



نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر، ماه ۱۳۸۳

ارائه روش موثر جهت بازیابی و جلوگیری از دور ریز بستر فیلترهای شنی

جمال الدین حویزی^۱، ابوالحسن آتش پنجه، ناهید نعمانی^۲

۱. شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی

۲. تحقیق و توسعه پتروشیمی رازی

J.Hoveizi@npc-rt.i

چکیده

برای جلوگیری از گرفتگی غشاهای اسمز معکوس لازم است تا کلیه عوامل آلی، کلوییدی و بیولوژیکی از آب خام ورودی به غشاهای RO حذف گردند. فیلتراسیون کلیدی ترین بخش سیستم پیش تصفیه است. پدیدهایی مثل تشکیل کلوخه سبب کاهش راندمان فیلتر می شود. کلوخه ها در داخل فیلتر در زمانی تشکیل می شود که ذرات معلق به بستر فیلتر چسبیده و به طرز حجیم رشد کنند هر چه کلوخه ها بزرگتر و سنگین تر شوند در ته بستر تشکیل ناحیه های غیر قابل عبور می دهند. ایجاد این نواحی سبب کوتاه شدن زمان عملکرد فیلتر، افزایش سرعت موثر فیلتراسیون، نفوذ کدورت و دورریز بستر می گردد نزدیک به ۲ سال بود که پدیده دورریز شدن ذرات بستر در حین عملیات بکواش مشکلات جدی را در فرایند تولید آب صنعتی مجتمع پتروشیمی رازی ایجاد نمود. در این پروژه عوامل اختلال در فرایند فیلتراسیون شناسایی شد و ضمن ارائه راه حل کاربردی، مراحل اجرایی با موفقیت در سایت اجرا گردید.

کلمات کلیدی: فیلتر، اسمز معکوس، تصفیه آب، کلوخه، گرفتگی

مقدمه

واحد تصفیه آب صنعتی به روش فرایند اسمز معکوس در مجتمع پتروشیمی رازی عهده دار تامین آب فرایندی مورد نیاز سایر واحدهای تولیدی می باشد روش تولید بر مبنای فرایند اسمز معکوس و با استفاده از تکنولوژی غشایی است. آب خام مورد نیاز از رودخانه کارون تامین میگردد که در یک کلاریفایر به ظرفیت ۶۲۰ متر مکعب در ساعت فرایند انعقاد و ته نشینی انجام می گیرد متعاقباً سه عدد فیلتر شنی هر یک به ظرفیت ۲۰۰ متر مکعب در ساعت ذرات معلق را حذف می نمایند .

کلوخه در فیلترهای شنی معمولاً توسط رسوبات کلسیمی Calcium Scale , باقیمانده مواد آلی Organic debris , پاک کنندهها Detergents , روغن ها Oils و ضایعات ناشی از شستشو تشکیل می گردد. گرفتگی بستر Media fouling و تشکیل کلوخه Mudball Formation بدلائل زیادی اتفاق می افتد مهمترین عوامل (۱) کافی نبودن سرعت بکواش (۲) توزیع ناجور جریان بکواش (۳) ناکارآ بودن شستشوی سطحی (۴) نامناسب بودن دوز مواد شیمیایی و ضعیف بودن اجرای پروسس کلاریفایر که غالباً منجر به Floc Carry Over و نهایتاً گرفتگی بستر می گردد .

اگر در کلاریفایر ذرات منعقد شده زمان کافی و شرایط مناسب برای ته نشینی نداشته باشند این فلوکهای شناور به همراه آب خروجی از کلاریفایر به سند فیلترها وارد می شوند. دلیل راه یابی بیش از حد فلوکها به سند فیلتر را می توان به موارد زیر نسبت داد :

۱- فلوکهای تشکیل شده آنقدر کوچکند که فرصت کافی برای ته نشینی ندارند. در نتیجه از کلاریفایر به مرحله بعدی نشت می کنند. ۲- بالا بودن فشار آب خام ورودی به کلاریفایر ۳- وجود حبابهای هوا در آب خام ورودی ۴ - عدم وجود سیستم مانیتورینگ جهت کنترل PH در ناحیه مرکزی کلاریفایر و عدم وجود کنترل ولو برای تزریق مواد منعقد کننده ۵ - عدم تخلیه به موقع لجن (Sludge).

روش کار

در زیر بستر فیلترهای شنی , سنگریزه یا Gravel با قطر حدود ۴-۸ mm قرار گرفته است. وظیفه این گراولها جلوگیری از خروج شن از زیر بستر, جلوگیری از گرفتگی و پلاگ شدن نازلها و مهمترین وظیفه گراولها توزیع آب بکواش و هوا از کف بستر به بالا می باشد. با فرض اینکه قسمتی از فضای خالی بین گراولها به علت فرایند رسوب گذاری ناشی از فرار فلوکها از کلاریفایر مسدود شده باشد. در نتیجه آب بکواش یا هوای تزریقی از دمنده (Blower) از قسمتهایی که تجمع رسوب وجود ندارد و یا هنوز به صورت توده های کلوخه در نیامده است با فشار بیشتر و بصورت غیر یکنواخت و نامتقارن توزیع شود. بطوریکه سبب می شود که آب یا هوا (و یا هر دو با هم) در نقاطی بیش از سرعت مجاز جریان یابند. در این حالت آب و هوا با فشار, بستر را بصورت نا همگن متلاطم کرده و چون در در بعضی از نقاط سرعت بیش از میزان طراحی شده است شن ها را به بیرون پرتاب کرده و در نقاطی پدیده Channeling اتفاق می افتد. که در این حالت جریان آب بکواش بصورت فواره ای و با شتاب شن ها را به بیرون پرتاب می کند. به دلیل مسدود شدن قسمتهایی از بستر توسط رسوبات و کلوخه در طی مدت بکواش این نواحی تمیز نمی گردد و به مرور رسوبات

تبدیل به کلوخه و کلوخه ها نیز مجال رشد و سخت شدن را پیدا خواهند کرد. و در نهایت قسمتهای وسیعی از بستر تبدیل به توده های سخت و غیر قابل نفوذ میگردد. از طرفی پس از پلاگ شدن بستر فشار آب و هوایی که از زیر گراولها به بالا جریان می یابد سبب بهم خوردن نظم لایه گراولها شده و زمینه را برای نشست دانه های ریز شن به محفظه نازلها مهیا می کند که باعث بسته شدن منافذ نازلها و یا فرار دانه های ریز بستر از طریق این منافذ به بیرون شود.

عمق بستر های شنی در حدود ۷۰۰-۶۰۰ میلیمتر و اندازه موثر ۰/۵۵ - ۰/۴۵ میلیمتر توصیه شده است. جنس شن در فیلتر های روباز ثقلی مجتمع پتروشیمی رازی از نوع Sand NES 0.95 است که اندازه موثر ۰/۹۵ میلیمتر میباشد. مشاهده می شود که عمق بستر ۱۱۰۰ میلیمتر بوده که هم اندازه موثر و هم عمق بستر از اندازه های توصیه شده بیشتر می باشد. می توان گفت که بزرگ گرفتن اندازه موثر افت فشار را کمتر و احتیاج به شستشوی معکوس کاهش می یابد و باعث صرفه جویی در میزان آب مصرفی بکواش شده و از طرفی فیلتر مدت بیشتری در سرویس خواهد بود. ولی ذرات بخوبی فیلتر نشده و وارد مرحله بعد می شوند با توجه به اینکه پس از فیلتر های شنی روباز دو مرحله فیلتراسیون وجود دارد لذا این مسئله مشکل چندانی ایجاد نخواهد کرد از طرفی ارتفاع بستر فیلتر های روباز واحد اسمز معکوس (۱۱۰۰ میلیمتر) بیش از حد توصیه شده (۷۰۰ - ۶۰۰ میلیمتر) می باشد. که طراح با بالا بردن ارتفاع بستر مشکل بزرگ بودن اندازه موثر ذرات شن و بالا رفتن کدورت آب فیلتر شده را حل نموده است. (هر چه عمق بستر بیشتر باشد مواد معلق بیشتری جذب بستر می شوند).

بررسی (Poresize) لایه گراول فیلترهای شنی ثقلی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی

همانطور که ذکر شد. یکی از وظایف لایه Packing یا گراولهای کف بستر جلوگیری از خروج ذرات تشکیل دهنده بستر می باشد. اگر فاصله بین گراولها (اندازه منفذ یا Poresize) بیش از حد باشد سبب میگردد که ذرات بستر به این منافذ راه پیدا کرده و دو مشکل را ایجاد نماید :

۱- اگر فضای خالی بین گراولها خیلی بزرگ باشد ذرات بستر از فضای بین گراولها عبور می کنند که یا از نازلها به خارج از محیط فیلتر دورریز و یا باعث مسدود شدن منافذ نازلها می شوند.

۲- اگر این فضا آنچنان باشد که ذرات بستر را فقط به تله بیندازد در این حالت اندازه منفذ واقعی بعلت قرارگرفتن دانه های بستر در بین پکینگها کاهش یافته و امکان تجمع رسوب در بین آنها موجب مسدود شدن (Clog) این فضا میگردد. که در نتیجه باعث می شود لایه پکینگ پلاگ و افت فشار ایجاد نماید. و بدلیل مسدود شدن این لایه توزیع جریان هوا و آب بکواش از پایین به بالا بهم خورده و پدیده فواره ای شدن Channeling و فرار شن را سبب میگردد که در نهایت باعث بهم خوردن نظم لایه های بالایی بستر خواهد شد. بهترین حالت زمانی است که ذرات بستر اجازه عبور و نشست به لایه گراول را پیدا نکنند.

محاسبه اندازه (منفذ Poresize) لایه گراول بستر فیلترهای شنی واحد RO پتروشیمی رازی

$$\text{Gravel Size (grain size)} = 4 - 8 \text{ mm or } R = 4 - 8 \text{ mm}$$

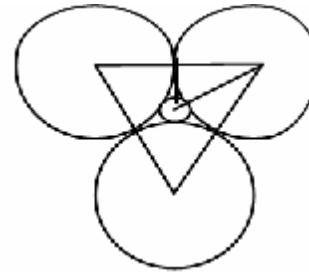
$$\text{Sand Size} = 0.95 \text{ mm}$$

$$\cos(30) = R / (R + r)$$

$$r = 0.154 R$$

$$\text{Then : } 0.154 * 4 = 0.616 \text{ mm}$$

$$\text{Poresize} = 2r = 0.616 * 2 = 1.232 \text{ mm}$$



مقایسه اندازه منفذ با اندازه دانه های شن

مشاهده می شود که $\text{Poresize} = 1.232$ در مقایسه با اندازه ذرات Sand که برابر با 0.95 mm است زیاد بزرگ نبوده و امکان نشت ذرات شن از درین وجود ندارد. مگر ذرات شن بسیار کوچک شن (کوچکتر از 0.95 mm). اما فضای کوچک Pore size در لایه پکینگ فیلترهای شنی ثقلی واحد RO مجتمع پتروشیمی رازی دلیل بر آن است که این فضا سرعت مسدود Clog خواهد شد و لذا می بایست سیستم بکواش و پیش تصفیه خیلی خوب کار کند. و عملیات بکواش به موقع و طبق دستور سازنده انجام شود. از طرفی بعلت کوچک بودن گراولها (لایه پکینگ) چنانچه تعدادی از این خلل و فرجها مسدود شوند این انتظار میرود که توزیع نا همگن آب سبب شود نظم لایه پکینگها بهم خورده و شنهای بستر جای آنرا بگیرد. با توجه به عمق کم لایه پکینگ (50 mm) این احتمال وجود دارد که نظم این لایه در اثر افزایش موضعی فشار هوا و آب بکواش در مکانهایی که هنوز مسدود نشده اند سرعت بهم خورده و با لایه بستر تداخل پیدا کند. آنچه که در لایه پکینگ فیلترهای شنی ثقلی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی قابل تامل است. کوچک بودن اندازه منفذ آنهاست چرا که این امر نشان می دهد این فیلترها نسبت به کدورت بالا حساس بوده و سریع Clog می شوند. لذا تشخیص دقیق زمان بکواش و رعایت سرعت و زمان بکواش بسیار مهم است. بطوریکه با بالا رفتن میزان کدورت اپراتور عملیات بکواش را شروع کرده تا تمام فیلتر تمیز گردد.

بحث ضریب یکنواختی UC (Uniformity Coefficient) و اندازه موثر ES (Effective)

Size) بستر فیلترهای ثقلی واحد RO پتروشیمی رازی

بسترهای شنی بر مبنای اندازه (Grain size) و ضریب یکنواختی (Uniformity Coefficient) انتخاب می شوند. انتخاب نوع و اندازه دانه های بستر یک صافی بستگی به درجه تصفیه، عمر مفید و مطلوب دانه ها و پیروید مناسب برای شستشو فیلتر خواهد داشت زیرا هر یک از این عوامل در کمیت کار صافی موثر خواهد بود.

ضریب یکنواختی UC در واقع ضریب بدون بعدی است که از نسبت اندازه منافذ غربالی بدست می آید که ۶۰ درصد دانه ها را از خود عبور می دهد. اندازه موثر ES بیانگر کوچکترین اندازه دانه هاست یا بعبارت دیگر ES

نشان می دهد که فقط ۱۰ درصد دانه ها از ES کوچکتر هستند و ۹۰ درصد دانه ها بزرگتر می باشند. نکته مهم اینکه که اگر بستر دورریز شود بر روی ES و UC تاثیر خواهد داشت.

پس از رسم داده های بدست آمده توسط مش بندی و رسم نمودار Cumulative Mass Percent Passing نسبت به Sieve Size (mm) می توان با استفاده از روابط زیر ضریب یکنواختی UC را بدست آورد:

$$Effective\ Size = ES = P10$$

$$Uniformity\ Coefficient = UC = P60 / P10$$

اگر مقدار UC حدود و یا کوچکتر از ۱/۶ بود مش بندی مناسب است اما اگر UC بزرگتر از ۱/۶ بود باید مش بندی اصلاح گردد.

مدلهای پیشنهادی در این مورد

- بزرگ کردن اندازه موثر ES

ذرات کوچکتر را پس از غربال دور ریخت تا P10 بزرگتر و به P60 نزدیکتر شود بعبارتی ذرات کوچکتر از P10 را دور ریخته و سایز P10 را در حدودی تنظیم کنیم تا UC به ۱/۶ یا زیر آن برسد برای این کار می توانیم از رابطه زیر P10 یا همان اندازه موثر ES مناسب را بدست آورد:

$$P_{10} = 1.6 (P_{60})$$

در نتیجه این کار مقادیر زیادی از شنهای کوچک دور ریز میگردد. (بهترین روش در مواردی که سرعت بکواش بهینه نیست و مشکل دور ریز دانه ها در حین عمل بکواش وجود دارد با این روش اندازه موثر دانه ها بزرگتر شده و بدلیل سنگین تر شدن دانه ها احتمال دورریز ذرات کمتر میگردد).

- کوچک کردن P60

به این ترتیب که مقادیری از شنهای بالای غربال P60 را دور میریزیم تا کمتر از ۴۰ درصد بالای غربال بماند آنگاه یک مش کوچکتر را پیدا می کنیم تا بتواند ۶۰ درصد را عبور و ۴۰ درصد را بعد از غربال نگه دارد. تا P60 مناسب و جدید بدست آید. (این روش بدلیل اینکه باعث کوچک شدن اندازه موثر ES شود ممکن سبب بالا رفتن افت فشار در فیلتر و گرفتگی زود هنگام در فیلتر شود از طرفی بدلیل ریز بودن ذرات امکان خروج ذرات در طول بکواش وجود دارد).

- تغییر همزمان اندازه موثر ES و P60

تا دامنه اندازه بین ذرات به حدود یا زیر ۱/۶ برسد.

نکته مهم اینکه در فیلترهایی که مشکل دورریز بستر وجود دارد بهتر است که شنهای بزرگ را پس از غربال جدا کرده و P60 را کوچکتر کنیم سپس شنهای بزرگ جدا شده (Over size) را روی بستر فیلتر قرار می دهیم البته P10 را هم کمی بزرگتر کرده و شنهای کوچک را یا دور ریخته و یا در لایه های زیر و وسط به کار برد.

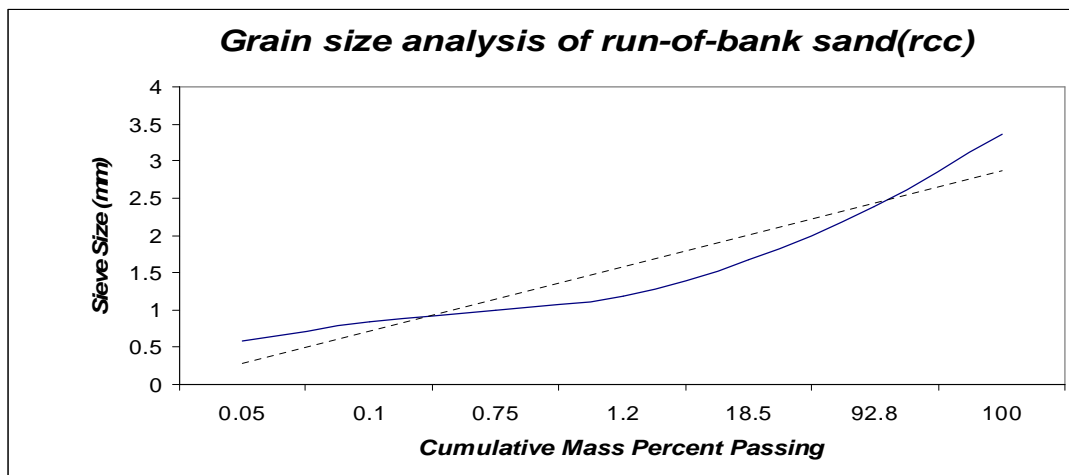
برای بسترهای مستعمل بدلیل اصطکاک در طول فیلتراسیون و بکواش ذرات به مرور زمان کوچکتر می شوند و لذا ES کوچکتر میگردد. لذا منطقی به نظر میرسد که از روش اول یعنی بزرگ کردن ES برای رسیدن به UC مطلوب استفاده گردد.

ذرات ماسه بستر فیلتر های شنی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی به دانه هایی با پوشش سفید رنگ تبدیل شده اند که حجم دانه های ماسه به مراتب از دادهای اولیه طراحی بزرگتر می باشند. اندازه موثر و ضریب یکنواختی بستر فیلتر های شنی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی را بدست آورده سپس با مقادیر استاندارد مقایسه شدند. برای این کار از قسمتهای مختلف بستر (بالا پایین وسط و گوشه ها) جمعایش نمونه شن جمع آوری شد و آنها را به نمونه های ۱۰۰۰ گرمی تقسیم کرده و با مش های مختلف آنها را از غربال عبور داده شد. وزن نمونه های عبوری از غربال را یادداشت و شماره سائز غربال را در مقابل آن نوشته، دو نمونه بسیار حایز اهمیت است ۱- نمونه ای که ۱۰ درصد ذرات شن از آن عبور کرده اند و ۲- نمونه ای که ۶۰ درصد را عبور داده است. پس از آن ضریب یکنواختی را بدست آورده و با مقادیر استاندارد مقاسه می شود.

جدول ۱- آنالیز شن های موجود در فیلترهای شنی ثقلی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی با استفاده از

U.S. Standard Sieve Series

Sieve designation number	Size of Opening (mm)	Analysis of stock sand (Cumulative % passing)	Sieve designation number	Size of Opening (mm)	Analysis of stock sand (Cumulative % passing)
6	3.36	100	16	1.19	1.2
8	2.38	92.8	18	1.00	0.75
12	1.68	18.5	20	0.84	0.1



نمودار ۱ - نتایج حاصل از آنالیز شن های مستعمل فیلتر های شنی ثقلی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی

محاسبه مقادیر ES و UC برای شنهای مستعمل

با استفاده از نمودار فوق مقدار $ES = 1.5 \text{ mm}$ تخمین زده میشود که بمراتب از مشخصات طراحی $ES = 0.95 \text{ mm}$ بزرگتر است. از این لحاظ بدست آوردن UC در اینجا مفهومی ندارد زیرا بدلیل تشکیل پوسته رسوبات بر روی سطح شن اندازه واقعی قابل تشخیص نیست. همانطور که ملاحظه میگردد بیش از ۸۰ درصد ذرات از $1/5 \text{ mm}$ بزرگتر هستند در حالیکه استاندارد شنهای اولیه دارای $\text{Grain size} = 0.95 \text{ mm}$ می باشد. اینکه اندازه شنها در طول زمان افزایش یافته است کمی تعجب آور بود زیرا قاعدتا پس از سالها استفاده و در سرویس بودن بی وقفه انتظار میرفت که در اثر جریان آب و بکواش و اصطکاک مستمر ذرات ساییده و یا خرد شده و در نتیجه ES کوچکتر شده باشد در حالیکه ذرات شن رشد کرده بودند از طرفی کلوخه های حجیمی در بستر بخصوص در ناحیه تحتانی بستر فیلتر شکل گرفته که مانع عبور جریان آب شده است. برای شناسایی لایه ای که ذرات شن را پوشش (Coat) داده است آزمایشات تدوین و اجرا گردید. که اولین قدم آنالیز رسوبات می باشد طبق آنالیز بعمل آمده ۷۶/۶ درصد از رسوبات را کربنات کلسیم تشکیل میداد.

جدول ۲- نتایج آنالیز کلوخه و رسوبات موجود در فیلترهای شنی ثقلی واحد اسمز معکوس پتروشیمی رازی

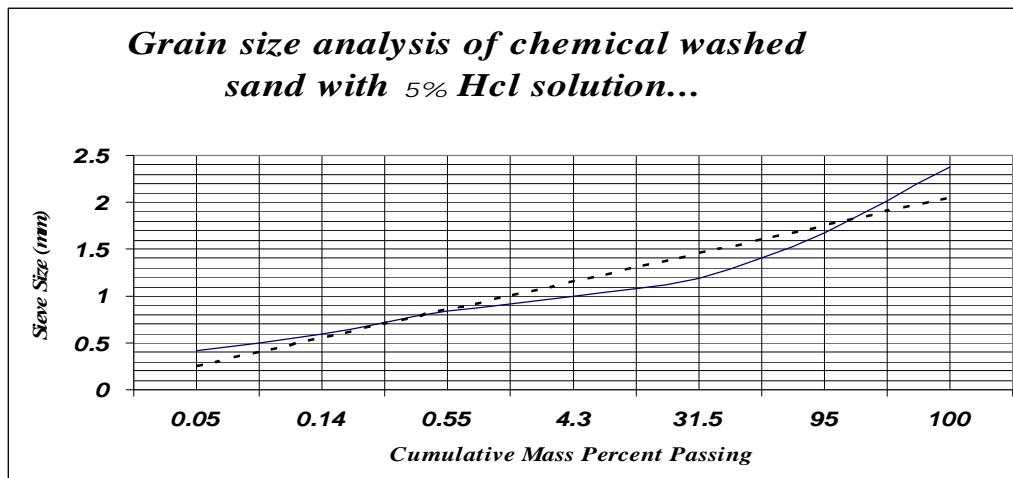
ترکیبات	درصد	ترکیبات	درصد
CaO (روش رسوبی)	43	Na ₂ CO ₃	0.006
CaO (روش تیتراسیون)	43.5	SiO ₂	0.03
Ca	31	SiO ₃	0.04
CaCO ₃	76.62	PO ₄	0.24
CO ₃	27	SO ₄	0.032
MgO	5.2	Fe ₂ O ₃	0.23
Mg	3.2	Fe	0.08

پس از انجام آزمایشات مختلف و بدست آوردن بهترین ماده شیمیایی جهت زدودن رسوبات از سطح شن ها می بایست مطمئن شد که آیا شستشوی شیمیایی تاثیری بر روی دانه های ماسه دارد یا خیر برای اثبات این امر پس از شستشوی شیمیایی شن ها و زدودن رسوبات مجددا با مش سائزهای استاندارد ES و UC را بدست آورده و با مقادیر طراحی مقایسه شدند.

نتایج آنالیز سائز بندی شن های شسته شده (پس از شستشوی شیمیایی با محلول اسید کلرید ریک ۰.۵٪) بقرار زیر است:

جدول ۳- نتایج آنالیز پس از شستشوی شیمیایی Grain size analysis of sand after chemical cleaning with 5%Hcl solution

Sieve designation number	Size of Opening(mm)	Analysis of stock sand(Cumulative % passing)
40	0.42	0.05
30	0.6	0.14
20	0.843	0.55
18	1	4.3
16	1.19	31.5
12	1.68	95
8	2.38	100



نمودار ۲- آنالیز اندازه ذرات بر حسب جرم عبوری از غربال

با استفاده از نمودار شماره ۱ مقدار اندازه موثر ES در حدود ۱/۰۰ میلیمتر بدست آمده است که با داده های اولیه طراحی کاملا مطابقت دارد. همچنین مقدار P60 در حدود ۱/۳۵ میلیمتر بدست آمد.

محاسبه مقدار UC برای شنهای شسته شده

$$UC = P60/P10 = 1.35 / 1.00 = 1.35$$

جدول ۴ - مقایسه ES و UC بستر فیلترهای شنی پتروشیمی رازی حاصل از این کار با مقادیر فعلی و مورد

انتظار

Media (Sand)	ES	UC
RPCC. RO PLANT	1.50	Undefined
Expected	0.95	<1.60
This work	1.00	1.35

مشاهده می شود که ضریب یکنواختی در محدوده استانداردهای پیشنهادی AWWA قرار دارد و اگر شنها را بتوان کاملاً از رسوبات و کثافات شست دیگر نیاز به تعویض نخواهد بود.

ارزیابی مقاومت شیمیایی Sand

با توجه به اینکه درصد کاهش وزن ماسه ها پس از خیساندن در محلول اسید کلرید ریک ۳۵ درصد بمدت ۲۴ ساعت به مراتب کمتر از ۵ درصد (۰/۷۸ درصد) میباشد لذا ماسه های فعلی دارای مقاومت شیمیایی عالی می باشند و نمی توان گفت که عمر مفید ماسه ها به سر رسیده و یا طبق روش پیشنهادی در این پروژه خواص شیمیایی ماسه ها ضعیف شده است. بر مبنای نتایج آنالیز از شن های شسته شده مشاهده می شود که فقط ۰/۵۵ درصد از شنها کوچکتر از ۰/۸۴ میلیمتر هستند که می توان نتایج ارزنده زیر را گرفت: (۱) شنها در اثر شستشوی شیمیایی کوچک و یا خرد نشده اند که نشان دهنده مقاومت شیمیایی بستر می باشد. (۲) شنهای فعلی چنان مقاومت فیزیکی و شیمیایی بالایی دارند که در اثر بیش از ۶ سال از اصطکاک و سایش مداوم ناشی از جریان آب و هزاران بار بکواش هنوز به سایش آنها تقلیل نیافته است. که دلیلی بر بالا بودن مقاومت فیزیکی دانه های بستر می باشد.

حذف کلوخه ها از کف بستر و باز نمودن مجاری تحتانی فیلتر

وجود توده های حجیم و سخت رسوبات سبب گردیده تا مجاری نازلها مسدود و در نتیجه عملیات بکواش به نحو مطلوب انجام نگیرد. و از طرفی بسته بودن بعضی از مجاری سبب اختلال در توزیع جریان شده است و در مناطقی سرعت جریان آب بکواش بیش از سایر نواحی شده و بدلیل بسته بودن بعضی از نازلها آب بکواش با فشار بیش از حد و بصورت فواره ای سبب پرتاب ماسه به محیط بیرون از فیلتر گردد. و تمییز کاری در بسیاری از نواحی فیلتر انجام نگردد و همین امر سبب شکل گیری و رشد کلوخه ها شود. انجام این مرحله اجتناب ناپذیر می باشد و بدلیل گستردگی و سخت بودن رسوبات و کلوخه ها هر گونه عملیات فیزیکی در جهت از بین بردن کلوخه ها منجر به تخریب نازلها و زیر سازی کف بستر خواهد شد. و امکان وارد آمدن خسارات و تحمیل هزینه سنگین می شود. لذا به این دلایل راهکار شیمیایی ارائه گردید. ارزیابی نتایج عملیاتی در سایت بطور خلاصه عبارتست از:

۱- کاهش حجم بستر به میزان حداقل ۳۵ سانتی متر که با توجه به ابعاد بستر، حجم بستر به میزان ۸/۶ متر مکعب کاهش یافت یعنی در حدود ۳۱ درصد حجم بستر کاهش یافت که این میزان مربوط به حذف رسوبات پوششی و در نتیجه کاهش Void Volume می باشد. (میزان مصرف اسید در این مرحله حدود ۷ متر مکعب بود که در سه مرحله اجرا گردید).

۲- تغییر اندازه دانه ها در جهت کاهش ES: با توجه به پوشش رسوبی و بزرگ شدن اندازه دانه های بازیابی شده با دانه های فیلتر کثیف نشان داد که اندازه دانه ها در حدود یک میلیمتر می باشد و تغییر رنگ آنها محسوس می باشد.

۳- کوچک شدن UC: از بین رفتن رسوبات باعث شد تا ضریب یکنواختی به مقدار مطلوب نزدیکتر شده. (نتایج مش بندی عدد ۱/۴ را نشان داد).

۴- تا عمق حدود ۸۰ سانتی متر کلوخهای مشاهده نگردید و از عمق ۸۰ سانتی متر به بعد کلوخه ها عمدتاً نرم و شکننده بودند.

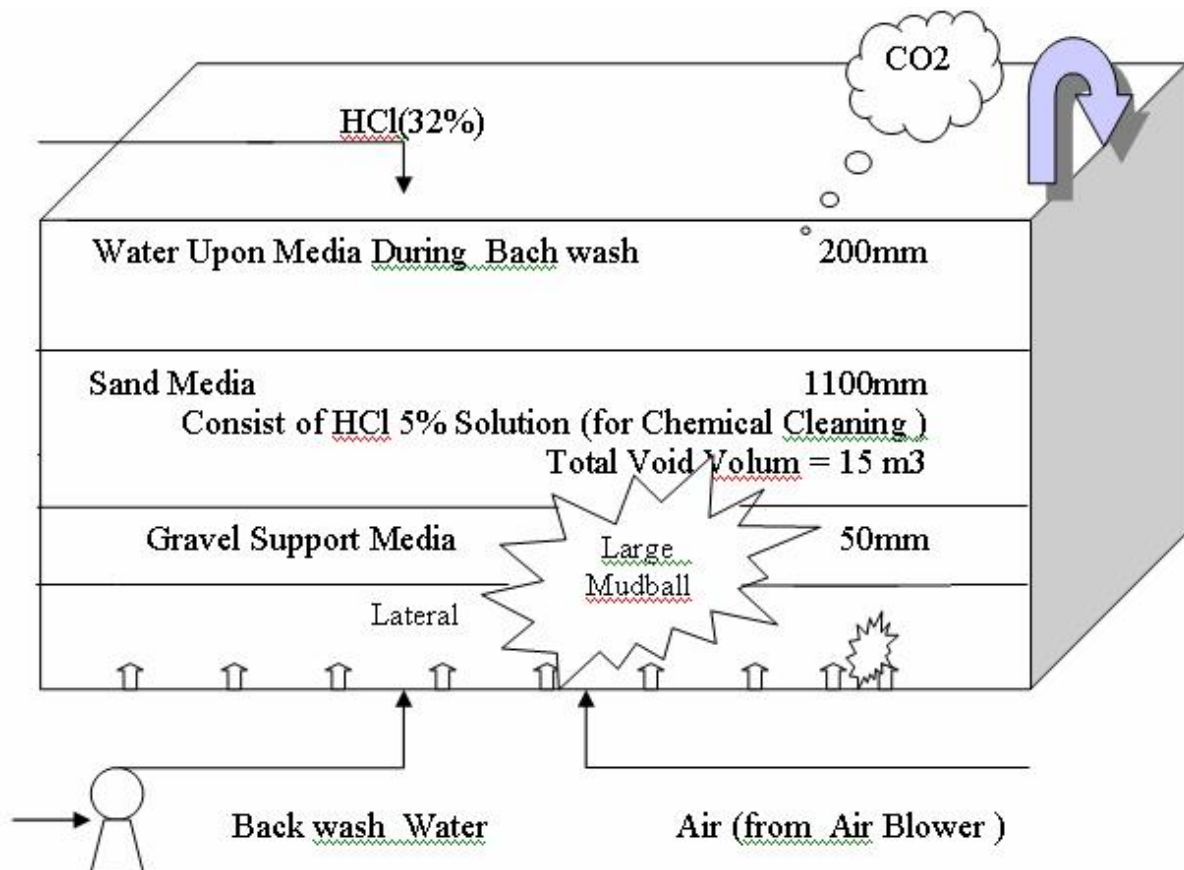
۵- باز شدن مجاری نازلها در اثر از بین پیوستگی کلوخه ها.

۶- باز شدن مجاری کانال توزیع آب ورودی و در نتیجه اصلاح توزیع آب روی بستر و جاروی سطحی.

۷- در حین بارها بکواش آزمایشی از فیلتر ماسه ها دور ریز نشدند.

۸- افزایش پریود بین دو بکواش.

در خاتمه اینکه این روش می تواند بعنوان یک روش موثر و جدید در بازیابی فیلترهای شنی در دستور کار واحدهای مرتبط قرار گیرد تا ضمن بازیابی بستر عملکرد فیلتراسیون را بهینه و از اتلاف هزینه سنگین جلوگیری نماید.



شکل ۱- نمایی از فیلتر شنی پتروشیمی رازی در وضعیت بازیابی شن (طرح پیشنهادی)

منابع و مراجع

1. Degremont, Water Treatment Handbook, 5th English ed., Halsted Press, 1979, pp.254-274.
2. K.J. Ives, in: D.B Purchas and R.J. Wakeman, Solid/Liquid Separation Enquipment Scale-up, 2nd ed., Uplands Press, London, 1986, p.308.
3. USEPA. Handbook: Optimizing Water Treatment Plant Performance Using the Correction Program. 1998. EAP/625/691/027.
4. Wolf, Tim. "Maintaining Filters: Part IV of a Series-Backwashing." Ohio Section AWWA WINTER 1998 Newaletter.
5. Wolf, T.A. and N.G. Pizzi. 1998. "Optimizing Filter Performance."
6. S. County, Intermittent Sand Filter Systems, August 2002.
7. AWWA. Water Quality and Treatment. Fourth Edition. McGraw-Hill, Inc 1990
8. AWWA and ASCE. Water Treatment Plant Design. Third Edition. AWWA and ASCE, McGraw-Hill, Inc, New York, NY, 1998.
9. AWWA Manuel: Filter Maintenance and Oprations Guidance Manuel". 2002
10. Kmwamura, Susumu., "Integrated DESIGN and Opration of Water Treatment Facilities", Second Edition.
11. N.P. Isaias. " Experience in reverse osmosis pretreatm." Desalination 139 (2001) 57-64.