

دستورالعمل بهره برداری محصولات PUF

فصل 1 - خواص ممبران PUF : استحکام و شدت نفوذ زیاد و بهترین ضد آلاینده‌گی

- 1- اصلاح خاصیت انعطاف‌پذیری ممبران به همراه فن‌آوری منحصر به فرد ، اصلاح شدت تخلخل دیواره ممبران و یکنواختی منافذ ممبران باعث شده است که از این محصولات بتوان در موارد مربوط به زلال سازی و فیلتراسیون مواد آلی و فاضلاب‌های با کدورت بالا و غلظت زیاد استفاده نمود .
- 2- اصلاح قطر خارجی و داخلی ممبران الیافی و افزایش ضخامت جداره الیاف در حدود 50 درصد باعث شده است که :
 - 1) در طی عملیات شستشوی شیمیایی الیاف به راحتی شکسته نشوند
 - 2) مصرف انرژی کم ؛ کاهش مقاومت الیاف در برابر خیس شدن

فصل 2 - مختصری از مدول‌های PUF

2-1 خلاصه‌ای از فیلتراسیون ممبران PUF :

فیلتراسیون ممبران عبارت است از فن‌آوری جداسازی با استفاده از ممبران با ترکیبی متخلخل . و از این جداسازی برای ماکرو مولکول‌های موجود در مایع استفاده می‌شود . فرآیند فیلتراسیون ممبران ، گونه‌ای از جداسازی مایع است (بر اساس اصل غربال کردن مکانیکی) با نیروی محرکه‌ی حاصل از اختلاف فشار در دو طرف مدول‌های UF . محدوده‌ی فشار عملیاتی 0/1 ~ 0/3 MPa ، محدوده‌ی اندازه‌ی منافذ 0/2 ~ 0/05 μm ، MWCO با تقریب 1000 ~ 50 KD .

تفاوت بین فیلتراسیون عادی و فیلتراسیون منفذی :

- 1) اندازه کوچک منفذ و مانع بودن برای عبور تقریباً تمامی باکتری‌ها ، منابع حرارتی ، ویروس‌ها ، اتم‌های کلوئیدی ، پروتئین‌ها و ماکرو مولکول‌های آلی .
- 2) اندازه‌ی منافذ ممبران ، اندازه و شکل (نرم یا سخت) ذرات حل شده ، خاصیت شیمیایی مایع (pH و غیره) و المان و امثال آن . تمام این موارد بر روی جداسازی ممبران تأثیر می‌گذارد .
- 3) هیچ‌گونه ماده‌ی توده‌ای و متراکمی بر روی سطح ممبران در طی فرآیند تصفیه بوجود نمی‌آید ، و سرعت فیلتراسیون بدون کاهش پیوسته‌ی وضعیت پایدار به تعادل می‌رسد . اما وقتی که ماکرو مولکول‌ها از مایع آلی تصفیه می‌شوند ، نرخ سد کردن مدول‌ها کم می‌شود .

2-2 مدول‌ها و ممبران‌های الیاف متخلخل (Hollow fiber) :

ممبران با الیاف متخلخل یکی از انواع فیلتراسیون ممبران است ، ممبران در لوله‌ای موئین قرار دارد و در سطح لوله منافذی وجود دارد که باعث می‌شوند سایر مواد از داخل آن عبور کنند یا نکنند .
 دو نوع مدول وجود دارد (خارج به داخل و داخل به خارج) .
 مدول‌های ممبرانی با الیاف متخلخل دارای محفظه ، لوازم آب‌بندی ، درپوش ، لوله‌ی مرکزی (از طرف داخل به خارج لوله‌ی مرکزی) ، لوازم توزیع آب (از سمت داخل به خارج) و ممبران با الیاف متخلخل است . هم‌چنین دارای ورودی خوراک و خروجی می‌باشد ، خواص آن عبارت است از :

- 1) الیاف متخلخل در محفظه‌ی ممبران و هر دو آب‌بند انتهایی با پلی‌اورتان نصب می‌شوند . ساختار ساده و سطح وسیع آن باعث سادگی شستشو و اجتناب از آلودگی تا حد امکان می‌گردد .
- 2) راحت بودن بازرسی و تعمیر ، ثبات در نرخ سد شدن و عمر طولانی

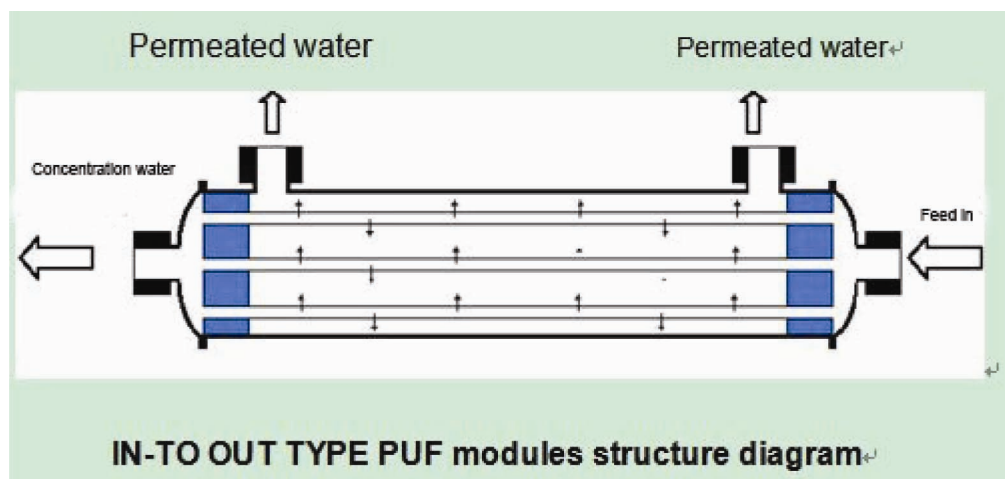
2-3 مدول‌های اولترا فیلتراسیون (UF):

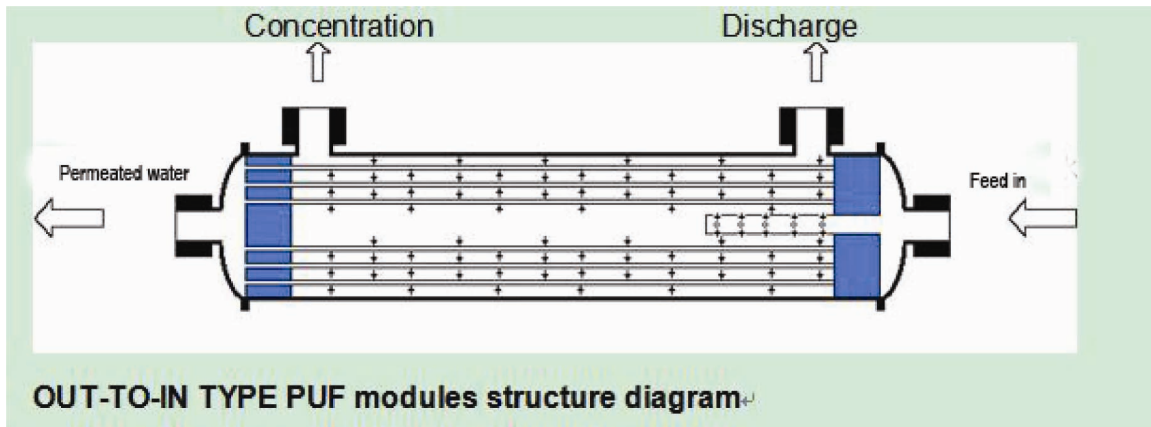
مدول‌های PUF به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان پیش تصفیه‌ی فرآیندهای RO ، NF و MF ، و نیز در مورد تصفیه آب های سطحی با کدورت بالا استفاده می‌شوند .

خاصیت استحکام در مورد الیاف متخلخل پلی پروپیلن اصلاح شده

1- اصلاح قابلیت انعطاف‌پذیری ممبران با استفاده از فن‌آوری منحصربه‌فرد ما ، اصلاح نرخ تخلخل جداره ممبران و یکنواختی منافذ ممبران که سبب می‌شود مواد آلی و فاضلاب با کدورت بالا و غلظت زیاد ، صاف و فیلتر شوند .

- 1) ممبران با خاصیت ضدفسایشی خوب ، در حدود 1/8 بار بیشتر از محصولات مشابه .
 - 2) شدت نفوذ حقیقی تقریباً در حدود 1/2 بار بیشتر از محصولات مشابه .
 - 3) ساختار ویژه مربوط به منافذ طولانی و قابلیت انعطاف خوب ، نیاز به شستشوی شیمیایی را در طی اجرای عملیات بهره‌برداری ، مرتفع می‌سازد .
- 2- اصلاح قطر خارجی و قطر داخلی ممبران الیافی و افزایش ضخامت جداره در حدود 50 درصد .
- 1) در طی عملیات شستشوی شیمیایی ، الیاف به‌آسانی شکسته نمی‌شوند .
 - 2) مصرف انرژی کم ، کاهش مقاومت الیاف در برابر خیس شدن .





مسیرهای عبوری در مدول‌های PUF در جهت جریان X و آب غلیظ در جریان برگشتی با فرآیند متناوب شستشوی معکوس باعث می‌شود که از آب سیستم و آب تصفیه شده به‌طور کامل استفاده شود و سیستم به‌طور پایدار عمل نماید .

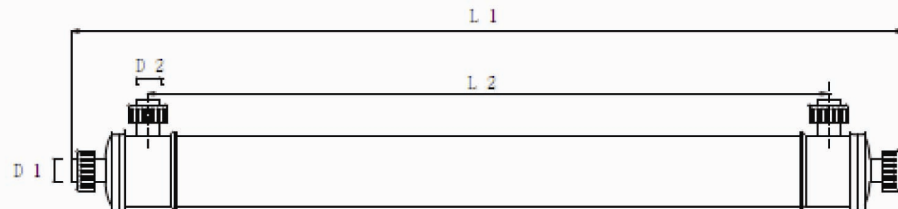
فصل 3 – عوامل مؤثر در عملکرد مدول‌های PUF

3-1 عوامل مؤثر و ویژگی مدول‌های UF :

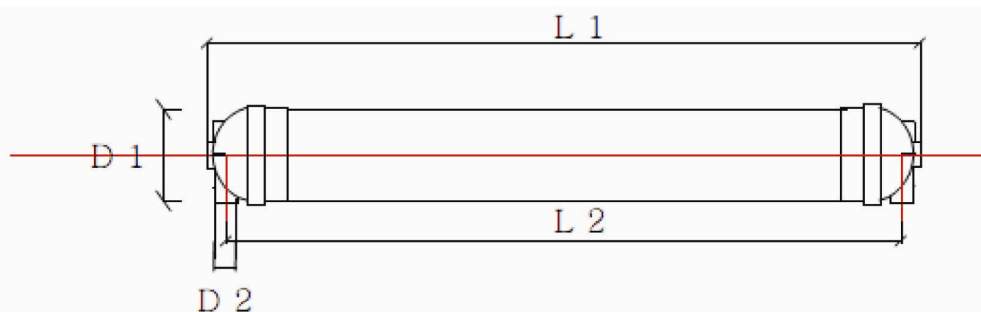
جدول 3-1 : عوامل مؤثر و ویژگی مدول‌های سری PUF و جدول 3-2 : شکل مدول‌های اولترا فیلتراسیون PUF و اندازه اتصالات (mm)

Membrane type	Out-to-In hollow fiber
Membrane material	PP (Polypropylene)
Housing	UPVC /ABS
Pore size	0.1~0.2 μ m
Fiber OD/IN	OD450 μ m, ID3500 μ m
Ventilation rate of N ₂	$\geq 7.0 \times 10^{-2}$ cm ³ /cm ² .cmHg
Porosity rate	40~50%
Strength	12MPa

Specification	Membrane area (M2)	Weight (wet KG)	Product water (m 3/h)			
			Clean water	Sea water	wastewater	Material concentration
PUF-4040	15	5	0.5~0.8	0.4~0.6	0.3~0.5	0.3~0.5
PUF-5040	32	15	1~1.5	0.8~1.2	0.5~0.8	0.5~0.8
PUF-6040	45	20	1.5-2	1.2-1.5	0.8-1.0	0.8-1.0
PUF-8040	60	30	2~3	1.5~2.2	1.0~1.6	1.0~1.5
Max. in water pressure	4.0 bar (less than 10min)					
Product water turbidity	≤ 0.2 NTU					
Product water SDI	≤ 3					
TOC removing rate	20% ~50 %					



Specification	L1 mm	L2 mm	D1 mm	D2 mm
PUF-4040	1103	920	32	32
PUF-5040	1105	840	32	32
PUF-6040	1206	850	40	40



Specification	L1	L2	D1	D2
PUF-8040	1380	1280	200	50

3-2 شرایط استفاده از مدولها

3-2-1 شرایط به کار بردن

جدول 3-3: ملزومات مورد نیاز جهت استفاده از سریهای PUF

pH	1~14
Max. Turbidity	≤50 NTU
Max. feed in pressure	≤4.0 bar
Permeated flux	17~100L/m ² .h.bar 25°C (Against the feed in)
Max. membrane pressure difference	≤2.0 bar
Operate temperature	≤4-45°C

Max. raw water remained Cl ₂ Concentration	≤0.1 mg/l (Calculate as per Cl ₂)
Running ways	X-Flow Or flow

3-2-2 شدت نفوذ طراحی شده و پیشنهاد شده

جدول 3-4 شرایط استفاده از سری های PUF

PUF-4040 (سطح ممبران : 14 m²)

Raw water type	Turbidity (NTU)	COD	output (m ³ /h)	Concentration recycle(m ³ /h)	Backwash alternation (Min)	Gas wash alternation
Groundwater	≤1	≤1	1.0--1.2	0	240	
Surface water	0-2	≤2	0.8--1.0	0.4	120	
	2-5	≤5	0.6--0.8	0.5	60	0.5-1Day
	5-15	≤20	0.4--0.5	0.5	30	30-120 Min
	15-50	≤50	0.3--0.4	0.8-2.5	15-20	15-60 Min
Wastewater	≤10	≤50	0.2--0.3	0.8-2.5	5-20	5-60 Min

(32 m² : سطح ممبران) PUF-5040

Raw water type	Turbidity (NTU)	COD	output (m ³ /h)	Concentration recycle(m ³ /h)	Backwash alternation (Min)	Gas wash alternation
Groundwater	≤1	≤1	2.0--2.5	0	240	
Surface water	0-2	≤2	1.2--1.7	0.8	120	
	2-5	≤5	0.9--1.3	1.0	60	0.5-1Day
	5-15	≤20	0.7--0.9	1.0	30	30-120 Min
	15-50	≤50	0.4--0.6	2.0-3.5	15-20	15-60 Min
Wastewater	≤10	≤100	0.3--0.5	2.0-3.5	5-20	5-60 Min

(45 m² : سطح ممبران) PUF-6040

Raw water type	Turbidity (NTU)	COD	output (m ³ /h)	Concentration recycle(m ³ /h)	Backwash alternation (Min)	Gas wash alternation
Groundwater	≤1	≤1	2.5-3.5	0	240	
Surface water	0-2	≤2	1.5-2.2	1.0	120	
	2-5	≤5	1.2-1.8	1.5	60	0.5-1Day
	5-15	≤20	0.9-1.2	1.5	30	30-120 Min
	15-50	≤50	0.7-1.0	2.5-4.0	15-20	15-60 Min
Wastewater	≤10	≤100	0.5-0.8	2.5-4	5-20	5-60 Min

PUF-8040 (سطح ممبران : 60 m²)

Raw water type	Turbidity (NTU)	COD	output (m ³ /h)	Concentration recycle(m ³ /h)	Backwash alternation (Min)	Gas wash alternation
Groundwater	≤1	≤1	3.0--5.0	0	240	
Surface water	0-2	≤2	2.0--3.0	2.0	120	
	2-5	≤5	1.5--2.5	2.0-3.0	60	0.5-1Day
	5-15	≤20	1.0--2.0	2.0-3.0	30	30-120 Min
	15-50	≤50	1.0--1.6	3.0-5.0	15-20	15-60 Min
Wastewater	≤10	≤100	1.0--1.3	3.0-5.0	5-20	5-60 Min

ملاحظات :

- 1- شدت نفوذ فوق مربوط به سیستم پایدار در دمای 25 درجه سانتی گراد و 0/1 Mpa می باشد .
- 2- دما/شدت نفوذ : وقتی که دما 1 درجه سانتی گراد کم می شود ، شدت نفوذ 1 الی 2 درصد افت می کند .
- 3- توان تصفیه از طریق آزمایش ویژه ی مایع به دست آمده است .

Backwash frequency	Every 30~60 min (Against raw water or testing)	
Backwash time	10~30 sec.(Against equipment size)	
Backwash water pressure	2.5~3.0Bar	
Backwash water capacity (as per one piece)	1~6 m ³ /h (as 2~3 times of product water)	
Backwash water	CMF、RO clean or concentration water	
forward direction washing time	10~30 sec.	
forward direction washing water capacity	As working flow	
Gas wash situation	Gas washing time	10~30 sec.
	In gas pressure	≤1.0 Bar
	Gas characteristic	Instrument air or filtration gas without oil
Chemical washing	Washing frequency	Trans-membrane pressure will increase 1.0bar (same temperature), and it will not come back after above washing
	Washing time	90~120 min.
	Washing chemicals	1%HCl 1%NaOH+0.1%NaClO (availability Cl)
	Washing flow	500~2000L/h /pcs
	Washing temp.	30~45℃

توجه : چنانچه منبع آب ، آب سطحی یا فاضلاب تصفیه شده باشد ، می توان NaClO را به آب ضد شستشو (anti-washing water) افزود . غلظت NaClO باید در حد 50 ppm باشد . تقویت ضد شستشو می تواند 1 الی 4 بار در روز انجام شود و چنانچه لازم باشد مقدار 100 ppm NaClO می تواند افزوده گردد . همچنین در شرایطی که شستشوی شیمیایی پراکنده وجود نداشته باشد ، اجزای سری های FRONT می توانند باعث بهره برداری پایدار شوند .

فصل 4 - طراحی سیستم اولترا فیلتراسیون

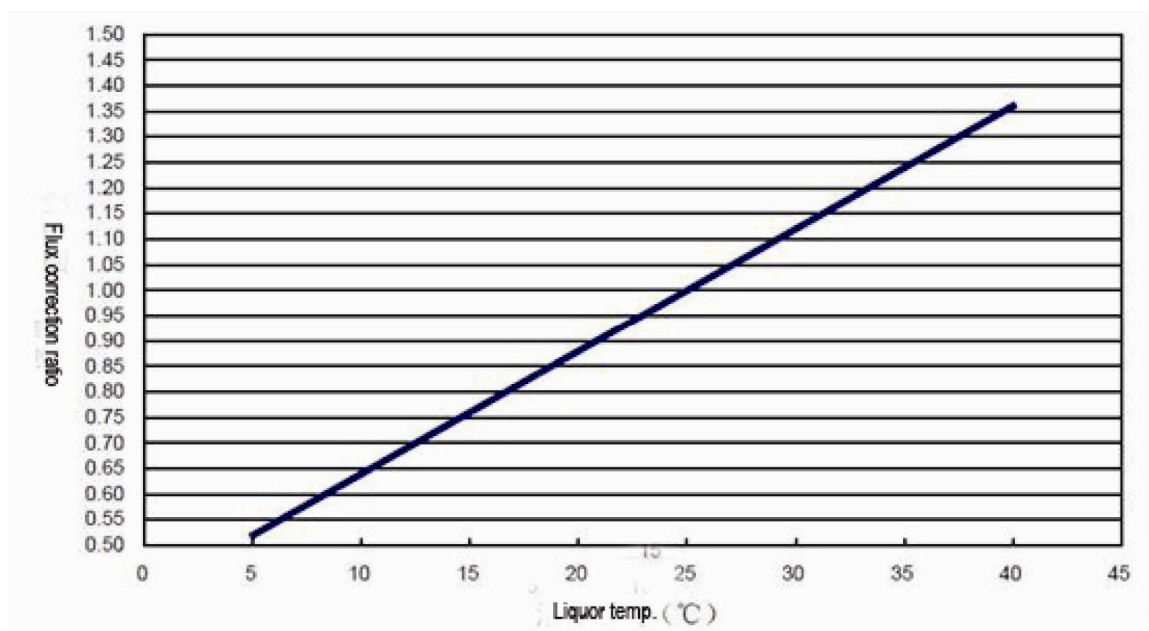
4-1 اصل انتخاب جهت طراحی مدول ممبران

- (1) اگر کیفیت آب ورودی مانند آب سطحی بوده و دمای آن 20 درجه سانتی گراد باشد .
- (2) شدت نفوذ می تواند مطابق با شکل 3-4 بر مبنای آب خام ، کیفیت آب یا نتیجه آزمایش تعیین شود .

4-2 ظرفیت ممبران از نظر آب و درجه حرارت آب

همان طوری که لزجت مایع با دما تغییر می کند ، در هر ممبران از مدول اولترا فیلتراسیون ، تحت هر فشار کاری ، اختلاف فشار ممبران هم برای جریان فیلتر شده یا تصفیه شده به طور قابل توجهی با دما تغییر می کند . شکل 4-1 مربوط به تغییر PUF با دما در اختلاف فشار برابر برای آب تصفیه شده در ممبران می باشد .

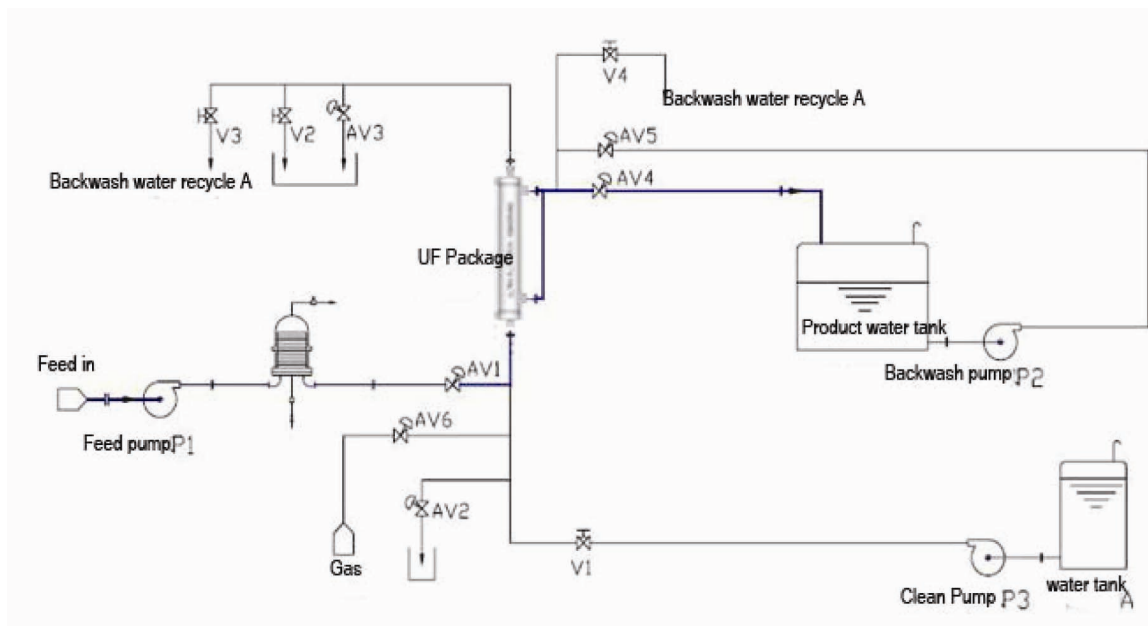
شکل 4-1 منحنی شدت نفوذ برای ممبران اولترا فیلتراسیون PUF به عنوان تابعی از دما



در این شکل ، در دمای مایع برابر با 25 درجه سانتی گراد بر روی خط مبنا ، ضریب تصحیح برابر با 1 می باشد . بر طبق دمای واقعی ضریب تصحیح از این جدول به دست می آید . حال شدت نفوذ برابر است با ضریب تصحیح شدت نفوذ استاندارد شده .

4-3 ضد شستشو کردن (anti-washing) و تمیز کردن اولترا فیلتراسیون

برای اطمینان از عملکرد پایدار و طولانی مدت سیستم اولترا فیلتراسیون ، استفاده از سیستم‌های ضد شستشو ، سیستم‌های شستشوی شیمیایی ، سیستم‌های تمیز کننده و سیستم‌های هوای فشرده ضروری می‌باشد . (به‌طور انتخابی)



4-3-1 سیستم ضد شستشو (anti-washing)

این سیستم شامل مخازن آب ضد شستشو ، پمپ‌های ضد شستشو و تجهیزات مربوط به تزریق هیپوکلریت سدیم می‌باشد .

4-3-1-1 تجهیزات مربوط به آب ضد شستشو

معمولا از آب تصفیه شده برای آب ضد شستشو در اولترا فیلتراسیون استفاده می‌شود .

4-3-1-2 پمپ‌های ضد شستشو

همان‌طور که در اولترا فیلتراسیون از فن‌آوری ضد شستشو بسیار استفاده می‌شود ، استفاده از یک دستگاه پمپ شستشوی معکوس نیز لازم می‌باشد . پارامترها چنین می‌باشند :

- 1) شدت جریان : شدت نفوذ جریان ضد شستشو در ممبران 50 الی 100 L/m².h است ، سپس با ضرب شدن در تعداد تجهیزات تک جزئی ، به شدت جریان ممبران تبدیل می شود .
- 2) ارتفاع آب رسانی پمپ : معمولا 20 تا 30 m H₂O
- 3) جنس مناسب جهت بخش هایی از پمپ که در مسیر جریان قرار دارند فولاد ضد زنگ است .

4-3-1-3 تجهیزات مربوط به تزریق هیپوکلریت سدیم

برای افزایش تأثیر عمل ضد شستشو کردن در تجهیزات اولترا فیلتراسیون و جلوگیری از عملکرد باکتری ها درون ممبران ، می توان هیپوکلریت سدیم اضافه نمود . لوازم مورد نیاز جهت تزریق هیپوکلریت سدیم عبارتند از :

- 1) لوازم اضافه شده
- 2) پمپ تزریق قابل تنظیم : تعیین شدت جریان در پمپ اندازه گیری مطابق با غلظت هیپوکلریت سدیم – 50 ppm ، فشار بیش از 0/3 Mpa

4-3-2 علم شیمی در جهت ارتقای سیستم شستشو (CEB)

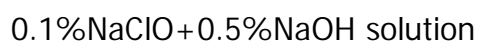
وقتی که سیستم روشن است ، برای آب خامی با کیفیت خاص یا نامرغوب جهت افزایش تأثیر فرآیند شستشو ، افزودن مواد شیمیایی توصیه می شود . CEB شامل لوازم پمپ و پمپ تزریق قابل تنظیم است .

4-3-2-1 در حالتی که اولترا فیلتراسیون دچار آلودگی با مواد غیر آلی شده باشد و نیاز باشد که تجهیزات مربوط به تزریق مواد شستشو شوند ، پیشنهاد می گردد که از محلول اسیدی استفاده شود .
برای تقویت شیمیایی فرآیند شستشو می توان از اسید استفاده کرد ، براساس کیفیت آب خام می توان اسید هیدروکلریک ، اسید اکسالیک یا اسید سیتریک و غیره را انتخاب نمود . برای تزریق اسید از لوازم زیر استفاده می شود :

- 1) لوازم اضافه شده
- 2) پمپ تزریق قابل تنظیم : شدت جریان پمپ تزریق را بر طبق غلظت اسید در آب تعیین کنید (محلول 5% اسید سیتریک ، محلول اسیدی یا محلول HCl) ، فشار بیش از 0/3 MPa .

4-3-2-2 لوازم مربوط به تزریق شستشو

برای جلوگیری از آلودگی ممبران اولترا فیلتراسیون به علت مواد آلی و فعالیت باکتری ها ، پیشنهاد می شود که غلظت معینی از محلول قلیایی افزوده گردد . غلظت پیشنهادی برای محلول قلیایی چنین است :



لوازم مربوط به تزریق مواد شیمیایی برای انجام عمل شستشو به قرار زیر هستند :

- (1) لوازم اضافه شده
- (2) پمپ تزریق قابل تنظیم : شدت جریان پمپ تزریق را بر طبق غلظت باز در آب تعیین کنید
($0.1\%NaClO + 0.5\%NaOH$) ، فشار بیش از $0/3$ MPa .

4-3-3 سیستم شستشوی شیمیایی

گاهی در مقایسه با شرایط اولیه ، فشار ممبران اولترا فیلتراسیون 1 بار افزایش پیدا می کند (در دمای یکسان) . اگر به وسیله عملیات ضد شستشو نتوان آن را به حالت اولیه برگرداند ، باید تجهیزات اولترا فیلتراسیون را شستشو نمود . سیستم شستشو دارای مخازن حاوی محلول شستشو ، آب و فیلتر تمیز می باشد .

4-3-3-1 مخازن حاوی محلول شستشو

از این مخزن برای آماده سازی مایع شستشو دهنده و ذخیره شده استفاده می شود . حجم آن بر طبق حجم مایع شستشو دهنده برای تجهیزات اولترا فیلتراسیون تک جزئی تعیین می شود ، که عبارت است از حجم آب در مدول ممبران موجود در نمودار 4-4 ، به علاوه حجم مایع در لوله های سیستم شستشو و درون فیلترها.

4-3-3-2 پمپ آب شستشو دهنده

- (1) شدت جریان : هر مدول ممبران (500 تا 2000 لیتر در ساعت) ، ضرب در تعداد تجهیزات تک جزئی .
- (2) حدود 20 متر آب .
- (3) جنس مناسب جهت بخش هایی از پمپ که در مسیر جریان قرار دارند فولاد ضدزنگ است .

4-3-3-3 فیلتر شستشو

توسط جریان شستشو دهنده و پمپ شده انتخاب می شود و جنس آن فولاد ضدزنگ است .

4-3-4 سیستم هوای فشرده

فن آوری تمیز کردن با استفاده از گاز می تواند تأثیر شستشوی آنتی اولترا فیلتراسیون را بهبود ببخشد . حجم گاز ورودی به سیستم تک جزئی 2 الی $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ می باشد . منبع تأمین گاز باید هوای فشرده عاری از روغن با حداکثر فشار ورودی کمتر از 1 بار باشد .

4-4 جدول مرتب برنامه ریزی شده برای تجهیزات اولترا فیلتراسیون

برای تجهیزات اولترا فیلتراسیون عملیات ضد شستشو (anti-washing) هر 30 تا 60 دقیقه یکبار انجام می شود ، به طور متعارف این کار به صورت خودکار انجام می شود . جدول 1-3 حاوی برنامه اجرایی ممبران اولترا فیلتراسیون PUF به صورت گام به گام می باشد .

Run	State	Run									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Step		Run	Bottom anti-washing	Top anti-washing	Gas washing	Are washed	Chemical strengthening of washing	Strengthen the wash water	Washing	CIP	Downtime
Valve state	The original pump P1	○				○			○		
	Anti-washing pump P2		○	○			○				
	Cleaning pump P3									○	
	Dosing pump						○				
	Inlet valves AV1	○				○			○		
	Anti-wash relief valve AV2		○				○				
	Anti-wash relief valve AV3			○	○	○	○		○		
	Production valve AV4	○									
	Anti-wash valve AV5		○	○			○				
	Intake valve AV6					○					
	Cleaning valve V1										○
		Concentrated water discharge valve V2	○	○	○	○	○	○	○	○	
Concentrated water return valve V3										○	
Production water return valve V4										○	
Time		15~60min	10~30S	10~30S	10~30S	10~20S	30~90S	5~15min	20~60S	1~3h	
Remark	1. The frequency of gas scrubbing is every 8 ~ 24 hours. chemicals to cleanse every 1~7 days. Determined in accordance with the actual water quality. 2. Concentrated water discharge valve using manual control valve, only opens in cross-flow run-time. 3. When there is no gas scrubbing or chemicals to cleanse, the program is running according to 1-2-3-5-10.										

Note: ①."○" means valve or pump in open state; ②. See Figure 3-2 UF run and anti-wash flow chart for the location of the valve

فصل 5 - به کار انداختن تجهیزات اولترا فیلتراسیون

5-1 خلاصه

در اولین بار راه‌اندازی ممبران ، توجه داشته باشید که در ابتدا آب تولید شده باید 60 درصد مقدار طراحی شده باشد . 24 ساعت بعد ، این مقدار را زیاد کنید تا به مقدار طراحی شده برسد . این عمل برای ثبات بیشتر شدت نفوذ در ممبران مفید می‌باشد . در اولین راه‌اندازی یا راه‌اندازی مجدد پس از گذشت مدت زمانی طولانی ، لازم است که عملیات شستشو انجام شود تا محلول محافظ خارج گردد .

راه‌اندازی اولیه باید به‌طور دستی انجام شود . وقتی که سرعت ، فشار و زمان تنظیم شد ، تجهیزات باید به‌صورت خودکار عمل کنند. سیستم PLC می‌تواند انجام عملیات سیستم را به‌طور مؤثری نمایش دهد . اگر شرایط بهره برداری دچار نقصان شود ، احتیاطاً باید تجهیزاتی جهت حفاظت در نظر گرفته شود . مراحل اساسی عبارتند از :

- (1) پمپ‌های آب را روشن کنید .
- (2) تجهیزات را با آب پر کنید و آب‌کشی نمایید .
- (3) پمپ ضد شستشو را روشن کنید .
- (4) فشار را در مرحله‌ی ضد شستشو (anti-laundering) را تنظیم و میزان کنید .
- (5) فشار ورودی را تنظیم و میزان کنید .
- (6) مدت زمان ضد شستشو (anti-wash) را میزان کنید .
- (7) مدت زمان شستشو با گاز را میزان کنید .
- (8) ترتیب عملیات ضد شستشو را در تجهیزات موازی میزان کنید .

5-1-1 بررسی مقادیر در مرحله‌ی قبل از راه‌اندازی

- (1) عملکرد صحیح سیستم پیش تصفیه اولترا فیلتراسیون ، لوله‌کشی‌های تمیز ، اولترا فیلتر نمودن آب با استفاده از تجهیزات طراحی شده
- (2) سیستم‌های تخلیه آماده شده باشند
- (3) عملکرد خوب ابزار دقیق
- (4) برنامه PLC اطلاعات ورودی داشته باشد
- (5) بررسی مسیر جریان سیستم کامل شده باشد

5-1-2 روشن کردن

قبل از روشن کردن بررسی کنید که :

- (1) تمام شیرآلات بسته باشند
- (2) تمام پمپها خاموش باشند

5-1-2-1 فلاش مدولهای UF را برحسب علامت شیرها و نمودار جریانی انجام دهید

- (1) شیر تخلیه AV3 مربوط به عمل شستشو را به سمت جلو باز کنید و آب تولید شده را با استفاده از شیر V4 برگردانید .
- (2) پمپهای آب را روشن کنید .
- (3) لوازم مربوط به شیر ورودی اولترا فیلتراسیون AV1 را تنظیم کنید ، فشار آب را پایین نگه دارید (کمتر از 1 بار)
- (4) عمل شستشو را تا زمانی که هیچ حبابی باقی نماند ادامه دهید ، سپس مرحله آماده سازی قبل از روشن کردن را خاتمه دهید .

5-1-2-2 روش راه اندازی

حداکثر ظرفیت آب ، تنش ، مدت زمان ضد شستشو (anti-washing) را بر حسب آب ورودی تعیین نمایید .

- 1- فشار آب اولترا فیلتراسیون در قسمت های UF ، از نظر اختلاف فشار در دو طرف ممبران باید کنترل شود تا میانگین آن کمتر از 2 بار باشد .
- 2- مراحل تنظیم شدت جریان و فشار به صورت زیر انجام شود :
 - (1) تنظیم آب شیر آب AV4 را باز کنید ؛
 - پمپ اصلی P1 را روشن کنید ؛
 - شیرهای ورودی AV1 را به آهستگی باز کنید ؛
 - شیرهای AV1 ورودی را تنظیم کرده ، آن چنان که مقدار شدت جریان آب به مقدار مورد نیاز برسد ؛
 - اگر آب غلیظ شده در همان زمان خارج شد ، باید شیر خروجی آب غلیظ شده V2 ، همزمان با آن تنظیم گردد .
 - (2) غلظت آب را تنظیم کنید (در حالت جریان متقاطع)
 - به آهستگی شیر آب غلیظ شده V2 را باز کنید ، مقدار خروجی را در حد مورد نیاز تنظیم کنید .
 - (3) تنظیم فشار ضد شستشو (anti-washing)
 - شیر مربوط به جریان آب غلیظ شده V2 را باز کنید ؛
 - پمپ ضد شستشو P2 را روشن کنید ؛
 - شیر ضد شستشو AV5 را به آهستگی باز کنید ؛

- شیر ضد شستشو AV5 را تنظیم کنید تا فشار کمتر از 2/5 بار شود .
- 4) تنظیم فشار گاز شستشو دهنده
- شیر آب غلیظ شده V2 را باز کنید ؛
- شیر تخلیه‌ی شستشو AV3 را به سمت جلو باز کنید ؛
- شیر ورودی AV6 را به آرامی باز کنید تا فشار ورودی 1 بار شود .

5-1-2-3 کنترل خودکار

- وقتی که فشار مربوط به همه جریان‌ها از طریق کنترل دستی تنظیم شد ، باید سیستم را خاموش کرد و دوباره با استفاده از کنترل خودکار روشن نمود .
- 1- همه کلیدهای فرمان را ببندید ، کنترل دستی را به کنترل خودکار تبدیل کنید ؛
 - 2- سیستم اولترا فیلتراسیون را روشن کنید ؛
 - 3- کلید حفاظت از فشار آب تولید شده را تنظیم کنید . وقتی که فشار زیادتر از مقدار مجاز شد ، شیر تخلیه شستشو به سمت جلو AV3 ، به طور خودکار روشن می شود .

5-2 دستورالعمل خاموش کردن

5-2-1 کنترل دستی

- 1- شیر تخلیه شستشو به سمت جلو AV3 را باز کنید ، به مدت 15 ثانیه عمل شستشو را انجام دهید ؛
- 2- به آرامی شیر آب ورودی AV1 را ببندید ؛
- 3- پمپ اصلی آب P1 را خاموش کنید .

5-2-2 کنترل خودکار

- در کنترل خودکار وقتی یکی از موارد زیر رخ دهد ، سیستم به صورت خودکار خاموش خواهد شد یا نمی تواند به طور خودکار عمل نماید ،
- 1- اگر پمپ‌های آب به خوبی کار نکنند ، یا کلید فرمان در حالت خودکار نباشد ؛
 - 2- فشار ورودی یا محصول خروجی برای آب بسیار زیاد باشد .

3-2-5 طولانی شدن مدت زمان خاموش بودن

- 1- چنانچه لازم باشد دستگاه به مدت 2 تا 3 روز خاموش باشد ، برای جلوگیری از ایجاد آلودگی باکتریایی ، می توان هر روز آن را به مدت 30 تا 60 دقیقه روشن نمود .
- 2- اگر لازم باشد سیستم در مدت زمان طولانی (بیش از 7 روز) خاموش باشد ، قبل از خاموش کردن دستگاه را در حالت ضد شستشوی گاز-مایع دستی قرار دهید ؛ محلول محافظ (محلول سدیم بی سولفیت 1٪) را وارد کنید ، سپس تمامی شیرهای ورودی و خروجی را ببندید . pH محلول محافظ را کنترل کنید ، اگر pH کمتر از 3 بود ، لازم است که محلول را تعویض نمایید .
- 3- وقتی که سیستم را پس از گذشت مدت زمان طولانی دوباره روشن می کنید ، باید سیستم را به صورت مداوم شستشو دهید تا هیچ حبابی در آب خروجی مشاهده نشود .
- 4- در طی مدت زمان خاموش بودن ، ممبران اولترا فیلتراسیون باید مرطوب نگه داشته شود . در غیراین صورت ، آسیبی برگشتناپذیر رخ خواهد داد .

توجه : لطفاً در هنگام خاموش بودن طولانی مدت ، مطمئن شوید که برق ورودی و خروجی جعبه کنترل الکتریکی قطع باشد .
اخطار : ممبران هالوفایر اولترا فیلتراسیون همیشه باید مرطوب باشد . چنانچه این ممبران خشک گردد ، دچار آسیبی غیر قابل برگشت می شود .

3-5 راهنمای بهره برداری

برای بهره برداری ایمن و پایدار از تجهیزات اولترا فیلتراسیون ، چهار وضعیت باید رعایت گردد - گزینه های مربوط به تکنولوژی مناسب ، کیفیت مناسب آب ، فاصله زمانی مناسب جهت شستشو و شستشوی شیمیایی به موقع . در صورت رعایت نشدن هر کدام از موارد فوق ، سیستم نمی تواند در زمان لازم به صورت پایدار آب را فیلتر کند .

1-3-5 کیفیت آب مورد نیاز

کیفیت آب مورد نیاز ورودی قبلاً توضیح داده شد ، کنترل چنین شاخص هایی باعث جلوگیری از آلودگی جدی ممبران می شود . در فرآیند فیلتراسیون آب ، آلودگی ممبران اغلب اتفاق می افتد . در این جا آلودگی به معنی ذرات ، ذرات کلوئیدی ، مواد آلی و میکروارگانیسرها ، مانند مولکول های محلول می باشد که با ممبران به صورت فیزیکی ، شیمیایی یا مکانیکی فعل و انفعال انجام می دهد و این امر باعث سوراخ شدن یا ایجاد کشش سطحی در ممبران می شود . رسوب تشکیل شده بر روی سطح ممبران سوراخ های کوچکی ایجاد می کند یا باعث انسداد منافذ آن گردیده که این امر منجر به کاهش حجم یا ظرفیت جداسازی آب می شود .

1-3-1-1 آلودگی ممبران

آلودگی ممبران به دو بخش آلودگی سطحی ممبران و چسبندگی منافذ داخلی الیاف تقسیم می‌شود. آلودگی سطحی ممبران به‌طور کلی از دو لایه تشکیل شده است، لایه‌ی فوقانی، لایه‌ی سست بوده و از ذرات بزرگ‌تر تشکیل می‌شود، لایه‌ی نزدیک به سطح ممبران از لایه‌ی ژلاتینی با ذرات کوچک تشکیل شده است. در شرایط عادی، لایه‌ی سست، ضربه‌ی بزرگی به عملکرد ممبران وارد نمی‌آورد و بر اثر تنش برشی جریان، شسته می‌شود. لایه‌ی زیرین که بر روی سطح ممبران قرار دارد ضربه بزرگ‌تری به عملکرد وارد می‌کند. به‌علت وجود لایه‌ی آلاینده، تعداد زیادی از منافذ موجود در پوسته پر می‌شوند، و در اثر واکنش ذرات ریز موجود در لایه بر روی این ناخالصی‌ها، کیک‌ی ژلاتین مانند تولید می‌شود که مقاومت آب را افزایش می‌دهد. انسداد منافذ پوسته به این معنی است که ذرات ریز داخل منافذ پوسته قرار می‌گیرند یا ناخالصی‌های آلی، مانند تشکیل شدن رسوب، جذب جداره‌ی داخلی پوسته می‌شوند. این پدیده برگشت ناپذیر است.

2-3-1-1 آلوده کننده

- آلاینده‌ها توسط مورد مصرف مایعات متمایز می‌شوند. آنها به‌طور تقریبی به چندین نوع زیر تقسیم می‌شوند،
- 1- آلودگی کلوئیدی، این مورد اساساً در آب‌های سطحی وجود دارد. مقادیر زیادی از جامدات معلق مانند گل و لای، لجن، همچون کلوئیدها در آب پخش می‌شوند که خطر بزرگی برای ممبران محسوب می‌شوند. در طی عمل فیلتراسیون، مقادیر زیادی از کلوئیدها توسط ممبران نگه‌داشته می‌شوند و با تبدیلی برگشت ناپذیر، لایه‌ی ژلاتینی یا حتی بلوکی در مجاری آب ایجاد می‌کنند. از طرف دیگر، آهن، منگنز و منعقدکننده‌های کلوئیدی بر پایه‌ی آهن و آلومینیوم نیز می‌توانند لایه‌ی ژلاتینی بر روی سطح ممبران تولید کنند.
 - 2- آلودگی ناشی از مواد آلی، برخی از آنها به‌علت ورود مواد مصنوعی ایجاد می‌شوند، مانند کاهنده‌های کشش سطحی در مایعات (surfactant)، عوامل پاک‌کننده و منعقدکننده‌های سنگین پلیمری؛ برخی در آب‌های طبیعی وجود دارند، مانند اسید هومیک، اسید تانیک و غیره. این مواد می‌توانند بر روی سطح جذب شوند و عملکرد آن را مختل نمایند.
 - 3- آلودگی‌های میکروبی، این مورد برای عملکرد طولانی مدت یک عامل خطر ساز محسوب می‌شود. برخی از موادی که از سطح ممبران ساطع می‌شوند می‌توانند برای باکتری‌ها غذا باشند و سرعت تکثیر آنها را زیاد کنند. باکتری زنده و پس‌مانده‌های آنها می‌توانند به ممبران بچسبند، با رسوبات دیگر ترکیب شوند، و لایه‌ی پیچیده را ایجاد نمایند. این امر بر روی مقدار ظرفیت ممبران تراوا تأثیر گذاشته و آسیبی برگشت‌ناپذیر برجا می‌گذارد.

5-3-2 شدت نفوذ

5-3-2-1 شدت جریان آب تولید شده

مقدار نفوذ و تصفیه آب مطابق با کیفیت آب ورودی می باشد . زیرا ممبران برای مانع شدن از عبور مواد مختلف ، دارای ظرفیت محدودی است . وجود بار بیش از اندازه سبب کاهش شدت نفوذ در ممبران می شود .

5-3-2-2 شدت جریان ضد شستشو (anti-wash)

هرچه شدت جریان ضد شستشو بیشتر باشد ، نتیجه‌ی بهتری حاصل می گردد . اما شدت جریان زیاد ضد شستشو در جداره داخلی ممبران هالوفایبر ، باعث زیاد شدن فشار آب می شود که خود سبب بروز تغییر شکل و شکستگی می گردد . بنابراین شدت جریان ضد شستشو توسط فشار آب کنترل می شود . نرخ اولترا فیلتراسیون برای آب ضد شستشو 50 تا 100 L/m².h و فشار آب ضد شستشو باید در حد 2 تا 3 بار باشد .

5-3-2-3 گاز ورودی

عملیات ضد شستشو با آب و گاز در PUF برای قدرت بخشیدن به تأثیر شستشوی ناگهانی و با شدت (flushing) و نیز صرفه جویی در مصرف آب در عمل ضد شستشو انجام می شود . گازهای متراکم باعث می شوند که آب درون الیاف مرتعش ، که سبب آلودگی سطحی الیاف ممبران می شوند توسط آب با شدت خارج گردند . اما زیاد بودن شدت جریان هوا باعث شکسته شدن الیاف ممبران می شود . مقدار گاز ورودی در مدول ممبران 2 تا 10 Nm³/h و فشار گاز ورودی باید 1 بار باشد و نباید بیش از 2 بار گردد .

5-3-3 زمان ضد شستشوی داخلی

PUF معمولاً به صورت ظرفیت کامل عمل فیلتراسیون را انجام می دهد . جهت اطمینان از این که شدت نفوذ ممبران دچار افت فراوان نشود ، در PUF از فن آوری شستشوی دوره‌ای استفاده می گردد . این تناوب از طریق نوع و مقدار ناخالصی در آب ورودی تعیین می شود . عموماً این امر نیازمند رفع اشکال و تنظیم در طی انجام عملیات بوده ، و 15 تا 60 دقیقه طول می کشد .

5-3-4 فشار بهره برداری

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| 1- فشار غشای تراوا | 2 بار در بیشترین حالت |
| 2- فشار آب ورودی PUF | 4 بار در بیشترین حالت |
| 3- فشار ضد شستشو | بخش 5-3-2-2 را ببینید ، کمتر از 3 بار |

4- فشار آب و گاز ورودی در عملیات ضد شستشو بخش 2-2-3-5 را ببینید ، 1 بار ، نه بیش تر از 2/5 بار

5-3-5 دمای آب ورودی

نسبت آشکاری بین تولید شدت نفوذ و دمای آب وجود دارد . فرمول تبدیل 2-4 را ببینید .

5-3-6 ثبت اطلاعات عملیاتی

اساساً ، تجهیزات اولترا فیلتراسیون نیاز به هیچ گونه نگهداری ندارد . عامل مهم در این جا پارامترهای عملیاتی مناسب می باشند . ثبت اطلاعات عملیاتی لازم برای نمایش وضعیت اجرا و پیدا کردن مشکل ، مفید است . لازم است که در هر دو ساعت پارامترهای زیر ثبت شوند .

- دمای آب (درجه سانتی گراد)
- فشار آب (بار)
- فشار آب تولید شده (بار)
- شدت جریان آب تولید شده (m³/hr)
- شدت جریان آب غلیظ شده خروجی (m³/hr) (در حالت فیلتراسیون با جریان متقاطع) پیشنهاد می شود که پارامترهای زیر هر هفته اندازه گیری شوند ،
- COD ورودی (mg/L)
- COD آب تولید شده (mg/L)
- کدورت آب
- پارامترهای دیگر از نظر کدورت میانی آب ، مانند SDI ، بر طبق نیازمندی های عملیاتی مقدار تکرار آزمایش ها را تعیین می کنند . درجه آلودگی مدول را از طریق نمایش شدت نفوذ و افت فشار متناظر آن تخمین بزنید . شدت جریان در واحد فشار برابر است با تولید استاندارد شده آب با تبدیل (25 درجه سانتی گراد) تقسیم بر فشار غشای تراوا (TMP) . با قرار دادن تعداد روزها بر روی محور طول ها و ضریب فشار آب تصفیه شده بر روی محور عرض ها ، نمودار مربوط را رسم کنید . اگر منحنی افقی در حدود 20٪ از مقدار اولیه را نشان داد ، لازم است که پارامترهای عملیاتی را تنظیم نمایید . باید مدول ممبران اولترا فیلتراسیون PUF را با ماده ای مناسب شستشو داد .

5-4 فرآیند کنترلی تجهیزات اولترا فیلتراسیون PUF

5-4-1 خلاصه

به علت استفاده مکرر از روش ضد شستشو ، مدول ممبران اولترا فیلتراسیون PUF معمولاً به دو صورت دستی و خودکار عمل می کند . سه حالت برای اجرا وجود دارد ، حالت فعال شده ، حالت کار کردن و حالت فلاش (شستشوی سریع) .

1- حالت فعال

در این حالت ، تمامی شیرها بسته هستند .

2- حالت کار کردن

لوازم اولترا فیلتراسیون ، تولید آب را به طور منظم انجام می دهند .

3- حالت فلاش

پمپ ضد شستشو در اولترا فیلتراسیون روشن می شود و شیرهای مربوطه در مدت زمان معین برای مدت مشخصی جهت فلاش ممبران اولترا فیلتراسیون در دو طرف باز می شوند تا افت ایجاد شده در شدت نفوذ در اثر آلودگی جبران شود . وقتی که چند دستگاه اولترا فیلتراسیون به طور موازی کار می کنند ، جهت اطمینان از پایداری تولید آب در سیستم بیرونی ، برای هر کدام از آن ها دوره ی زمانی معین و متفاوتی باید در نظر گرفت .

5-4-1-1 کنترل دستی

روشن کردن دستگاه ، خاموش کردن و شستشوی آن توسط بهره بردار کاملاً به طور دستی انجام می شود .

5-4-1-2 کنترل خودکار

عملکرد کنترل خودکار توسط PLC انجام می شود . وقتی که دستگاه فقط به برق متصل است ، باید در حالت فعال قرار داشته باشد . وقتی که برق قطع است ، پمپ تأمین کننده ی آب و پمپ تزریق خاموش هستند و تمامی شیرآلات بسته می باشند . وقتی که جریان برق بار دیگر برقرار گردد ، دستگاه باید دوباره در وضعیت فعال باشد .

5-4-1-3 شرایط بسته شدن تجهیزات

- 1- محل یا جایگاهی برای نصب کنترل از راه دور PLC ضروری است ؛
- 2- پمپ تأمین کننده ی آب نادرست عمل کند یا کلید فرمان حالت "خودکار" نداشته باشد ؛

- 3- شیر کنترل نادرست عمل کند یا کلید فرمان حالت "خودکار" نداشته باشد ؛
- 4- فشار آب ورودی بیش از اندازه زیاد باشد ؛
- 5- فشار متقابل تولید آب بیش از اندازه زیاد باشد ؛

2-4-5 لوازم قفل کردن یا هشدار دادن

نقطه هدف برای هشدار درون حوزه‌ی ابزار دقیق تعریف می‌شود . سیگنال فرمان دهنده و صادر شده از ابزار اندازه‌گیرنده یا 4 تا 20 ma ، به PLC ارسال می‌شود . PLC علامت هشدار دهنده ایجاد کرده و سیستم را قفل می‌کند .

مراحل قفل شدن دستگاه اولترا فیلتراسیون PUF		
1	نقطه هدف در دستگاه اولترا فیلتراسیون	فشار آب ورودی بسیار زیاد باشد
	تنظیمات	فشار آب ورودی در حالت عادی + 1 بار
	مفاد مراحل قفل شدن	هشدار دهنده فعال باشد ، دستگاه در وضعیت "فعال" باشد
	تأخیر در مراحل قفل شدن	عملکرد هشدار دهنده 3 ثانیه تأخیر داشته باشد ، 10 ثانیه بعد دستگاه در وضعیت "فعال" باشد
2	نقطه هدف در دستگاه اولترا فیلتراسیون	فشار آب خروجی بسیار زیاد باشد
	تنظیمات	فشار آب خروجی در حالت عادی + 0/5 بار
	مفاد مراحل قفل شدن	هشدار دهنده فعال باشد ، دستگاه در وضعیت "فعال" باشد
	تأخیر در مراحل قفل شدن	عملکرد هشدار دهنده 3 ثانیه تأخیر داشته باشد ، 10 ثانیه بعد دستگاه در وضعیت "فعال" باشد
3	نقطه هدف در دستگاه اولترا فیلتراسیون	پایین بودن سطح سدیم هیدروکلریت در بسته‌های افزوده شده
	تنظیمات	حداقل فاصله از کف مخزن 7 سانتی‌متر است
	مفاد مراحل قفل شدن	هشدار دهنده‌ها ، پمپ تزریق را خاموش می‌کنند . بهره‌بردار سدیم هیدروکلریت را به بسته‌های افزوده‌شده ، اضافه می‌کند
	تأخیر در مراحل قفل شدن	دستگاه اولترا فیلتراسیون در وضعیت "کار کردن" باشد