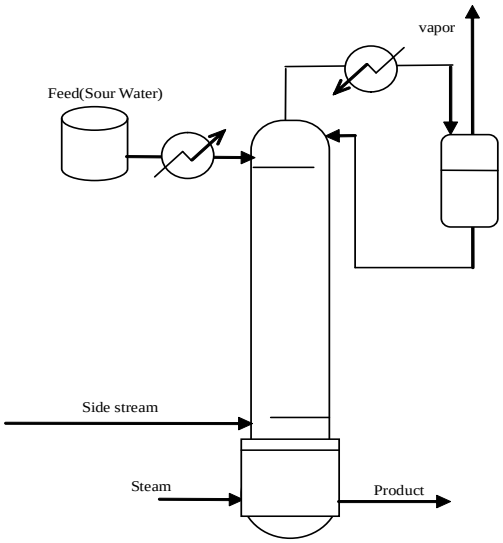
# بررسی عملکرد سینی‌های جدید تداخل همراستا در برج جذب واحد آب ترش واحدهای پالایش

به منظور تحلیل عملکرد سینی های جدید با مکانسیم تداخل همراستا موضوع با ذکر یک مثال کاربردی در زمینه جایگزینی سینی های مشبک برج جذب واحد آب ترش پالایشگاه کرمانشاه مورد بررسی قرار می گیرد.

در کار مذکور مسئله با رویکردی جدید بررسی گردیده و اثر تغییر طراحی نوع سینی در راندمان عریان‌سازی هیدروژن سولفاید مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و نشان داده می‌شود که با بهبود نحوه جریان و تماس فازها بر روی سینی‌ها، علاوه بر افزایش ظرفیت سیستم می‌توان بطور قابل توجهی به ازای ورودی‌های خوراک با غلظت‌های مختلف هیدروژن سولفاید، در خروجی به استانداردهای فرآیندی و زیست محیطی دست یافت.

**شرح عملکرد دستگاه :**

شماتیک سیستم تصفیه آب ترش در یک واحد پالایش در شکل ۱ نشان داده شده است. در این واحد آب ترش ارسالی به واحد تصفیه آب ترش ابتدا وارد یک فلش درام می‌شود. هدف این تانک جداسازی بخارات و مایعات هیدروکربنی می‌باشد. بعلت ارسال آب ترش با ترکیبات متفاوت، آب خروجی از فلش درام به منظور به حداقل رسیدن تغییرات ترکیب، وارد مخزن پایدار کننده خوراک می‌گردد. تغییرات ترکیب خوراک ارسالی به برج دفع باعث کاهش راندمان جداسازی شده و یا منجر به اتلاف بخار در سیستم خواهد گردید. آب خروجی از این مرحله پس از گرم شدن با جریان خروجی از پائین برج در یک مبدل حرارتی وارد برج دفع می‌گردد. جریان آب ترش از بالای برج وارد شده و $H_2S$ موجود در آن در اثر تماس با بخار آب تزریق شده از پایین برج بر روی سینی‌ها از سیستم دفع می‌گردد. فشار سیستم با کنترل میزان گازهای خروجی از برج کنترل می‌گردد.

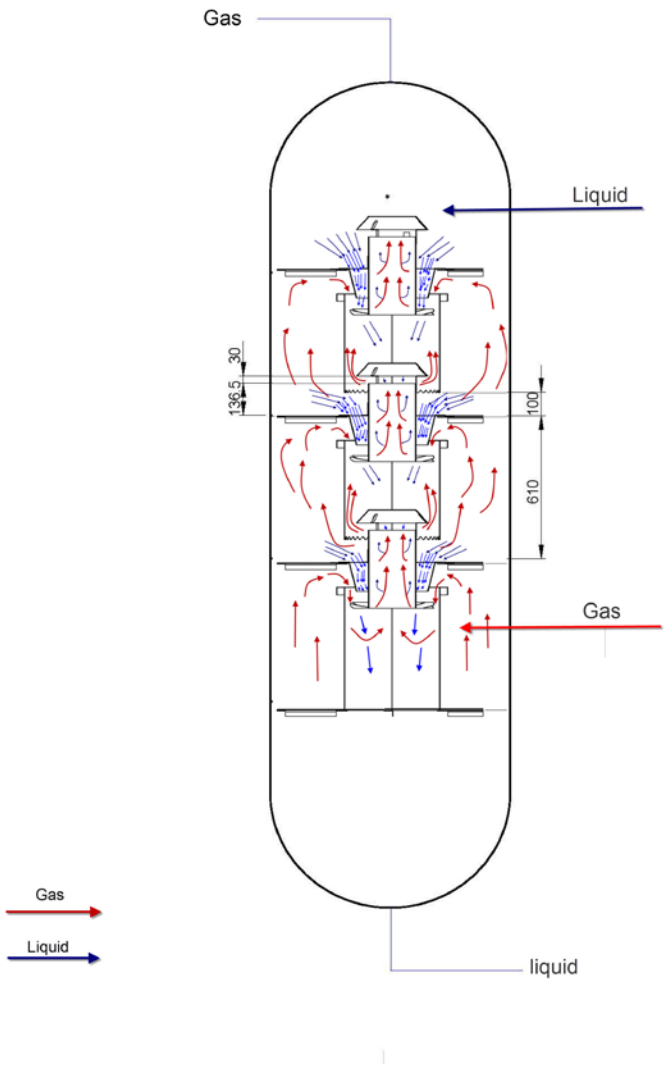



شکل۱- شماتیک کلی واحد تصفیه آب ترش

## مطالعات میدانی

در واحد پالایش مورد مطالعه با توجه به افزایش ظرفیت واحدهای دیگر و همچنین تغییر کیفیت نفت خام مورد فرآورش، نوع و مقدار آلاینده‌های موجود در خوراک واحد نیز تحت تاثیر قرار گرفته و در نتیجه راندمان عملکرد برج عریان‌ساز واحد آب ترش کاهش یافته است. در نتیجه کاهش بازدهی سیستم، آب تصفیه شده خروجی از برج علاوه بر مشکلات فرآیندی فاقد استانداردهای زیست محیطی نیز می‌باشد. در چنین شرایطی تغییرات انجام شده بر روی پارامترهای عملیاتی تا حدودی می‌تواند پاسخگوی مشکل باشد ولی شدت یافتن الزامات زیست محیطی در زمینه دفع آلاینده‌ها نیاز به تحقیقات و اصلاحات بیشتر را الزام می‌نماید.

به منظور حل مشکل مذکور از سینی‌های جدید طراحی شده با مکانیسم جریان همراستا به جای سینی‌های مشبک متداول استفاده گردیده است. در سینی‌های جدید با توجه به الگوی اصلاح شده و توسعه یافته توزیع جریان فازهای گاز و مایع، زمان و سطح تماس فازها افزایش یافته و راندمان انتقال جرم سینی‌ها بمیزان قابل توجهی بهبود می‌یابد. شماتیک الگوی جریان بر روی سینی‌های جدید با مکانیسم جریان همراستا در شکل ۲ نشان داده شده است.




شکل۲- الگوی جریان گاز و مایع بر روی سینی‌های جدید با مکانیسم جریان همراستا

الگوی جریان در سینی‌های جدید (3CT) و طراحی حرکت فازها بنحوی می باشد که فاز گاز از پائین برج وارد می‌شود و از فضای باز نشان داده شده در شکل ۲، پس از برخورد با پره های شیب دار بصورت جریان چرخشی با مایع ورودی از طبقه فوقانی بصورت دو جریان همراستا تماس یافته و انتقال جرم صورت گرفته و در اثر اختلاف دانسیته و حرکت چرخشی فازها، گاز و مایع از هم جدا شده و مایع به طرف سینی تحتانی و گاز از طریق رایزر به سمت سینی فوقانی حرکت می‌کند و این پروسه تا انتهای برج ادامه خواهد داشت. نحوه حرکت گاز و مسیرهای جریان آن در این نوع سینی طوری می‌باشد که با حداکثر سازی زمان تماس فازها و در عین

حال حفظ یکنواختی در الگوهای جریان بتوان به حداکثر سازی میزان انتقال جرم و تبادل فازی دست یافت. مشخصات طراحی برج قبل و بعد از تغییرات و تعویض سینی‌ها در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است[۹و۱۰].

جدول ۱- مشخصات سینی‌های جدید با مکانیزم تداخل همراستا (**3CT**)

| **نوع سینی** | **تداخل همراستای سانتریفیوژ (3CT)** |
|---|---|
| تعداد سینی | ۱ |
| سرریز | بدون سرریز |
| سطح سینی | شیب دار (۳٪) |
| ابعاد | در شکل ۲ ارائه شده است |

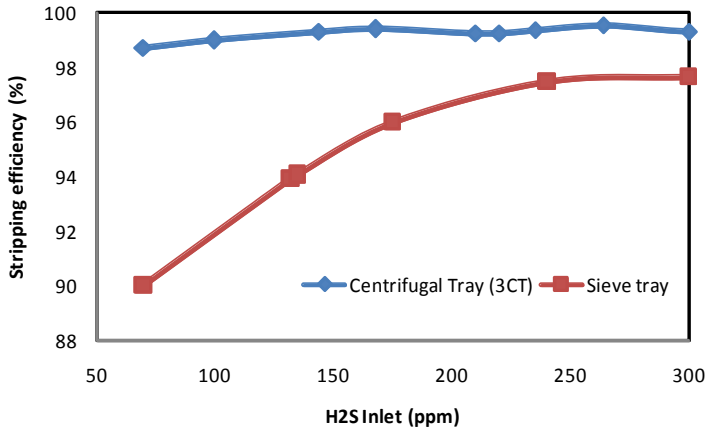
جدول۲- مشخصات سینی مشبک در طراحی اولیه برج

| **نوع سینی** | **مشبک** |
|---|---|
| تعداد سینی | ۴ |
| سطح موثر سینی | ۰/۳۱۹ $m^2$ |
| Hole area % | ۱۴/۶ |
| تعداد سوراخ ها | ۲۶ |
| سطحdowncomer | ۰/۰۸۹ $m^2$ |
| قطر سوراخ | ۲۵/۴ mm |
| فاصله سینی ها | ۴۵۷ mm |

**نتایج:**

نتایج حاصل از تصفیه آب ترش و حذف آلاینده هیدروژن سولفاید در پالایشگاه نفت خام در حالت استفاده از سینی‌های مشبک و پس از جایگزینی آنها با سینی‌های جدید جریان همراستا ( 3CT) بیانگر آنست که بطور کلی سینی‌های جدید دارای عملکرد بسیار بهتری نسبت به سینی‌های متداول مشبک بوده و بازدهی برج پس از تعویض سینی‌ها همواره بیش از ۹۹٪ می‌باشد (شکل‌های۳ الی ۵). در تحلیل کلیه نتایج باید در نظر داشت که تعداد ۴ عدد سینی مشبک با ۱ عدد سینی جدید جریان همراستا جایگزین گردیده است.

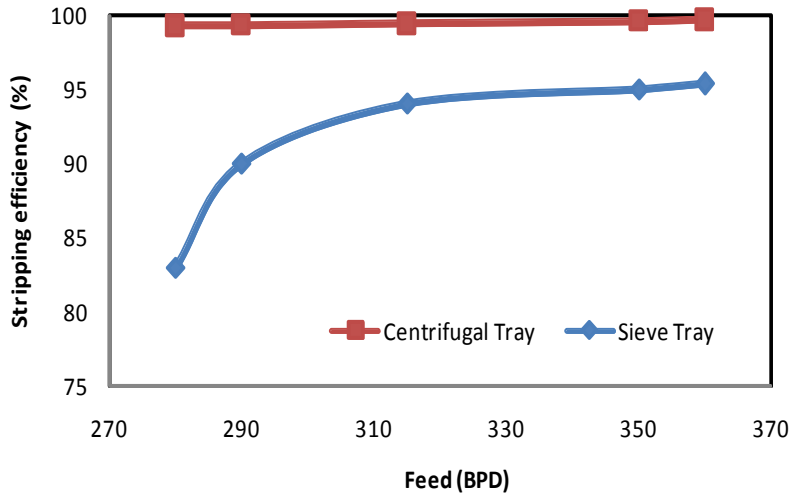
بررسی تغییر بازدهی برج در غلظت‌های مختلف هیدروژن سولفاید موجود در آب ترش ورودی برج در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود راندمان عملکرد برج در حالتی که دارای ۴ عدد سینی مشبک است با افزایش غلظت هیدروژن سولفاید بهبود یافته و نهایتاً عملکرد برج در مقدار ۹۷ ٪ محدود می‌گردد. در مقابل عملکرد برج عریان‌ساز دقیقا " در همان شرایط عملیاتی، پس از جایگزینی سینی‌های مشبک با ۱ عدد سینی جریان همراستا بسیار بهتر و یکنواخت‌تر گردیده و تقریباً در کلیه مقادیر غلظت ورودی هیدروژن سولفاید راندمان برج بالای ۹۹ ٪ حاصل گردیده است. با استناد به استانداردهای آبها و فاضلاب‌های خروجی از واحدهای صنعتی حداکثر غلظت $H_2S$ نباید از3ppm تجاوز نماید. نتایج بیانگر آنست که در حالت استفاده از سینی‌های مشبک، با کاهش هیدروژن سولفاید در جریان ورودی، غلظت آلاینده در خروجی بیش از حد مجاز بوده و در صورت عدم مصرف آب خروجی برج عریان‌ساز در واحدهای پالایش، تخلیه آن به محیط زیست باعث آلودگی‌های زیست محیطی خواهد گردید. این در حالی است که با تعویض سینی‌ها و جایگذاری سینی‌های جریان همراستا (3CT) در هر غلظتی از هیدروژن سولفاید ورودی برج، غلظت آلاینده خروجی بسیار پایین‌تر از حد مجاز بوده و نزدیک به صفر می‌باشد.




شکل ۳- بررسی بازده برج در غلظت‌های مختلف هیدروژن سولفاید

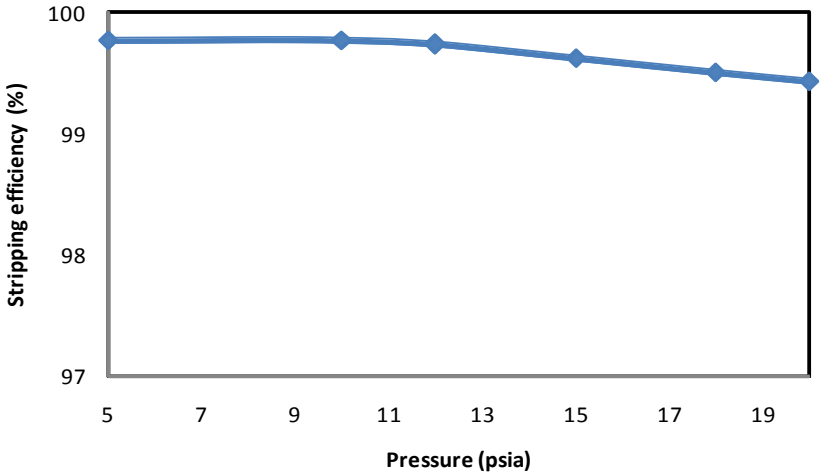
در شکل ۴ اثر تغییر دبی آب ترش ورودی برج در شرایط عملیاتی ثابت نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در حالت بهره گیری از ۴ عدد سینی مشبک در برج جذب با افزایش شدت جریان مایع بازدهی جذب سولفید هیدروژن افزایش می‌یابد ولی این افزایش پس از رسیدن به بازدهی نهایی حدود ۹۶ درصد تقریباً متوقف می شود و پس از آن افزایش شدت جریان مایع تنها بر عملکرد برج تاثیر منفی داشته و به شدت بازدهی برج کاهش می یابد که خود عامل انتشار آلودگی در محیط زیست خواهد بود. از طرفی همانطور

که در شکل ۴ نشان داده شده است بهره گیری از سینی های جدید ( 3CT)، در تمامی محدوده های جریان مورد مطالعه جداسازی آلاینده با راندمان بالای ۹۹/۹٪ حاصل گردیده است.




شکل ۴- اثر تغییر دبی آب ترش و فشار برج در بازدهی جداسازی

اثر تغییر فشار برج عریان‌ساز در حالت بهره‌گیری از سینی‌های تداخل همراستا بر روی راندمان جذب هیدروژن سولفاید در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود با کاهش فشار برج راندمان عملکرد سینی‌ها افزایش یافته و این در حالی است که در بالاترین مقدار فشار عملیاتی، راندمانی برابر با ۹۹/۵ درصد برای برج حاصل گردیده است.



شکل ۵- اثر تغییر فشار برج بر روی راندمان جذب هیدروژن سولفاید

در کل با جمع بندی مباحث فوق از مزایای سینی‌های جدید می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- با توجه به راندمان بسیار بالای سینی‌های جدید سانتریفیوژ با مکانیسم تداخل همراستا ( 3CT) اگر در طراحی اولیه از آنها بهره‌گیری شود می‌توان در دبی مشخص از جریان مورد فرآورش از برجی با ابعاد کوچکتر و تعداد سینی کمتر استفاده نموده و هزینه‌های ساخت بطور قابل توجهی کاهش خواهد یافت. در صورتیکه هدف اصلاح عملکرد برج های موجود باشد می‌توان با جایگزینی سینی‌های جدید با انواع متداول مشکلاتی از جمله محدودیت ظرفیت برج را تا حد بالائی برطرف نمود.

- با توجه به مکانیسم خاص در طراحی سینی‌های جدید مشکل چکه کردن ( Weeping) مایع کلا " مرتفع گردیده است.

- نحوه توزیع جریان گاز در سیستم به نحوی در سینی‌های جدید طراحی شده است که در دبی‌های پائین و بالای فاز گاز مشکلی در عملکرد برج ایجاد نشده و محدوده عملیاتی سیستم بسیار وسیع‌تر از سینی‌های متداول می‌باشد.

- بعلت مکانیسم خاص رایزرها در جدایش فازها در حالت استفاده از سینی‌های جدید (3CT) مشکل ماندگی به خصوص در دبی‌های بالای گاز نسبت به سینی‌های متداول بسیار کاهش یافته است.

- با مقایسه راندمان جذب سولفید هیدروژن از آب ترش در برج شیرین سازی مشاهده می شود که سینی های جدید در دامنه گسترده ای از دبی آب ترش ورودی، غلظت H2S در جریان ورودی و فشار عملیاتی برج دارای عملکرد بسیار برتری نسبت به سینی های متداول بوده و غلظت آلاینده در جریان خروجی برج بعد از جایگزینی سینی های جدید بسیار پائین تر از آخرین استانداردهای فرآیندی و زیست محیطی می باشد.