‌اندازی و بهره‌برداری یک نمونه از دستگاه سختی‌گیر

یکی از روش‌های حـــذف کاتیون‌های موجـــود در آب به روش تصفیه شیمیایی، اســـتفاده از رزین‌های مبادله‌کننده یونی کاتیونی قوی می‌باشد که در دستگاه‌های سختی‌گیر برای تولید آب نرم برای مصارف صنعتی از جمله آب تغذیه دیگ‌های بخار و در مواقع خاص به عنوان مصرف شرب (به عنوان دستگاه پیش‌تصفیه سیستم اسمز معکوس) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

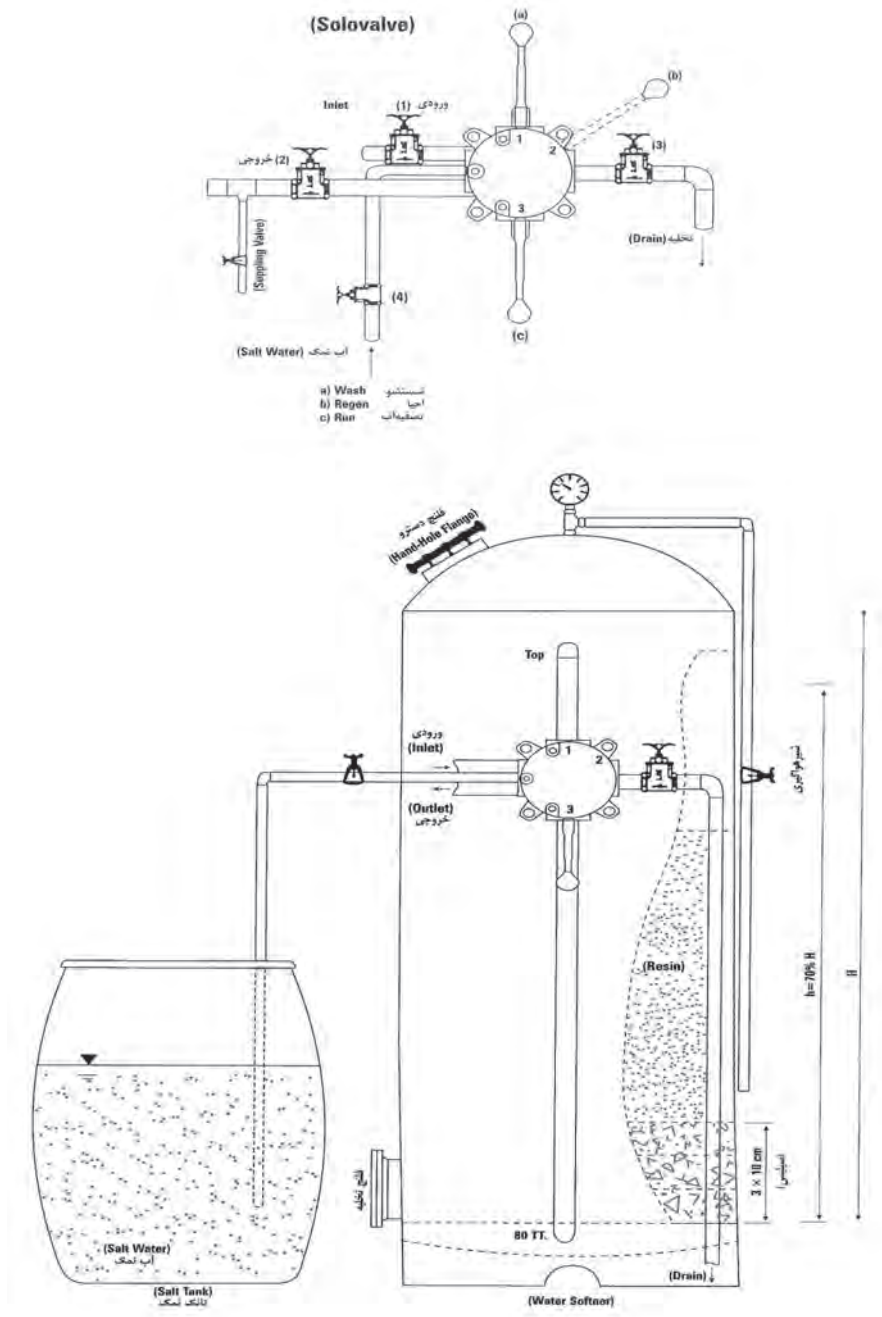
در این قسمت به شرح روش راه‌اندازی سختی‌گیرهای نیمه‌اتوماتیک در سه مرحله‌ی عملیات مقدماتی، راه‌اندازی و آبکشی رزین می‌پردازیم.

عملیات مقدماتی

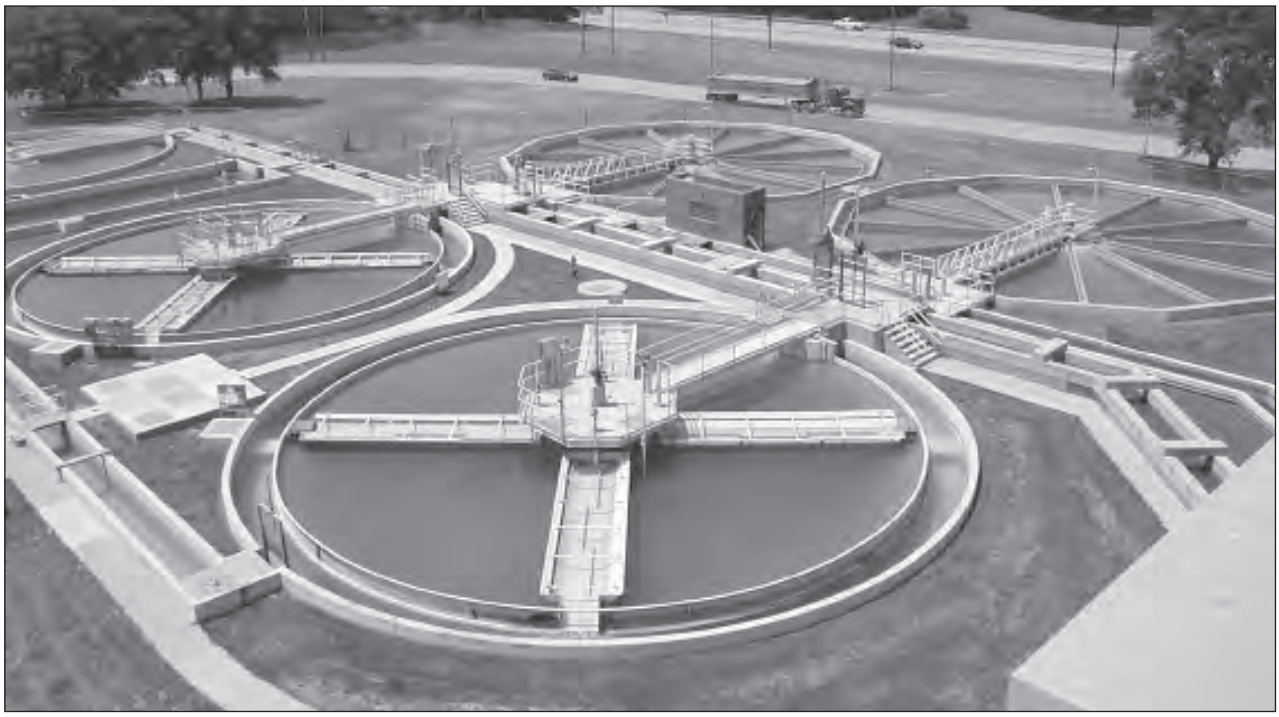
پس از استقرار دستگاه در محل مورد نظر:

1- لوله‌های آب ورودی و خروجی دستگاه را به سیستم متصل می‌کنیم.

2- پس از باز کردن درب دریچه منهول (دســـت‌رو) یـــا فلنج بالای مخزن مطابق شـــکل زیر سیلیس ورزین کاتیونی مناســـب را در داخل دستگاه


(Solovalve)
(a)
(b)
(c)
Inlet
ورودی (1)
(2) خروجی
(3)
1
2
3
(Drain) تخلیه
(Sampling Valve)
(4)
(Salt Water) آب نمک
a) Wash شستشو
b) Regen احیا
c) Run تصفیه‌آب
فلنج دستر (Hand-Hole Flange)
Top
ورودی (Inlet)
(Outlet) خروجی
شیر هوا گیری
(Resin)
h=70% H
H
3 × 10 cm اسپیسر
فلنج تخلیه
80 TT.
(Drain)
(Salt Water) آب نمک
(Salt Tank) تانک نمک
(Water Softner)

شکل (4):



سختی‌گیر ریخته و بسترسازی می‌نماییم و فلنج دریچه‌ی منهول را محکم می‌بندیم.

3- طبق شکل مخزن نمک را (حاوی محلول آب و نمک) با غلظت مناسب در محل استقرار خود قرار می‌دهیم.

راه‌اندازی

1- ابتدا همه شیرها رابسته و شیر هواگیری دستگاه را باز کنید.

2- دسته شیر نیمه‌اتوماتیک (SOLOVALE) در وضعیت شماره 3 (C) یا وضعیت ران (RUN) قرار می‌دهیم.

3- شیر شماره 1 (ورودی) را باز می‌کنیم در این حالت مخزن دستگاه پر از آب می‌شود.

4- به محض خروج آب از لوله هواگیری، شیر هواگیری را می‌بندیم.

5- شیر شماره 2 (خروجی) را باز می‌کنیم، بدین‌ترتیب دستگاه آماده بهره‌برداری و تصفیه آب است.

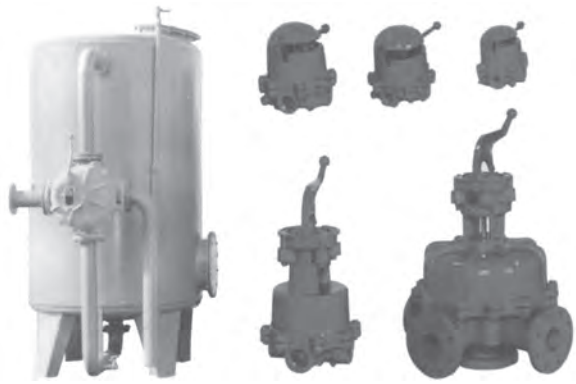
نکته:

- در حین بهره‌برداری از دستگاه اطمینان حاصل کنید که فشار نسبی داخل مخزن بین 1.7 الی 2.5 بار است. اگر فشار داخل مخزن کمتر از 1.7 بار باشد، در آب‌بندی شیر نیمه اتوماتیک و مکش آب نمک اختلاف ایجاد خواهد شد. همچنین در فشارهای بالا ممکن است قطعات شیر نیمه‌اتوماتیک صدمه ببیند. در هر حال بهره‌برداری از شیر نیمه‌اتوماتیک در فشارهای بالاتر و از 2.5 بار به هیچ‌وجه توصیه نمی‌گردد.
- سختی آب تصفیه‌شده خروجی از سختی‌گیر همواره باید با دستورالعمل‌های ارائه شده در مورد آزمون سختی آب مورد آزمایش قرار گیرد و به محض اینکه سختی آب از 2ppm بیشتر شد باید بلافاصله نسبت به احیای مجدد رزین که به صورت زیر است اقدام کرد.

1- ابتدا شیرهای شماره 1 تا 4 را می‌بندیم.

2- دسته شیر نیمه‌اتواتیک را در وضعیت شماره 2 (REGEN) قرار می‌دهیم.

3- شیرهای شماره 3 و 4 را باز می‌کنیم تا محلول آب نمک به مدت 20 دقیقه به داخل مخزن دستگاه مکیده شود. باید توجه داشت که برای تنظیم میزان مکش محلول آب نمک، اگر درپوش برنجی روی نازل نمک را که به همین منظور در پشت شیر نیمه‌اتوماتیک و در کنار لوله تخلیه تعبیه شده است، باز کرد. به کمک پیچ‌گوشتی مناسبی می‌توان میزان مکش آب نمک را تنظیم کرد.



شـــکل (5): نمای ظاهری یک دستگاه سختی‌گیر با شیر اتوماتیک متصل به آن به همراه سایزهای مختلف شیر اتوماتیک

این مواد که بخشی از آن‌ها با غلظت‌های مجاز در زیر ارائه می‌شود بر حسب دستورالعمل به کار برده خواهد شد:

محلول سود سوزآور	با غلظت 15٪
محلول کربنات سدیم	با غلظت 6٪
محلول اسید سولفوریک	با غلظت 10٪
محلول اسید کلرئیدریک	با غلظت 10٪
محلول سولفیت سدیم	با غلظت 10٪
محلول تیوسولفات سدیم	با غلظت 10٪
محلول هیدرازین	با غلظت 10٪
محلول سولفات آلومین	با غلظت 20٪

محلول‌های فوق در مواردی توصیه می‌شـــود که برای اجرای عملیات احیای ستون رزین متناسب با نوع رزین و با استفاده از تلمبه به داخل دستگاه فرستاده شود؛ ولی در مورد نمک طعام که در سختی‌زدایی آب‌ها معمولا مورد استفاده قرار می‌گیرد، چنان‌که مکش محلول نمک طعام به داخل دستگاه با استفاده از خلاء نسبی ایجاد شده به وسیله آب تحت فشار در نظر گرفته شود،

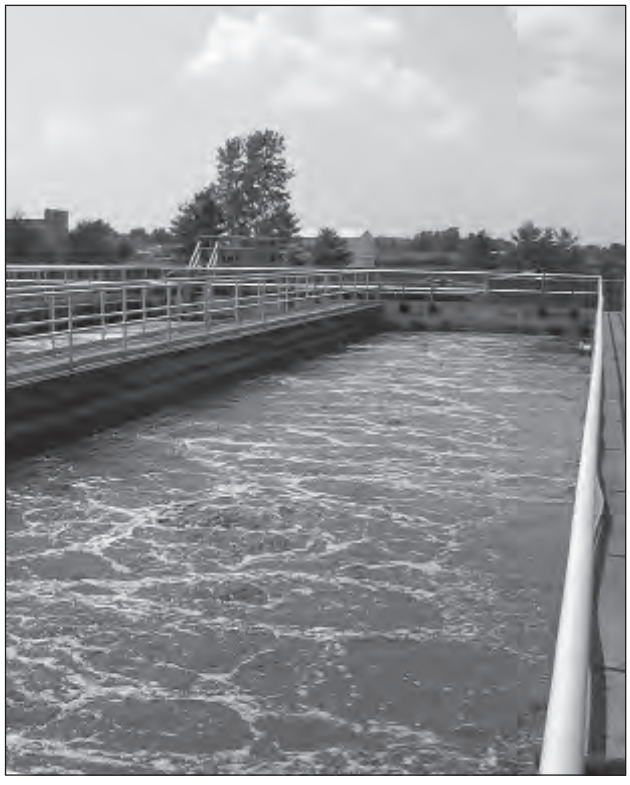
4- پس از گذشت مدت‌زمان ذکر شـــده، مرحله بعدی یعنی شست‌وشوی رزین با آب را انجام می‌دهیم.

آب‌کشی رزین

1- ابتدا تمام شیرها را می‌بندیم.
2- دسته شیر اتوماتیک را در وضعیت شماره 1 (WASH) قرار می‌دهیم.
3- شیرهای شـــماره 1 و 3 (شیرهای ورودی و تخلیه) را باز می‌کنیم. در این حالت آب از ســـمت پایین ستون رزین به داخل مخزن دستگاه وارد شده و از بالا خارج می‌شـــود که به این عمل شست‌وشوی معکوس یا BACK WASH گویند.
4- حدود 20 دقیقـــه صبر می‌کنیم تـــا کل رزین موجـــود در داخل مخزن دستگاه شسته شـــده و محلول آب‌نمک از آن تخلیه گردد. به این عمل DISPLACEMENT گویند.
5- کلیه شیرها را می‌بندیم و شیرهای شماره 1 و 2 را باز می‌کنیم.
6- دسته شـــیر نیمه‌اتوماتیک را در وضعیت 3 (RUN) قرار می‌دهیم. در این حالت دستگاه مجددا آماده به کار است.

مواد شیمیایی مورد نیاز احیای رزین‌ها

انواع مواد شیمیایی که در عملیات احیای رزین‌ها به کاربرده می‌شوند، با غلظت‌های معین و برای رزین‌های مشخص در دستورالعمل ذکر شده است.



محلول اشباع شده به کار گرفته خواهد شد.

مقدار مواد شیمیایی از نظر وزن یا حجم محلول که باید مورد استفاده قرار گیرد، در دستورالعمل ذکر شده است.

مدت کار دستگاه بین دو مرحله احیا رزین

چنانکه قبلا نیز اشـــاره شـــد، توانایی تبادل یونی رزین محدود است؛ بنابراین تعداد ساعات کار بر اساس آبدهی دستگاه و یا حجم آب که از دستگاه تحویل گرفته می‌شـــود، ملاک عمل برای احیای رزیـــن خواهد بود که در دستورالعمل ذکر می‌شود؛ ولی نظر به امکانات تغییر در کیفیت آب در شرایط فصلی و بهره‌برداری و برای اطمینان از صحت کار دستگاه، بازرسی کیفیت آب خروجی از دســـتگاه به طور مرتب ســـاعتی یا برنامه‌ای که تعیین شود، ضرورت خواهد داشـــت تا هر موقع نیاز به احیای رزین باشد اقدام گردد. به عبارت جامع‌تر می‌توان گفت که مدت کار دســـتگاه یا حجم آب استحصالی نسبت به کیفیت آب و شرایط محیط متغیر خواهد بود.

بعد از اطمینان از صحت نصب دســـتگاه، طبق دســـتورالعمل نسبت به شستشـــوی معکوس ســـتون رزین با آب اقدام می‌شـــود، سپس طبق دســـتورکاری که در «دســـتورالعمل بهره‌برداری» ذکر شـــده برای اجرای عملیات احیای رزین اقدام می‌شـــود و در نهایت همان‌طور که در دستورکار ذکر شـــده شست‌وشوی نهایی انجام می‌گیرد و دســـتگاه آماده بهره‌برداری می‌گردد.

احیای رزین که به مورد اجراگذارده شـــد، ســـاعت شـــروع راه‌اندازی یادداشت می‌شود و یک برگ یادداشـــت یا دفتری در جوار دستگاه قرار داده شـــده تا بتوان نتایج آزمایش نمونه‌های آب را که مرتبا انجام می‌شـــود در آن ثبت کرد.

احیای رزین در مراحل بعدی به ترتیب زیر خواهد بود:

- شست‌وشوی معکوس
- انتقال و ارسال محلول احیاکننده به داخل ستون
- ادامه انتقال محلول احیاکننده توام با ارســـال آب شست‌وشـــو و قطع جریان محلول
- شست‌وشوی نهایی برای تخلیه محلول احیاکننده اضافی
- آزمایش و تایید خارج شدن کامل محلول احیاکننده

بعد از خاتمه عملیات فوق دستگاه آماده بهره‌برداری خواهد بود.

آزمایش‌های مورد نیاز طی عملیات بهره‌برداری

در فواصل زمانی مشـــخص که در دستورالعمل بهره‌برداری آمده است، آزمایش نمونه آب تحویل شده از دستگاه ضرورت دارد.

آزمایش‌ها بستگی به کیفیت آب خام و آب مورد نیاز دارد و به طور معمول اندازه‌گیری یک یا چند پارامتر ذیل لازم است.

- pH
- گازکربنیک محلول
- قلیائیت کل
- سختی کل
- کلسیم منیزیم
- سدیم T.D.S

دستگاه‌های تبادل یونی خودکار

در این‌گونه دســـتگاه‌ها پارامترهای معینی از خروجـــی به طور خودکار اندازه‌گیری می‌شود و در صورتی که میزان این پارامترها از حدود تعیین شده قبلی فراتر رود، دستگاه متوقف می‌شـــود و به طور خودکار احیای رزین آغاز می‌شـــود و بعد از خاتمه عملیات «احیا» دستگاه مجددا در مدار بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

نمک‌زدایی به روش اسمز معکوس[1]

تصفیه آب با کمک غشا یا ممبران[2] عملا شامل سه روش زیر است.

- اسمز معکوس
- اولترافیلتراسیون
- الکترودیالیز

در این روش‌ها از نظر اینکه نیاز به اضافه نمودن مواد شـــیمیایی به آب نیست و از طرفی در این روش‌های تصفیه حتا مواد مفید برای آب آشامیدنی حذف می‌گردد، لذا بیشـــتر در صنایع مورد استفاده قرارمی‌گیرد و در مصارف شهری هنوز استفاده از این سیستم محدود است.

فشار اسمزی

پدیده اســـمزی در گیاه و حیوان بیش از 200 سال است که شناخته شده است. این پدیده عبارت اســـت از عبور خود به خودی حلال از داخل غشای نیمه‌تراوایـــی که دو محلول با غلظت‌های مختلـــف (یا یک محلول با حلال خالص آن) را از همدیگر جدا می‌کنند. «در این حالت ایده‌آل غشا فقط برای حلال تراوا است.»

انتقال حلال همیشـــه و به طور طبیعی از محلول رقیق به طرف محلول غلیظ است و این پدیده آنقدر ادامه می‌یابد تا تعادل اسمزی برقرار شود (شکل 6).

نیروی محرکه این انتقال، اختلاف پتانســـیل، شـــیمیایی پیل بین دو محلول که در اثر به تدریج آب خالص وارد آب نمک می‌شود و اینکار تا زمانی انتقال می‌یابد که فشـــار محلول آب نمک تا حد مشخصی از فشار آب خالص بیشتر شود و پتانسیل دو طرف غشا برابر گردد، این فشار به نام فشار اسمزی معروف است و رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \Delta C . R . T$$

که در آن:

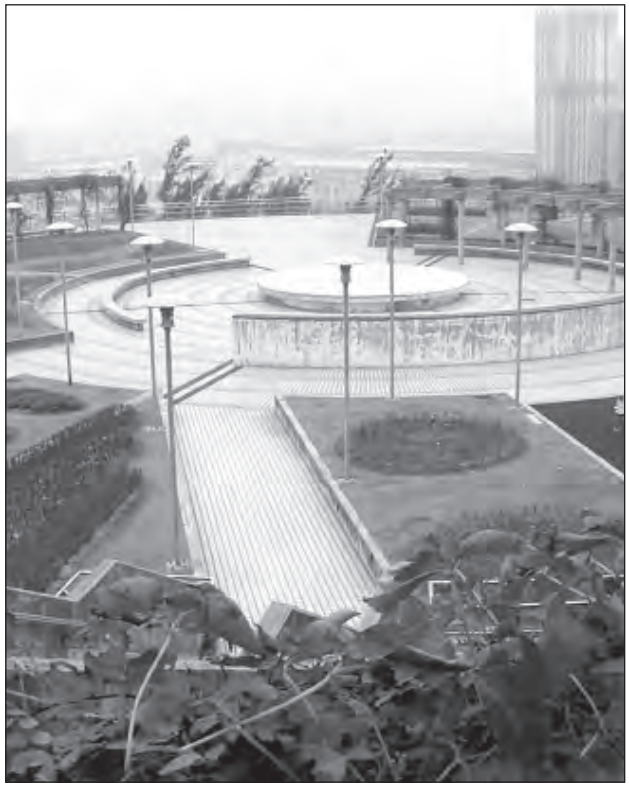
P= فشار اسمزی برحسب Pa (پاسکال) Kg/m^3

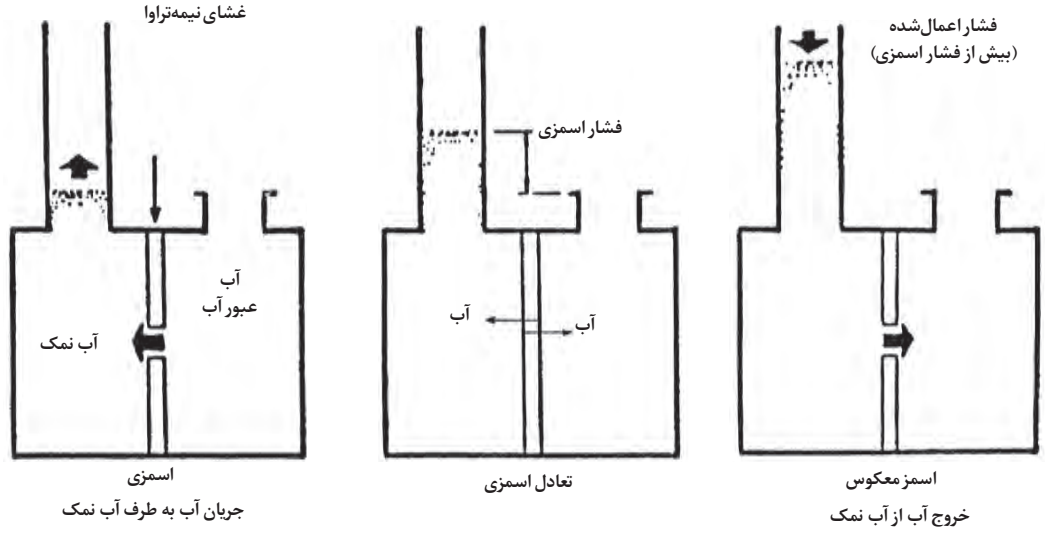
AC= اختلاف غلظت بر حسب mol/m^3 یا جرم مولکولی

R= ثابت مولکولی گازها برابر با 8.314

T= درجه حرارت برحسب کلوین (°k) است.

در جدول زیر فشار اسمزی چند نوع نمک داده شده است:





شکل (6): اساس عمل اسمز معکوس (RO)

نمک	غلظت (mg/l)	فشار اسمزی (بار)
NaCl	35000	27.86
NaCl	1000	0.79
Na_2SO_4	1000	0.42
$MgSO_4$	1000	0.25
$CaCl_2$	1000	0.85
$NaHCO_3$	1000	0.89
$MgCl_2$	1000	0.67

در عمل فشار را بین 25 تا 80 «بار» در نظر می‌گیرند.

اسمز معکوس

عمل اسمزی را می‌توان با اعمال بیش از فشار بیش از فشار اسمزی بر روی سمتی که غلظت محلول زیادتر است، معکوس نمود. به طوری که حلال از غشا از سمتی که غلظت محلول بیشتر است به سمت محلول با غلظت کمتر جریان یابد. در نتیجه محلول غلیظ، غلیظ‌تر و محلول رقیق، رقیق‌تر خواهد شد (شکل 3)

انواع غشاها

غشاکه قسمت اصلی واحد تصفیه است، در انواع مختلف ساخته می‌شود.

- غشاهای تخت
- غشاهای لوله‌ای توخالی
- غشاهای لوله‌ای

جنس غشاها

از نظر فنی از بین تمام غشاهایی که برای تصفیه آب مناسب است، غشاهای از جنس مواد زیر معروف‌ترند:

- استات سلولز[3]
- پلی‌پروپیلن[4] متخلخل
- پلی‌آمید[5]
- فایبرگلاس[6]

ضخامت غشاها در حدود 2.5 – 0.5 میکرون و ضخامت نگهدارنده آن در حدود 200–100 میکرون است.

پی‌نوشت:

1. Reverse Osmos (R.o)
2. Membran
3. Cellulose Acete
4. Poly propylen
5. Poly Amide: این نوع غشاها معمولا در pHهای مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.
6. Fiberglass: این نوع غشاها در سال‌های اخیر وارد بازار شده است.

ادامه دارد ...

تعمیر و نگهداری استخر و جکوزی

تجهیزات اضافی

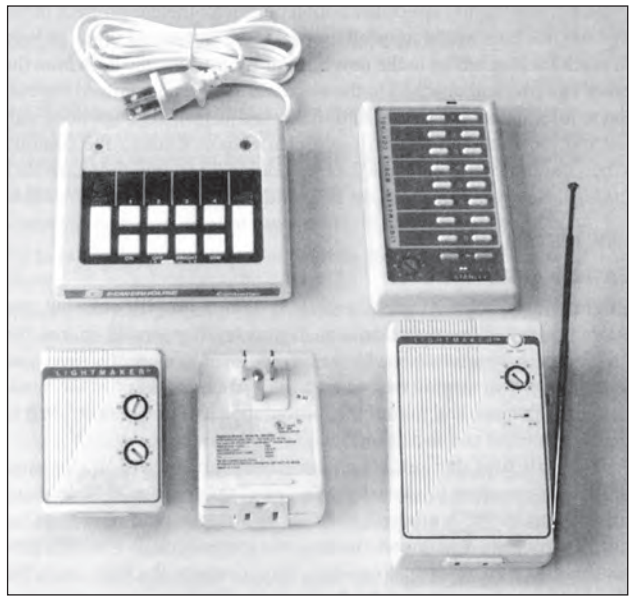
نوشته: تری تامینین
ترجمه: مهندس بیژن شادپی

ریموت کنترل بی‌سیم

ریموت کنترل یا کنترل از راه دور (شکل 117) در سال‌های گذشته شهرت زیادی به دست آورده است. آن از یک فرستنده بی‌سیم باطری‌دار و 4 تا 24 پوش‌باتن کوچک در یک قاب ضد آب تشکیل شده است. دکمه‌ها سیگنال را به یک گیرنده در فاصله 1500 فوتی (450 متری) می‌فرستند. گیرنده دکمه مربوطه را شناسایی کرده و وسیله الکتریکی مورد نظر را فعال می‌سازد. طرز کار آن شبیه کلید پنوماتیکی است، ولی از سیگنال رادیویی به جای هوا استفاده می‌شود.

بعضی از ریموت‌ها باطری ندارند و به پریز برق وصل می‌شوند. با فشار دادن یک دکمه، سیگنال در امتداد سیم‌کشی خانه به گیرنده می‌رسد که آن هم به یک پریز برق وصل شده است. چون هر دو از ولتاژ 120 ولت خانگی استفاده می‌کنند، نمی‌توان از آن‌ها در کنار استخر استفاده کرد. این ریموت‌ها دچار سیگنال‌های ضعیف یا تمام شدن باطری نمی‌شوند.

ریموت کنترل 120 ولت به یک پریز برق در داخل حیاط وصل می‌شود تا در دسترس باشد. عیب آن‌ها این است که باید از استخر خارج شوید تا بتوانید از آن استفاده کنید. ریموت‌ها در طرح‌ها و مدل‌ها و مدارهای الکتریکی متفاوتی عرضه می‌شوند. بعضی از سیستم‌های کلید پنوماتیک از ماجول الکترونیکی استفاده می‌کنند.



شکل(117): ریموت کنترل بی‌سیم
بالا از چپ به راست: ترانسمیتر کنترل 110 ولت، ترانسمیتر کنترل باطری‌دار
پایین از چپ به راست: ماجول گیرنده 110 ولت (پشت و رو)، ماجول گیرنده ریموت

رله‌ها از برق 110 یا 220 ولت برای راه‌اندازی تجهیزات استفاده می‌کنند. رله‌ها توسط کلیدهای کم‌ولتاژ (کمتر از 24 ولت) کنترل می‌شوند. خود کلیدها به طور دستی یا اتوماتیک عمل می‌کنند. کنترل اتوماتیک یا کامپیوتری وظیفه برنامه‌ریزی راه‌اندازی، زمان‌بندی تایمرها، تنظیم دما و رفع اشکال را برعهده دارد.

کنترل‌های اتوماتیک امروزی جامع‌ترند و ویژگی‌های بیشتری دارند و به صورت برنامه‌های کامپیوتری سازماندهی می‌شوند. همگی از ویژگی کاربری آسان و استارت سریع برخوردارند.

شکل (118) تابلوی مرکزی برق را با یک سیستم کنترل اتوماتیک نشان می‌دهد. پانل ایمنی آن برداشته شده تا شما بتوانید رله‌ها و سیم‌کشی آنرا مشاهده کنید. پانل کنترل (بُرد چاپی، آیتم 1)، رله‌ها (آیتم 2) و فیوزهای برق 110 یا 220 ولت (آیتم 3) در داخل باکس فلزی (آیتم 4) قرار دارند. دیاگرام سیم‌کشی (آیتم 5) پشت در تابلو نصب شده است. این تابلوی برق طبق یک برنامه و به طور اتوماتیک تجهیزات جکوزی را راه‌اندازی می‌کند. امکان استفاده دستی نیز وجود دارد.

پانل کنترل همان مغز سیستم است که دائما سیستم را تحت نظر دارد تا اعمال ضروری را انجام دهد. اگر تغییری را در دمای آب یا هوا احساس کند، گرمکن را خاموش یا روشن می‌کند. این پانل تشخیص می‌دهد که یک پوش‌باتن جکوزی فشار داده شده و یک وسیله خاص را راه‌اندازی کرده است.

ریموت کنترل سیم – بسته

می‌توان از اجزای فرستنده و گیرنده ریموت کنترل توسط سیم به یکدیگر متصل شوند. این ریموت کنترل ساده می‌توانند به صورت یک کلید دیواری در داخل خانه برای پمپ و گرمکن به کار رود. امروزه از ریموت‌های جامع‌تر و کم‌ولتاژ با کلیدهای رله‌ای استفاده می‌شود.

این نوع ریموت کنترل از نظر ظاهر، مشخصات و تعمیر با ریموت کنترل بی‌سیم فرق دارد. هر دو کنترل اجزای اصلی مشترک دارند که تا حد زیادی باعث تسهیل استفاده از آن‌ها می‌شود.

- فرامین ریموت کنترل سیم – بسته:
- فیلتر پمپ
- جت پمپ (پمپ آب پرفشار)
- دمنده
- چراغ‌های استخر و جکوزی
- گرمکن
- دیگر تجهیزات کمکی

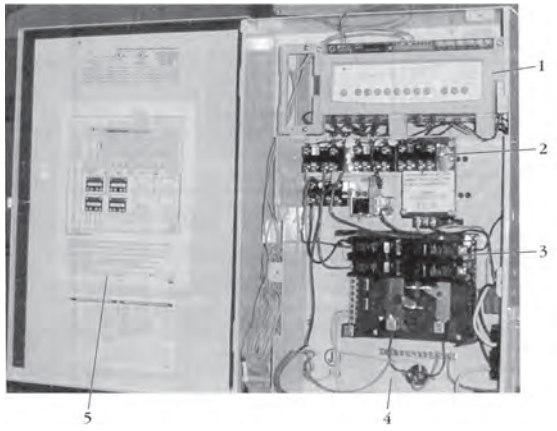
شـــکل (119) تابلوی مرکزی برق را بدون پانل نشـــان می‌دهد. شـــما می‌توانید مســـیر جریان برق را از فیوزها، رله‌ها و وســـایل جکوزی مشاهده کنید. رله یک کلید است که باعث راه‌اندازی یک وسیله الکتریکی با برق 110 یا 220 ولت می‌شود. وقتی رله توسط یک کویل مغناطیسی کم‌ولتاژ (24 ولت یا کمتر) تحریک می‌شود، مدار الکتریکی تکمیل می‌شود. به عبارت دیگر، از کنترل‌های کم‌ولتاژ برای وسایل الکتریکی 110 یا 220 ولت استفاده می‌شود.

شـــکل B (119) وظایف پانل کنترل و دیاگرام سیم‌کشی را نشان می‌دهد که در پشت در تابلو نصب شده است. وقتی پانل کنترل برای اتوماتیک کردن کلیه وظایف برنامه‌ریزی می‌شود، تابلوی مرکزی برق کمی دورتر از استخر و جکوزی قرار می‌گیرد.

شـــکل (120) یک ریموت کنترل سیم – بســـته را برای کنار جکوزی، یک ریموت کنترل را برای داخل خانه و یک ریموت کنترل بی‌ســـیم را نشان می‌دهد. همگی آن‌ها با تابلوی مرکزی برق شـــکل (118) کار می‌کنند. نوع سیم – بسته به صورت ماجول طراحی شـــده که چهار رابط دارد و به تابلوی مرکزی برق متصل می‌شـــود. اتصـــال آن به رابط خـــاص، لحیم‌کاری یا سیم‌کشـــی دیگر نیازی ندارد. ریموت کنترل کنار جکوزی ضدآب است ولی برای زیر آب طراحی نشده اســـت. مدل‌های پوش‌باتنی ساده نیز وجود دارد که در کنار جکوزی نصب می‌شوند. ریموت‌ها با ولتاژ 10 ولت جریان مستقیم (DC) کار می‌کنند.

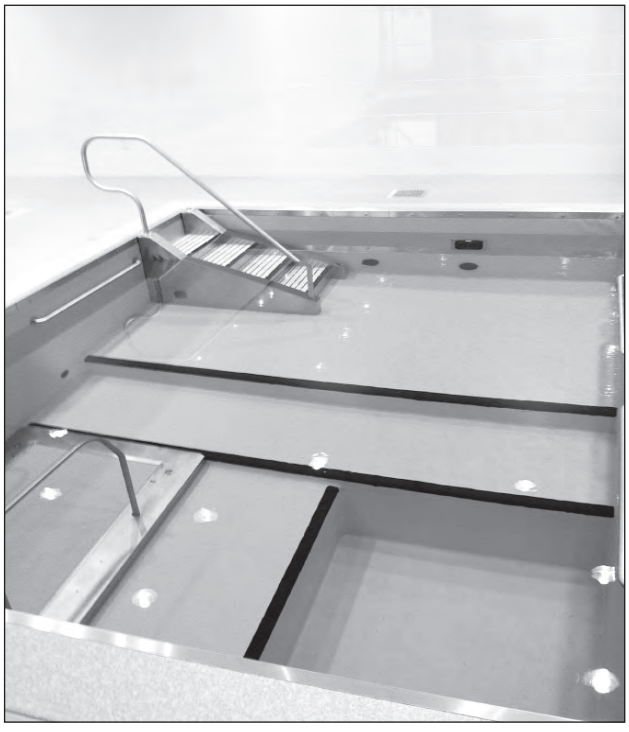
تابلوی اتوماتیک شکل (118) مانند ســـایر سیستم‌های اتوماتیک چند ویژگی مهم دارد:

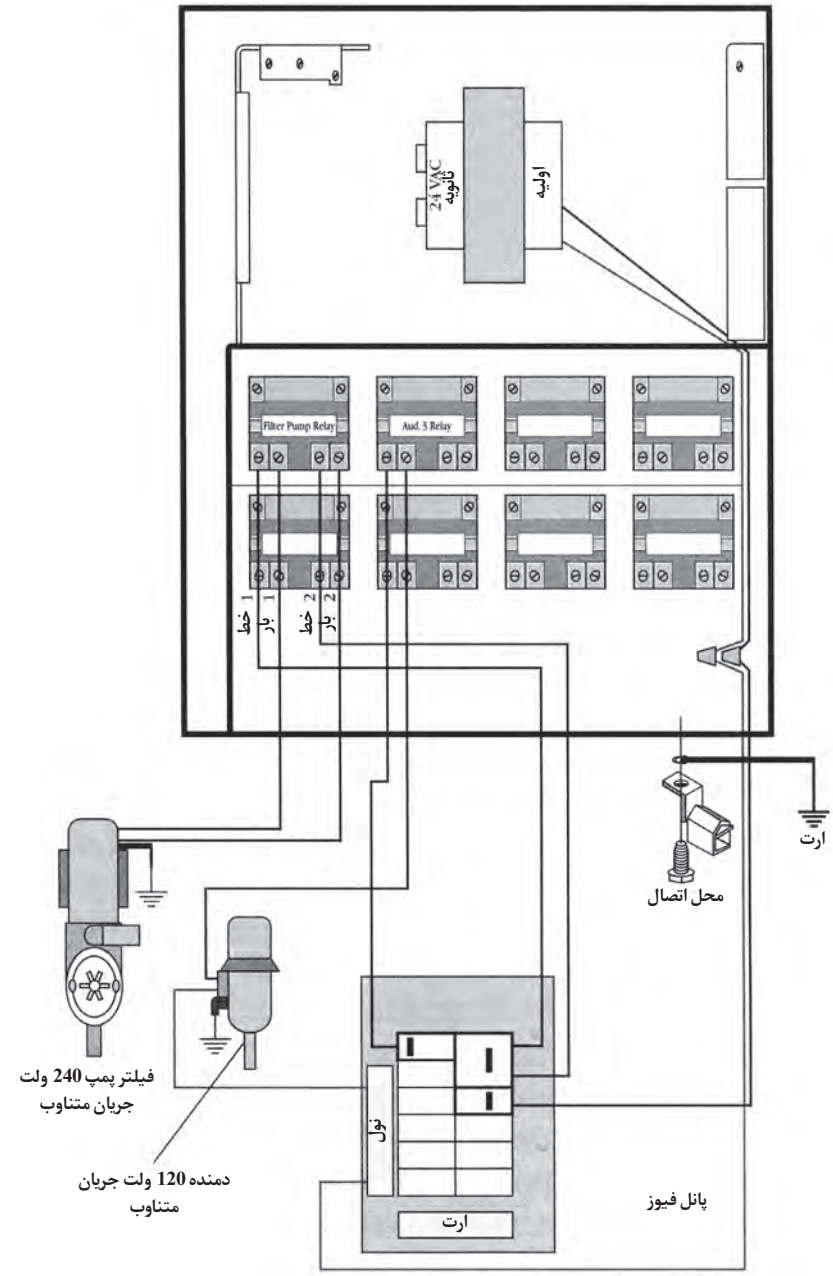
- برنامه‌ریزی در پانل ریموت کنترل در داخل خانه انجام می‌شود. ماجول کنترل همان ریموت کنترل اســـت که مستقیما به تابلوی مرکزی برق در زمان سرویس یا تعمیر وصل می‌شود. ماجول باعث قفل شدن هرگونه ریموت کمترل می‌شـــود تا اطمینان دهد فقط یـــک فرمان به بُرد چاپی برنامه داده می‌شود.
- پانل کنترل شـــامل حافظه برنامه‌ریزی اســـت که برق آن توسط فیوزها تامین می‌شـــود که از یک باطری 9 ولت برای جلوگیـــری از بین رفتن حافظه در زمان قطع برق استفاده می‌کند.
- تابلوی کنترل برق به سنســـورهای دما و هوا، ترمیســـتور، مجهز است (شـــکل 121) که دما را اندازه‌گیری کرده و اطلاعـــات را از طریق پانل کنترل سیم – بسته منتقل می‌کند
- دکمه‌های پانل کنترل و ریموت کنترل و رله‌ها تحت عناوین فیلتر و گرما و موارد دیگر اسم‌گذاری می‌شـــوند. دکمه‌های کمکی به تجهیزاتی از قبیل دمنده هوا، جت پمپ، چراغ‌هـــای جکوزی و امثال آن‌ها متصل



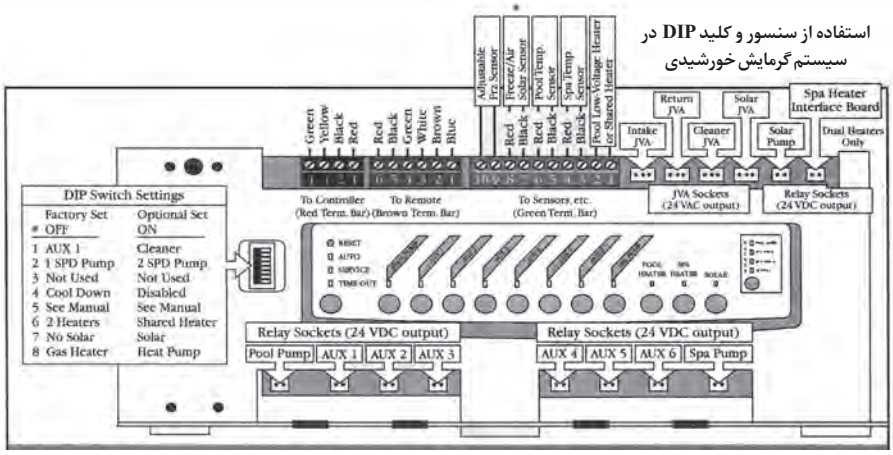
1. پانل کنترل
2. رله‌ها
3. فیوزهای 110/220 ولت
4. باکس ضد آب
5. دیاگرام سیم‌کشی

شکل (118): تابلوی مرکزی اتوماتیک برق





شکل (119): (A) سیم‌کشی پانل مرکزی (B) پانل کنترل پانل مرکزی با سیم‌کشی مربوطه



Auto / service time out button: کلید سه‌حالته اتوماتیک، دستی و قفل شده سیستم
Auto mode:حالت اتوماتیک
service mode: حالت دستی
Time out mode: قفل شدن سیستم به مدت 3 ساعت
Note: عدم اینترلاک مدار در زمان time out
Pool pump button: کلید پمپ استخر
Spa pump button: کلید پمپ جکوزی

Aux button: کلید تجهیزات کمکی
Heater button: کلید گرمکن
Solar button: کلید پمپ سیستم گرمایش خورشیدی
valves button: کلید شیر برقی
Spa mode LED: چراغ سیگنال جکوزی
pool mode LED: چراغ سیگنال استخر
Relay sockets: فیش‌های رله
DIP switch:کلید سیستم گرمایش خورشیدی

ادامه شکل 7.6: (A) سیم‌کشی پانل مرکزی (B) پانل کنترل پانل مرکزی با سیم‌کشی مربوطه

می‌شوند.

- ریموت کنترل کنار جکوزی یک المنت گرمایی کوچک برای رطوبت‌زدایی دارد.
- سیستم‌های کنترل اتوماتیک برای راه‌اندازی شیرهای موتوری جکوزی به کار می‌روند. یک سیستم می‌تواند شیر فیلتر و گرمایش استخر را به فیلتر و گرمایش جکوزی متصل کند و یا تنظیم ترموستات گرمکن را از دمای استخر به دمای جکوزی تغییر دهد.

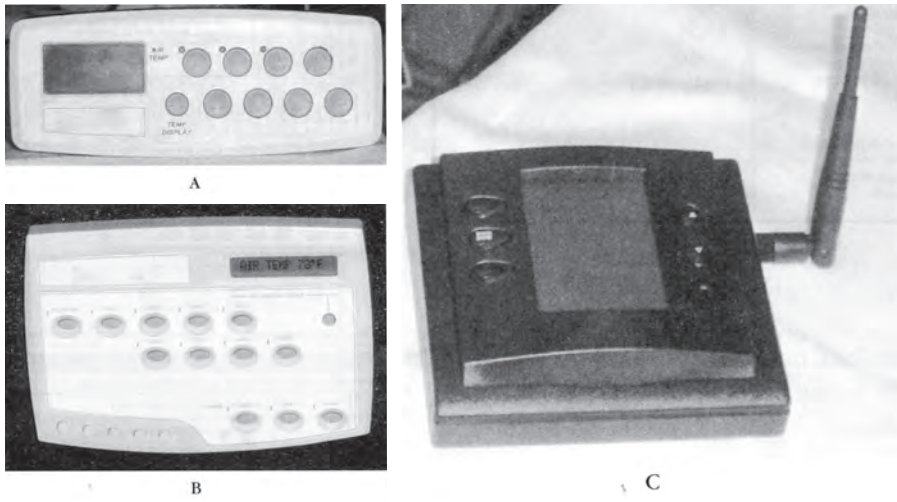
ریموت کنترل‌ها از برنامه‌های کامپیوتری استفاده می‌کنند. ریموت کنترل شکل (120) یک دکمه برای هر کاری دارد. ریموت کنترل شکل B (120) یا C (120) یک محافظ کوچک و کلیدهای برنامه‌ریزی دارد. ریموت کنترل‌های خانگی با منوی کامپیوتری برنامه‌ریزی شده ارائه می‌شوند.

در زمان نصب یک سیستم اتوماتیک برای جکوزی از دستورالعمل‌های خاص هر مدل پیروی کنید اینکار به مهارت نجاری نیاز دارد. باید از یک برق‌کار ماهر جهت سیم‌کشی و نصب تابلوی مرکزی کمک بگیرید.

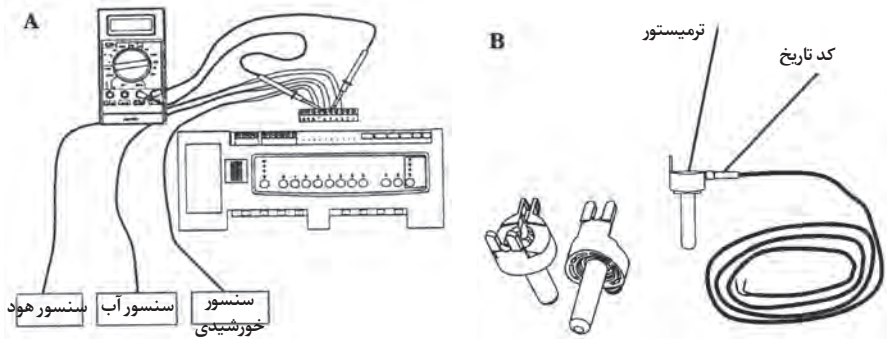
کنتورهای جریان آب

کنتورهای جریان برای اندازه‌گیری سیالات داخل لوله به کار می‌روند که شبیه ترمومتر و از جنس پلاستیک شیشه‌ای مدرج می‌باشند. آن‌ها جریان را بر حسب گالن یا لیتر در دقیقه نشان می‌دهند (شکل 122). بالا و پایین رفتن وزنه سربی داخل آن به جریان آب لوله بستگی دارد. کنتور و لوله با اتصالات نر و ماده به یکدیگر متصل می‌شوند. کنتورهای جریان معمولا در تاسیسات تجاری جهت تست مقدار جریان آب توسط واحد بهداشت به کار می‌رود. فقط از یک کنتور استفاده کنید. فشار سیستم دچار تغییر می‌شود، ولی مقدار جریان بر حسب گالن یا لیتر در دقیقه در تمام سیستم یکسان است.

کنتور را در یک سر زانوی 90 درجه قرار ندهید. آیین‌نامه‌ها بر یک فاصله حداقل به اندازه 10 برابر قطر از ورودی زانوی 90 درجه و به اندازه 2 برابر از خروجی آن تاکید دارند. با فرض لوله به قطر 2 اینچ (50 میلی‌متر)، کنتور در فاصله 20 اینچی (50 سانتی‌متری) زانوی 90 درجه بعدی (20=2×10) و 4 اینچی (10 سانتی‌متری) بعد از آن (4=2×2) نصب شود.



شکل (120): (A) ریموت کنترل در کنار جکوزی - (B) ریموت کنترل در خانه - (C) ریموت کنترل بی‌سیم



شکل (121): (A) تست سنسور ریموت - (B) ترمیستورها

نکات: رفع اشکالات کنترل‌های اتوماتیک

ریموت کنترل نمی‌تواند وسایل الکتریکی مورد نظر را روشن کند.

- فیوزها و کلیدهای تابلوی مرکـــزی را کنترل کنید که در حالت وصل باشند.
- تایمر برنامه‌ریز برق داشته باشد یا دیگر اجزای برنامه‌ریزی شده برق را به وسایل الکتریکی برسانند.
- اگر وســـایل الکتریکی از قیمت تابلوی مرکزی روشـــن می‌شوند، ایراد به سیم‌کشـــی یا ریموت کنترل مربوط می‌شود. بیشتر ریموت کنترل‌های ســـیم – بســـته در فاصله بیش از 300 فوت (90 متر) کار نمی‌کنند زیرا افت ولتاژ زیاد است.

گرمکن کار نمی‌کند یا نمی‌تواند دمای دلخواه را تامین کند.

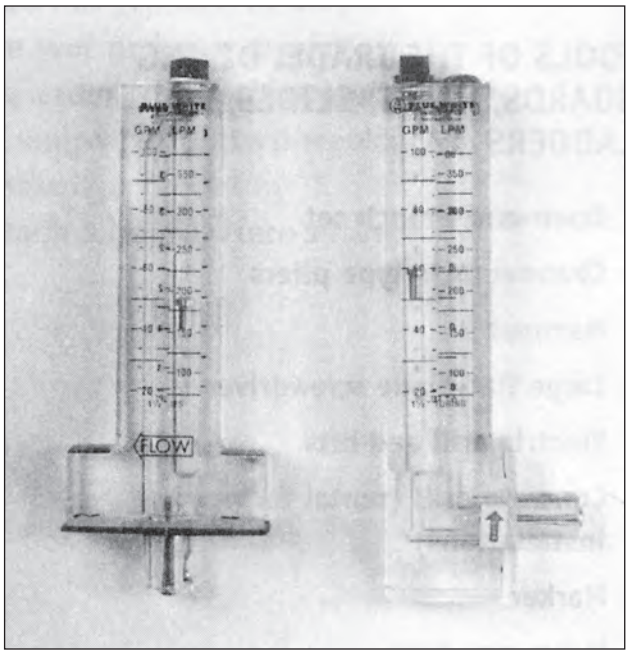
- به احتمال زیاد به ترمیستور مربوط می‌شود. ترمیستور یک سنسوری اســـت که در مســـیر جریان آب قرار می‌گیرد (معمولا در لوله بعد از گرمکن) و سیگنال‌هایی را برای پانل کنترل در قسمت پانل مرکزی می‌فرستد. سنسور را با مولتی‌متر (شکل 121) تست کنید.
- باید ترموستات دســـتی گرمکن در بالاترین دما تنظیم شود تا ریموت کنترل به درســـتی کار کند. در غیر این صـــورت، این کلید مکانیکی باعث خاموش شـــدن گرمکن در دمای تنظیمی می‌شـــود و اجازه نمی‌دهد به دمای کنترل اتوماتیک برسد.

کنترل اتوماتیک کار نمی‌کند.

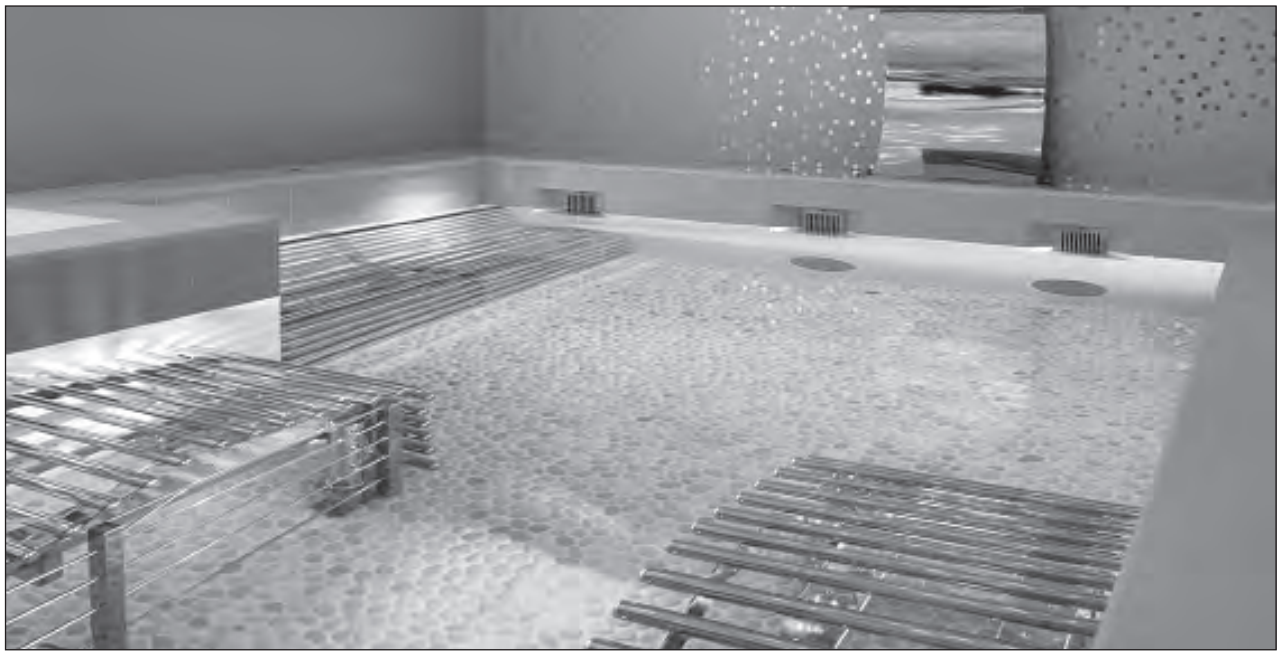
- بیشتر کنترل‌های اتوماتیک دکمه ری‌ســـت در پانل مرکزی و فیوز خطی در خود ریموت کنترل دارند. دکمه ری‌ست را فشار دهید. اگر عمل نکرد به فیوز خطی مراجعه کنید.
- کنترل‌های اتوماتیـــک یک باطری 9 ولت بـــرای کار در زمان قطع برق دارند. تجهیزات جکوزی از باطری‌های قابل تعویض استفاده می‌کنند در صورت لزوم، باطری را تعویض کنید.

لوله رزوه شده را با اتصال سه‌راهی به کنتور وصل کنید. یک سر سه‌راهی توسط تبدیل به کنتور وصل شـــود. اتصالات را تفلون بزنید تا از نشتی آن‌ها جلوگیری شود. چسب آب‌بندی توصیه نمی‌شود؛ زیرا باعث گرفتگی مدخل کنتور آب می‌شود.

می‌توان توسط دریل برقی سوراخی در لوله ایجاد کرد که کمی کوچک‌تر از قطر نرینگی کنتور باشد. علتش آن است که PVC نرم‌تر از فلز کنتور است. بدین‌طریق یک اتصال آب ایجاد می‌شود. روش قبلی اکیدا توصیه می‌شود.



شکل 7.9: کنتر جریان آب با نصب فوقانی و جانبی



شما می‌توانید از لوله و اتصالات مسی نیز استفاده کنید.

تخته شیرجه، سرسره، پلکان و نرده

تخته شیرجه

تخته‌های شیرجه در گذشـــته رایج‌تر بودند؛ زیرا استخراهای امروزی کوچک‌تر و کم‌عمق‌ترند و همگی ســـعی در صرفه‌جویی آب و انرژی دارند. معمولا تخته‌های شـــیرجه به تعمیر یـــا تعویض نیاز دارنـــد. آن‌ها از چوب انعطاف‌پذیر با روکش فایبرگلاس ضدآب و روکش نازک ضد لغزش ســـاخته می‌شوند.

تخته‌های شیرجه به صورت ساده و فنری ساخته می‌شوند. شکل (123) طرح‌های مختلف تخته شـــیرجه را نشان می‌دهد. تخته‌های استخر خانگی به طول 6 تا 12 فـــوت (1.8 تا 3.6 متر) و به عرض 18 اینچ (45 ســـانتی‌متر) می‌باشند که در تخته‌های استخر عمومی به ترتیب 16 فوت (5 متر) و 20 اینچ (50 سانتی‌متر) است.

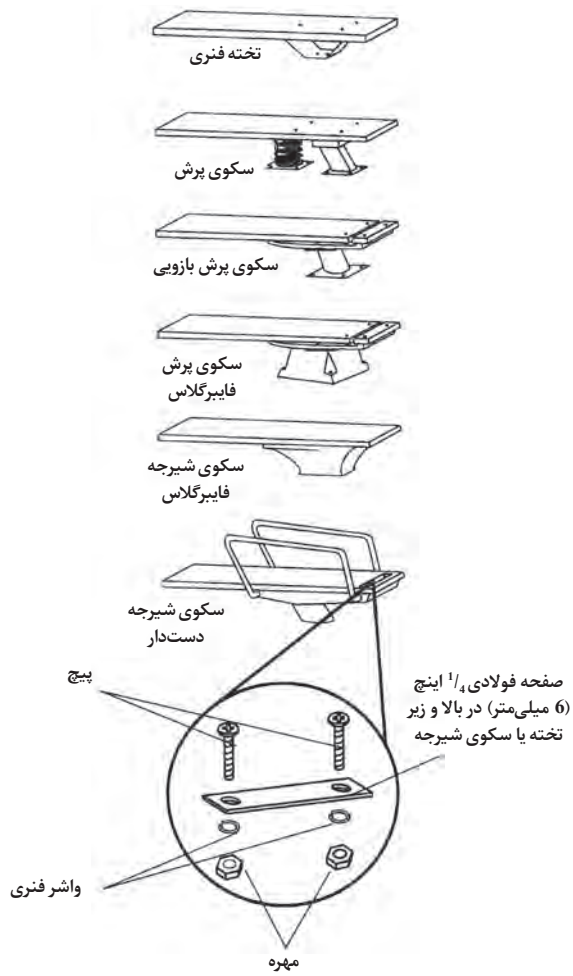
آیین‌نامه‌هـــای ســـاختمانی و ایمنی آب کافی و عمق مناســـب را برای شیرجه رفتن الزامی می‌دانند. یک استخر با حداقل عمق $7^1/_2$ اینچ (2.3 متر) و عرض 15 فوت (4.6 متر) و طول 28 فوت (8.5 متر) برای کوچک‌ترین تخته مناسب است. در زمان نصب تخته شـــیرجه به آیین‌نامه‌های استخر مراجعه کنید.

نکات؛ ابزار مورد نیاز تعمیر و تعویض تخته شیرجه، پلکان و نرده

- دست کامل آچار یک سر تخت
- انبر قفلی
- چکش
- پیچ‌گوشتی تخت بزرگ
- دریل برقی و مته
- دریل بتون
- ماژیک
- متر
- 2 سطل 5 گالنی
- بتون زودگیر، ظرف مخلوط کردن بتون
- کاردک
- کهنه و اسفنج

تعمیر و تعویض

بیشتر تخته‌های شـــیرجه به تعمیر و تعویض نیاز دارند. هرچند تعویض تخته شیرجه ارزان نیست، توصیه می‌شود از تعمیر و رنگ کردن مجدد پرهیز شود. اگر فایبرگلاس تَرک بردارد، چوب داخلی مرطوب و به تدریج پوسیده می‌شود. وصله کردن به موقع فایبرگلاس با رزین فایبرگلاس و اضافه کردن



شکل (123): انواع تخته و سکوی شیرجه

روکش ضد لیز خوردن از خراب شدن تخته شیرجه جلوگیری می‌کند. در غیر این‌صورت، تخته شیرجه به زودی می‌شکند. شکل (123) سخت‌افزار تخته شیرجه را نشان می‌دهد.

1. مهره‌ها، واشـــرهای فنری و تخت و یا صفحه پیچ تخته ســـکو را از زیر تخته باز کنید. در زمان باز کردن، یک نفر تخته را بگیرد تا داخل اســـتخر سقوط نکند.
2. پیچ‌های نگهدارنده تخته به ســـکو را باز کنید. دو پیچ در قســـمت سر یا میانی وجود دارد. صفحه پیچ و واشر آب‌بندی را نیز بیرون آورید. تخته در زمان بیرون آوردن از دست شما نیفتد زیرا تخته خیس سنگین است.
3. تخته کهنه را روی تخته جدید بگذارید و از سوراخ‌های آن به عنوان الگو اســـتفاده کنید. آن‌ها را با دریل ســـوراخ کنید. گاهی تخته‌ها به تعویض بالشتک لاستیکی نیاز دارند.
4. تخته جدید را در جایش قرار دهید. از یک نفر کمک بگیرید. صفحه پیچ را با پیچ‌هـــا ببندید. پیچ‌های کهنه را حتما تعویـــض کنید زیرا تَرک‌های پنهان دارند که پس از چند سال زنگ‌زدگی و فشار مستعد شکست شدن هست.
5. مهره‌ها و واشـــرها و یا صفحه پیچ زیر تخته شـــیرجه را ببندید. حتما از واشـــرهای فنری و تخت و یا صفحه پیچ اســـتفاده شود. تنش تخته در زمان پرش زیاد اســـت. اگر از واشـــر یا صفحه پیچ استفاده نشود، مهره باعث چاک خوردن تخته می‌شود. واشرها یا صفحه پیچ تنش حاصل را توزیع می‌کنند.
6. از محکم شدن پیچ‌های تخته اطمینان حاصل شود. در غیر این‌صورت، تخته از نقاط پیچ خواهد شکست. به خاطر دلایل ایمنی و قانونی، تخته را با یک تخته بلندتر تعویـــض نکنید. از همان نوع تخته و با همان طول استفاده کنید. هیچ‌وقت ســـعی نکنید تخته را از نظر زیبایی به روز کنید. گاهی یک تخته چند ساله باعث از بین رفتن روکش ضد لغزش می‌شود می‌توان آنرا تعویض کرد. فنرهای یدکی در بازار عرضه می‌شوند.

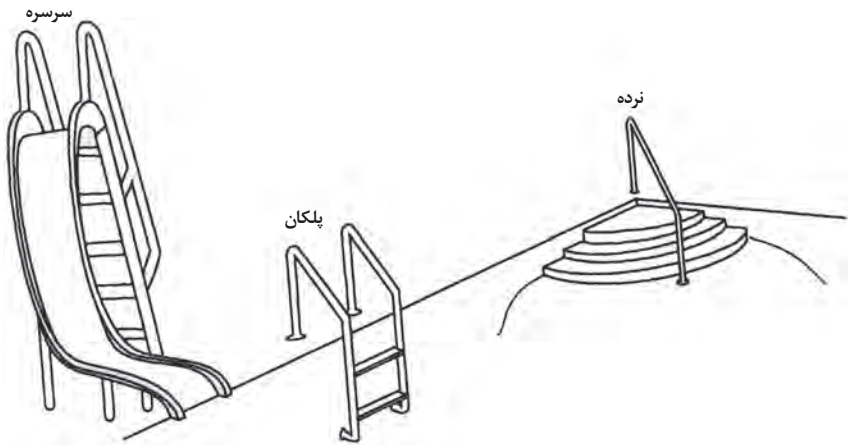
سرسره‌ها

سرســـره‌ها از فایبرگلاس با قاب و پله‌های فلزی ساخته می‌شود. یک سرسره مســـتقیم از 8 تا 13 فوت (2.5 تا 4 متر) طول دارد که به سطح زیادی نیاز دارد. اگر فضای سطح محدود باشد، از سرسره‌های چپ‌گرد یا راست‌گرد (شکل 124) اســـتفاده شود. همانند تخته‌های شـــیرجه، ایمنی از همه چیز مهم‌تر است. هر چقدر سرسره بلندتر باشد، باید استخر عمیق‌تر باشد.

نصب

نصب سرسره نسبتا ساده اســـت و کیت مهار آن در بازار عرضه می‌شود. گاهی باید پایه‌ها آن توســـط پیچ به سطح سرســـره نصب شود. اینکار توسط اتصالات بتونی خاص انجام می‌شود. گاهی باید با دریل سوراخ‌های $1\frac{1}{2}$ یا 2 اینچ (40 تا 50 میلی‌متر) برای چهار پایه آن ایجاد و با بتون زودگیر نصب شود.

بعضی سرســـره‌ها لوله‌کشی می‌شـــوند تا یک لایه آب در امتداد سطح سرسره ایجاد شود. اینکار سطح سرسره را لغزنده‌تر می‌کند. لوله‌کشی خطی طولانی منجر به ســـرریز استخر می‌شـــود. بهترین روش آن است که از خط برگشت سیستم آب استخر استفاده شود. البته اینکار به لوله بیشتر نیاز دارد.



شکل (124): سرسره، پلکان و نرده

معمولا از لوله ۱/۴ اینچ (6 میلی‌متر) اســتفاده می‌شود. آنرا داخل باغچه‌ها یا لبه‌های ساختمان پنهان سازید. از یک شــیر قطع جریان استفاده کنید تا در زمان عدم اســتفاده از سرســره آنرا ببندید. آب گرم در بالای سطح سرسره منتقل و به سرعت تبخیر می‌شود و آهسته پایین می‌آید.

نگهداری

معمولا سرســره‌ها به علت ساییده شــدن و آفتاب رنگ خود را از دست می‌دهند. از پولیش یا لعاب شیشه‌ای برای حفظ ظاهر آن استفاده کنید. رنگ کردن توصیه نمی‌شود. حتا از رنگ اپوکسی اســتفاده نکنید زیرا اصطکاک ثابت و آفتاب و گرما باعث از بین رفتن رنگ می‌شــوند. غالبا ســطح رنگ شده اکسید می‌شــود و رگه‌های پودری را روی بدن یا پشت شناگران ایجاد می‌کنند.

تنها مساله مهم نگهداری سرســره‌ها همان ایمنی است. سرسره را در زمان سرویس تکان دهید تا پیچی شل نباشــد. باقی ماندن آب روی سطح سرسره باعث زنگ‌زدن پیچ‌ها می‌شــود. پیچ‌های زنگ‌زده را تعویض کنید. سرانجام، اتلاف آب سرسره باعث کاهش سطح واقعی آب استخر می‌شود.

ادامه دارد ...

شبکه‌های آبرسانی

انعقاد، لخته‌سازی و رسوب‌گیری

مهندس محمدرضا افضلی

گام ب: طرح حوضچه‌ی لخته‌سازی

1. ابعاد واحد

الف. حجم لازم را محاسبه کنید.

دبی طرح لازم برای هر حوضچه، یک‌چهارم حداکثر دبی روزانه است. زمان ماندگاری کل 30 دقیقه برای حوضچه‌ی لخته‌سازی سه‌مرحله‌ای در نظر گرفته می‌شود.

حجم = $3590\ m^3/s\ 0.328 = m \times 60\ s/min \times 30\ min$

حجم هر مرحله از حوضچه‌ی لخته‌سازی =

ب. ابعاد حوضچه را محاسبه کنید.

در این مثال طراحی، در حوضچه‌ی لخته‌سازی، محور لخته‌ساز عمود بر جریان انتخاب می‌شود. عرض حوضچه به موازات لخته‌ساز برابر است با عرض حوضچه‌ی ته‌نشین‌سازی، که 18.4 m است. طول هر مرحله، در راستای عمود بر محور لخته‌ساز برابر است با عمق آب. لخته‌سازی در سه مرحله انجام می‌شود. بنابراین طول کل سه مرحله برابر است با 3d.

حجم هر مرحله از لخته‌ساز $(V) = 18.4 \times d \times d$

$$d = \left(\frac{197\ m^3}{18.4\ m}\right)^{1/2}$$

عمق لازم آب $d = 3.27\ m$.

هرگاه عمق آب 3.3 m باشد، ابعاد هر مرحله عبارت است از 3.3 m (طول) × 18.4 m (عرض) × 3.27 m (عمق)، و حجم کل آن $199\ m^3$. آب از طریق

دیوار میان‌گیر از یک مرحله به مرحله‌ی دیگر می‌رود. طول کل سه مرحله، به علاوه‌ی 0.1 m برای ضخامت دیوار میان‌گیر 10 m است. بنابراین، ابعاد هر چهار حوضچه‌ی لخته‌سازی عبارت است از 10 m (طول) × 18.4 m (عرض) × 3.27 m (عمق). حجم کل هر حوضچه (شامل حجم دیوارهای میان‌گیر) برابر $596\ m^3$ است. طرح جانمایی کلی حوضچه‌های لخته‌سازی در شکل (64) نشان داده شده است. جزییات طرح حوضچه‌ی لخته‌سازی در شکل (65) نشان داده شده است.

2. **سازه‌ی ورودی:** سازه‌ی ورودی هر حوضچه‌ی لخته‌سازی از یک ناوه‌ی پارشال، یک کانال ورودی، یک کانال توزیع ورودی، و سرریزهای توزیع ورودی تشکیل شده است. آب انعقادیافته توسط کانال خروجی به عرض 0.85 m از حوضچه‌ی اختلاط سریع به ناوه‌ی پارشال منتقل می‌شود. پس از ناوه‌ی پارشال سقوط آزاد تامین می‌شود. آب بعد از عبور از دبی‌سنج، از طریق یک کانال ورودی کوتاه با دو زانوی 90°، به کانال توزیع ورودی جاری می‌شود. کانال ورودی با مقطع باریک‌شونده طراحی می‌شود تا سرعت در کانال تقریبا ثابت شود. پنج سرریز مستقیم موازی با کانال در نظر گرفته می‌شود تا آب را به طور یکنواخت در اولین مرحله‌ی حوضچه‌ی لخته‌سازی توزیع کند.
3. **سازه‌ی خروجی:** سازه‌ی خروجی هر حوضچه‌ی لخته‌سازی از یک دیوار پخش ساده تشکیل شده است. آب لخته‌شده از طریق سوراخ‌هایی که به طور یکنواخت در دیوار پخش آرایش یافته‌اند وارد حوضچه‌ی ته‌نشین‌سازی می‌شود. سرعت عبور از این سوراخ‌ها به اندازه‌ای کم هست که از تخریب لخته جلوگیری کند. این لخته‌ها در حین سه مرحله لخته‌سازی تشکیل می‌شوند و نسبتا شکننده‌اند.
4. طراحی ناوه‌ی پارشال و تجهیزات

الف. طراحی ناوه‌ی پارشال.

ناوه‌ی پارشال در ورودی کانال توزیع ورودی حوضچه‌ی لخته‌سازی قرار دارد. هدف از تعبیه‌ی ناوه‌ی پارشال فراهم آوردن داده‌های جریان مورد نیاز تصفیه‌خانه در ورودی هر زنجیره‌ی فرآیند، به منظور تضمین این است که ظرفیت کل تصفیه‌خانه به طور مساوی بین چهار زنجیره‌ی فرآیند تقسیم می‌شود. تلاطم ناشی از جهش هیدرولیکی (ضربه‌قوچ) در سقوط آزاد پس از ناوه، انرژی لازم برای مخلوط کردن پلیمر کاتیونی (کمک‌منعقدکننده) با آب انعقادیافته را تامین می‌کند.

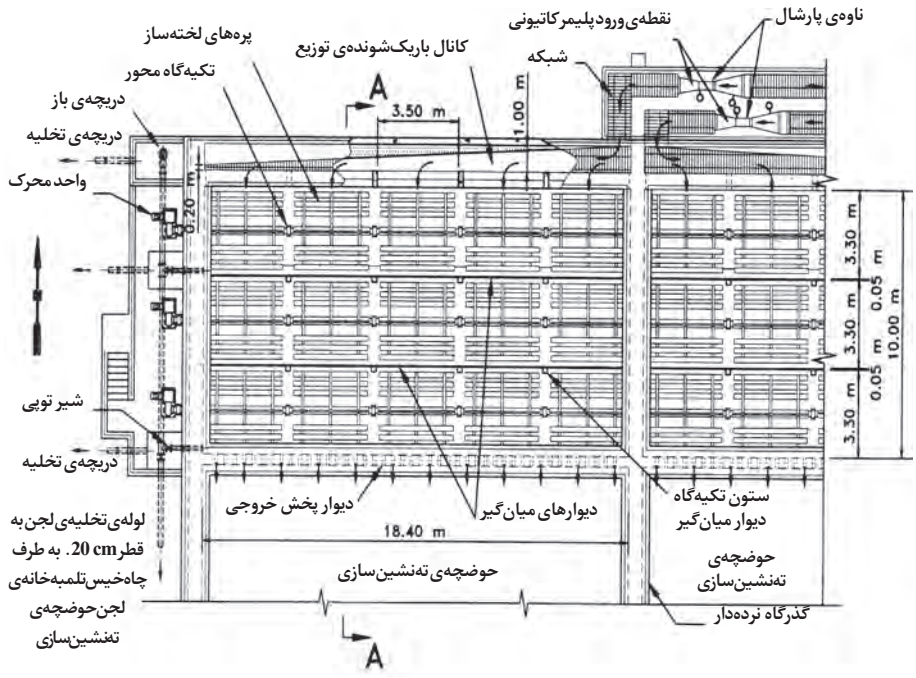
ناوه‌ی پارشال (شکل (66) الف) از سه بخش اساسی تشکیل می‌شود: 1) یک بخش همگرای بالادستی، 2) یک گلویی با عرض ثابت و 3) یک بخش واگرای پایین‌دستی. اگر تخلیه از ناوه آزادانه یا تحت شرایط سقوط آزاد انجام شود، از ناوه‌ی پارشال می‌توان به عنوان وسیله‌ای دقیق برای اندازه‌گیری دبی و کنترل آن استفاده کرد. شرایط جریان آزاد معمولا بر اساس نسبت عمق جریان H_b در نزدیکی انتهای گلویی، به عمق جریان H_a در بالادست بخش همگرا، تعیین می‌شود. شرایط سقوط آزاد در ناوه‌ی پارشال به نسبت H_b/H_a، به ازای عرض‌های مختلف گلویی، بستگی دارد. استفاده از معیارهای زیر برای وارسی شرایط سقوط آزاد متداول است.[43]

W، عرض گلویی	نسبت Hb/Ha
3-9 in. (76-229 mm)	< 0.6
1-8 ft. (0.30-2.44 m)	< 0.7
0-50 ft. (3.05-15.2 m)	< 0.8

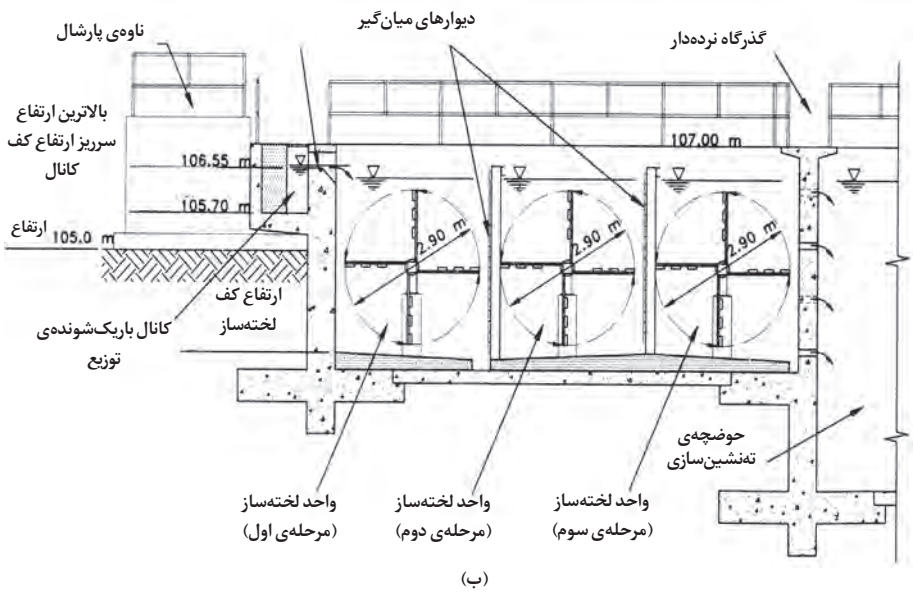
در شرایط جریان آزاد، می‌توان با استفاده از معادله‌ی (34) و قرائت عمق جریان H_a، آهنگ تخلیه از ناوه‌ی پارشال را تعیین کرد.[44]

$$Q = 4WH_a^{1.522W^{0.026}} \quad (34)$$

که در آن

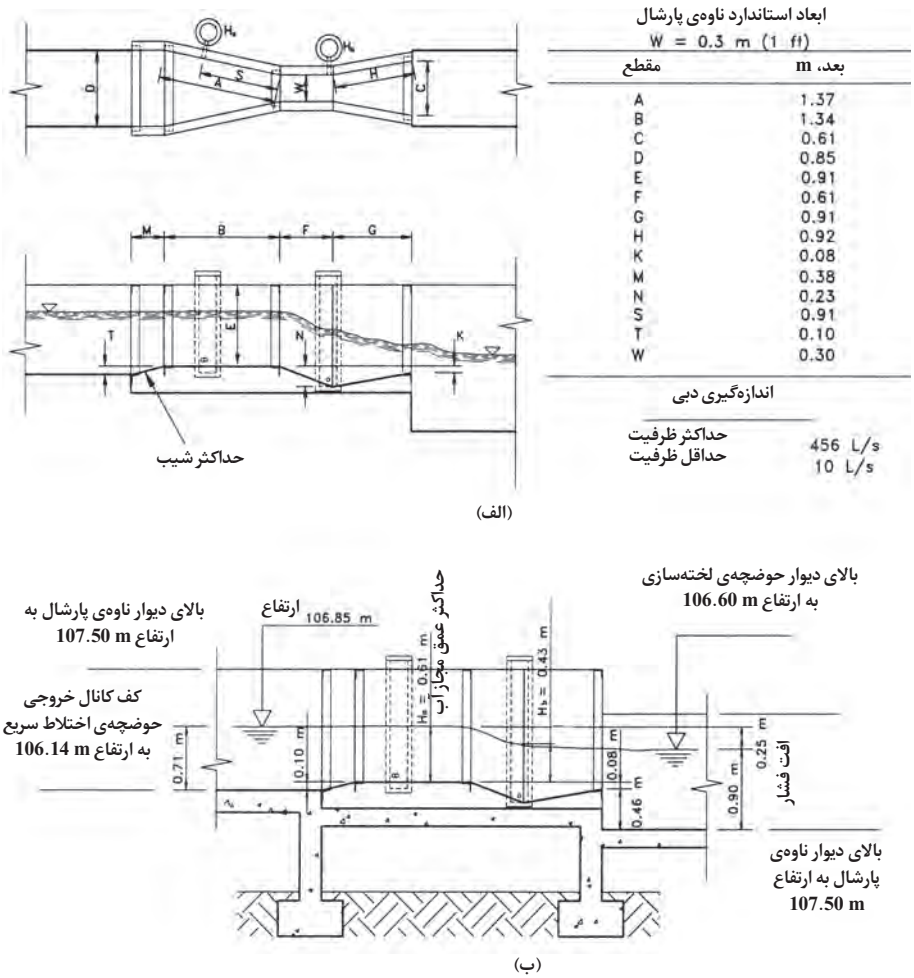


(الف)



(ب)

شکل (65): جزییات حوضچه‌های لخته‌سازی. (الف) نمای افقی حوضچه‌ی لخته‌سازی (هر چهار حوضچه همین نما را دارند). (ب) مقطع A-A.



شـــکل (66): جزییات طرح ناوه‌ی پارشال. (الف) ابعاد لازم برای ناوه‌ی پارشال به عرض گلویی 0.3 m (1ft). (ب) نیمرخ هیدرولیکی در ناوه‌ی پارشال.

Q= آهنگ جریان آزاد، cfs

W= عرض گلویی، ft

H_a= عمق آب در بالادست نقطه‌ی اندازه‌گیری، ft

اگر نســـبت H_b/H_a از حد مفروض در بالا بیشـــتر شـــود، ناوه‌ی پارشال تحت شـــرایط غرقابی کار می‌کند. تحت این شرایط تخلیه به تاخیر می‌افتد. دبی را می‌توان فقط با قرائت هر دو کمیت H_a و H_b و اســـتفاده از منحنی‌های کالیبره‌ای که باید ترسیم شوند، تعیین کرد.

در این مثال، پارامترهای طراحی ناوه‌ی پارشال به شرح زیر است:

دبی حداکثر Q= 0.328 m^3/s (11.5 cfs)

عرض گلویی W= 0.30 m (1.0 ft)

نسبت غوطه‌وری H_b/H_a<٪70

ناوه‌ی پارشـــالی با جریان آزاد و عرض گلویـــی 0.3 m (1.0 ft) دبی‌های حداکثر و حداقـــل 0.01 و 0.456 m^3/s (0.35 و 16.1 cfs) دارد.[43] ابعاد ناوه‌ی پارشال مورد استفاده در این مثال، در شکل (66) (الف) ارائه شده است.[45،46]

منحنی کالیبره‌سازی ناوه‌ی پارشال انتخابی 0.3–m نیز با استفاده از معادله‌ی (34) ترسیم شده و در شکل (67) نشان داده شده است.

ب. طراحی پره‌های لخته‌ساز

طراحی پره‌های لخته‌ساز شامل انتخاب دور مخلوط‌کن، اندازه‌ی پره، توان لازم، تعداد پره‌ها، اندازه‌ی چرخ پره‌دار و طرح جانمایی است.

i. توان لازم برای لخته‌ساز را محاسبه کنید.

گرادیان سرعت در مرحله‌ی اول لخته‌ساز عبارت است از $G = 60/s$. حجم حوضچه $V = 199\ m^3$ و $\mu = 1.518 \times 10^{-3}\ N\text{–}s/m^2$ در $5^{\circ}C$. توانی که به آب داده می‌شود، از معادله‌ی (19) به دست می‌آید.

$$P = (60/s)^2 \times 199\ m^3 \times 1.518 \times 10^{-3}\ N\text{-}s/m^2$$
$$= 1087\ N\text{-}m/s = 1.10\ kW$$

توان لازم برای موتوربا استفاده از بازده جعبه‌دنده و بوش‌های دستگاه لخته‌ساز محاسبه می‌شود.

$$P' = \frac{P}{E_{\text{جعبه‌دنده}} \times E_{\text{بوش}}}$$

که در آن

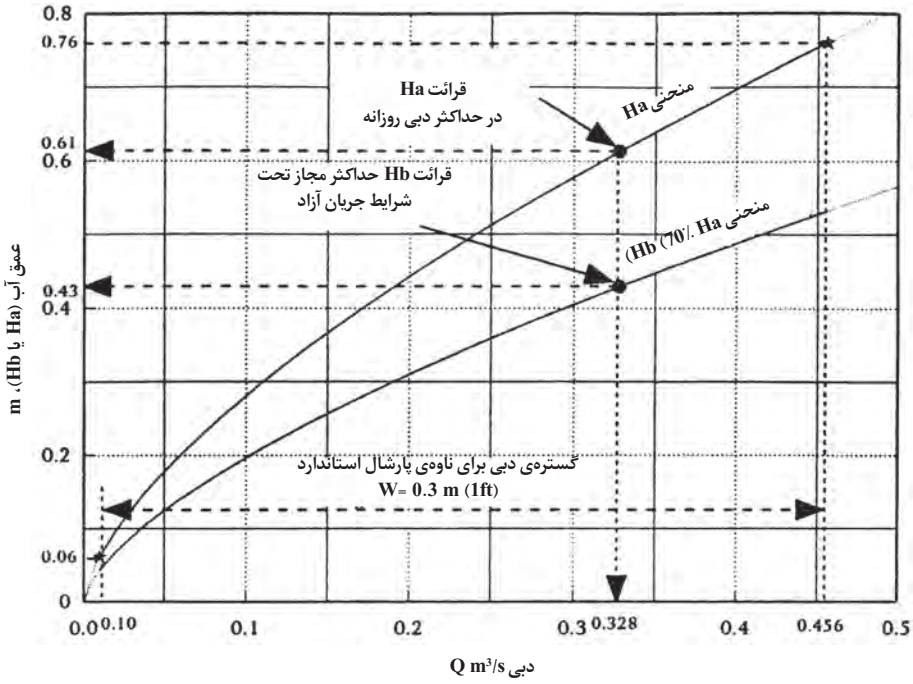
$E_{\text{جعبه‌دنده}}$ = بازده چرخ‌دنده‌ها که 90٪ فرض می‌شود.

$E_{\text{بوش‌ها}}$ = بازده بوش‌ها که 70٪ فرض می‌شود.

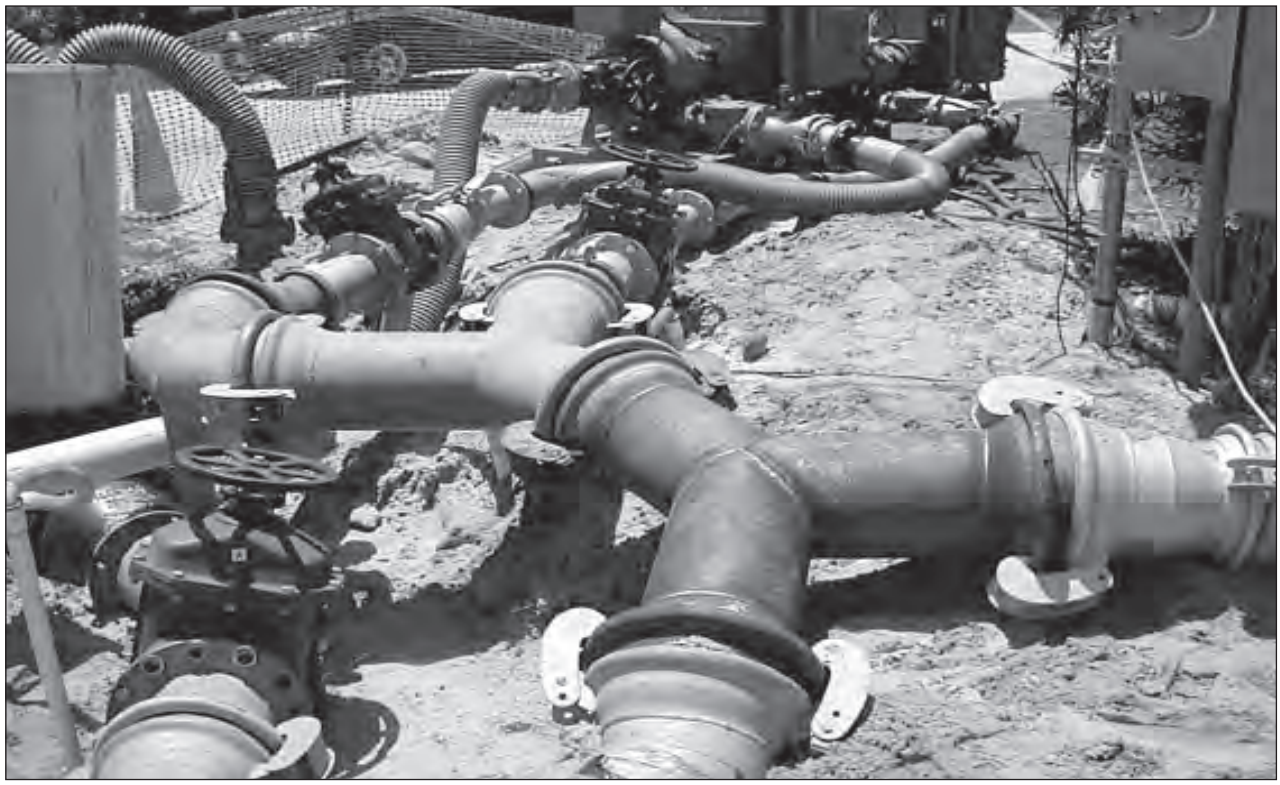
فرض کنید $E_{\text{جعبه‌دنده}} = 0.90$ و $E_{\text{بوش‌ها}} = 0.70$؛ در این صورت توان لازم برای موتور چنین محاسبه می‌شود:

$$P' = \frac{1.10\ kW}{0.9 \times 0.7} = 1.75\ kW\ (2.3\ hp)$$

به همین ترتیب، توانی که برای مراحل دوم و سوم لخته‌سازی، با گرادیان‌های سرعت 30/s و 15/s مصرف می‌شود، تعیین شده است. مقادیر حاصل عبارت‌اند از 0.27kw و 0.07kw. توان‌های لازم برای موتور، به ترتیب، عبارت‌اند از 0.43 kW (0.58 hp) و 0.11 kW (0.15 hp). هر موتور کنتاکت‌هایی دارد تا بتوان وضعیت کاری آنرا پایید. سرعت چرخش پره‌ها نیز



شکل (67): منحنی کالیبره‌سازی ناوه‌ی پارشال با گلویی به عرض 0.3m.



پاییده می‌شود.

ii. اندازه‌ی پره، تعداد پره‌ها و طرح جانمایی چرخ پره‌دار را تعیین کنید.

چرخ‌های پره‌دار را در چند قسمت می‌سازیم تا ساخت، نصب و حمل آن‌ها آسان‌تر شود. (شکل 65 را ببینید). طول هر قسمت از چرخ 3.2 m است. قطر چرخ پره‌دار تقریبا 85٪ عمق آب در حوضچه‌ی لخته‌سازی است. به این ترتیب می‌توان از اختلاط کامل در محفظه‌ی لخته‌سازی مطمئن شد.

در هر مرحله از حوضچه‌ی لخته‌سازی، 5 قسمت از چرخ پره‌دار نصب می‌شود و هر قسمت روی هم‌رفته دوازده پره دارد. (شکل (65)الف را ببینید.) عرض هر پره 20cm و طول آن 3.2m است. فاصله‌ی بین دو پره‌ی مجاور 15cm است. این آرایش در شکل (68) نشان داده شده است.

iii. سرعت چرخش لخته‌ساز را محاسبه کنید.

در مرحله‌ی اول، پنج قسمت یا پنج چرخ پره‌دار نصب می‌شود. هر چرخ پره‌دار 12 پره به طول 3.2m و عرض 0.20m دارد. چنانکه در شکل (68) نشان داده شده است، در هر یک از مواضع 2.7 m، 2.0 m و 1.3 m، چهار پره به صورت مرکز به‌مرکز نصب شده‌اند. سرعت چرخش از معادله‌ی (31)، پس از انجام اصلاح مناسب در این معادله، به دست می‌آید.

$$P = \frac{C_D \rho}{2}(A_1 v_1^3 + A_2 v_2^3 + A_3 v_3^3)$$

که در آن

P (توان داده شده به آب) = 1095 N برای مرحله‌ی اول.

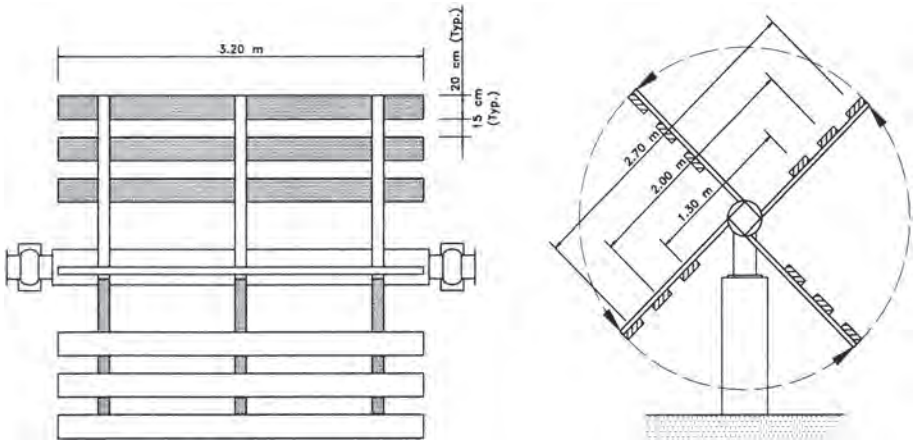
C_D = (ضریب مقاومت) = 1.35 (برای اطلاع از نسبت طول به عرض پره به جدول (46) نگاه کنید. 16 = 3.2 / 0.20 = (L/W).

A_1، A_2 و A_3 = سطح کل پره‌ها در هر موضع از هر مرحله.

در مرحله‌ی اول پنج قسمت و در هر قسمت چهار پره وجود دارد، پس سطح کل پره‌ها در هر موضع چنین محاسبه می‌شود.

$A = A_1 = A_2 = A_3 = 5$ قسمت چرخ پره‌دار در هر مرحله × 4 پره در هر قسمت × 3.2 m (طول پره) × 0.2 m (عرض پره) = 12.28 m سطح کل پره‌ها در هر موضع.

v_1، v_2 و v_3 = سرعت متوسط هر پره نسبت به آب. فرض کنید سرعت پره نسبت به آب 75 درصد سرعت محیطی مطلق پره باشد.[1j]



شکل (68): جزییات پره‌ی لخته‌ساز.

$$v_1 = \pi n_{rel} d_1 = 0.75\pi n_{abs} d_1$$

$$v_2 = \pi n_{rel} d_2 = 0.75\pi n_{abs} d_2$$

$$v_3 = \pi n_{rel} d_3 = 0.75\pi n_{abs} d_3$$

که در آن

d_1، d_2 و d_3= قطر اندازه‌گیری شده از مرکز تا مرکز هر پره، m

n_{abs}= سرعت چرخشی مطلق پره، rev/s

با قرار دادن این مقادیر در معادله‌ی (31) نتیجه می‌شود

$$P = \frac{C_D \rho A}{2}(0.75\pi n_{abs})^3 (d_1^3 + d_2^3 + d_3^3)$$

$$1087\,\text{N-m/s} = \frac{1.35}{2} \times 1000\ \text{N/m}^4 \times 12.8\ \text{m}^2 \times (0.75 \times \pi \times n_{abs}) \times [(2.7\ \text{m})^3 + (2.0\ \text{m})^3 + (1.3\ \text{m})^3]$$

این معادله را حل می‌کنیم؛ نتیجه می‌شود n_{abs}= 0.069 rev/s یا rpm 4.1.

سرعت چرخشی مراحل دوم و سوم لخته‌ساز نیز به همین ترتیب محاسبه می‌شود. در جدول (48) فهرست پارامترهای طراحی لخته‌سازها آمده است. گستره‌ی سرعت محیطی پره‌ها در مراحل اول، دوم، و سوم، به ترتیب، عبارت است از 0.58 – 0.28 m/s، 0.37 – 0.18 m/s و 0.23 – 0.11 m/s.

سرعت محیطی پایین‌تر در مرحله‌ی سوم، نه تنها نیاز به توان ورودی کمتر را پاسخ می‌گوید، بلکه به طور موثری از تخریب لخته‌ها براثر سرعت‌های محیطی بالا نیز جلوگیری می‌کند.

5. افت فشار و نیمرخ هیدرولیکی

در این بخش، محاسبات هیدرولیکی برای تعیین افت فشار از ناوه‌ی پارشال در مدخل حوضچه‌ی لخته‌سازی، تا انتهای دیوار پخش بین حوضچه‌های لخته‌سازی و ته‌نشین‌سازی، انجام می‌شود.

الف. افت فشار در ناوه‌ی پارشال.

i. عمق جریان H_a را محاسبه کنید. عمق جریان، با دبی روزانه‌ی حداکثر 0.328 m^3/s (11.5 cfs) از معادله‌ی (34) به دست می‌آید.

$$11.6 = 4 \times 1 \times H_a^{1.522(1)^{0.026}}$$

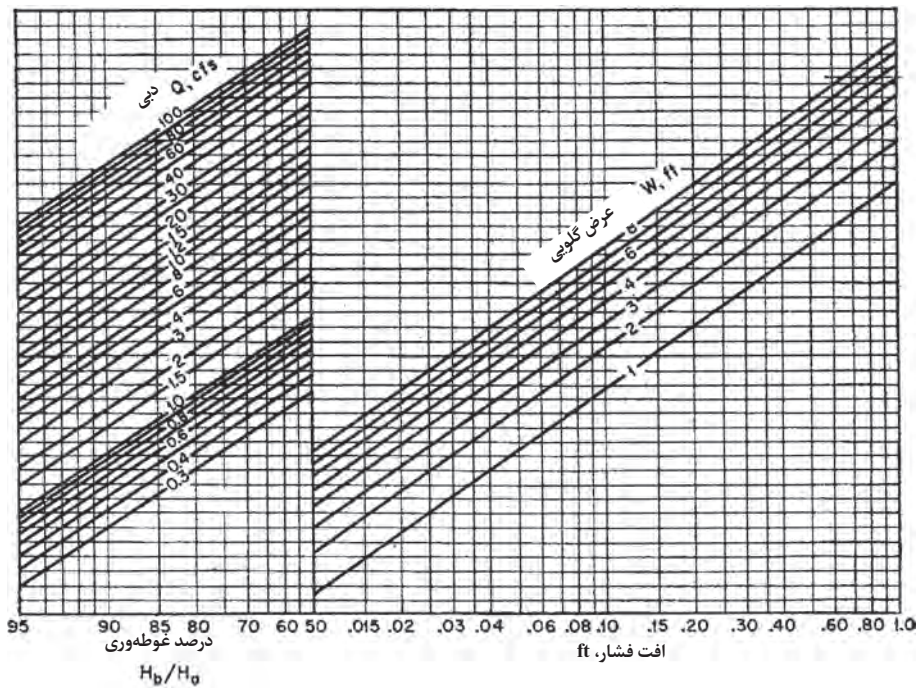
با حل کردن این معادله نتیجه می‌شود، H_a = 2.0 ft (0.61 m). در غوطه‌وری کمتر از 70٪، داریم: $H_b < 0.7 \times H_a$ یا H_b<1.4 ft (0.43 m) بالای کف بخش گلویی ناوه.

ii. افت فشار در ناوه‌ی پارشال را محاسبه کنید. حداقل افت فشاری که باید برای حفظ جریان آزاد تامین شود، از شکل (69) به دست می‌آید.[45] در حداکثر دبی روزانه‌ی 0.328 m^3/s (11.6 cfs) و 70 درصد غوطه‌وری، حداقل افت فشاری که باید تامین کرد 0.24 m (0.8 ft) است. به عبارت دیگر، حداکثر

جدول (48): پارامترهای طراحی لخته‌ساز.

مرحله	گرادیان سرعت، $G, s/1$	توان لازم موتور[الف]	آب، kW	دور، rpm n_{abs}	n_{rel}	دور واقعی
1	60	1.75	1.10	3.1	4.1	2–10
2	30	0.43	0.27	1.9	2.6	1–6
3	15	0.11	0.07	1.2	1.6	0.5–4

الف. اگرچه توان لازم برای موتور، در هر دستگاه لخته‌ساز، متفاوت است، برای هر سه دستگاه از یک نوع موتور استفاده می‌کنیم که قطعات آن‌ها به هم بخورد. توان مشخص شده برای موتور 0.86 kW (2.5 hp) است.



شکل (69): حداقل افت فشار لازم در ناوه‌ی پارشال استاندارد.

مجاز تراز سطح آب در پایین‌دست، برابر خواهد بود با (H_a – 0.24 m) = (0.61–0.24) = 0.37 m بالاتر از کف بخش گلویی ناوه. در این مثال طراحی، افت فشار سقوط آزاد 0.25 m در ناوه‌ی پارشال تامین می‌شود.

ب. افت فشار سازه‌ی ورودی در پایین‌دست ناوه‌ی پارشال.

افت فشار در سازه‌ی ورودی، زیر ناوه‌ی پارشال، از افت‌های ایجادشده در کانال ورودی، کانال توزیع و سرریز ورودی ناشی می‌شود. (نگاه کنید به شکل 65.)

i. فشار در کانال ورودی را محاسبه کنید. عمق آب در کانال ورودی باید تقریبا 0.9 m باشد. عرض کانال در قسمت اول، قبل از زانوی °90 برابر 0.85 m حفظ می‌شود که همان عرض بخش قبل از ناوه‌ی پارشال است. سپس، در قسمت بین زانوی °90 اول و دوم، این عرض به 1 m افزایش می‌یابد. از این عرض به عنوان عرض اولیه‌ی کانال باریک‌شونده‌ی توزیع نیز استفاده می‌شود. با استفاده از عرض متوسط 0.9 m و طول تقریبا 4 m، افت فشار در حداکثر دبی روزانه از معادلات قبل به دست می‌آید: 0.00002 m = h_L که آنرا صفر فرض می‌کنیم. سرعت متوسط در کانال، در حداکثر دبی روزانه، برابر است با:

$$v_{avg} = \frac{0.328\ m^3/s}{0.9\ m \times 0.9\ m} = 0.40\ m/s$$

این سرعت از گستره‌ی متداول 0.45 تا 0.9 m که برای کانال انتقال آب بین کانال اختلاط سریع و کانال لخته‌سازی توصیه می‌شود، اندکی پایین‌تر است. افت‌های فرعی در دو زانوی °90 نیز نادیده گرفته می‌شوند، زیرا فشار سرعتی ناچیز است.

ii. افت فشار در کانال توزیع ورودی را محاسبه کنید. عرض کانال توزیع به تدریج کاهش می‌یابد تا آب در طول کانال بهتر توزیع شود. عرض‌های اولیه و نهایی کانال، به ترتیب، عبارت‌اند از 1 m و 0.2 m. افت فشار را، همان‌طور که در مورد کانال ورودی دیدیم، می‌توان با استفاده از معادله مقاله قبل محاسبه کرد. این افت فشار برابر است با 0.00004 m = h_L که آنرا نیز صفر فرض می‌کنیم.

iii. فشار روی سرریزهای توزیع سیال ورودی را محاسبه کنید. پنج سرریز مستقیم در نظر گرفته شده است. طول هر سرریز L=3.5 m است. ستون تکیه‌گاهی به عرض 0.225 m بین دو سرریز تعبیه می‌شود. فشار روی سرریز با استفاده از معادله‌ی سرریز (معادله‌ی 32)، با فرض C_d = 0.6 محاسبه می‌شود.

فرض می‌شود هر سرریز یک‌پنجم دبی حداکثر طرح را دریافت می‌کند.

$$Q = \frac{0.328\ m^3/s}{5} = 0.0656\ m^3/s$$

فرض کنید n = 2 و فشار روی ســـرریز را به روش آزمون و خطا محاسبه کنید. نتایج نهایی عبارت‌اند از H = 0.05 m و L′ = 3.0 m. سقوط آزادی برابر با 0.23 m برای سرریز در نظر بگیرید.

iv. افت فشـــار کل را در سازه‌ی ورودی، پس از ناوه‌ی پارشال، محاسبه کنید.

- افت فشار در کانال ورودی 0.00 m
- افت فشار در کانال توزیع 0.00 m
- سقوط آزاد در سرریزهای توزیع 0.23 m

جمع = 0.23 m

ج. افت فشار در حوضچه‌ی لخته‌سازی.

افت فشار در حوضچه‌ی لخته‌سازی و در عبور از دیوارهای میان‌گیر بین مراحل مختلف ناچیز و قابل چشم‌پوشی است.

د. افت فشار در سازه‌ی خروجی.

افت فشـــار در خروجی در ســـوراخ‌های دیوار پخش بین حوضچه‌های لخته‌سازی و ته‌نشین‌سازی ایجاد می‌شود. (شکل 65 را ببینید.)

i. آرایـــش دیوار پخـــش. این دیوار کـــه حوضچه‌های لخته‌ســـازی و ته‌نشین‌ســـازی را از هم جدا می‌کند از بتن ساخته می‌شـــود و سوراخ‌های دایره‌ای دارد. مخزن لخته‌ســـازی به صورت بخشـــی از مخزن ته‌نشینی طراحی می‌شود، به همین ســـبب این دیوار میان‌گیر بین دو مخزن را دیوار پخـــش می‌نامند. نکته‌ی مهـــم در طراحی دیوار پخـــش، توزیع یکنواخت جریان در حوضچه‌ی ته‌نشین‌ســـازی اســـت. برای توزیع یکنواخت جریان در حوضچه‌ی ته‌نشین‌ســـازی، انرژی جنبشـــی آب جـــاری از حوضچه‌ی لخته‌سازی باید مستهلک شود. برای دست‌یابی به این هدف، دیوار پخش با ویژگی‌های زیر ساخته خواهد شد. نیازهای پایه‌ی طرح عبارت‌اند از:

- سوراخ‌ها باید به طور یکنواخت در سرتاسر دیوار توزیع شوند.
- برای به حداقل رساندن طول فواره‌ها و مناطق مرده‌ی بین سوراخ‌ها، تعداد سوراخ‌ها را باید حداکثر گرفت.
- افت فشار بهینه در سوراخ‌ها باید 2–3 mm باشد.
- حداکثر سرعت جریان در عبور از سوراخ‌ها باید تقریبا 150 mm/s باشد تا از تخریب لخته‌ها جلوگیری شود.
- پیکربندی سوراخ‌ها باید چنان باشـــد که فواره‌های تخلیه، جریان را به طرف خروجی حوضچه هدایت کنند. دیواره‌های چوبی امتداد جریان را در راستای عمودی منحرف می‌کنند.
- موثرتریـــن نوع دیوار پخش ســـوراخ‌هایی به قطـــر 125 mm دارد که به طور یکنواخت توزیع شده‌اند و نسبت بازشـــدگی دیوار بین 6 تا 8 است.

بعضی از طراحان ترجیح می‌دهند قطر سوراخ را از ضخامت دیوار کمتر بگیرند.[31]

ii. سطح کل سوراخ‌ها را محاســـبه کنید. فرض کنید سرعت عبور آب از سوراخ 0.15 m/s است.

$$A = \frac{0.328\ \text{m}^3/\text{s}}{0.15\ \text{m/s}} = 2.187\ \text{m}^2$$

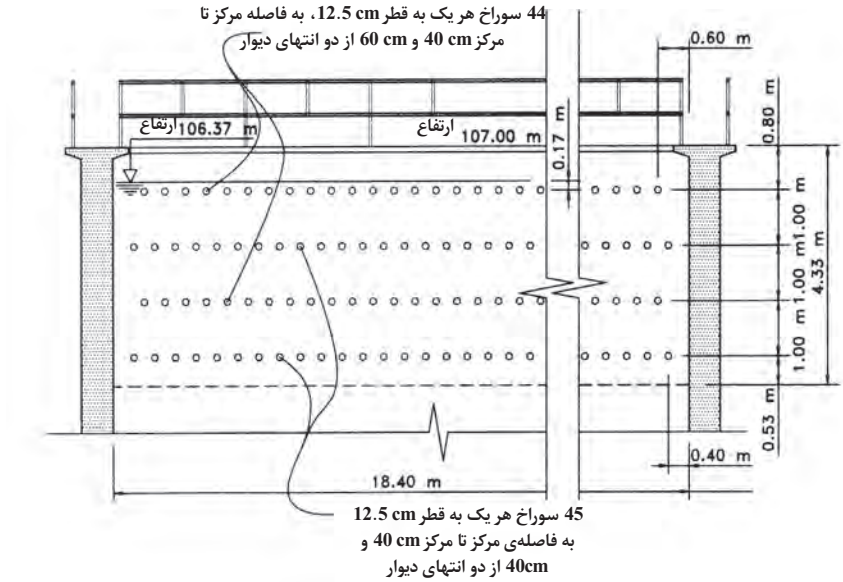
قطر سوراخ‌ها را 12.5 cm (5 in) بگیرید.

$$\text{سطح هر سوراخ} = \frac{\pi}{4} \times (0.125\ \text{m})^2 = 0.0123\ \text{m}^2$$

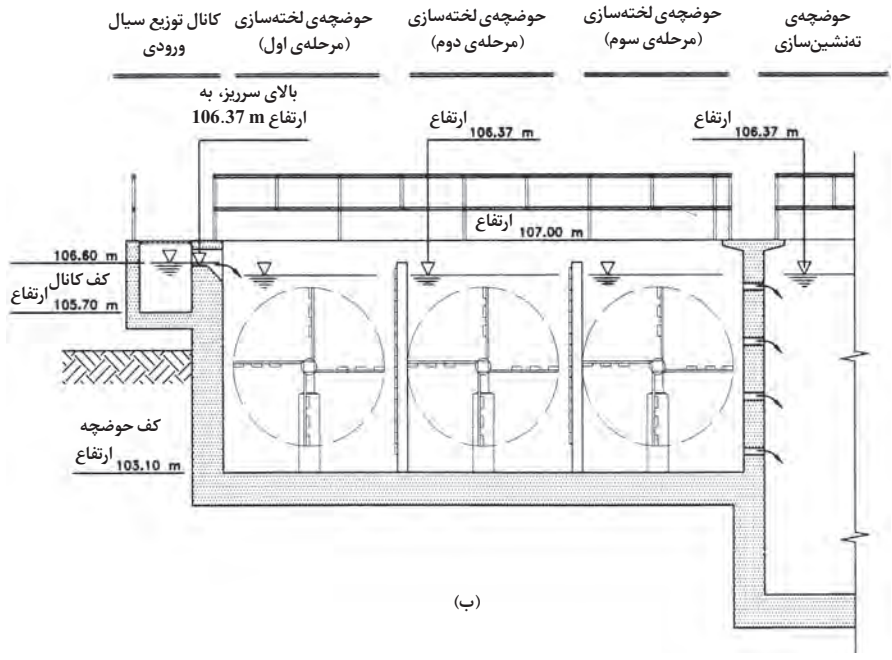
$$\text{تعداد سوراخ‌ها} = \frac{2.187\ \text{m}^2}{0.0123\ \text{m}^2/\text{opening}} = 178$$

178 عدد سوراخ در چهار ردیف در نظر بگیرید. جزییات طرح دیوار پخش در شکل (70) (الف) آمده است.

iii. افت فشار در ســـوراخ‌های دیوار پخش را محاسبه کنید. افت فشار در سوراخ دیوار پخش با استفاده از معادله‌ی روزنه، با در نظر گرفتن $C_d = 0.6$ و $h_L = 0.0032$ m محاسبه می‌شود. این افت فشار ناچیز است و آنرا صفر فرض می‌کنیم.



(الف)



(ب)

شـــکل (70): سازه‌ی خروجی و نیمرخ هیدرولیکی حوضچه‌ی لخته‌ســـازی. (الف) جزییات دیوار پخش. (ب) نیمرخ هیدرولیکی در حوضچه‌ی لخته‌سازی.

هـ. نیمرخ هیدرولیکی در حوضچه‌ی لخته‌سازی را ترسیم کنید.

از روشی شبیه روش به کار رفته برای حوضچه‌ی اختلاط سریع استفاده می‌شود. نیمرخ هیدرولیکی نسبت به ارتفاع سطح آب در حوضچه‌ی ته‌نشین‌سازی ترسیم می‌شود. در طرح حوضچه‌ی ته‌نشین‌سازی مقدار m 106.37 برای ارتفاع سطح آب (WSEL) به دست آمد. محاسبات افت فشار در سازه‌های ورودی و خروجی را قبلا نشان دادیم. از افت فشار در حوضچه‌ی لخته‌سازی چشم‌پوشی می‌شود.

a. ارتفاع سطح آب (WSEL) و سایر ارتفاع‌های مهم طرح حوضچه‌ی لخته‌سازی و سازه‌های ورودی و خروجی را محاسبه کنید.

ارتفاع سطح آب (WSEL) در حوضچه‌ی لخته‌سازی = (WSEL در حوضچه‌ی ته‌نشین‌سازی) + (افت فشار در سازه‌ی خروجی) = (106.37 m + 0.00 m) = 106.37 m.

ارتفاع کف حوضچه‌ی لخته‌سازی = (ارتفاع سطح آب (WSEL) در حوضچه‌ی لخته‌سازی) − (عمق آب طرح)) = (106.37 m − 3.27 m) = 103.10 m.

ارتفاع سطح آب (WSEL) در کانال توزیع سیال ورودی = ((ارتفاع سطح آب (WSEL) در حوضچه‌ی لخته‌سازی) + (ارتفاع سقوط آزاد در سرریزهای توزیع) = (106.37 m + 0.23 m) = 106.60 m. ارتفاع بالای سرریز توزیع = (ارتفاع سطح آب (WSEL) در کانال توزیع سیال ورودی) − (فشار روی سرریز)) = (106.60 m − 0.05 m) = 106.55 m.

ارتفاع کف کانال توزیع = (ارتفاع سطح آب WSEL) در کانال توزیع) − (عمق آب طرح)) = (106.60 m − 0.90 m) = 105.70 m.

افت فشار از ناوه‌ی پارشال تا کانال توزیع قابل چشم‌پوشی است، بنابراین ارتفاع سطح آب (WSEL) و ارتفاع کف کانال، قبل از ناوه‌ی پارشال، به ترتیب، برابر است با 106.60 m و 105.70 m.

نیمرخ هیدرولیکی حوضچه‌ی لخته‌سازی در شکل (70) (ب) نشان داده شده است.

b. ارتفاع سطح آب (WSEL) و سایر ارتفاع‌های مهم طرح ناوه‌ی پارشال را محاسبه کنید.

ارتفاع سطح آب (WSEL) در بخش گلویی = (ارتفاع سطح آب (WSEL) پس از ناوه‌ی پارشال) + (افت فشار در ناوه‌ی پارشال)) = (106.60 m + 0.25 m) = 106.85 m.

ارتفاع کف بخش گلویی = (ارتفاع سطح آب (WSEL) در بخش گلویی) − (H_a) = (106.85 m − 0.61 m) = 106.24 m.

ارتفاع تاج در انتهای ناوه = ((ارتفاع کف بخش گلویی) − K (شکل 66 را ببینید)) = (106.24 m − 0.08 m) = 106.16 m. ارتفاع از کف کانال در پایین‌دست، تا تاج = ((ارتفاع تاج) − (ارتفاع کف کانال در پایین‌دست)) = (106.16 m − 105.70 m) = 0.46 m.

ارتفاع کف کانال در بالادست = ((ارتفاع کف بخش گلویی) T) − (نگاه کنید به شکل 66) = (106.24 m − 0.10 m) = 106.14 m. عمق آب در کانال بالادست = ((ارتفاع سطح آب (WSEL) در بخش گلویی) − (ارتفاع کف کانال بالادست)) = (106.85 m − 106.14 m) = 0.71 m.

نیمرخ هیدرولیکی در ناوه‌ی پارشال در شکل (66) (ب) نشان داده شده است.

پی‌نوشت:

1. پره به آب سرعت می‌دهد، بنابراین سرعت مطلق پره (nabs) باید از سرعت نسبی (n_{rel}) بیشتر شود. تجربه نشان داده است که سرعت نسبی آب 75 درصد سرعت چرخش پره‌هاست (یعنی $n_{abs}=n_{rel}$ 0.75 یا $n_{abs}=1.33n_{rel}$).

ادامه دارد...

دستیار مهندس لوله‌کشی تاسیسات

لوله‌کشی بخار

مهندس رونالد بغوزیان

لوله‌ها در شبکه بخار

بارگرم شده لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار کم

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER 100 FEET OF PIPE								
	STEAM PRESSURE PSIG								
	0	1	3	5	7	10	12	15	
1/2"	1	1	2	2	2	2	2	2	
3/4"	2	2	2	2	2	2	2	2	
1"	3	3	3	3	3	3	4	4	
1-1/4"	4	4	4	4	4	5	5	5	
1-1/2"	5	5	5	5	5	6	6	6	
2"	6	6	7	7	7	7	8	8	
2-1/2"	10	10	10	11	11	12	12	13	
3"	13	13	14	14	15	15	16	17	
4"	18	19	19	20	21	22	23	24	
5"	25	25	26	27	28	30	31	32	
6"	32	33	34	36	37	39	40	42	
8"	48	49	51	54	56	58	60	62	
10"	68	70	73	76	79	83	85	89	
12"	83	85	89	93	96	101	104	108	
14"	92	94	98	103	106	111	115	119	
16"	105	108	113	118	122	128	132	137	
18"	119	122	127	133	137	144	149	154	
20"	132	135	142	148	153	160	166	172	
22"	146	150	157	164	169	177	183	190	
24"	159	163	170	178	184	193	199	207	
26"	173	177	185	194	200	210	217	225	
28"	187	191	200	209	216	226	234	243	
30"	200	205	214	224	232	243	251	260	
32"	214	219	229	239	247	259	268	278	
34"	227	233	243	254	263	275	284	295	
36"	241	246	258	269	278	292	301	313	
42"	281	288	301	314	325	341	352	366	
48"	321	328	343	358	371	389	402	417	
54"	361	370	387	404	418	438	453	470	
60"	402	411	430	449	465	487	503	523	
72"	483	494	517	539	558	585	604	628	
84"	564	577	603	629	652	683	706	733	
96"	645	660	690	720	745	781	807	838	
CORR. FACTOR	1.50	1.49	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.

بارگرم شده لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار متوسط

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER 100 FEET OF PIPE								
	STEAM PRESSURE PSIG								
	20	25	30	40	50	60	75	85	100
1/2"	2	2	2	2	2	3	3	3	3
3/4"	3	3	3	3	3	3	4	4	4
1"	4	4	4	5	5	5	5	6	6
1-1/4"	5	6	6	6	7	7	7	8	8
1-1/2"	6	7	7	7	8	8	9	9	10
2"	8	9	9	10	11	11	12	12	13
2-1/2"	13	14	15	16	17	17	19	19	20
3"	18	18	19	21	22	23	24	25	27
4"	25	26	27	29	31	32	35	36	38
5"	34	35	37	40	42	44	47	49	51
6"	44	46	48	51	55	57	61	63	66
8"	66	69	72	77	82	86	92	95	100
10"	94	98	102	110	116	122	130	135	142
12"	115	120	125	134	142	149	159	165	173
14"	126	132	138	148	157	164	175	182	191
16"	145	152	158	170	180	188	201	209	219
18"	163	171	178	191	203	213	227	235	247
20"	182	191	198	213	226	237	252	262	275
22"	201	211	220	236	250	262	279	290	304
24"	219	229	239	257	272	285	304	316	331
26"	238	250	260	279	296	310	331	344	360
28"	257	269	280	301	319	334	356	370	388
30"	275	289	300	323	342	358	382	397	416
32"	294	308	321	344	365	382	408	424	444
34"	312	327	341	366	388	407	434	450	472
36"	331	347	361	388	411	431	459	477	500
42"	386	405	422	453	480	503	536	557	584
48"	441	463	482	517	548	574	612	636	667
54"	497	521	542	583	617	647	690	717	751
60"	552	579	603	648	686	719	767	797	835
72"	664	696	724	778	825	864	921	957	1,003
84"	775	812	846	908	963	1,009	1,075	1,117	1,171
96"	886	929	967	1,039	1,101	1,153	1,230	1,278	1,340
CORR. FACTOR	1.37	1.36	1.35	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.

بار کارکرد لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار کم

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER HOUR PER 100 FEET OF PIPE STEAM PRESSURE PSIG							
	0	1	3	5	7	10	12	15
1/2"	2	2	2	2	3	3	3	3
3/4"	3	3	3	3	3	3	3	4
1"	3	3	3	4	4	4	4	4
1-1/4"	4	4	4	4	5	5	5	5
1-1/2"	4	4	5	5	5	6	6	6
2"	5	5	6	6	6	7	7	7
2-1/2"	6	6	7	7	7	8	8	9
3"	7	8	8	8	9	9	10	10
4"	9	9	10	10	11	12	12	13
5"	11	11	12	13	13	14	15	15
6"	13	13	14	15	15	16	17	18
8"	16	17	18	19	19	21	22	23
10"	20	20	21	23	24	25	26	28
12"	23	24	25	26	28	29	31	32
14"	25	26	27	29	30	32	33	35
16"	28	29	31	32	34	36	38	40
18"	31	32	34	36	38	40	42	44
20"	34	35	37	39	41	44	46	48
22"	37	38	41	43	45	48	50	53
24"	40	41	44	47	49	52	54	57
26"	47	48	51	54	57	60	63	66
28"	50	52	55	58	61	65	68	72
30"	54	56	59	62	65	70	73	77
32"	57	59	63	67	70	74	78	82
34"	61	63	67	71	74	79	83	87
36"	65	67	71	75	78	84	87	92
42"	75	78	83	87	92	98	102	107
48"	86	89	94	100	105	112	117	123
54"	97	100	106	112	118	125	131	138
60"	108	111	118	125	131	139	146	153
72"	129	133	141	150	157	167	175	184
84"	151	156	165	175	183	195	204	215
96"	172	178	189	200	209	223	233	245
CORR FACTOR	1.70	1.68	1.66	1.64	1.60	1.58	1.57	1.55

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.
3. Table values include convection and radiation loads with 80% efficient insulation.

بار گرم شده لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار بالا

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER 100 FEET OF PIPE STEAM PRESSURE PSIG								
	120	125	150	175	200	225	250	275	300
1/2"	3	3	3	4	4	4	4	4	5
3/4"	4	4	4	5	5	5	5	6	7
1"	6	6	7	7	7	8	8	8	11
1-1/4"	8	9	9	9	10	10	11	11	15
1-1/2"	10	10	11	11	12	12	13	13	18
2"	14	14	14	15	16	17	17	18	25
2-1/2"	21	22	23	24	25	26	27	28	39
3"	28	28	30	32	33	34	36	37	52
4"	40	40	43	45	47	49	51	53	75
5"	54	55	58	61	64	66	69	71	104
6"	70	71	75	79	83	86	89	92	144
8"	106	107	113	119	125	129	134	139	218
10"	150	152	161	169	177	184	191	197	275
12"	183	186	197	206	216	225	233	241	329
14"	202	204	217	227	238	247	257	266	362
16"	231	234	248	261	273	284	295	305	416
18"	261	264	280	294	308	320	332	343	470
20"	290	294	312	327	343	356	370	382	523
22"	322	326	345	362	380	394	409	423	578
24"	350	354	375	394	413	429	445	460	631
26"	381	386	409	429	449	467	485	501	384
28"	410	416	440	462	484	503	522	540	739
30"	440	446	472	496	519	540	560	579	794
32"	469	476	504	529	554	576	598	618	844
34"	499	506	536	562	589	612	635	657	900
36"	528	536	567	596	624	648	673	696	955
42"	617	626	663	696	729	757	786	813	1,116
48"	705	714	757	794	832	865	898	928	1,275
54"	794	805	852	895	937	974	1,011	1,045	1,436
60"	883	894	948	995	1,042	1,083	1,124	1,162	1,597
72"	1,060	1,075	1,139	1,195	1,252	1,301	1,350	1,396	1,946
84"	1,238	1,254	1,329	1,395	1,461	1,518	1,576	1,630	2,241
96"	1,415	1,435	1,520	1,595	1,671	1,737	1,803	1,864	2,510
CORR FACTOR	1.25	1.25	1.24	1.23	1.22	1.22	1.21	1.21	1.20

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.

بار گرم شده لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار متوسط

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER HOUR PER 100 FEET OF PIPE								
	STEAM PRESSURE PSIG								
	20	25	30	40	50	60	75	85	100
1/2"	3	3	4	4	4	5	5	5	6
3/4"	4	4	4	5	5	6	6	6	7
1"	5	5	5	6	6	7	7	8	8
1-1/4"	6	6	6	7	8	8	9	9	10
1-1/2"	6	7	7	8	9	9	10	11	11
2"	8	8	9	10	11	11	12	13	14
2-1/2"	9	10	10	12	12	13	14	15	16
3"	11	12	12	14	15	16	17	18	19
4"	14	15	16	17	18	20	21	23	24
5"	17	18	19	21	22	24	26	27	29
6"	19	21	22	24	26	28	30	32	34
8"	25	26	28	30	33	35	38	40	43
10"	30	32	34	37	40	43	47	49	53
12"	35	37	39	43	47	50	54	57	61
14"	38	40	43	47	51	54	59	62	67
16"	43	45	48	53	57	61	67	70	75
18"	47	50	53	59	64	68	74	78	84
20"	52	56	59	65	70	75	82	86	92
22"	57	60	64	70	76	81	89	94	101
24"	61	65	69	76	83	88	96	102	109
26"	72	77	81	89	97	103	113	110	117
28"	77	82	87	96	104	111	122	129	138
30"	83	88	93	103	112	119	131	138	148
32"	88	94	100	110	119	127	139	147	157
34"	94	100	106	117	127	135	148	156	167
36"	99	106	112	124	134	143	157	166	177
42"	116	124	131	144	157	167	183	193	207
48"	132	141	149	165	179	191	209	221	236
54"	149	159	168	186	201	215	235	248	266
60"	165	177	187	206	224	239	261	276	295
72"	199	212	224	247	268	287	314	331	354
84"	232	247	261	289	313	334	366	386	413
96"	265	283	299	330	358	382	418	442	472
CORR. FACTOR	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47	1.45	1.43	1.42	1.41

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.
3. Table values include convection and radiation loads with 80% efficient insulation.

بار گرم شده لوله‌کشی سیستم‌های بخار با فشار بالا

PIPE SIZE	POUNDS OF STEAM PER HOUR PER 100 FEET OF PIPE								
	STEAM PRESSURE PSIG								
	120	125	150	175	200	225	250	275	300
1/2"	6	6	7	7	8	8	8	9	9
3/4"	7	7	8	9	9	10	10	11	11
1"	9	9	10	10	11	12	12	13	14
1-1/4"	11	11	12	13	14	14	15	16	17
1-1/2"	12	12	13	14	15	16	17	18	19
2"	15	15	16	18	19	20	21	22	23
2-1/2"	18	18	19	21	22	23	25	26	27
3"	21	21	23	25	26	28	29	31	32
4"	26	27	29	31	33	35	37	38	40
5"	31	32	35	37	40	42	44	46	49
6"	37	38	41	44	46	49	52	54	57
8"	47	48	52	55	59	62	66	69	72
10"	57	58	63	67	72	76	80	84	88
12"	66	68	73	79	84	89	93	98	103
14"	72	74	80	85	91	96	102	107	112
16"	81	83	90	96	103	109	115	121	126
18"	91	92	100	107	115	121	128	134	141
20"	100	102	110	118	126	134	141	148	155
22"	109	111	120	129	138	146	154	161	169
24"	118	120	130	140	149	158	167	175	183
26"	127	129	140	150	161	170	179	188	197
28"	149	152	165	177	189	182	192	201	211
30"	160	163	177	190	203	214	226	237	249
32"	170	174	189	202	216	229	241	253	265
34"	181	185	200	215	230	243	256	269	282
36"	192	195	212	228	243	257	271	285	299
42"	224	228	248	265	284	300	317	332	348
48"	256	261	283	303	324	343	362	380	398
54"	287	293	318	341	365	386	407	427	448
60"	319	326	354	379	406	429	452	475	498
72"	383	391	425	455	487	514	543	570	597
84"	447	456	495	531	568	600	633	665	697
96"	511	521	566	607	649	686	724	760	796
CORR. FACTOR	1.39	1.39	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	1.35

Notes:
1. Table based on 70°F. ambient temperature, standard weight steel pipe to 250 psig, and extra-strong weight steel pipe above 250 psig.
2. For ambient temperatures of 0°F., multiply table values by correction factor.
3. Table values include convection and radiation loads with 80% efficient insulation.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 1psig- لوله فولادی

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)					
	0.125	0.25	0.5	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)
1/2	4	6	9	18	Pressure	Drop	Governs	with	
3/4	10	14	20	29	these	Pipe	Sizes		
1	20	28	40						
1-1/4	44	62	87	49					
1-1/2	68	96	135	67	135				
2	137	194	274	111	222				
2-1/2	226	320	452	158	317				
3	414	585	822	245	489	734			
4	874	1,236	1,748	421	842	1,263	1,685		
5	1,608	2,274	3,217	659	1,318	1,978	2,637		
6	2,654	3,753	5,308	956	1,912	2,867	3,823	4,779	
8	5,525	7,813		1,655	3,310	4,965	6,620	8,275	9,930
10	10,082	14,258		2,609	5,218	7,826	10,435	13,044	15,653
12	16,181			3,742	7,483	11,225	14,967	18,708	22,450
14	20,959			4,562	9,123	13,685	18,247	22,809	27,370
16	30,212			6,043	12,086	18,128	24,171	30,214	36,257
18	41,576			7,732	15,463	23,195	30,927	38,659	46,390
20	55,192			9,629	19,257	28,886	38,514	48,143	57,771
22				11,733	23,466	35,200	46,933	58,666	70,399
24				14,046	28,092	42,137	56,183	70,229	84,275
26				16,566	33,132	49,698	66,265	82,831	99,397
28				19,294	38,589	57,883	77,178	96,472	115,767
30				22,231	44,461	66,692	88,922	111,153	133,384
32				25,375	50,749	76,124	101,498	126,873	152,248
34				28,726	57,453	86,179	114,906	143,632	172,359
36				32,286	64,572	96,859	129,145	161,431	193,717
42				44,213	88,425	132,638	176,851	221,064	265,276
48				58,010	116,020	174,030	232,040	290,050	348,060
54				73,678	147,356	221,034	294,712	368,390	442,069
60	Velocity	Governs	with	91,217	182,434	273,651	364,868	456,085	547,302
72	these	Pipe	Sizes	131,807	263,815	395,722	527,629	659,537	791,444
84				180,081	360,162	540,243	720,324	900,404	1,080,485
96				235,738	471,475	707,213	942,951	1,178,689	1,414,426

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.125 Psig/100 Ft. / 4,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 3psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)					
	0.125	0.25	0.5	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)
1/2	5	6	9						
3/4	10	15	21	20	Pressure	Drop	Governs	with	
1	21	30	42	32	these	Pipe	Sizes		
1-1/4	46	65	92	55					
1-1/2	72	101	143	75					
2	145	205	290	124	248				
2-1/2	239	338	478	177	354				
3	437	619	870	274	547	821			
4	924	1,307	1,849	471	942	1,413			
5	1,701	2,405	3,402	737	1,475	2,212	2,949		
6	2,807	3,969	5,614	1,069	2,138	3,207	4,276	5,345	
8	5,843	8,263		1,851	3,702	5,553	7,404	9,255	11,106
10	10,662	15,078		2,918	5,835	8,753	11,670	14,588	17,506
12	17,112	24,200		4,185	8,369	12,554	16,738	20,923	25,108
14	22,165			5,102	10,204	15,305	20,407	25,509	30,611
16	31,951			6,758	13,516	20,275	27,033	33,791	40,549
18	43,968			8,647	17,294	25,941	34,588	43,235	51,883
20	58,368			10,768	21,537	32,305	43,074	53,842	64,611
22	75,290			13,122	26,245	39,367	52,489	65,611	78,734
24				15,709	31,417	47,126	62,834	78,543	94,252
26				18,527	37,055	55,582	74,110	92,637	111,164
28				21,579	43,157	64,736	86,315	107,893	129,472
30				24,862	49,725	74,587	99,450	124,312	149,175
32				28,379	56,757	85,136	113,515	141,893	170,272
34				32,127	64,255	96,382	128,509	160,637	192,764
36				36,109	72,217	108,326	144,434	180,543	216,651
42				49,447	98,894	148,341	197,788	247,235	296,682
48				64,878	129,755	194,633	259,511	324,388	389,266
54				82,401	164,801	247,202	329,603	412,003	494,404
60	Velocity	Governs	with	102,016	204,032	306,048	408,064	510,080	612,096
72	these	Pipe	Sizes	147,524	295,047	442,571	590,094	737,618	885,141
84				201,800	402,801	604,201	805,601	1,007,001	1,208,402
96				263,646	527,292	790,939	1,054,585	1,318,231	1,581,877

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.125 Psig/100 Ft. / 4,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 5psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.125	0.25	0.5	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	
1/2	5	7	10							
3/4	11	15	22	22	Pressure	Drop	Governs	with		
1	22	31	44	33	these	Pipe	Sizes			
1-1/4	48	69	97	61						
1-1/2	75	106	150	83						
2	153	216	305	137	275					
2-1/2	251	355	503	196	392					
3	460	651	914	302	605	907				
4	972	1,375	1,944	521	1,042	1,563				
5	1,789	2,529	3,577	815	1,631	2,446	3,261			
6	2,952	4,174	5,903	1,182	2,364	3,546	4,728			
8	6,144	8,689		2,047	4,094	6,141	8,188	10,235	12,282	
10	11,212	15,856		3,226	6,453	9,679	12,906	16,132	19,359	
12	17,995	25,449		4,628	9,255	13,883	18,510	23,138	27,765	
14	23,309	32,964		5,642	11,284	16,926	22,567	28,209	33,851	
16	33,599			7,474	14,947	22,421	29,894	37,368	44,842	
18	46,237			9,562	19,125	28,687	38,250	47,812	57,375	
20	61,380			11,908	23,817	35,725	47,633	59,542	71,450	
22	79,175			14,511	29,023	43,534	58,045	72,557	87,068	
24	99,764			17,371	34,743	52,114	69,486	86,857	104,229	
26				20,489	40,977	61,466	81,955	102,443	122,932	
28				23,863	47,726	71,589	95,452	119,314	143,177	
30				27,494	54,988	82,483	109,977	137,471	164,965	
32				31,383	62,765	94,148	125,531	156,913	188,296	
34				35,528	71,056	106,585	142,113	177,641	213,169	
36				39,931	79,862	119,792	159,723	199,654	239,585	
42				54,681	109,362	164,044	218,725	273,406	328,087	
48				71,745	143,491	215,236	286,981	358,727	430,472	
54				91,123	182,247	273,370	364,493	455,616	546,740	
60	Velocity	Governs	with	112,815	225,630	338,445	451,260	564,075	676,890	
72	these	Pipe	Sizes	163,140	326,280	489,419	652,559	815,699	978,839	
84				222,720	445,439	668,159	890,879	1,113,598	1,336,318	
96				291,555	583,109	874,664	1,166,219	1,457,774	1,749,328	

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.25 Psig/100 Ft. / 6,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 7psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.125	0.25	0.5	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	
1/2	5	7	10							
3/4	11	16	23	39	Pressure	Drop	Governs	with		
1	23	33	46		these	Pipe	Sizes			
1-1/4	51	72	101	67						
1-1/2	79	111	157	91						
2	160	226	319	150	300					
2-1/2	263	372	526	214	429					
3	481	680	956	331	662					
4	1,016	1,438	2,033	570	1,139	1,709				
5	1,870	2,645	3,741	892	1,783	2,675	3,567			
6	3,087	4,365	6,174	1,293	2,586	3,879	5,171			
8	6,426	9,087	12,851	2,239	4,477	6,716	8,955	11,194		
10	11,726	16,583		3,529	7,057	10,586	14,115	17,644	21,172	
12	18,819	26,614		5,061	10,122	15,183	20,244	25,306	30,367	
14	24,376	34,473		6,170	12,341	18,511	24,682	30,852	37,023	
16	35,138			8,174	16,348	24,521	32,695	40,869	49,043	
18	48,354			10,458	20,917	31,375	41,833	52,292	62,750	
20	64,191			13,024	26,048	39,072	52,096	65,120	78,144	
22	82,801			15,871	31,742	47,613	63,483	79,354	95,225	
24	104,332			18,999	37,998	56,997	75,996	94,995	113,993	
26	128,924			22,408	44,816	67,224	89,633	112,041	134,449	
28				26,099	52,197	78,296	104,394	130,493	156,591	
30				30,070	60,140	90,210	120,280	150,350	180,421	
32				34,323	68,646	102,968	137,291	171,614	205,937	
34				38,857	77,713	116,570	155,427	194,284	233,140	
36				43,672	87,344	131,015	174,687	218,359	262,031	
42				59,804	119,608	179,412	239,216	299,020	358,824	
48				78,467	156,934	235,401	313,868	392,335	470,801	
54				99,660	159,321	298,981	398,641	498,301	597,962	
60	Velocity	Governs	with	123,384	246,768	370,153	493,537	616,921	740,305	
72	these	Pipe	Sizes	178,424	356,847	535,271	713,695	892,119	1,070,542	
84				243,585	487,171	730,756	974,342	1,217,927	1,461,513	
96				318,869	637,739	956,608	1,275,478	1,594,347	1,913,217	

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.25 Psig/100 Ft. / 6,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 10psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.25	0.5	1	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	
1/2	8	11	15	15						
3/4	17	24	34	27	Pressure	Drop	Governs	with		
1	35	49	69	44	these	Pipe	Sizes			
1-1/4	76	108	152	76	151					
1-1/2	118	167	236	103	206					
2	240	339	479	169	339					
2-1/2	395	558	790	242	484	725				
3	723	1,016	1,445	373	747	1,120				
4	1,527	2,160	3,054	643	1,286	1,929	2,572			
5	2,810	3,974	5,620	1,006	2,013	3,019	4,025	5,031		
6	4,637	6,558		1,459	2,918	4,377	5,836	7,295	8,754	
8	9,654	13,652		2,526	5,053	7,579	10,105	12,632	15,158	
10	17,616	24,912		3,982	7,964	11,946	15,929	19,911	23,893	
12	28,273			5,711	11,423	17,134	22,846	28,557	34,268	
14	36,621			6,963	13,927	20,890	27,853	34,816	41,780	
16	52,789			9,224	18,448	27,672	36,896	46,120	55,344	
18				11,802	23,604	35,406	47,208	59,011	70,813	
20				14,697	29,395	44,092	58,790	73,487	88,185	
22				17,910	35,820	53,730	71,641	89,551	107,461	
24				21,440	42,880	64,320	85,760	107,201	128,641	
26				25,287	50,575	75,862	101,150	126,437	151,724	
28				29,452	58,904	88,356	117,808	147,260	176,712	
30				33,934	67,868	101,802	135,735	169,669	203,603	
32				38,733	77,466	116,199	154,932	193,665	232,398	
34				43,849	87,699	131,548	175,398	219,247	263,097	
36				49,283	98,567	147,850	197,133	246,416	295,700	
42				67,488	134,977	202,465	269,954	337,442	404,930	
48				88,549	177,098	265,648	354,197	442,746	531,295	
54				112,466	224,932	337,397	449,863	562,329	674,795	
60	Velocity	Governs	with	139,238	278,476	417,714	556,952	696,190	835,428	
72	these	Pipe	Sizes	201,350	402,699	604,049	805,399	1,006,749	1,208,098	
84				274,884	549,768	824,653	1,099,537	1,374,421	1,649,305	
96				359,841	719,683	1,079,524	1,439,366	1,799,207	2,159,049	

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 6,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 12psig- لوله فولادی

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.25	0.5	1	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)
1/2	8	11	16						
3/4	18	25	36	29	Pressure	Drop	Governs	with	
1	36	51	72	47	these	Pipe	Sizes		
1-1/4	79	112	158	81					
1-1/2	123	173	245	111	221				
2	249	352	497	182	365				
2-1/2	410	579	819	260	520	780			
3	750	1,054	1,499	402	803	1,205			
4	1,584	2,240	3,168	692	1,383	2,075	2,767		
5	2,915	4,122	5,830	1,083	2,165	3,248	4,331	5,413	
6	4,810	6,803		1,570	3,139	4,709	6,279	7,849	9,418
8	10,013	14,161		2,718	5,436	8,154	10,873	13,591	16,309
10	18,272			4,284	8,569	12,853	17,138	21,422	25,706
12	29,326			6,145	12,290	18,435	24,580	30,725	36,870
14	37,986			7,492	14,984	22,475	29,967	37,459	44,951
16	54,753			9,924	19,848	29,773	39,697	49,621	59,545
18	75,351			12,698	25,396	38,094	50,792	63,490	76,188
20				15,813	31,626	47,439	63,252	79,066	94,879
22				19,270	38,539	57,809	77,079	96,348	115,618
24				23,068	46,135	69,203	92,270	115,338	138,406
26				27,207	54,414	81,621	108,828	136,034	163,241
28				31,688	63,375	95,063	126,750	158,438	190,126
30				36,510	73,019	109,529	146,039	182,548	219,058
32				41,673	83,346	125,019	166,693	208,366	250,039
34				47,178	94,356	141,534	188,712	235,890	283,068
36				53,024	103,048	159,073	212,097	265,121	318,145
42				72,611	145,223	217,834	290,445	363,056	435,668
48				95,271	190,542	285,812	381,093	476,354	571,623
54				121,003	242,006	363,008	484,011	605,014	726,017
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	149,807	299,615	449,422	599,229	749,036	898,844
72				216,634	433,267	649,901	866,535	1,083,168	1,299,802
84				295,750	591,500	887,250	1,183,000	1,478,750	1,774,500
96				387,156	774,312	1,161,469	1,548,625	1,935,781	2,322,937

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 6,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 20psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)					
	0.25	0.5	1	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	9	13	18						
3/4	20	29	40		Pressure	Drop	Governs	with	
1	41	57	81		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	89	126	178						
1-1/2	139	196	277						
2	281	397	562	466					
2-1/2	463	655	926	665					
3	847	1,191	1,695	1,026	1,540				
4	1,790	2,532	3,581	1,767	2,651	3,535			
5	3,295	4,659	6,589	2,766	4,150	5,533			
6	5,437	7,689	10,874	4,011	6,016	8,022	10,027		
8	11,318	16,006	22,636	6,945	10,418	13,891	17,364	20,836	
10	20,653	29,208		10,948	16,421	21,895	27,369	32,843	41,054
12	33,148	46,878		15,702	23,553	31,403	39,254	47,105	58,881
14	42,936	60,720		19,143	28,715	38,286	47,858	57,430	71,787
16	61,891	87,527		25,358	38,038	50,717	63,396	76,075	95,094
18	85,170	120,449		32,446	48,669	64,892	81,115	97,338	121,673
20	113,063			40,406	60,609	80,812	101,015	121,218	151,522
22	148,843			49,238	73,857	98,476	123,095	147,714	184,643
24	183,768			58,943	88,414	117,885	147,357	176,828	221,035
26	227,082			69,519	104,279	139,039	173,799	208,558	260,698
28	276,022			80,969	121,453	161,937	202,422	242,906	303,632
30	330,813			93,290	139,935	186,580	233,225	279,870	349,838
32	397,670			106,484	159,726	212,968	266,210	319,451	399,314
34				120,550	180,825	241,100	301,375	361,650	452,062
36				135,488	203,232	270,977	338,721	406,465	508,081
42				185,337	278,306	371,075	463,844	556,612	695,765
48				243,437	365,156	486,873	608,593	730,312	912,890
54				309,188	463,782	618,376	772,970	927,564	1,159,456
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	382,790	574,185	765,580	956,974	1,148,369	1,435,462
72				553,546	830,318	1,107,091	1,383,864	1,660,637	2,075,796
84				755,705	1,133,557	1,511,409	1,889,262	2,267,114	1,833,893
96				989,267	1,483,901	1,978,534	2,473,168	2,967,802	3,709,752

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 8,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 15psig- لوله فولادی

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)					
	0.25	0.5	1	2,000 (23)	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)
1/2	8	12	16						
3/4	19	26	37	32	Pressure	Drop	Governs	with	
1	38	53	75	52	these	Pipe	Sizes		
1-1/4	83	117	166	90					
1-1/2	129	182	258	122	244				
2	261	370	523	201	403				
2-1/2	430	609	861	287	575	862			
3	788	1,107	1,575	444	887	1,331			
4	1,665	2,354	3,329	764	1,528	2,291	3,055		
5	3,063	4,332	6,126	1,196	2,391	3,587	4,782	5,978	
6	5,055	7,149	10,110	1,733	3,487	5,200	6,934	8,667	
8	10,322	14,881		3,002	6,003	9,005	12,006	15,008	18,010
10	19,201	27,155		4,731	9,463	14,194	18,925	23,656	28,388
12	30,817			6,786	13,572	20,358	27,143	33,929	40,715
14	39,918			8,273	16,546	24,820	33,093	41,366	49,639
16	57,540			10,939	21,918	32,878	43,837	54,796	65,755
18	79,183			14,022	28,045	42,067	56,089	70,112	84,134
20				17,462	34,925	52,387	69,849	87,312	104,774
22				21,279	42,559	63,838	85,118	106,397	127,676
24				25,473	50,947	76,420	101,894	127,367	152,840
26				30,044	60,089	90,133	120,178	150,222	180,267
28				34,992	69,985	104,977	139,970	174,962	209,955
30				40,317	80,635	120,952	161,270	201,587	241,905
32				46,019	92,039	138,058	184,078	230,097	276,117
34				52,098	104,197	156,295	208,394	260,492	312,590
36				58,554	117,109	175,663	234,218	292,772	351,326
42				80,184	160,368	240,553	320,737	400,921	481,105
48				105,207	210,414	315,621	420,828	526,035	631,242
54				133,623	267,245	400,868	534,491	668,114	801,736
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	165,431	330,863	496,294	661,725	827,157	992,588
72				239,227	478,455	717,682	956,909	1,196,137	1,435,364
84				326,595	653,190	979,785	1,306,380	1,632,975	1,959,570
96				427,534	855,069	1,282,603	1,710,138	2,137,672	2,565,207

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 6,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 25psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.25	0.5	1	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	9	13	19						
3/4	21	30	43		Pressure	Drop	Governs	with	
1	43	61	86		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	95	134	190						
1-1/2	148	209	295						
2	299	423	599	529					
2-1/2	493	697	986	754					
3	902	1,269	1,805	1,164	1,747				
4	1,907	2,697	3,814	2,005	3,008				
5	3,509	4,963	7,018	3,138	4,708	6,277			
6	5,791	8,190	11,582	4,550	6,825	9,100	11,376		
8	12,055	17,048	24,110	7,879	11,819	15,759	19,698	23,638	
10	21,998	31,110	43,996	12,420	18,629	24,839	31,049	37,259	
12	35,306	49,930		17,813	26,719	35,626	44,532	53,438	66,798
14	45,731	64,674		21,717	32,576	43,434	54,293	65,151	81,439
16	65,920	93,225		28,768	43,152	52,536	71,920	86,304	107,880
18	90,715	128,291		36,809	55,213	73,617	92,021	110,426	138,032
20	120,424	170,306		45,839	68,758	91,677	114,597	137,516	171,895
22	155,339			55,858	83,788	111,717	139,646	167,575	209,469
24	195,732			66,868	100,302	133,735	167,169	200,603	250,754
26	241,867			78,867	118,300	157,733	197,167	236,600	295,750
28	293,993			91,855	137,783	183,710	229,638	275,565	344,457
30	352,351			105,833	158,750	211,667	264,583	317,500	396,875
32	417,171			120,801	181,201	241,602	302,002	362,403	453,004
34	488,677			136,758	205,137	273,517	341,896	410,275	512,844
36	567,084			153,705	230,558	307,410	384,263	461,116	576,395
42				210,484	315,725	420,967	526,209	631,451	789,314
48				276,168	414,253	552,337	690,421	828,505	1,035,632
54				350,760	526,140	701,519	876,899	1,052,279	1,315,349
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	434,257	651,386	868,515	1,085,643	1,302,772	1,628,465
72				627,972	941,958	1,255,944	1,569,930	1,882,916	2,354,984
84				857,312	1,285,968	1,714,624	2,143,280	2,571,936	3,214,920
96				1,122,278	1,683,417	2,244,556	2,805,695	3,366,834	4,208,542

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 8,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 30psig- لوله فولادی

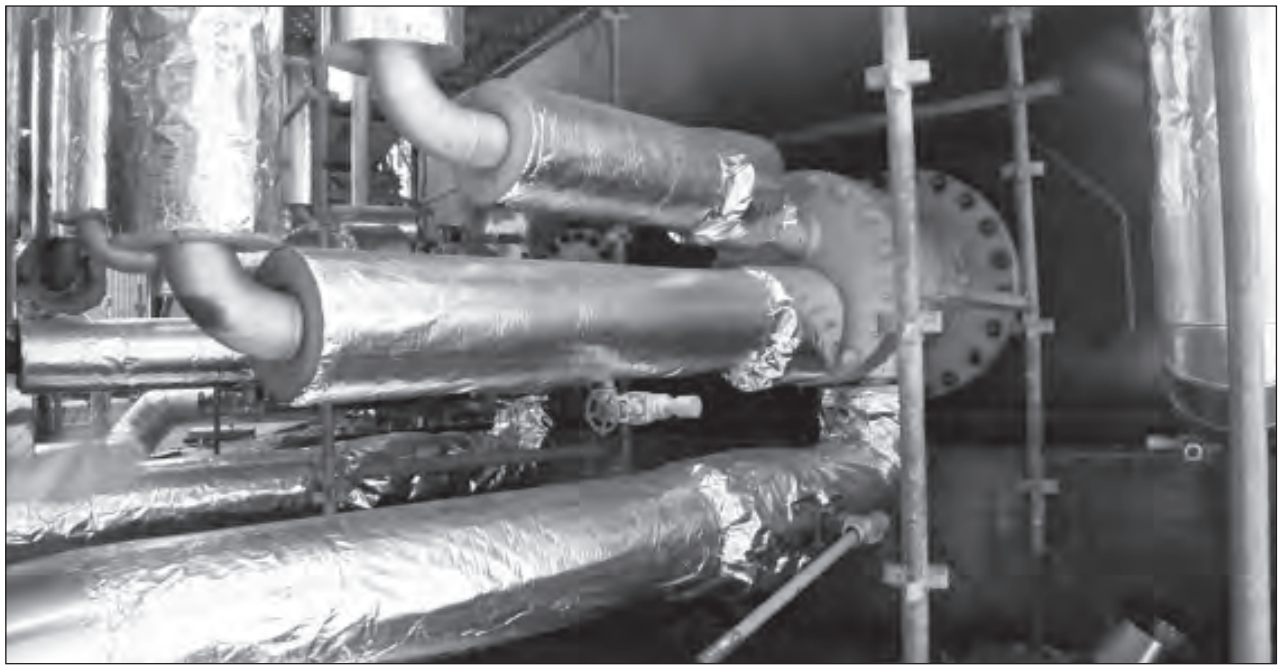
PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.25	0.5	1	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	10	14	20						
3/4	23	32	45		Pressure	Drop	Governs	with	
1	46	65	91		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	101	142	201						
1-1/2	156	221	312						
2	317	448	633	591					
2-1/2	521	737	1,043	843					
3	954	1,342	1,909	1,302					
4	2,017	2,852	4,034	2,243	3,364				
5	3,711	5,249	7,423	3,310	5,266	7,021			
6	6,125	8,662	12,249	5,090	7,634	10,179			
8	12,749	18,030	25,499	8,813	13,220	17,626	22,033		
10	23,265	32,902	46,530	13,891	20,837	27,783	34,729	41,674	
12	37,340	52,806	74,679	19,924	29,886	39,848	49,810	59,772	
14	48,365	68,399		24,291	36,436	48,582	60,727	72,873	91,091
16	69,717	98,595		32,178	48,266	64,355	80,444	96,533	120,666
18	95,940	135,680		41,171	61,757	82,342	102,928	123,513	154,391
20	127,361	180,116		51,271	76,907	102,543	128,178	153,814	192,268
22	164,286	232,336		62,479	93,718	124,957	156,197	187,436	234,295
24	207,006			74,793	112,189	149,586	186,982	224,378	280,473
26	255,799			88,214	132,321	176,428	220,534	264,641	330,802
28	310,927			102,742	154,113	205,483	256,854	308,225	385,281
30	372,647			118,376	177,565	236,753	295,941	355,129	443,912
32	441,200			135,118	202,677	270,236	337,795	405,354	506,693
34	516,825			152,967	229,450	305,933	382,417	458,900	573,625
36	599,748			171,922	257,883	343,844	429,805	515,766	644,708
42				235,430	353,145	470,860	588,575	706,290	882,862
48				308,900	463,349	617,799	772,249	926,599	1,158,373
54				392,331	588,497	784,662	980,828	1,176,994	1,471,242
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	485,725	728,587	971,450	1,214,312	1,457,175	1,821,468
72				702,398	1,053,597	1,404,796	1,755,995	2,107,194	2,633,993
84				958,919	1,438,379	1,917,839	2,397,398	2,876,758	3,595,948
96				1,255,289	1,882,933	2,510,577	3,138,222	3,765,866	4,707,332

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 0.5 Psig/100 Ft. / 8,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 40psig- لوله فولادی

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.									
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM (MPH)						
	0.5	1	2	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	16	22	31						
3/4	35	50	71		Pressure	Drop	Governs	with	
1	71	100	142		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	156	221	312						
1-1/2	242	343	485						
2	492	695	984	433					
2-1/2	810	1,145	1,620	713					
3	1,473	2,097	2,963	1,017	1,526				
4	3,133	4,430	6,265	1,371	2,356				
5	5,764	8,152	11,529	2,705	4,058	5,410			
6	9,513	13,453	19,028	4,234	6,352	8,469	10,586		
8	19,802	28,005	39,605	6,139	9,209	12,278	15,348	18,418	
10	36,136	51,103		10,631	15,946	21,261	26,577	31,892	
12	57,996	82,019		16,757	25,135	33,513	41,891	50,270	62,837
14	75,122	106,239		24,033	36,050	48,066	60,083	72,100	90,124
16	108,286			29,301	43,951	58,602	73,252	87,903	109,878
18	149,016			38,814	58,221	77,628	97,035	116,442	145,553
20	197,819			49,662	74,493	99,323	124,156	148,987	186,234
22	255,172			61,846	92,769	123,692	154,615	185,537	231,922
24	321,526			75,364	113,047	150,729	188,411	226,093	282,617
26	397,311			90,218	135,327	180,437	225,546	270,655	338,319
28				106,407	159,611	212,815	266,018	319,222	399,028
30				123,932	185,897	247,863	309,829	371,795	464,743
32				142,791	214,186	285,582	356,977	428,373	535,466
34				162,985	244,478	325,971	407,464	488,956	611,195
36				184,515	276,773	369,030	461,288	553,546	691,932
42				207,380	311,070	414,760	518,450	622,140	777,675
48				283,986	425,979	567,972	709,965	851,958	1,064,947
54				372,608	558,912	745,216	931,521	1,117,825	1,397,281
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	473,247	709,871	946,494	1,183,118	1,419,742	1,774,677
72				585,903	878,854	1,171,805	1,464,757	1,757,708	2,197,135
84				847,264	1,270,895	1,694,527	2,118,159	2,541,791	3,177,239
96				1,156,691	1,735,036	2,313,382	2,891,727	3,470,073	4,337,591
				1,514,184	2,271,277	3,028,369	3,785,461	4,542,553	5,678,192

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 1.0 Psig/100 Ft. / 10,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.



لوله‌کشی سیستم‌های بخار 50psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM. (MPH)					
	0.5	1	2	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	17	24	34						
3/4	38	54	76		Pressure	Drop	Governs	with	
1	77	109	154		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	169	239	338						
1-1/2	263	371	525	508					
2	533	753	1,065	837					
2-1/2	877	1,241	1,755	1,194					
3	1,569	2,271	3,212	1,843	2,765				
4	3,393	4,799	6,786	3,174	4,761	6,348			
5	6,244	8,830	12,488	4,968	7,453	9,937	12,421		
6	10,304	14,573	20,609	7,203	10,805	14,407	18,008		
8	21,450	30,335	42,900	12,473	18,710	24,947	31,183	37,420	
10	39,142	55,355		19,661	29,492	39,322	49,153	58,983	73,729
12	62,822	88,844		28,199	42,298	56,398	70,497	84,597	105,746
14	81,373	115,078		34,380	51,570	68,759	85,949	103,139	128,924
16	117,296	165,882		45,542	68,313	91,084	113,854	136,625	170,782
18	161,415			58,270	87,406	116,541	145,676	174,811	218,514
20	214,279			72,566	108,849	145,132	181,414	217,697	272,122
22	276,404			88,428	132,641	176,855	221,069	265,283	331,604
24	348,279			105,856	158,784	211,712	264,640	317,568	396,961
26	430,370			124,851	187,277	249,703	312,128	374,554	468,192
28	523,121			145,413	218,120	290,826	363,533	436,239	545,299
30	626,961			167,541	251,312	335,083	418,853	502,624	628,280
32				191,236	286,854	382,473	478,091	573,709	717,136
34				216,498	324,747	432,996	541,245	649,493	811,867
36				243,326	364,989	486,652	608,315	729,978	912,472
42				333,210	499,815	666,420	833,025	999,630	1,249,538
48				437,194	655,790	874,387	1,092,984	1,311,581	1,639,476
54				555,277	832,915	1,110,553	1,388,192	1,665,830	2,082,288
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	687,459	1,031,189	1,374,918	1,718,648	2,062,378	2,577,972
72				994,123	1,491,184	1,988,245	2,485,307	2,982,368	3,727,960
84				1,357,184	2,035,776	2,714,368	3,392,960	4,071,552	5,089,440
96				1,776,643	2,664,965	3,553,286	4,441,608	5,329,929	6,662,412

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 1.0 Psig/100 Ft. / 10,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

لوله‌کشی سیستم‌های بخار 60psig- لوله فولادی (ادامه)

PIPE SIZE	STEAM FLOW LBS./HR.								
	PRESSURE DROP PSIG/100 FT.			VELOCITY FPM. (MPH)					
	0.5	1	2	4,000 (45)	6,000 (68)	8,000 (91)	10,000 (114)	12,000 (136)	15,000 (170)
1/2	18	25	36						
3/4	41	58	82		Pressure	Drop	Governs	with	
1	82	116	164		these	Pipe	Sizes		
1-1/4	181	256	362						
1-1/2	281	397	562	957					
2	570	806	1,140						
2-1/2	938	1,327	1,877	1,366					
3	1,707	2,429	3,436	2,109	3,164				
4	3,630	5,133	7,260	3,632	5,449				
5	6,680	9,446	13,359	5,686	8,529	11,371			
6	11,023	15,589	22,046	8,243	12,365	16,487	20,608		
8	22,946	32,451	45,893	14,274	21,412	28,549	35,686	42,823	
10	41,873	59,217	83,745	22,500	33,750	45,000	56,249	67,499	
12	67,204	95,041		32,270	48,406	64,541	80,676	96,811	121,014
14	87,049	123,106		39,344	59,015	78,687	98,359	118,031	147,539
16	120,379	177,454		52,117	78,176	104,235	130,293	156,352	195,440
18	172,676	244,200		66,684	100,026	133,368	166,710	200,052	250,064
20	229,227	324,176		83,043	124,565	166,086	207,608	249,129	311,412
22	295,686			101,195	151,793	202,391	252,988	303,586	379,482
24	372,575			121,140	181,710	242,280	302,851	363,421	454,276
26	460,392			142,878	214,317	285,756	357,195	428,634	535,792
28	559,614			166,408	249,613	332,817	416,021	499,225	624,032
30	670,697			191,732	287,598	383,464	479,329	575,195	718,994
32	794,082			218,848	328,272	437,695	547,120	656,544	820,680
34				247,757	371,635	495,514	619,392	743,271	929,088
36				278,459	417,688	556,917	696,146	835,376	1,044,220
42				381,321	571,981	762,641	953,302	1,143,962	1,429,952
48				500,318	750,477	1,000,636	1,250,795	1,500,954	1,876,192
54				635,450	953,176	1,270,901	1,588,626	1,906,351	2,382,939
60	Velocity these	Governs Pipe	with Sizes	786,718	1,180,077	1,573,436	1,966,795	2,360,154	2,950,193
72				1,137,659	1,706,489	2,275,318	2,844,148	3,412,977	4,266,221
84				1,553,141	2,329,711	3,106,282	3,882,852	4,659,423	5,824,279
96				2,033,164	3,049,746	4,066,328	5,082,909	6,099,491	7,624,364

Notes:
1. Maximum recommended pressure drop / velocity: 1.0 Psig/100 Ft. / 12,000 Fpm.
2. Table based on Standard Weight Steel Pipe using Steam Equations in Part 5.

ادامه دارد...

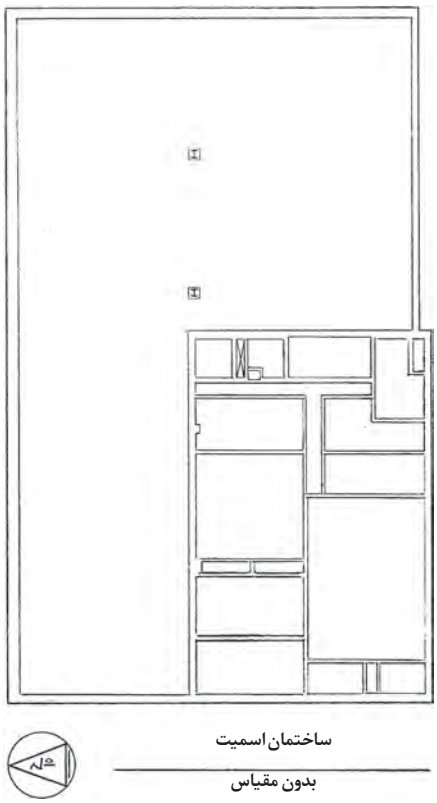
طراحی اسپرینکلرها

تکنیک‌های به‌هنگام‌سازی

نوشته: مارک برومن
ترجمه: مهندس بیژن شادپی

کار به‌هنگام‌سازی از طراحی یک سیستم آب‌پاش اطفای حریق برای یک ساختمان فعلی تشکیل می‌شود. بسیاری از طراحان به اینکار علاقه‌مند هستند. جمع‌آوری اطلاعات به صورت میدانی است و در جلوی چشمان شما به صورت فیزیکی قرار دارند. هیچگونه نقشه معماری یا اندازه‌دار برای کمک گرفتن از آن‌ها وجود ندارد و فقط به اطلاعات خود متکی خواهید بود. به همین دلیل، بعضی از طراحان به چنین کاری علاقه‌مند نیستند.

مهندسی کار با تهیه پلان طبقه شروع می‌شود. شما باید چیزهای قابل دسترس خود را مشخص کنید. بعضا مالک ساختمان نقشه‌های قدیمی ساختمان را در اختیار دارد. یک کپی از آن‌ها تهیه کنید. مقیاس "4/1 مناسب خواهد بود. اگر این مقیاس به واسطه شکل یا اندازه ساختمان امکان‌پذیر نباشد، از مقیاس "16/3 به جای مقیاس بسیار رایج "8/1 استفاده شود تا فضای کافی برای ارائه خم‌های لوله، اندازه‌های اضافی و یادداشت‌ها فراهم شود. کار به‌هنگام‌سازی وقت‌گیر و نقشه کارگاهی آن پیچیده است. نقشه‌های قدیمی ساختمان می‌توانند کمک زیادی به شما کنند (شکل 109). معمولا یک ساختمان به ندرت طبق نقشه اصلی ساخته می‌شود. شما در تهیه یک نقشه مقیاس‌دار برای اندازه‌گیری لوله‌ها دچار دردسر می‌شوید و حتما به نقشه معماری ساختمان نیاز دارید. پلان شکل (110) یک پلان طبقه معماری یک مدرسه ساخته شده در سال 1939 است. تمام اندازه‌گیری‌ها



شکل (109)

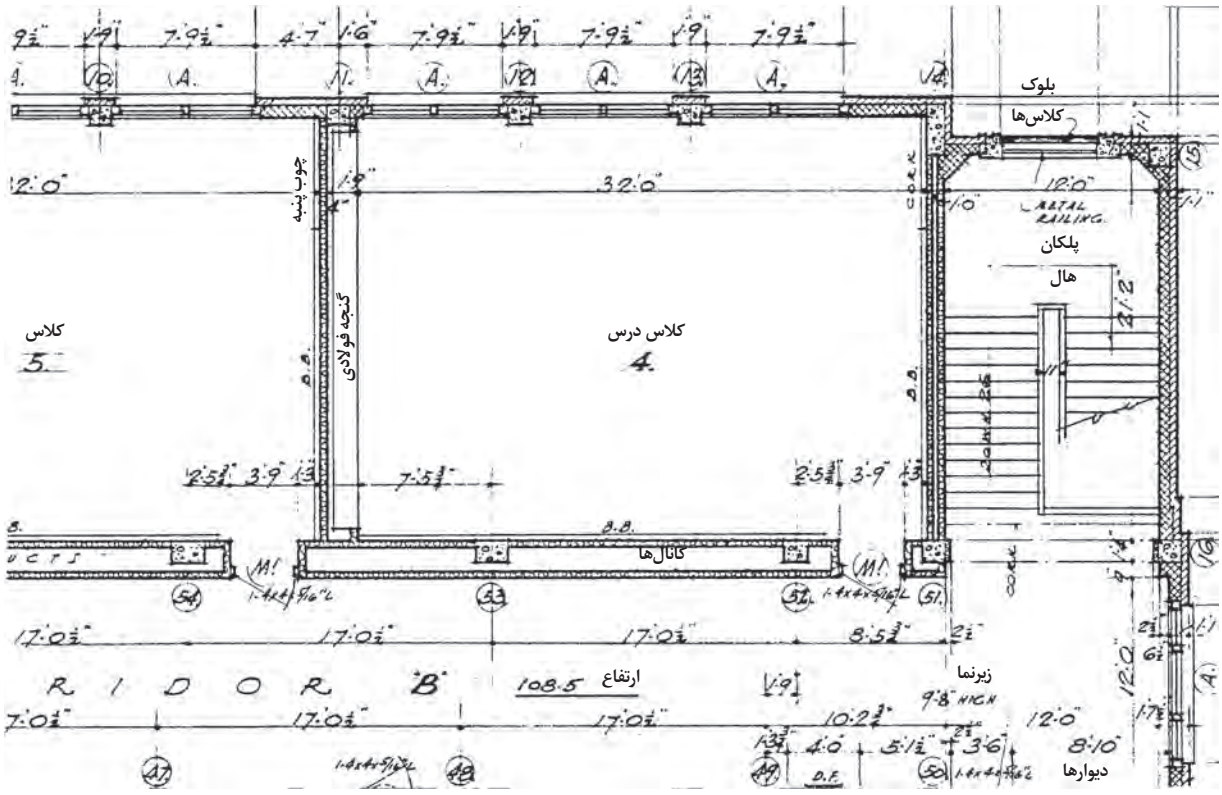
درست اســت. دیوارها، ستون‌ها و درها طبق نقشــه می‌باشند. تهیه طرح به‌هنگام‌سازی چنین ساختمانی به وقت زیادی نیاز دارد و باید ساختمان فعلی را خودتان اندازه‌گیری کنید.

باید همه چیز را اندازه‌گیری کنید: اتاق‌ها، شــبکه‌های سقفی، اعضای ســازه‌ای، ارتفاع تمام گوشــه‌ها و دهانه‌ها، تیرها و ســتون‌ها، چراغ‌های روشــنایی، ضخامت دیوارها و دیگر اعضای سازه‌ای ســاختمان.[1] شکل (111) بر اساس پلان شکل (109) است. شما به یک متر فلزی 50 فوتی، یک چراغ‌قوه، یک نردبان 6 تا 8 فوت و دو خط کش تاشوی 8 فوتی نیاز دارید.[2]

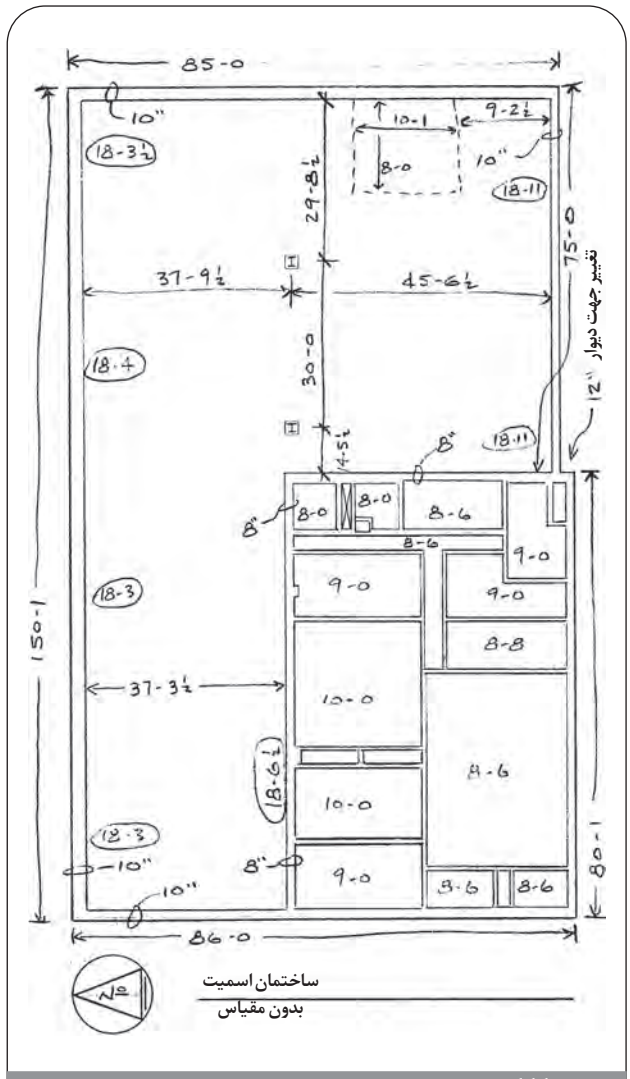
وقتی شــما ســاختمان را به صورت میدانی اندازه‌گیری می‌کنید، کار مهندسی خود را آغاز کرده‌اید. هر چقدر اندازه‌گیری‌های شما دقیق‌تر باشد، نصب میدانی سیستم شما آسان‌تر خواهد بود. همیشه چیزی را که به آن نیاز پیدا خواهید کرد، اندازه‌گیری کنید که می‌توان از اندازه‌گیری‌های کانال‌ها، فن‌های سقفی، یونیت هیترها، چراغ‌های روشنایی و غیره نام برد.

اندازه‌گیری‌های ساختمان فعلی

شما به اندازه‌های بیرونی ســاختمان نیاز دارید. اندازه‌گیری‌های خود را دوبار با متر 50 فوتی انجام دهید. شــکل (111) نتایــج اندازه‌گیری‌های روز اول را نشــان می‌دهد. بعضی از آن‌ها به اصــلاح نیاز دارند. اندازه‌های شمال/ جنوب ســتون داخلی ساختمان حساب نمی‌شــوند. اندازه بیرونی انتهای شــرقی ساختمان "85'0 است و ما به وســیله اندازه‌گیری در گاراژی بالارو می‌توانیــم ضخامت 10 اینچی دیوار را اندازه‌گیــری کنیم. دو اندازه داخلی شمــال/ جنوب به میزان "85'0 – "10 – "10 یا "83'4 است. ما پس از اندازه‌گیری مجدد متوجه اشتباه خود می‌شویم. اندازه‌های واقعی "37'1/29


بلوک
کلاس‌ها
چوب پنبه
گنجه فولادی
کلاس
5.
کلاس درس
4.
کانال‌ها
پلکان
هال
زیرنما
دیوارها
ارتفاع
108.5
R I D O R B

شکل (110)



شکل (111)

و'45"1/26 هستند که جمع آن‌ها برابر با'83"4 است.

اندازه‌گیری‌های مجدد ساختمان اسمیت ('180"75"0'+'0"=150'1") نشان می‌دهد که اندازه‌گیری‌ها درست است. اضافه کردن اندازه‌های شرقی / غربی ستون ساختمان ('14'25"1"+'30"0+'29'28"1/2+10) دقت اندازه‌گیری‌ها را تایید می‌کند؛ زیرا با اندازه بیرونی ساختمان ('75"0) مطابقت دارند.

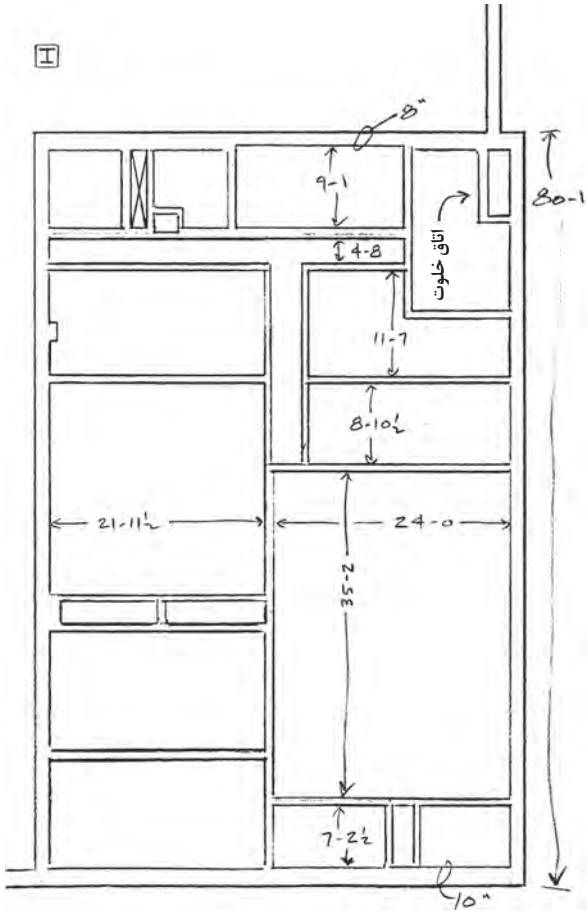
اندازه‌گیری ساختمان وقت‌گیر است. برای اندازه‌گیری‌های طویل،

باید متر خود را به چیزی قلاب کنید، اندازه‌گیری‌های سری را انجام دهید و اعداد را جمع بزنید تا به اندازه'85"0 دیوار ساختمان اسمیت برسید. گاهی به کمک یک نفر دیگر احتیاج دارید. اندازه‌گیری داخلی ستون تا ستون آسان است؛ ولی حضور افراد دیگر باعث بروز مشکلاتی می‌شود. ممکن است این افراد در زمان اندازه‌گیری بر روی متر شما پا بگذارند. خوشبختانه فاصله هر دو ستون یکسان است.

فراموش نشود فاصله تمام دهانه‌ها اندازه‌گیری شود. گاهی یک ساختمان دهانه‌هایی به عرض'29"10، '30"1، '29"9 و'30"4 به جای دهانه‌های 30 فوتی (طبق نقشه معماری) دارد.

اندازه‌گیری مجدد برای اندازه‌های اتاق‌ها و ضخامت دیوارها (شکل 112) ضروری است. ناحیه اداری ساختمان با چند اندازه‌گیری خطی همراه است. اندازه‌گیری سقف اتاق‌ها با جمع زدن اندازه تایل‌های سقفی امکان‌پذیر است. باید سطوح کف اندازه‌گیری شوند تا دقت اندازه‌گیری‌های سقف مشخص شود. اندازه دیوار تا دیوار بسیار ضروری است.

شکل (112) اندازه‌گیری‌های میدانی ما را نشان می‌دهد. آیا ضخامت دیوارها دقیق است؟ ضخامت دیوارهای دفتر اداری "5 است. با جمع زدن اندازه‌ها از بالا به پایین پلان شکل 10'8"+'7"11+'8"4+'1"9+'8"4:8"-K 1/2+10+21/2"35'، ما به عدد'78"1 می‌رسیم. آنرا از'80"1 کم می‌کنیم.



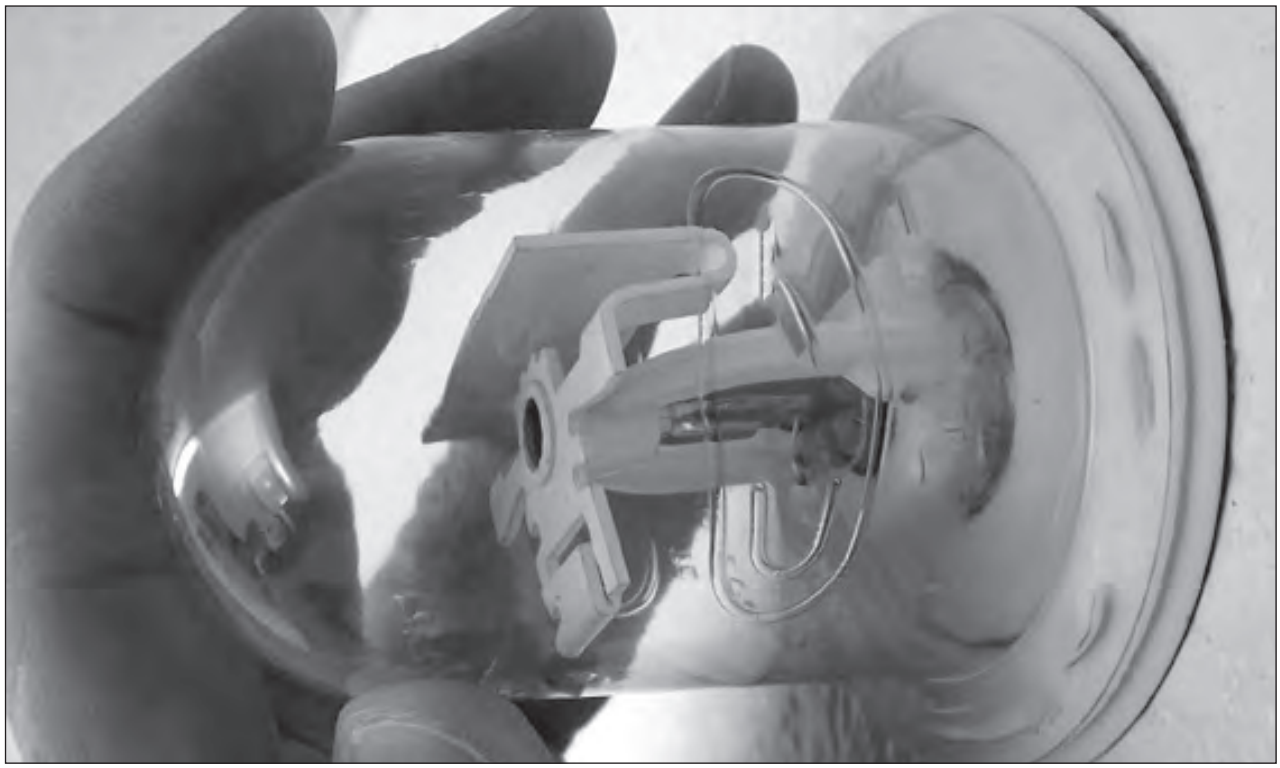
شکل (112)

"24 برای 5 دیوار داخلی باقی می‌ماند. متوجه می‌شویم ضخامت دیوارها یکسان است. اگر عدد 24 بر 5 تقسیم شود، عدد 4.8 به دست می‌آید که مطابقت ندارد. کافی است ضخامت دیوارها را 5"، "1/24، "5، "1/24 و "5 تعیین کنیم. تمام اندازه‌های خطی (طولی) برابر با '80"1 است. مشخص است که اندازه های ما به دقت یک ساعت سوییسی نخواهد بود.

بقیه ساختمان طبق روش قبلی اندازه‌گیری شود. شکل (111) اندازه ارتفاع‌های مختلف را نشان می‌دهد. ارتفاع سقف دفتر اداری به طور دقیق یادداشت شده است. اعداد داخل دایره در ناحیه انبار نشانگر ارتفاع‌هایی است که توسط یک وسیله اندازه‌گیری تلسکوپی فایبرگلاس اندازه‌گیری شده‌اند که ارزش آن 150 دلار است. ارتفاع آن '5 است که تا ارتفاع 20 تا '35 باز می‌شود. شما می‌توانید از یک وسیله جایگزین برای اندازه‌گیری ارتفاع استفاده کنید. اندازه‌گیری یک دیوار در نزدیکی نیم‌طبقه بین زیرزمین و طبقه اول یا یک پلکان با دقت همراه است؛ به شرطی که فاصله کف تا سقف توسط یک متر 8 فوتی اندازه‌گیری شود. می‌توان اندازه دیوار یا ارتفاع سقف را با شمارش آجرها حساب کرد. ارتفاع‌های مختلف ساختمان اسمیت می‌تواند نحوه شیب‌دار شدن بام را نشان دهد. شیب بام به سمت شمال ساختمان است. لوله‌های تخلیه آب باران قطعا در امتداد ستون‌ها قرار گرفته است. ارتفاع لوله‌ها به گونه‌ای باشد که با چیزی تداخل نکند. اینکار به قلاب‌هایی با طول‌های مختلف نیاز دارد.

آماده‌سازی طرح

پس از تکمیل اندازه‌گیری‌های اولیه، باید پلان مقیاس‌دار تهیه شود. مقیاس "1/4 توصیه می‌شود تا پلان با یک نگاه خوانده شد. یک اوزالید از پلان برای یادداشت‌های میدانی مفید است. طرح میدانی به اندازه فاصله لوله‌ها از دیوارها و ستون‌ها نیازمند است. بیشتر کانال‌ها، چراغ‌های روشنایی، سازه‌های فولادی و موانع مشهود هستند. از چراغ‌قوه استفاده کنید تا چیزی فراموش نشود.

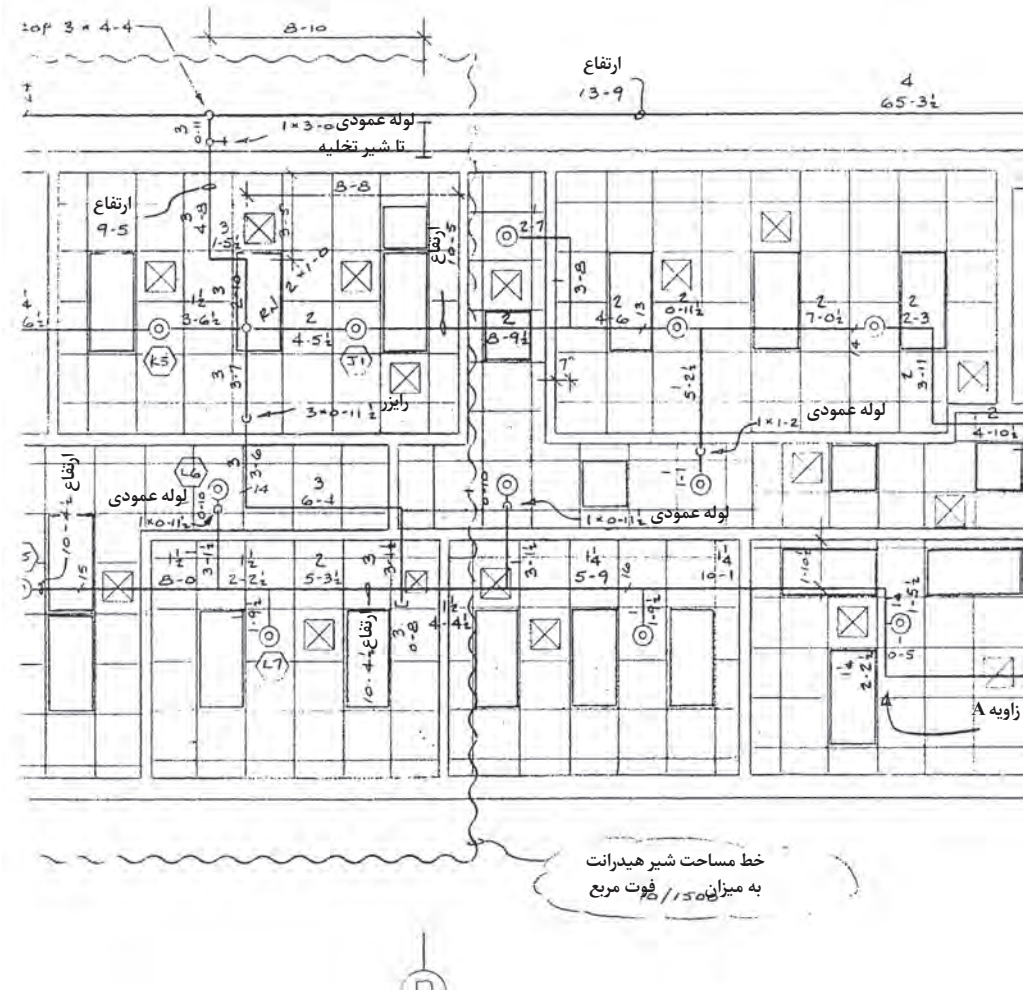


تعیین مکان برای لوله‌های زیرزمینی مهم اســت. یک اتاق خلوت در شکل (112) در ســمت خیابان ساختمان وجود دارد. مکان عملی‌تر برای آن در بخش انبار (انتهای جنوب) قرار دارد که به لوله آب شــهری نزدیک است و فضای کافی را برای نصب شــیرها، اجزای رایزر و لوله آتش‌نشانی فراهم می‌کند. باید آن دور از تجهیــزات الکتریکی و نزدیک به تجهیزات مکانیکی باشد تا زیبایی آن رعایت شود. نصب لوله زیرزمینی اقتصادی‌تر است.

لوله‌کشی لوله اصلی آب اهمیت زیادی دارد. باید تمام لوله‌های اصلی بر اساس ارتفاع‌های یادداشــت شده و فواصل دیوارها[6] ستون‌ها ترسیم شوند. باید خم‌های تمام لوله‌های اصلی به حداقل برسد. انجام این مهم در بالای سقف دفاتر اداری و سقف‌های خزیده‌رو دشوار است. شکل (113) یک طرح به‌هنگام‌ســازی را نشــان می‌دهد که نصب لوله اصلی آن به واسطه فقدان فضای کافی با دشــواری همراه است.[3] ممکن اســت یک لوله اصلی 3" به میزان 6 بار در یک دهانه خیلی کوچک تنظیم شــود. کارآیی یک مهندس در چنین شرایطی بیشتر از یک نصاب است. لوله اصلی در مکان‌هایی طراحی می‌شود که آویزان کردن لوله مشــکلات وقت‌گیر را ایجاد نکند. مکان‌های خزیده‌رو به خم‌های لوله زیادی نیاز دارند. فضای بین بام و سقف کاذب برای جای دادن سینی کابل‌ها، تجهیزات مکانیکی و تهویه‌مطبوع، لوله‌های آب باران و کانال‌ها مناســب است. لوله‌های اصلی دور از تجهیزات الکتریکی و مکانیکی قرار بگیرند.

اســتفاده از طول '10 یا '10 "6 به جای طول '20 یــا '21 برای لوله اصلی بســتگی به مکان آن دارد. گاهی حداکثر طول عملی لوله '7 اســت. باید به نصب عملی لوله‌ها در یک فضای معین توجه کافی شــود. به‌هنگام‌ســازی ساختمان‌های بلندمرتبه با دشواری همراه اســت. یک لوله به طول '20 در داخل آسانسور باری قرار نمی‌گیرد.

پس از تعیین مکان و ارتفاع لوله اصلی، نوبت به طرح لوله‌های انشعابی می‌رسد. از مقیاس میدانی برای نقشه خود استفاده کنید[4] تا بهتر بتوانید تعداد لوله‌های انشعابی را معین کنید. این لوله‌ها را در داخل سازه مورد نظر تجسم کنید. به ســقف‌ها و موانع توجه داشته باشید. ممکن اســت به تغییر ارتفاع لوله انشعابی نیاز داشــته باشید. لوله‌ها را از مسیرهای بدون مانع عبور دهید و از حداقل عبور لوله از دیوارها اســتفاده کنید. نگران یکســان بودن مکان آب‌پاش‌ها نباشــید. از عملکرد صحیح آن‌ها و حداقل خم‌های لوله اطمینان حاصل کنید.



شکل (113)

تلاش جامع

فرآیند طرح پروژه به‌هنگام‌سازی برای تمام پروژه‌ها یکسان است. بیشتر تصمیم‌گیری‌ها طرح به صورت میدانی انجام می‌شود: تعیین کاربری، ایجاد تقسیمات سیستم، کنترل مکان‌های خاص، مکان قلاب‌های آویز لوله، اندازه‌گیری لوله‌ها، کامل کردن جزییات، اندازه لوله آب اصلی و غیره. نوع ساختمان بر روی پلان مشخص شود. تمام ساختمان تحت پوشش آب‌پاش اطفای حریق قرار بگیرد (بخش 5-1-1-3.1 استاندارد NFPA- شماره 13). پلان طرح به اندازه‌ها و ارتفاع‌های زیادی نیاز دارد. چک لیست زیر به طور کامل رعایت شود:

- نشان دادن خطوط شبکه سقفی
- نشان دادن چراغ‌های روشنایی در نواحی مخفی
- جزییات رایزر
- نشان دادن یونیت هیترها و نورگیرها
- اندازه‌گیری تیرها و تیرچه‌ها

- اندازه‌گیری لوله‌ها
- اندازه‌گیری ارتفاع لوله‌ها؛ به ویژه نسبت به سقف‌ها
- نوع قلاب‌های آویز
- لوله تست
- بلند نبودن طول لوله برای اتاق‌های کوچک، تیرچه‌ها و سقف‌ها
- ایستگاه شیلنگ آتش‌نشانی
- محافظ آبپاش‌ها
- کاربری
- پلان مجموعه
- مقطع عرضی
- سرآب‌پاش‌های زیر ریل در گاراژی بالارو و کانال با عرض بیش از "48
- تخلیه اضافی برای سیستم تراپ
- نقاط مرجع هیدرولیک
- نشان دادن آب‌پاش‌های فعلی نسبت به مکان لوله آب اصلی
- نشان دادن مکان زنگ‌ها و کابینت سرآب‌پاش یدکی
- نقطه جهت
- جزییات گسترده نواحی معین با خم‌های لوله زیاد در یک مکان تنگ
- کامل کردن یادداشت‌های پلان

باید سیستم لوله خشک شیب مناسب داشته باشد و از حداقل تخلیه استفاده شود. وقتی پیمانکار کل یا مدیر ساختمان وجود نداشته باشد، شما مسوول رعایت کردن قوانین و مقررات هستید. تمام سعی خود را به عمل آورید. با یک مهندس سازه در خصوص بار اضافی ساختمان مشورت شد. اطلاعات وی برای برش یک تیر جهت عبور لوله‌ها بسیار مهم است.

همیشه خطرات احتمالی را بررسی کنید. خطرات مواد شیمیایی در مراکز صنعتی بسیار جدی و مرگ‌آور است. باید در زمان به‌هنگام‌سازی این مراکز به ضعف طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری آن‌ها توجه کافی شود[1]. ممکن است شما با مواد پلاستیکی یا نفتی سروکار داشته باشید و نیاز به مشورت با افراد متخصص داشته باشید.

مثال‌های به‌هنگام‌سازی

ممکن است شما با ساختمان‌های مختلفی روبه‌رو شوید که اجرای به‌هنگام سازی سیستم‌های آب‌پاش اطفای حریق آن‌ها با دشواری همراه باشد که می‌توان از بیمارستان‌ها، کلیساها، موزه‌ها، هتل‌ها و ساختمان‌های

اداری نام برد. هر یک پیچیدگـــی خاص خود را دارند. در زمان مخفی کردن یک لوله به بریدن اولیه لوله، اضافه کـــردن خم‌های لوله و اندازه‌گیری لوله عمودی یا لوله انشـــعابی برای آبپاش نیاز دارید. یک سیســـتم لوله خشک یـــا آنتی‌فریز برای اتاق زیرشـــیروانی یا فضای بالای ســـقف بالاترین طبقه ضروری است.[5]

یک پروژه به‌هنگام‌ســـازی از یک فضای فروشگاهی در دو طبقه اول، هفت طبقه میانی هتل و سه طبقه ســـوییت تشکیل شده است. تمام اتاق‌ها مجزا و مبلمان‌دار هســـتند و به یونیت‌های گرمایشی و سرمایشی مجهزند. ساختمان U شکل دارای تیر و ستون با عمق و عرض مختلف است. ساختمان با سه تکنیک ساخت مختلف ساخته شده است که می‌تواند مشکلاتی را برای نصب لوله‌های آب‌پاش اطفای حریق ایجاد کند[2].

باید مهندس طراح صبر کافی داشته باشد تا به مشکلات رسیدگی کند. کیفیت طرح مهندســـی بر زمان اجرای طرح تاثیرگذار است. به عنوان یک مثال دیگر، یک آسیاب بادی 200 ساله در سال 1992 به طور کامل تحت طرح به‌هنگام‌سازی قرار گرفت. این سازه 75 فوتی هلندی به طور کامل پیاده و به سواحل دریاچه میشیگان منتقل شد.

حفاظت در برابر آتش این آسیاب بادی از یک سیستم لوله خشک برای شش ســـطح اول، یک سیستم آب‌پاش خشک ددکتوری برای آب‌پاش‌های دیواری باز در سطح هفتم برای حفاظت از مکانیسم ترمز و یک سیستم پودر خشک برای گنبد دوار آن تشـــکیل شده است. اجرای طرح به آب‌پاش‌های آویزان لوله خشـــک و عبور لوله‌ها از تیرهای چوبی سازه‌ای نیازمند است. این سازه هشت‌ضلعی و شیب‌دار با دشواری طرح لوله‌کشی روبه‌روست. باید لوله‌کشی با حداقل برش همراه باشد[3].

ممکن است مشـــکلات اجرای طرح به یک کابوس برای طراح تبدیل شـــود. اگر طرح به خوبی اجرا شـــود، یک حس غرور را برای طراح به وجود می‌آورد[4].

اجرای طرح پروژه‌های به‌هنگام‌سازی به دقت و احتیاط زیاد نیاز دارد تا تمامی قوانین آیین‌نامه‌ای برای سیســـتم‌های آب‌پاش اطفای حریق رعایت شود. اگر افت فشار سیستم زیاد باشد، طرح هیدرولیک آن ناقص است. طرح هیدرولیک برای یک منطقه کم‌فشار (با فشار استاتیک 25 تا 40psi) بسیار مهم است[5]. سیستم با شـــیر تقلیل فشار طراحی می‌شود. شیر بازدارنده جریان معکوس جریان ســـیال را محدود می‌کند و افت فشـــار این وسیله با افزایش

تقاضای سیال بیشتر می‌شود. برای مثال، یک جریان 450 گالنی با یک افت فشار 11 پوندی در شیر بازدارنده جریان معکوس 4" همراه است[6]. در زمان اضافه کردن این وسیله به یک سیستم آب‌پاش اتوماتیک اطفای حریق، یک تحلیل هیدرولیک انجام شود.[6] آمار زیر در نظر گرفته شود:

یک بررسی که از 138 افسر آتش‌نشانی در 38 ایالت به عمل آمد، نشان داد شیرهای بازدارنده‌های جریان معکوس در 39 درصد موارد به کار رفته‌اند. افت اصطکاکی اضافی در 32 درصد آن‌ها در نظر گرفته نشده است. 57 درصد آن‌ها در آینده با این مشکلات روبه‌رو می‌شوند. باید از کار افتادن سیستم جلوگیری شود. این سیستم‌ها نمی‌توانند آتش را کنترل کنند. افت اصطکاکی اضافی یک شیر بازدارنده جریان معکوس نقش مهمی را در این میان دارد[7].

طراح می‌تواند با سعی همه‌جانبه خود به تجربیات زیادی دست پیدا کند. بیشتر پروژه‌های به‌هنگام‌سازی به آسانی اجرا می‌شوند. انعطاف‌پذیری برای شما بسیار مهم است. باید استراتژی‌های طرح شما خلاقانه باشند. صرفه‌جویی در اتصالات، لوله‌ها و نیروی کار را در سرلوحه کارهای خود قرار دهید. ممکن است بیشتر از زانویی‌های 45° و آب‌پاش‌های دیواری استفاده شود. اندازه‌های پلان، به ویژه ارتفاع‌ها، دقیق باشند. طراحی یک پروژه به‌هنگام‌سازی به کار میدانی و وقت زیاد نیاز دارد. عجله نکنید. پروژه شما به طراحی و کنترل میدانی هم‌زمان نیاز دارد.

منابع نقل‌قول‌ها

1. Keith Thomason, and colleagues, "Industrial Retrofit and Environmental Compliance," Consulting–Specifying Engineer, March 1995, p. 42.
2. "The Holtze Executive Plaza," Fire Protection Contractor, October 1995, p. 14.
3. Marvin W. Warmels, "Windmill Retrofit," Fire Protection Contractor, July 1993, p. 22.
4. "Project of the Month: De Zwaan Holland'sWindmill," Building West Michigan, May 1993, p. 5.
5. Mark Bromann, "Backflow Prevention: How It Compromises Loss Control," Profession Safety, April 1993, p. 39.
6. Mark Bromann, "Backflow Prevention: How It Compromises Loss Control," Professional Safety, April 1993, p. 37.
7. Walter Maybee, "Beware the Backflow!" Fire Protection Contractor, April 1994, p. 7.

زیرنویس‌ها

1. گاهی لازم است لوله‌های سیستم آب‌پاش فعلی اطفای حریق اندازه‌گیری شود.

2. ترازتلسکوپی برای تعیین ارتفاع ساختمان و لوله‌ها مفید است.

3. شکل‌های B–8، B–9، C–10، D–3، D–6، D–7، D–8، D–10، D–12، E–2، E–10، E–12، F–7 و F–10 به طرح پروژه‌های به‌هنگام‌سازی اختصاص دارند.

4. اگر از مقیاس "1/4 استفاده شود، به خط‌کش نیاز دارید. به یاد داشته باشید 1" خط کش برابر با 4' پلان است.

5. در بالاترین طبقه یک ساختمان با یک فضای کوتاه گرم نشده و قابل احتراق، به جای یک لوله دوم (خشک) از رایزر کوتاه با آب‌پاش لوله خشک استفاده شود؛ زیرا آسان‌تر و اقتصادی‌تر است.

6. به بخش 7 استاندارد NFPA (شماره 1) و بخش 5–2.6.4.15 استاندارد NFPA (شماره 13) مراجعه کنید.

ادامه دارد...

راهنمای عیب‌یابی تاسیسات بهداشتی

عیب‌یابی بیده

نوشته: آر. داگ وودسون
ترجمه: مهندس رونالد بغوزیان

لکه‌های روی سقف

یکبـــار صاحب‌خانه‌ای با من تماس گرفت و از من خواســـت بفهمم چه چیز باعث ایجاد لکه روی سقف خانه‌اش شـــده است. من به خانه‌اش رفتم و دیدم سقف ســـفید با آب تغییر رنگ داده اســـت، خانم صاحب‌خانه به من گفت هیچ‌وقت شاهد چکه آب از سقف نبوده اما لکه‌ها دائم بزرگ و بزرگ‌تر می‌شوند، اولین حدسم نشتی سرویس بهداشتی یا وان بود.

به حمام رفتم با یک دوش، یک وان جکوزی، دو روشویی، یک سرویس بهداشتی و یک بیده روبه‌رو شدم. با کشـــیدن سیفون سرویس بهداشتی به جستجوی نشتی پرداختم. اما هیچ نشتی وجود نداشت. هیچ تراکمی نبود و تمامی مسیرهای آب خشک بودند. این حالت مرا به فکر انداخت که مشکل یا به وان یا به دوش مربوط است.

اینـــکار، کاری نبـــود کـــه افتخار انجـــام آنرا داشـــته باشـــم. زمان قابل‌ملاحظه‌ای را بدون موفقیـــت برای یافتن محل لکه‌های آب گذراندم. بعد از انجام آزمایش‌های متداول روی روشـــویی‌ها، جکوزی، ســـرویس بهداشتی، حمام و دوش، گیج شده بودم.

به سمت بیده رفتم و آب را به جریان انداختم. ظاهرا درست کار می‌کرد و هیچ نشتی ندیدم. سپس به طبقه پایین رفتم تا با سنجش موقعیت مشخص کنم که کدام تاسیسات به لکه‌ها نزدیک‌تر است. لکه‌ها درست زیر بیده ظاهر

شده بودند و این موضوع دوباره توجه من را به خود جلب کرد.

بعد از خشک کردن همه اتصالات و لوله‌های تخلیه به سرویس بهداشتی رسیدم. هنوز محل نشت را پیدا نکرده بودم. اما بعد برایم روشن شد. درپوش بیده را برداشتم و آنرا پر از آب کردم. وقتی لوله تخلیه را باز کردم، آب به آرامی پایین می‌رفت. به زیر آن نگاه کردم و دلیل مشکل را فهمیدم.

لوله تخلیه کمی مسدود شده بود و باعث می‌شد آب به آرامی تخلیه شود. ترکیبی از یک لوله با سرعت تخلیه پایین و وجود یک واشر لغزان باعث می‌شد آب هنگام ورود به سیفون نشت کند.

نکته عیب‌یابی

ممکن است عایق روی درپوش دچار مشکل شده باشد. در این صورت تاسیسات مورد نظر قادر به نگه‌داشتن آب نخواهند بود. اما می‌توانید با برداشتن درپوش و وارد کردن یک لایه نوار لاستیکی این مشکل را حل کنید. اگر قطعه هنوز هم آب پس می‌دهد، لبه‌های لوله تخلیه را بازبینی کنید. وقتی نوار لاستیکی آب را نگه می‌دارد عایق درپوش را تعویض کرده یا کل قطعه را عوض کنید و مشکل حل خواهد شد.

به آرامی لوله تخلیه را حرکت و واشر هرزشده را عوض کردم. پس از آزمایش مجدد قطعه‌ای که نشتی داشت، مطمئن شدم که تعمیر شده و دیگر نشتی ندارد. تا به امروز هم شکایتی در مورد نشت آب از سقف خانه این خانم نداشته‌ام.

نشتی سیستم تخلیه

اگر روی بیده‌ای کار می‌کنید که زیر فلنج تخلیه آن بتونه‌کاری نشده است، با انگشت به دنبال نقطه نشتی بگردید. در مباحث قبل پیرامون نحوه تخلیه کاسه روشویی بدون ایجاد نشتی صحبت شد. خوب همین روش در ارتباط با بیده نیز مصداق دارد و می‌توان از تمامی روش‌های عیب‌یابی سیستم تخلیه روشویی‌ها برای بیده نیز استفاده کرد. در این قسمت به بررسی تمامی قسمت‌های بیده که ممکن است در آن نشتی رخ دهد پرداخته می‌شود.

سیفون

سیفون بیده به سختی دیده می‌شود و از آنجایی که در زیر کف قرار می‌گیرد دسترسی به آن دشوار است. در خصوص سیفون‌های پلاستیکی، وجود نشتی پس از گذشت مدت زمانی کوتاه غیرطبیعی است اما در سیفون‌های فلزی با گذشت زمان نشتی ایجاد می‌شود.

اگر علایمی از بروز نشتی مشاهده می‌کنید ولی نمی‌توانید آنرا پیدا کنید، سیفون را بازبینی کنید. به یاد داشته باشید که هنگام آزمایش سیستم تخلیه کاسه را پر از آب کنید. همان‌طور که قبلا بحث کردیم فشار اضافی ناشی از حجم آب در لوله‌های تخلیه می‌تواند محل نشتی را از دید شما دور سازد. فهرست زیر به مشکلات بالقوه‌ای که باید به دنبال آن‌ها بگردید اشاره می‌کند.

- شما قبلا تجربیات فنی مرا در زمینه نشت سیفون شنیده‌اید، اما فراموش نکنید چه گفتم، اتصالات لغزشی بین سیفون و لوله‌ای که در امتداد آن قرار می‌گیرد، نمی‌تواند نشان‌دهنده محل نشت باشد، اما می‌توان آنرا منشا ایجاد نشتی دانست. این نوع نشتی معمولا از دید ما پنهان می‌ماند مگر این‌که کاسه را پر از آب کرده و یک دفعه اهرم سیفون را بکشید.
- ممکن است لوله‌ای که در امتداد سیفون قرار دارد در زیر فشار و در صورتی که دارای عایق مناسبی نیست نشت کند. اگر این لوله محکم

نباشـــد یا مواد عایق‌کننده در محل اتصال درســـت قرار نگرفته باشد، ممکن است نشـــتی ایجاد کنند. همچنین ممکن است قسمت ضعیف محل اتصال فرسوده و سوراخ شود. این مورد هم چندان رایج نیست اما از جمله مشکلاتی است که پیدا کردنشان بسیار دشوار است.

- میله مفصل درپوش نیز ممکن است باعث نشتی شود. در صورت محکم نبودن گیره مهره، آب به راحتی در اطراف مدار میله جاری می‌شود.
- ممکن است محل تراکم گاز فاضلاب دچار اشکال شده و نشت کند، این هم قابل تشخیص اســـت. احتمالا واشرهای بین محل تراکم و سیفون دچار فرسودگی و در نتیجه نشتی شده‌اند.

درپوش با مکانیسم بازشوی سریع

عایق درپوش با مکانیســـم بازشوی سریع[1] نیز ممکن است دچار مشکل شود. در این صورت قادر به نگه‌داشتن آب نخواهد بود. می‌توانید با برداشتن درپوش و واردکردن یک لایه نوار پلاســـتیکی، مشکل را برطرف کنید. اگر هنوز هم آب پس می‌دهد، لوله‌های تخلیه را بازبینی کنید. همان‌طور که نوار پلاستیکی آب را نگه داشته است، عایق درپوش را عوض کرده یا کل قطعه را تعویض کنید. مشکل حل خواهد شد.

همچنین ممکن است عایق درپوش فقط نیاز به تنظیم داشته باشد. اگر اهرم تخلیه درست قرار نگرفته باشد، درپوش بالاتر از لوله تخلیه قرار گرفته یا در ارتفاع مناسب از آن قرار نمی‌گیرد. در این صورت آب کم‌کم به بیرون از این قسمت تخلیه می‌شود.

فلنچ‌های تخلیه اسپری

فلنچ‌های تخلیه اسپری[2] که به درســـتی نصب نشده‌اند نیز ممکن است ایجاد نشـــتی کنند. اگر این قسمت از ســـرویس بهداشتی دچار نشتی باشد، احتمالا دلیل آن عـــدم وجود عایق در زیر لبه لوله‌های تخلیه اســـت. از این رو باید واشرها را شـــل کرده و محل نصب قطعه را بازبینی کنید و ببینید آیا به درستی نصب شده است.

تمامی قطعات سیستم تخلیه که ممکن اســـت منبع نشت باشند، مورد بررســـی قرار گرفت. حالا اجازه دهید نگاهی به سیستم آب‌رسانی بیندازیم و ببینیم آیا دارای نشتی است.

نشتی آب

نشتی آب ممکن است در نقاط مختلفی ایجاد شود. اغلب اوقات نشتی از لوله‌هایی ایجاد می‌شـــود که اجزای مختلفی اعم از شیر و خروجی‌ها را به یکدیگر متصل می‌کنند. نشـــتی ممکن است به دلایل مختلف روی دهد که به نوع شیرها بستگی دارد. بیایید فهرست نقاطی را که احتمال می‌دهید دچار نشت باشند مرور کنیم، اما به خاطر داشته باشید که همه شیرها یکسان بوده و درحالی‌که بعضی دارای لوله‌هایی هســـتند که آب را به طور طبیعی انتقال

می‌دهند، انواع دیگری از آن‌ها دارای لوله‌هایی با ابعاد و مقیاس واقعی‌اند که شیرهای اصلی را تغذیه می‌کنند.

شیرهای قطع جریان

احتمال نشتی شیر قطع استاندارد[3] در تمامی انواع تاسیسات وجود دارد که این اتفاق ممکن است در ارتباط با بیده و در هر طرف این شیرها یا در محل واشرها رخ دهد. این نوع نشتی ناشی از فشار است که ثابت و به راحتی قابل‌تشخیص است و یک بازرسی دقیق می‌تواند آنرا نشان می‌دهند.

در ارتباط با شیرهای قطعی که به بوشن‌های رزوه‌ای[4] پیچ می‌شوند ممکن است در محل دندانه‌ها نشتی صورت گیرد که این اتفاق نیز ممکن است ناشی از نبود خمیر لوله[5]، اتصالات ضعیف قطعات یا دندانه‌های فرسوده و دارای سوراخ باشد. با این همه می‌توان با برداشتن شیر قطع و انجام تعمیرات لازم این عیب را اصلاح کرد. این تعمیرات ممکن است به سادگی استفاده از خمیر لوله و نصب دوباره شیرهای اصلی بوده یا حتا جایگزینی بوشن و شیر قطع و وصل[6]. البته پیش از انجام اینکار لازم است جریان اصلی آب را قطع کنید. شیرهای فشاری[7] نیز گاهی به دلیل ایجاد لرزش در حین استفاده، باعث نشتی می‌شوند. این نشتی‌ها، طبیعتا به سادگی و با یک نگاه معمولی یا بررسی ساختار لوله‌ها، انجام‌پذیر است وقتی نشتی تشخیص داده شد، تعمیر و محکم‌کاری می‌تواند آنرا قطع کند.

شیرهای قطعی که به لوله‌های توزیع آب جوش داده می‌شوند معمولا بعد از نصب باعث نشتی می‌شوند. البته ممکن است ضربه قوچ[8] نیز به اتصالات فشار آورده و باعث نشتی شود. در این شرایط باید شیرها باز و تعویض شوند.

وقتی شیرهای قطع و وصل از قسمت ساق شیر[9] دچار نشتی می‌شوند و این حالت دائمی است، بهترین کار سفت کردن واشرهای اتصال است. اگر شیر اصلی بسیار کهنه است، شاید برداشتن ساق شیر، بازسازی یا تعویض شیر اصلی ضروری باشد.

مهره فشاری[10] که یک لوله آب‌رسانی را در شیر قطع و وصل نگه می‌دارد، جای دیگری است که ممکن است نشتی در آن صورت بگیرد. این اتفاق وقتی رخ می‌دهد که لوله آب‌رسانی در جریان تمیز کردن خانه آسیب ببیند یا شیر بر اثر ضربه قوچ دچار ارتعاش شود. جلوی این نشتی‌ها را به سادگی می‌توان با محکم کردن مهره لوله آب‌رسانی گرفت.

نکته عیب‌یابی

شیرهای بیده نیز اساسا مانند سایر شیرها هستند و در صورت فرسوده شدن محل قرارگیری آن‌ها، آب از شیر چکه خواهد کرد. واشر یا کارتریج معیوب می‌تواند علت نشتی شیر و اورینگ‌ها و مصالح کاربردی برای استحکامات می‌توانند باعث نشت در اطراف دستگیره شیر شود. راه حل مناسب برای این مشکل در مباحث بعدی توضیح داده شده است.

لوله‌های آب‌رسانی

این لوله‌ها از دو طرف امکان نشت دارند. قبلا نیز گفته شد که اگر این لوله‌ها از قسمتی که به قطع‌کن وصل می‌شوند، نشتی داشته باشند، چه باید کرد. وقتی محل نشت بالای لوله باشد تنها کار لازم، سفت کردن واشرها در محل اتصال لوله به شیر است.

نشتی شیرها

شیرهای بیده نیز اساسا مانند سایر شیرها هستند و در صورت فرسوده شدن محل قرارگیری آن‌ها، آب از شیر چکه خواهد کرد. واشر یا کارتریج معیوب می‌تواند علت نشتی شیر و اورینگ‌ها و مصالح کاربردی برای استحکامات می‌توانند باعث نشت در اطراف دستگیره شیر شود. راه حل مناسب برای این مشکل بعدا توضیح داده شده است.

نکته عیب‌یابی

شـــیرهای انتقال هـــم دارای اتصـــالات ورودی و هـــم اتصالات خروجی هستند که ممکن است نشت کنند. این اتصالات مثل اتصالات سیستم‌های افشـــانه نصب می‌شوند. ابتدا واشـــری که نشت می‌کند را محکم کرده و سپس در صورت لزوم واشر را تعویض کنید.

تجهیزات افشانه

این تجهیزات ممکن اســـت در محل اتصال بـــه جریان اصلی آب دچار نشتی شوند. این مساله معمولا ناشـــی از واشری است که بدکار می‌کند، اما در صورت سفت نبودن مهره نیز ممکن اســـت نشتی ایجاد شود. اگر در این نقطه، نشتی مشاهده شد ســـعی کنید مهره را محکم کنید و اگر اینکار جواب نداد واشر را عوض کنید.

شیرهای انتقال

شـــیرهای انتقال دارای اتصالات ورودی و خروجی هستند که امکان نشـــتی در آن‌ها وجود دارد، این اتصالات مثل اتصالات افشـــانه‌ای نصب می‌شوند. ابتدا مهره‌ای را که نشتی دارد را محکم نموده و اگر لازم شد واشر را عوض کنید.

خلاشکن‌ها

بســـیاری از لوله‌کش‌هـــا به نشـــتی‌های ایجادشـــده در محل اتصال خلاشـــکن‌ها فکر نمی‌کنند. در بیده‌ها، اتصال آب به وســـیله نصب لوله، شیلنگ یا یک انشـــعاب مستقیم به شـــیر پرکن ایجاد می‌شود. که در محل هریک از این اتصال‌ها، پتانسیل نشت وجود دارد.

در نشتی نصب لوله و شیلنگ، محکم کردن مهره‌های اتصال، معمولا می‌تواند نشـــتی آب را قطع کند. شاید لازم باشد یک واشر یا یک حلقه فشار[11] را تعویض کنید اما طبیعتا تنها کاری که باید انجام شود چند بار چرخاندن مهره است.

قطعات خلاشکن که با بوشـــن‌های رزوه‌ای مستقیما به شیرهای پرکن وصل می‌شـــوند، ممکن اســـت در محل دندانه‌ها دارای نشتی باشند. این معمولا به دلیل عدم عایق‌کاری دندانه‌ها، بوشـــن‌های شل‌شـــده یا گاهی اتصالات نادرست اســـت. همچنین ممکن است که بوشن داخل شیر خراب شده باشد.

لوله‌ها و شیلنگ‌ها

معمولا در اتصالات آبی بیده از تعدادی شـــیلنگ یا قطعات لوله استفاده می‌شـــود. در نزدیکی شـــیر پرکن یک ســـه‌راهه نیز وجود دارد که می‌تواند مشکل‌ساز شود. این اتصالات معمولا به وسیله یک مهره و یک واشر ایجاد

می‌شوند اما گاهی به وسیله مهره و حلقه‌های فشاری نیز ممکن است شکل بگیرند. در هر دو حالت محکم کردن مهره‌های اتصال‌دهنده می‌تواند مانع از نشتی آب شود اگر بعد از سفت کردن مهره‌ها باز هم نشتی مشاهده شد شاید مجبور باشید واشر یا حلقه را تعویض کنید.

به عنوان یک نکته احتیاطی باید گفت لوله‌های کوچک به کار رفته در این اتصالات، ممکن است به سادگی چین بخورند. وقتی روی این لوله‌ها کار می‌کنید، مواظب باشید آن‌ها را محکم خم نکنید.

نکته عیب‌یابی

در زمینه کار با بیده‌ها اتصالات سرهم‌بندی‌شده درپوش‌ها می‌توانند به یک مشکل عمده تبدیل شوند. قطعه‌ای که میله بالابر را به میله مفصل متصل می‌کند تقریبا بلند است و ممکن است تنظیمات آن به هم بخورد. در واقع شکل درپوش خود ایجاد مشکل می‌کند.

حالت‌های ممکن برای شیرهای آب

هنگام کار روی یک بیده، چند حالت وجود دارد. یک حالت، قرار گرفتن شیرهای آب روی لبه این‌گونه سرویس‌ها است که در آن‌ها نیازی به قطعات خلاشکن وجود ندارد. در این حالت شیر به سادگی روی بیده نصب می‌شود و زاویه آن به نحوی تنظیم می‌گردد که آب برای کاسه سرویس بهداشتی فراهم شود. در این نوع شیرها از لوله آب‌رسانی استاندارد استفاده می‌شود.

در حالت دیگر شیرهای آب روی دیوار و دسته‌ها و خلاشکن روی دیوار پشت بیده نصب می‌شوند. شیر انتقال نیز روی سرویس بهداشتی نصب می‌شود.

در حالتی‌که شیرهای آب روی کاسه نصب می‌شوند، دسته‌ها و شیر انتقال همگی روی ساق بیده و قطعات خلاشکن بالای شیرآلات قرار می‌گیرند. برای آب‌رسانی به این شیرها از لوله‌های استاندارد استفاده می‌شود.

بیده‌ها نیز در انواع مختلفی وجود دارند. مثلا مدل‌هایی هستند که پشت آن‌ها به بالا می‌چرخد و ظاهر آن شبیه به سرویس‌های بهداشتی یک‌تکه است. در این مدل خاص دسته‌های شیر روی کاسه و شیر انتقال روی ساق پشتی قرار می‌گیرد. قطعات خلاشکن در قسمت پشتی این سرویس‌ها پنهان شده‌اند. لوله‌های آب‌رسانی استاندارد، برای آب‌رسانی در این نوع بیده‌ها استفاده می‌شوند.

اتصالات سرهم‌بندی‌شده درپوش

در زمینه کار با بیده‌ها اتصالات سرهم‌بندی‌شده درپوش‌ها می‌توانند به یک مشکل عمده مبدل شوند. قطعه‌ای که میله بالابر را به میله مفصل متصل می‌کند تقریبا بلند است و ممکن است تنظیمات آن به هم بخورد. در واقع شکل درپوش خود ایجاد مشکل می‌کند. به عنوان یک نکته احتیاطی

باید گفت لوله‌های کوچک بـــه کار رفته در این اتصالات، ممکن اســـت به سادگی چین بخورند. وقتی روی این لوله‌ها کار می‌کنید، مواظب باشید آن‌ها را محکم خم نکنید.

اگر اتصالات درست تنظیم نشـــوند، درپوش به طور مستقل باز و بسته نخواهد شد. من درپوش‌هایی دیده‌ام که ســـه بار درست کار می‌کنند و دفعه چهارم کار نمی‌کنند. این قبیل مشکلات ممکن است لوله‌کش را دیوانه کند.

وقتی به گلایه یک مشـــتری که می‌گوید بیده‌اش آب را نگه نمی‌دارد یا تخلیه نمی‌کند، نگاه دقیقی به تجهیزات و قطعـــات درپوش بیاندازید. تنها یک یا دوبار آنرا امتحان نکنید. چندین بار مکانیسم آنرا امتحان و هیچ چیز را قطعی و مسلم فرض نکنید.

نشتی‌های روی لبه

این مساله در بیده‌هایی رخ می‌دهد که مجهز به شیرهایی هستند که روی لبه قرار می‌گیرند. زاویه این شیرها به شکلی تنظیم شده که از رسیدن آب به لبه کاسه جلوگیری می‌کند اما همچنان مشکل باقی است. آب حاصل از این نشـــتی معمولا روی کف ریخته و به راحتی قابل رفع است. در واقع به جز این مورد، هیچ نوع نشتی دیگری سبب پاشیدن آب روی زمین نخواهد شد.

اگر پایه بیده بتونه‌کاری نشـــده باشد این نوع نشـــتی می‌تواند به زیر پایه نفوذ و نوع دیگری از نشت را ایجاد کند.

اگرچه می‌پذیرم که این نوع نشـــتی چندان رایج نیست اما به یاد داشته باشید که هنگام عیب‌یابی هیچ احتمالی را نادیده نگیرید.

به طور کلی

بیده‌ها به طور کلی همان روشـــویی‌های معمولی هســـتند که به سطح کف متصل می‌شـــوند. بســـیاری از اصول مشترک لوله‌کشـــی و تعمیرات سرویس‌های بهداشتی معمولی، در بیده‌ها نیز اعمال می‌شوند.

پی‌نوشت:

1. Pop-Up Pluge
2. Spray Assembly Drain Flanges
3. Cut-Off Valves
4. Treaded Nipples
5. Pipe Dope
6. Stop Valves
7. Compression Valves
8. Water Hammer: ضربه‌ای که در اثر تغییر ناگهانی در سرعت سیال در لوله ایجاد می‌شود
9. Valve Stem
10. Compression Nut
11. Compression Ferrule

ادامه دارد ...

سپتیک‌تانک و چاه‌های آب

نوشته: آر. داج وودسون
ترجمه: مهندس بیژن شادپی

سیستم مخزن فاضلاب انباره‌ای و دیگر سیستم‌های خاص

اگر شـما قادر به اسـتفاده از سیسـتم مخزن فاضلاب لوله‌ای – شنی نیستید، شـما می‌توانید از سیسـتم‌های مخزن فاضلاب انباره‌ای و دیگر سیستم‌های خاص استفاده کنید. هر یک از این سیستم‌ها از هزینه بیشتری نسبت به سیستم لوله‌ای – شنی برخوردارند. استفاده از سیستم‌های خاص به شـرایط خاک و تصمیم سازنده خانه بسـتگی دارد. معمولا مهندسین و مقامات مسوول انتخاب سیستم خاص را تحمیل می‌کنند.

چهار نوع سیستم مخزن فاضلاب خاص وجود دارد:

- سیستم‌های انباره‌ای (رایج‌ترین نوع)
- سیستم‌های کانالی یا خندقی (ارزان‌ترین نوع)
- سیستم‌های تپه‌ای
- سیستم‌های پمپی

معمـولا هزینه نصب هر یک از این چهار سیسـتم از هزینه مورد انتظار بیشتر است. من در شمال کشـور آمریکا با سیستم‌های انباره‌ای آشنا شدم. خاک بعضی از مناطق برای سیسـتم لوله‌ای – شنی مناسب است. گه‌گاهی از سیسـتم‌های پمپی در بعضی از مناطق استفاده می‌شود. گاهی از سیستم

انباره‌ای در یک منطقه خاص استفاده نمی‌شود.

نکته سیستم مخزن فاضلاب

اگر نرخ نفوذ آب در خاک کم باشد، معمولا از سیستم‌های مخزن فاضلاب انباره‌ای استفاده می‌شود.

تجربه شخصی من در خصوص سیستم‌های مخزن فاضلاب به سواحل شرقی آمریکا محدود می‌شود و تجربه دیگری نسبت به بقیه مناطق آمریکا ندارم. یک تحقیق کوچک در منطقه خود می‌تواند نوع سیستم مورد نظرتان را مشخص سازد. چون نصب سیستم‌های مختلف به طراحی و مجوز نیاز دارد، تحقیق درباره نوع سیستم ضروری است.

سیستم‌های انباره‌ای

سیستم‌های مخزن فاضلاب انباره‌ای برای زمینی مناسبند که نرخ نفوذ آب در آن زمین کم باشد. خاک با یک نرخ نفوذ آب کم برای سیستم‌های لوله‌ای – شنی مناسب است. خاک رسی و خاک‌های دیگر مناسب نیستند. وقتی بستر سنگی به سطح زمین نزدیک باشد، از سیستم‌های انباره‌ای استفاده می‌شود.

سیستم انباره‌ای چیست؟ سیستم‌های انباره‌ای و لوله‌ای– شنی شبیه یکدیگرند و فقط اولی از انباره‌های زمینی به جای لوله استفاده می‌کند. انباره‌ها از بتن یا پلاستیک ساخته می‌شوند. نصب انباره‌های بتنی گران‌تر است. انباره‌های پلاستیکی از مونتاژ میدانی برخوردارند. چون پلاستیک ارزان‌تر و بادوام‌تر است، انباره‌های پلاستیکی رایج‌ترند.

در یک سیستم انباره‌ای از چندین انباره استفاده می‌شود. این انبارها در میدان جذبی و در بین لوله‌ها قرار می‌گیرند. وقتی ریزابه فاضلاب از مخزن فاضلاب خارج می‌شود، به داخل انباره‌ها منتقل می‌شود. انباره‌ها ریزابه فاضلاب را برای مدتی در خود نگه می‌دارند. ریزابه فاضلاب (مایع فاضلاب) جذب میدان جذبی و زمین می‌شود. نقش اصلی انباره‌ها چیزی جز کند کردن نرخ توزیع زیرابه فاضلاب نیست.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

سیستم‌های تپه‌ای برای نواحی سیلابی مناسب نیستند.

نکته سیستم مخزن فاضلاب

سیستم‌های کانالی یا خندقی ارزان‌ترین نوع سیستم مخزن فاضلاب هستند.

ساختن سیستم انباره‌ای امکان استفاده از زمینی را فراهم می‌کند که برای سیستم لوله‌ای – شنی مناسب نیست. با وجود این، ممکن است نفس شما از هزینه چنین سیستمی بند آید که بعضا به 10000 دلار نیز می‌رسد.

گاهی چاره‌ای جز این ندارید.

یک سیستم انباره‌ای طرح ساده‌ای دارد. ریزابه‌های خروجی مخزن فاضلاب وارد اولین انباره می‌شوند. با افزایش ریزابه خروجی، انباره‌های دیگر نیز پر می‌شوند. ریزابه‌ها به تدریج جذب خاک می‌شوند. این فرآیند زمان بیشتری را برای باکتری‌ها فراهم می‌کنند که به فاضلاب خام حمله کنند و جریان نفوذ ریزابه به داخل خاک کنترل شود.

اگر از سیستم لوله سوراخ‌دار در چنین زمینی استفاده شود، نتیجه چیزی جز یک میدان جذبی سیلابی نخواهد بود. این وضعیت باعث ریسک سلامتی می‌شود، بوی بد را تولید می‌کند و عمر مخزن فاضلاب را کم می‌کند.

انباره‌ها بین لوله‌های میدان تخلیه فاضلاب قرار می‌گیرند و با خاک پوشانده می‌شوند. چنین سیستمی قابل رویت در سطح زمین است و تنها چیزی که مشهود است همان هزینه سیستم انباره‌ای است.

سیستم‌های کانالی

سیستم‌های کانالی از سایر سیستم‌های مخزن فاضلاب ارزان‌ترند و شباهت زیادی با سیستم بستر لوله ای- شنی دارند. فرق آن‌ها این است که لوله‌های سیستم کانالی توسط یک مانع فیزیکی از یکدیگر جدا می‌شوند. سیستم بستری لوله‌ای - شنی از لوله‌های واقع در یک بستر شنی یا سنگ‌ریزه تشکیل شده است. تمام لوله‌ها در داخل یک بستر بزرگ قرار دارند. میدان کانالی به جداسازی صحیح لوله‌ها بستگی دارد. اجازه دهید اطلاعات فنی را عرضه کنم.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

نباید سیستم‌های تپه‌ای در زمینی نصب شوند که بیشتر از 6 درصد شیب داشته باشند.

عمق کانال‌ها از 1 تا 5 فوت است و عرض آن‌ها را به 1 تا 3 فوت می‌رسد. لوله سوراخ‌دار روی یک بستر 6 اینچی از سنگ شکسته قرار می‌گیرد. لایه دوم سنگ شکسته روی لوله تخلیه فاضلاب قرار می‌گیرد. این سنگ‌ها توسط یک مانع پوشیده می‌شوند تا از فرآیند پر شدن آن‌ها از خاک جلوگیری شود.

طرفین سیستم کانالی و کف گودبرداری به عنوان خروجی ریزابه فاضلاب در نظر گرفته می‌شوند. هر کانال یک لوله دارد. این وضعیت باعث تفاوت این سیستم با سیستم بستری لوله‌ای - شنی می‌شود. تمام لوله‌های سیستم بستری لوله‌ای - شنی در یک گود بزرگ قرار می‌گیرند و کف آن به عنوان یک سطح نفوذی برای ریزابه فاضلاب در نظر گرفته می‌شود. مقدار جذب سیستم‌های کانالی بیشتر است؛ زیرا طرفین کانال و کف گودبرداری به عنوان سطوح نفوذپذیری برای ریزابه فاضلاب در نظر گرفته می‌شوند.

هیچ‌یک از دو سیستم کانالی و لوله‌ای - شنی در خاکی به کار نمی‌روند که از یک نرخ نفوذ کم یا زیاد برخوردار باشد. اگر خاک از نرخ نفوذ مایع 1 اینچ در دقیقه برخوردار باشد، آن برای یک سیستم جذبی استاندارد خیلی زیاد است. می‌توان سطح نفوذ چنین خاکی را با خاک ماسه‌ای لای‌دار پوشاند. اگر نرخ نفوذ یک خاک 1 اینچ در ساعت باشد، آن برای یک سیستم استاندارد (کانالی یا لوله‌ای شنی) خیلی کم است. این خاک برای سیستم انباره‌ای مناسب است.

سیستم‌های کانالی به واسطه‌ی طرح خود به زمین بیشتری نسبت به سیستم‌های بستری لوله‌ای - شنی نیاز دارند که برای ساختمان‌هایی با زمین کوچک مشکل‌آفرین است. پاکسازی زمین میدان مخزن فاضلاب به

یک هزینه اضافی نیاز دارد. با وجود این، معمولا سیستم‌های کانالی بهتر از سیستم‌های بستری لوله‌ای – شنی هستند که دلایل زیادی دارد.

نکته سیستم مخزن فاضلاب

طرفین سیســـتم کانالی و کف گودبرداری به عنوان خروجی ریزابه فاضلاب در نظر گرفته می‌شـــوند. هر کانال یک لوله دارد. این وضعیت باعث تفاوت این سیستم با سیستم بستری لوله‌ای – شنی می‌شود.

نکته سیستم مخزن فاضلاب

نباید سیستم های کانالی و لوله‌ای– شنی در خاکی به کار روند که نرخ نفوذ مایع آن خیلی کم یا خیلی زیاد باشد.

سطوح جذبی سیستم‌های کانالی پنج برابر سیستم‌های لوله‌ای – شنی است. کف این سیستم‌ها یکسان اســـت. عمق و جداسازی کانال‌ها نسبت به سیستم لوله‌ای – شنی متفاوت اســـت. متخصصین سیستم‌های کانالی را دوســـت دارند زیرا تجهیزات گودبرداری به راحتـــی کانال‌ها را می‌کنند. این وضعیت باعث کاهش آســـیب‌پذیری کف کانال‌ها و بهبود عملکرد آن‌ها می‌شود. کارکردن تجهیزات در بســـتر سیستم لوله‌ای – شنی باعث کوبیده شدن خاک و کاهش بازدهی (نرخ نفوذ ریزابه در خاک) می‌شود.

سیســـتم کانالی برای یک زمین تپه‌ای مناسب اســـت. باید کانال‌ها از تراز زمین تبعیت کنند. بدین‌طریق شـــما می‌توانید حداکثر استفاده را از زمین شیب‌دار ببرید.

مزایای سیستم کانالی فراوانی اســـت. می‌توان کانال‌ها را بین درختان قرار داد، هزینه پاکسازی زمین را کاهش داد و از سایه درختان و زیبایی آن‌ها استفاده کرد. ریشه درختان حائز اهمیت است. بیشتر مردم باور دارند که نرخ نفوذ سیســـتم کانالی بهتر از لوله‌ای – شنی است. وقتی شما مزایای سیستم کانالی را در نظر می‌گیرید، تمایل پیـــدا می‌کنید که در پروژه‌های بعدی از آن استفاده کنید. این مزایا باعث جبران هزینه‌های سیستم کانالی می‌شود.

فاضلاب سبز

توالت‌های تبخیری و بـــدون لوله فاضـــلاب (توالت‌های خارج از خانه) نمی‌تواننـــد فاضلاب را به زمین منتقل کننـــد. این توالت‌ها برای مکان‌هایی مناسب هستند که حداقل به مدت نیم‌روز آفتاب داشته باشند. وجود این آفتاب الزامی نیســـت. ریزابه فاضلاب ایـــن توالت‌ها جذب خاک می‌شود. ســـاخت این نوع توالت پرهزینه است که به 4000 دلار نیز می‌رسد. حمام‌هایی وجود دارد که مصرف آب را کاهش می‌دهند. هدف این اســـت که از ریزابه فاضلاب توالت و آب حمام برای آبیاری استفاده شود.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

حداقل عمق سیستم کانالی 9 اینچ است.

سیستم‌های تپه‌ای

سیستم‌های تپه‌ای بر روی تپه‌ها قرار دارند که بالاتر از توپوگرافی طبیعی زمین هستند. این وضعیت ســـفره آب زیرزمینی بالا را جبران کرده و خاک را با نفوذ جذب کم فراهم می‌کند. هزینه خاکریزی یک تپه بیشـــتر از هزینه یک سیستم بستری لوله‌ای – شنی است.

معمولا از سنگریزه‌های درشت در سیستم‌های تپه‌ای استفاده می‌شود که بر روی زمین قرار می‌گیرند. با وجود این، خاک سطحی قبل از قرارگرفتن سنگریزه‌ها برداشته می‌شود. یک تپه می‌تواند یک ناحیه جذبی، یک شبکه توزیع، یک سرپوش و خاک سطحی را فراهم کند. سیستم تپه‌ای به واسطه‌ی ارتفاع خود به پمپ یا مکش سیفونی نیاز دارد. اساسا ریزابه فاضلاب توسط پمپ یا مکش سیفونی به شبکه توزیع منتقل می‌شود.

وقتی ریزابه فاضلاب از میان ســـنگریزه‌های درشت عبور کرده و جذب خاک شـــود، عمل تصفیه انجام می‌شود زیرا خاک طبیعی اشباع نشده وجود دارد.

هدف از سرپوش سیستم این است که از عمل یخ‌زدگی و تشکیل رسوب جلوگیری و رطوبت حفظ شـــود. در غیر این‌صورت، فرســـایش خاک ایجاد می‌شود. علف یکی از سرپوش‌های مناسب برای سیستم‌های تپه‌ای است.

باید تپه چنین سیســـتم‌هایی از جذب مناسب برخوردار باشد. توپوگرافی زمین به صورت مســـطح یا شیب‌دار است. مقدار شـــیب به نرخ نفوذ آب در زمین بستگی دارد. یک خاک با نرخ نفوذ 1 اینچ در 60 دقیقه یا کمتر نباید یک شیب بیشـــتر از 6 درصد برای سیستم تپه‌ای داشته باشد. اگر نرخ نفوذ بیشتر از آن باشد، شـــیب زمین تا 12 درصد افزایش می‌یابد. افراد حرفه‌ای و طراح سیســـتم‌های تپه‌ای از معیارهای صحیح برای مقدار شـــیب زمین استفاده می‌کنند.

نکته سیستم مخزن فاضلاب

سیستم‌های پمپ پرهزینه هســـتند که در سیستم‌های تپه‌ای به کار می‌روند. گاهی از سیستم پمپ در زیرزمین خانه استفاده می‌شود.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

طرح سیستم بستری باریک و بلند برای زمین‌هایی با سفره‌های آب زیرزمینی بالا مناسب است.

باید دو فوت خاک اشباع نشده بین ســـطح خاک اصلی و خاک سطحی اشباع شـــده و فصلی وجود داشته باشد. عمق مانع بین 3 تا 5 فوت باشد. نرخ نفوذ 1 اینچ در 2 ســـاعت مناسب اســـت که به تایید مقامات مسوول بستگی

دارد. تســت نرخ نفوذ چنین سیســتمی در عمق 20 اینچی مناســب است. حداقل عمق 12 اینچ اســت. باید شــما الزامات آیین‌نامه‌ای را رعایت کنید. طرح و ســاخت سیستم‌های تپه‌ای دشوار اســت که توسط افراد متخصص انجام می‌شود. کافی است شما به عنوان سازنده خانه بر اجرای دقیق سیستم کنترل و نظارت داشته باشید.

سیستم‌های پمپی

سیســتم‌های پمپی پرهزینه هستند و برای سیســتم مخزن فاضلابی مناسب است که بالاتر از سطح زمین قرار دارد. سیستم‌های پمپی در زیرزمین خانه‌ها نصب می‌شــود. با وجود این، می‌توان آنرا در مکان‌های دیگر نصب کرد. باید در زمان مناقصه به سیستم‌های پمپی و اجزای مربوطه توجه کامل شود زیرا مستلزم هزینه اضافی برای نیروی کار و مواد و مصالح است.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

نباید یک سیستم در خاک مرطوبی ساخته شود که خاک آن به حالت لوله‌ای بسیار نازک در بین دستان شما تبدیل شود.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

باید علف‌های اضافی ناحیه سیستم تپه‌ای چیده یا کوتاه شوند.

ملاحظه آیین‌نامه‌ای

باید بستر کانال‌های سیستم کانالی تراز باشد.

مخازن نگهداری فاضلاب

مخازن نگهداری فاضلاب به عنوان آخرین چاره در ســاختمان‌هایی به کار می‌روند که نرخ نفوذ آب در خاک آن‌ها بسیار کم است. گاهی داشتن چنین مخازنی قابل قبول نمی‌باشد. استفاده از این‌گونه سیستم دفع فاضلاب یک تاثیر منفی بر ارزش ساختمان شما دارد.

بعضی از زمین‌ها برای هیچگونه سیستم مخزن فاضلاب جذبی مناسب نیســتند. تحت این شــرایط، مخازن نگهداری به عنوان یک راه حل به کار می‌روند. این مخازن می‌توانند فاضــلاب را در خود جمع‌آوری کنند که پس از رســیدن به یک سطح معین تخلیه می‌شــوند. اینکار توسط کامیون‌های پمپ‌دار ویژه حمل فاضلاب انجام می‌شود. تکرار تخلیه این مخازن به اندازه

آن‌ها و حجم فاضلاب بستگی دارد.

تخلیه مخازن نگهداری مستلزم یک هزینه است. بعضی از مردم تخلیه این مخازن را دردسرآفرین می‌دانند. قبل از ســاخت چنین مخازنی به فکر فروش ســاختمان باشــید. مالکینی وجود دارند که مایل به زندگی کردن در یک ساختمان با مخازن نگهداری فاضلاب نیستند. مخازن نگهــــداری فاضلاب برای خانه‌های فصلی (ییلاقی) و کمپ‌ها (اردوگاه‌ها) مناسبنــد.

بررسی الزامات آیین‌نامه‌ای قبل از انتخاب مخازن نگهداری فاضلاب به عنوان آخرین گزینه ضروری است.

سیستم‌های دیگر

ممکن است مهندسین سیســتم‌های دیگری را به شما پیشنهاد کنند که بتوانند نیازهای شــما را تامین کنند. چنین سیستمی از ترکیب سیستم‌های گوناگون تشکیل می‌شــود. اگر نرخ نفوذ کم باشــد، هزینه سیستم مخزن فاضلاب جبران می‌شود. باید شما شرایط مختلف را سبک و سنگین کنید تا ارزش اقدامات شما مشخص شود. وقتی از شما خواسته می‌شود ساختمانی را در یک زمین با مشخصات نامطلوب برای سیستم مخزن فاضلاب بسازید، با مهندســین و افراد حرفه‌ای مشــورت کنید. وقتی شما براساس یک طرح مخزن فاضلاب تایید شده کار کنید، دچار دردسر نخواهید شد.

ادامه دارد ...

سیستم‌های لوله‌کشی محافظت در برابر آتش‌سوزی

نوشته: ای. شیشی منـون
ترجمه: مهندس رونالد بغوزیان

هد (ارتفاع) مکش خالص مثبت

از عوامل مهم مربوط به عملکرد پمپ‌های گریز از مرکز، مفهوم هد مکش خالص مثبت است. این کمیت، نشان‌دهنده‌ی فشار مطلق حداقل در قسمت مکش پروانه‌ی پمپ با درنظرگرفتن دبی مشـــخصی به منظور جلوگیری از کاویتاسیون پمپ است. درصورتی‌که فشـــار به کمتر از این مقدار تنزل کند، پروانه‌ی پمپ ممکن است، آسیب ببیند و پمپ را بدون استفاده کند.

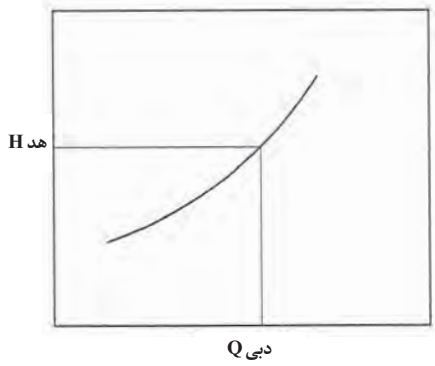
محاســـبه هد مکش خالص مثبت و قابل دســـت‌یابی برای یک پمپ و پیکربندی لوله‌کشـــی به خصوص نیازمند داشـــتن اطلاعاتی در خصوص اندازه لوله در قســـمت مکش پمپ، ارتفاع منبع آب، ارتفـــاع پروانه پمپ، فشار اتمسفریک آب و فشار بخار آب در دمای پمپاژ است. فروشنده‌ی پمپ می‌تواند مشخص کند که پمپ‌هایی تحویل داده‌شده، نیازمند میزان مطمئنی از هد مکش خالص مثبت (موســـوم به هد مکش خالـــص مثبت مورد نیاز) و تحت یک دبی جریان مشخص است. براساس پیکره‌بندی واقعی لوله‌کشی، ارتفاع و مواردی از این دست، هد مکش خالص مثبت محاسبه‌شده (موسوم به هد مکش خالص مثبت در دســـترس) باید بیشتر از هد مکش خالص مثبت لازم در دبی مشخص‌شده باشد؛ بنابراین:

$$NPSH_A > NPSH_R$$

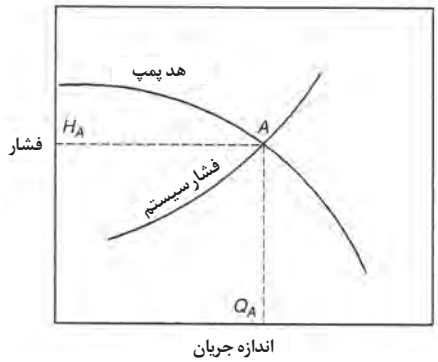
درصورتی‌که هد مکش خالص مثبـــت لازم پمپ، در دبی 2000 گالن در دقیقه، 25 فوت باشد، در این حالت، هد مکش خالص مثبت در دسترس باید 35 فوت یا بیشتر باشد تا یک حاشیه امنیت 10 فوتی ایجاد کند. علاوه‌براین، همچنان‌که دبی افزایش می‌یابد، هد مکش خالص مثبت لازم نیز همان‌گونه که از منحنی پمپ‌های گریز از مرکز در شـــکل (12) مشخص است، با شیب نسبتا تندی افزایش می‌یابد؛ بنابراین حائزاهمیت است که مهندس مسئول در این زمینه، به منظور تضمین اینکه هد مکش خالص مثبت در دســـترس همیشـــه از هد مکش خالص مثبت لازم بیشـــتر اســـت، بـــه‌ازای هر داده عملکردی اخذشـــده از فروشنده‌ی پمپ، محاســـباتی را در گستره‌ی مورد انتظار دبی آن انجام دهد. همان‌گونه که پیش‌تر نیز اشـــاره شـــد، هد مکش خالص مثبت ناکافی منجر به کاویتاســـیون یا اعمال فشار بیش از اندازه به آن می‌شود و ســـرانجام به پروانه‌ی پمپ آسیب وارد می‌کند. پروانه‌ی پمپی که آسیب دیده اســـت، همان‌گونه که در مبحث منحنی عملکردی پمپ اشاره شد، نمی‌تواند فشار و هد لازم را فراهم کند.

منحنی هد سیستم

یک منحنی هد سیســـتم یا یک منحنی مشخص هد سیستم، برای یک خط لوله آب محافظت در برابر آتش، نمایشـــی گرافیکـــی از نحوه‌ی تغییر فشـــار لازم برای جریان آب، از طریق خط لوله برحسب تغییرات دبی است. درصورتی‌که فشـــارهای لازم در اندازه‌های جریان 200، 400، 600، 800 و 1000 گالن در دقیقه روی محور عمودی ترسیم شده و دبی‌های جریان روی محور افقی ترسیم شود، منحنی هد سیســـتم، همان‌گونه که در شکل (13)



شکل (12): منحنی هد سیستم



شکل (13): منحنی هد پمپ و هد سیستم

نشان داده شده است، به دست می‌آید.

همان‌گونه که در شکل مشخص است، این منحنی خطی نیست. دلیل این مسئله این است که افت فشار ناشـــی از اصطکاک، تقریبا با مجذور دبی (درواقع، دبی به توان 1.85 براساس معادله هازن–ویلیامز) متناسب است. ازاین‌رو، فشـــار اضافی لازم هنگام افزایش جریان از 400گالن در دقیقه، به 500گالن در دقیقه بیشـــتر از مقدار لازم در هنگام افزایش دبی از 200گالن در دقیقه، به 300گالن در دقیقه است.

یک خط لوله‌ی آبی محافظت در برابر آتش‌سوزی را در نظر بگیرید که به منظور انتقال آب از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B استفاده می‌شود. قطر داخلی لوله، D و طول آن L اســـت. به‌کمک اطلاع از ارتفاع در امتداد خط لوله می‌توانیم، فشار کلی لازم را در هر اندازه از جریان با استفاده از تکنیک‌هایی محاسبه کنیم که پیش‌تر درباره آن‌ها بحث کردیم. در هر اندازه از جریان باید با اســـتفاده از معادله هازن–ویلیامز و همچنین ضرب‌کردن مقدار به دست‌آمده از این معادله در طول لوله به منظور به دست‌آوردن افت فشار کلی، افت فشار کلی ناشی از اصطکاک را محاسبه کنیم؛ سپس باید معادل تفاوت هد استاتیک میان نقاط A و B را که برحسب psi هستند، به مقدار به دست‌آمده اضافه کنیم. درنهایت، فشار تحویل‌شده‌ی لازم در نقطه‌ی B، باید به عدد به دست‌آمده اضافه شود تا فشار کلی لازم به دست آید. این فرآیند باید برای اندازه‌جریان‌های دیگر نیز تکرار شود تا منحنی هد سیستم، مانند شکل (12) تشکیل شود. درصورتی‌که ما میزان هد را به جای فشار، در محور عمودی قرار دهیم، می‌توانیم منحنی سیســـتم را درباره منحنی پمپ، در نقطه‌ی A استفاده کنیم. با ترسیم منحنی H–Q و منحنی هد سیستم روی یک نمودار، می‌توانیم نقطه‌ی عملکردی را برای این خط لوله با منحنی پمپ مشـــخص معلوم کنیم. این فرآیند در شکل (13) نشان داده شده است.

درصورتی‌که اختلاف ارتفاعی میان نقاط A و B وجود نداشـــته باشـــد، منحنی هد سیستم در نقطه‌ای شروع می‌شـــود که در آن، دبی و هد، هر دو صفر هستند. درصورتی‌که این اختلاف ارتفاع، 100فوت بوده و نقطه‌ی B در ارتفاعی بالاتر از A قرار داشـــته باشد، منحنی هد سیستم در ارتفاع H=100 و جریان Q=0 آغاز می‌شود. این مسئله، به سادگی بیانگر این نکته است که حتا در اندازه جریان صفر، یک فشار مینیمم باید در نقطه‌ی A وجود داشته باشد تا بر اختلاف ارتفاع استاتیک، میان نقاط A و B غلبه کند.

منحنی پمپ در برابر منحنی هد سیستم

منحنی هد سیســـتم برای یک خط لوله، نمایشی است گرافیکی از هد لازم به منظور پمپاژ آب از طریـــق خط لوله در اندازه‌جریان‌های مختلف یک منحنی صعودی. این منحنی درضمن، بیان‌کننده‌ی این نکته اســـت که هر چه فشار لازم بیشتر باشد، دبی نیز بیشتر خواهد بود. از سوی دیگر، منحنی عملکردی پمپ (هد برحسب ظرفیت) نشان‌دهنده‌ی این است که هدی که پمپ در اندازه‌جریان‌های مختلف تولید می‌کند، عموما منحنی ناامیدکننده‌ی است. هنگامی که هد لازم به ازای منحنی هد سیستم با هد در دسترس پمپ برابر است، سازگاری میان هد لازم و هد در دسترس وجود دارد. این نقطه‌ی تقاطع منحنی هد سیستم و منحنی هد پمپ، همان نقطه‌ی عملکردی برای این پمپ و سیســـتم خط لوله‌ی به خصوص است. این مسئله در شکل (13) نشان داده شده است.

ادامه دارد ...

تست پوشش کارخانه و حساب و تضمین ایران گروه

اولین تولید کننده شیرآلات تصفیه خانه ای در ایران

حقی

مجتمع تولیدی صنعتی

۰۲۱۶۶۵۵۳۴۲۸-۳۰
۰۲۱۶۶۵۵۳۴۴۰-۴۱
۰۹۱۲۱۴۹۶۲۴۳
WWW.HAGHI-PIPE.IR
WWW.HAGHI-PIPE.COM
Email
INFO@HAGHI-PIPE.IR
INFO@HAGHI-PIPE.COM