



## مطالعه از کارافتادگی شیر های کاهنده جریان در چاههای نفت و گاز

حامد منصوری<sup>۱</sup>، رضا میرزایی<sup>۲</sup>، فریدون اسماعیل زاده<sup>۳</sup>

کارشناس ارشد عملیات و بهره برداری - شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی

کارشناس ارشد خوردگی فلزات - شرکت نفت و گاز زاگرس جنوبی

استاد دانشکده نفت، گاز و مهندسی شیمی دانشگاه شیراز

### چکیده

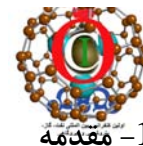
در این تحقیق دو شیر کاهنده جریان در چاههای تولیدی نفت و گاز که دچار نشت خارجی و ازکار افتادگی شده اند، مورد بررسی قرار گرفته است. بکمک شکل شناسی تخریب های بوجود آمده و آنالیز شیمیایی ماده مورد استفاده در کاهنده ها، تاثیر رژیم جریان و مکانیزم های خوردگی روی کاهنده ها مورد بررسی قرار می گیرد. در کاهنده مورد استفاده در چاه نفتی، حفره های موضعی عمیقی در نزدیکی محل اتصال نازل به بدنه کاهنده توسعه یافته است. یکی از این حفره ها به منطقه تحت تاثیر جوش (HAZ) نفوذ کرده و کانال ایجاد شده منجر به نشت خارجی در این قسمت شده است. کاهنده دوم در یک چاه گازی استفاده شده است. جریان خورنده سبب ایجاد مکانیزم سایش-خوردگی در پایین دست نازل درون کاهنده شده است. شکستگی و ترک های ایجاد شده روی نازل کاهنده سبب ایجاد جریان غیر عادی شده است. عمده تخریب ها در خروجی شیر بصورت خوردگی شیرین و یکنواخت نمایان است. در هر دو کاهنده مکان نامناسب محل اتصال جوشی فلنج خروجی به بدنه، باعث افزایش تاثیر سایش-خوردگی و در نهایت از کار افتادگی آنها در این قسمت شده است.

واژه های کلیدی: خوردگی-سایش، کاهنده های سرچاهی، از کار افتادگی، چاه گازی، سایش

1- شیراز- بلوار زند-ساختمان نفت-شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی ([hmansoori1361@gmail.com](mailto:hmansoori1361@gmail.com))

2- شیراز- بلوار زند-ساختمان نفت-شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی ([rmirzaee9@gmail.com](mailto:rmirzaee9@gmail.com))

3-دانشگاه شیراز-دانشکده نفت، گاز و مهندسی شیمی ([esmaeil@shirazu.ac.ir](mailto:esmaeil@shirazu.ac.ir))



کاهنده های جریان در تجهیزات سرچاهی نفت و گاز استفاده می شوند. کاهنده ها جهت کاهش و کنترل میزان جریان تولیدی از چاه و در نتیجه کاهش فشار سیال به حدی که توسط خطوط لوله سطح الارضی قابل تحمل باشند، کاربرد دارند. در بعضی از طراحی ها، کاهنده ها جهت جریان سرچاهی را تا 90 درجه تغییر می دهد (شکل 1). کاهش جریان تولیدی از چاه سبب کاهش احتمال تولید ماسه از مخزن و در نتیجه کاهش میزان آسیب دیدگی تجهیزات در اثر اصابت ماسه و وقوع سایش می شود [1]. البته باید در نظر داشت که محدود کردن جریان با کاهش قطر سوراخ نازل کاهنده میسر می شود و کاهش سطح مقطع جریان سبب افزایش سرعت سیال درون کاهنده و در نتیجه افزایش تخریب ها تحت مکانیزم خوردگی-سایش می شود. اگر سیال جریانی شامل عناصر خورنده و یا ذرات جامد حتی بمیزان کم باشد، ممکن است میزان تخریب ها و اثر گذاری خوردگی-سایش افزایش چشم گیری داشته باشد. در چنین شرایطی ممکن است عمر مفید شیر های کاهنده از میزان معمول 1 الی 3 سال به 1 سال و یا حتی در شرایط بدتر به چند روز کاهش یابد. مهمترین جزء یک کاهنده، نازل است. قطر سوراخ روی نازل تعیین کننده میزان جریان قابل عبور از آن است. نازل ها در مقابل سایش بسیار آسیب پذیر هستند و معمولاً از جنس WC-CO گداخته شده که درون یک محفظه ی استیل قرار می گیرد، ساخته می شوند. بمنظور افزایش میزان مقاومت در برابر سایش و افزایش عمر مفید نازل ها، استفاده از پوشش های سخت، سرامیک های خشک و الماس پلی کریستالیزه شده در ساخت آنها رواج پیدا کرده است [2-4]. بدنه کاهنده می تواند یک تکه و یا از چند قسمت مجزا که به هم متصل شده اند (معمولاً بصورت جوش)، تشکیل شده باشد. نوع ماده (متریال) کاهنده و همچنین روش ساخت آن (یک تکه و یا چند تکه) به مقدار مقاومت مکانیکی مورد نیاز و خصوصیات خوردگی سیال بستگی دارد. تخریب هایی که ناشی از جریان سیال می باشد، بندرت در بدنه کاهنده ها اتفاق می افتد و شاید تنها پدیده قابل انتظار در پایین دست نازل، پدیده کاویتاسیون باشد که آن هم در شرایط عادی عملیاتی غیر محتمل است [5]. انواع دیگر تخریب ها و مکانیزم های وابسته به آنها در کاهنده های مورد استفاده در چاههای نفت و گاز ایران مشاهده شده است اما عمومیت چندانی نداشته و بیشتر مربوط به شرایط خاص عملیاتی بوده اند. در ادامه به مطالعه موردی آسیب های رخ داده در دو نوع از کاهنده های مورد استفاده در چاههای نفت و گاز پرداخته شده است.

شکل 1- تغییر مسیر جریان در کاهنده ثابت سر چاه گازی





## 2- نحوه بررسی

نحوه بررسی از کارافتادگی نوعی در کاهنده های مورد مطالعه در این تحقیق به قرار ذیل است:

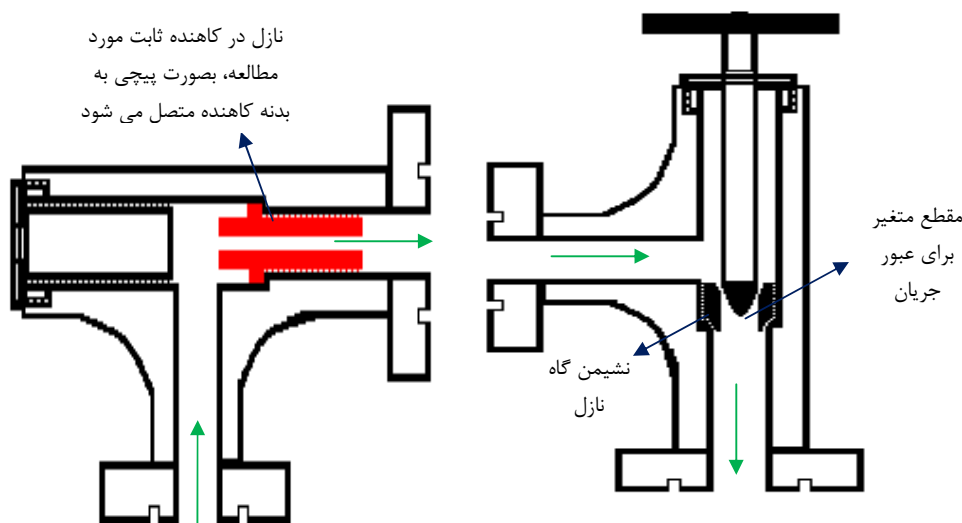
1. جمع آوری نمونه و اطلاعات میدانی
2. بررسی ریز ساختار و خصوصیات شیمیایی ماده
3. بررسی آسیب های سطحی بکمک بازرسی چشمی و عکس های میکروسکوپی الکترونی و طیف

در هر دو مورد، کاهنده ها برش عرضی زده شد و نمونه هایی جهت بررسی ریز ساختاری و تهیه ریزگرافهای SEM از سطح داخلی کاهنده برداشته شد.

## 3- از کار افتاده گی یک کاهنده ثابت در چاه نفتی

کاهنده ها بر دو نوع ثابت و متغیر هستند. مزیت کاهنده متغیر نسبت به ثابت این که می توان بدون قطع جریان اقدام به افزایش یا کاهش قطر مقطع عبور جریان و در نتیجه تغییر دبی کرد اما در کاهنده ثابت جهت افزایش و یا کاهش جریان، در ابتدا می بایست چاه از سرویس خارج و سپس اقدام به تعویض نازل درون کاهنده شود. کاهنده ثابت ساختار نسبتاً ساده ای دارد. شکل 2 شماتیک کاهنده های ثابت و متغیر را نشان می دهد.

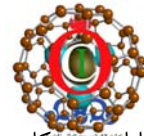
شکل 2- شماتیک کاهنده متغیر (سمت راست) و کاهنده ثابت (سمت چپ)



کاهنده مورد مطالعه در این بخش بمدت 6 ماه در تجهیزات سرچاهی یک چاه نفتی در سرویس بوده و وظیفه کنترل جریان چاه را برعهده داشته است. جدول 1 پارامترهای اصلی جهت بررسی کاهنده را نشان می دهد. کاهنده از نوع sps1-1ee است که طبق استاندارد API 6A برای سرویس های ترش کاربرد دارد [6]. نازل کاهنده از نوع wc-co گداخته شده است. بدنه کاهنده از جنس کربن استیل با آلیاژ پایین AISI 8620 است. بدنه کاهنده از سه قسمت تشکیل شده است؛ یک زانویی و دو انتهای فلنجی که بوسیله جوش به قسمت زانویی متصل شده است. در میادین نفتی ایران کاهنده های مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد که همگی شبیه به هم بوده و عمر مفید کارکردی آنها بطور متوسط یک سال تخمین زده می شود. معمولاً در

# اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



پایان عمر کاهنده ها، دندان‌های داخلی در محل اتصال نازل به بدنه کاهنده، دچار فرسودگی شده و باعث جدا شدن و دررفتگی نازل از محل خود می شود. کاهنده مورد مطالعه در این بخش، در نیمه عمر مفید خود دچار نشت خارجی از بدنه شده و کارائی خود را از دست داده است. در این تحقیق علت سوراخ شدن بدنه کاهنده مورد بررسی قرار می گیرد. با وجود سوراخ شدن بدنه کاهنده، نازل آن سالم بوده و می توان از آن در دیگر کاهنده های سالم استفاده کرد.

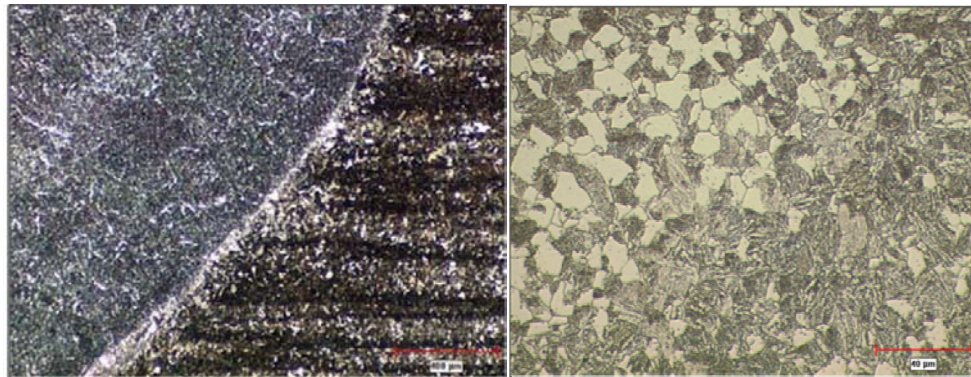
جدول 1- مشخصات جریان چاه نفتی

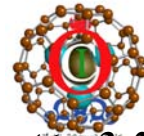
تولید نفت	800 بشکه در روز
گاز همراه	35 میلیون فوت مکعب
فشار ورودی کاهنده	3054 پام نسبی
فشار خروجی کاهنده	1100 پام نسبی
برش آب	1٪
دی اکسید کربن	1/4٪ مولی

## 1-3 نوع ماده

آنالیز شیمیایی ماده مورد استفاده در بدنه کاهنده با ترکیب شیمیایی AISI 8620 که مورد ادعای شرکت سازنده کاهنده است، هم خوانی دارد اما تصاویر گرفته شده از ریز ساختار آن حاکی از نقض و ناکارآمدی در ساختار فلز دارد. در ریز ساختار، فضاهای متخلخل با اندازه در حدود 20 الی 30 میکرومتر مشهود و همچنین توزیع فازی آن غیر همگن است. پیوندهای غنی از دانه های درشت فریتی (ferrite) بطور متناوب بین پیوندهای پرلیتی (pearlite) حاوی نواحی فریتی ویتمنشتاتن (widmanstaetten) قرار دارد (شکل 3-سمت راست). چنین ریز ساختار غیر همگنی در فولاد نورد شده AISI 8620 دیده می شود که نتیجه جدایش عنصر منگنز در ابعاد میکرو در زمان جامد شدن، بوجود می آید. این تغییر، فاز آستنیت (austenite) را پایدارتر کرده و باعث کاهش اکتیویته کربن در فاز آستنیت می شود. در طول نوردهای بعدی، شاخه های متعدد با منگن‌های جدا شده در نتیجه تغییر فرم پلاستیک مجدد در جهت معینی قرار می گیرد و پیوندهای غنی از فاز های فریت و پرلیت تشکیل می دهد [7]. این ریز ساختار پیوند یافته، در متریال زانویی و قسمتهای ورودی و خروجی شیر مشاهده می شود. این موضوع موید این مطلب است که تمام بخش های شیر طی یک فرآیند نورد با کیفیت نامناسب تولید شده اند [8]. همچنین جوش محیطی، یک ریز ساختار یکنواخت و یکپارچه از خود نشان می دهد (شکل 3-سمت چپ).

شکل 3- تصاویر گرفته شده از ریز ساختار بدنه شیر (تصویر سمت راست) و جوش محیطی (سمت چپ). اچ شده در نایتال 3٪





## 2-3= مکانیزم تخریب ها

بازرسی چشمی از کاهنده نشان داد که آسیب ها در اطراف فضای حلقوی بین بدنه و قسمت خروجی شیر، از شدت بیشتری برخوردار است (شکل 4). در این ناحیه یک جریان برگشتی ساکن وجود دارد. سهم ناچیزی از سیال پس از خارج شدن از دهانه نازل به این قسمت راه پیدا کرده و به سکون می رسند. تماس سیال خورنده و ساکن با دیواره کاهنده موجب خوردگی و کاهش ضخامت در این قسمت شده است. علاوه بر این، جریان ورودی به کاهنده در قسمت زانویی شیر بدلیل تغییر مسیر ناگهانی به دیواره برخورد کرده و قبل از ورود به نازل، متلاطم می شود. این آشفتگی سبب نفوذ و نشت جریان به اتصال پیچی نازل که نشت بندی ضعیفی دارد، شده و پس از مدتی بدلیل خوردگی زیاد، نازل از جای خود خارج می شود. شکل 4 شماتیک برش عرضی از کاهنده و شکل 5 نقاط آسیب دیده در خروجی نازل را نشان می دهد. همانگونه که در شکل 5 مشخص است بیشترین کاهش ضخامت در خروجی شیر و درست پس از اتصال پیچی نازل است این امر بیشتر ناشی از اثر کانالیزه سیالی می باشد که از طریق اتصال پیچی به فضای حلقوی بین خروجی نازل و بدنه کاهنده نشت کرده است. در واقع می توان گفت دو عامل عدم نشت بندی مناسب در محل اتصال نازل به بدنه و فاصله کم فضای حلقوی بین خروجی نازل و بدنه، سبب افزایش میزان تخریب بوسیله مکانیزم خوردگی-سایشی در این قسمت شده است. هم مکانی ناحیه متأثر از گرمای جوش (Heat Affected Zone) در محل اتصال فلنج خروجی به بدنه کاهنده با الگوی جریان شکل گرفته، سبب افزایش میزان تخریب مکانیزم خوردگی-سایشی شده است (شکل 5). ناحیه تحت تاثیر حرارت جوش (HAZ) از لحاظ مقاومت مکانیکی از سایر قسمتهای بدنه ضعیف تر است. همزمان با عریضتر شدن کانال ایجاد شده در فضای حلقوی، سرعت جریان کاهش یافته و لذا آسیب های کمتری به قسمتهای مجاور وارد شده است اما بحرال در این نواحی مکانیزم تخریب همچنان تحت کنترل پدیده سایش است و جریان سیال جهت کاهش سرعت خود تمایل به ایجاد کانال (حفره) روی سطح فلز دارد ولی شدت و عمق حفره ها بسیار کمتر از حفره های ایجاد شده در مجاورت دندانهای محل اتصال نازل به بدنه است.

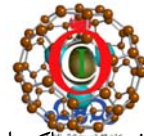
سختی برنیل ماده اصلی بدنه کاهنده در قسمت غیر همگن اندازه گیری شد که اعداد متفاوتی از 183 الی 221 (BNH) بدست آمد. سختی جوش در محل اتصال فلنج ها به بدنه بصورت یکنواخت و به مقدار 257 BNH و سختی ناحیه متأثر از حرارت جوش BNH 226 الی 322 بدست آمد. ریزگراف های SEM گرفته شده از ناحیه آسیب دیده حاکی از تاثیر مکانیزم خوردگی در زوال ماده است چنانکه در نواحی ساییده شده، محصولات خوردگی نیز به چشم می خورد. آزمایشات نشان داد که رسوبات خوردگی عمدتاً شامل اکسیدهای آهن و مقدار کمی کلسیم و سلیسیم است. احتمالاً مخلوط اکسیدها و کربناتهای آهن بوسیله خوردگی شیرین (CO<sub>2</sub>) بوجود آمده است. بزرگنمایی عکس های SEM مناطقی را نشان می دهد که فقط پدیده سایش وجود داشته و تخریب ها عمداً در جهت حرکت سیال است. با وجود اینکه در این قسمتها اثری از محصولات خوردگی دیده نمی شود اما وجود حفره ها بارز است (شکل 6). می توان فرض کرد که این حفره ها از قبل در ساختار فلز وجود داشته و در اثر کنده شدن ماده از سطح فلز در اثر سایش، نمایان شده است البته ممکن است حفره ها در اثر اصابت جریان سیال و عمل قلم زنی (etching action) ایجاد شده باشند. هر چه بسمت خروجی شیر حرکت کنیم، مکانیزم قالب تخریب ها بسمت خوردگی شیرین و یکنواخت تغییر می کند. ریز گراف های SEM که از قسمت میانی در خروجی شیر تهیه شده، این موضوع را تایید می کند (شکل 7). در این قسمت، حفره ها متراکم و بشکل یکنواختی در اطراف رسوب های زیر میکرونی (sub-micron) توسعه یافته است. همچنین روی سطح خورده شده فلز نشانه های کمی از وجود سایش بشکل شیار دیده می شود که می تواند ناشی از برخورد تصادفی ذرات ماسه باشد. ضعف ریز ساختاری ماده علاوه بر افزایش شدت تخریب ها ی خوردگی سبب افزایش اختلاف پتانسیل بین نواحی غنی از فاز فریت و پیوندهای ضعیف شده است. این موضوع در مورد ذرات ته نشین شده و ماتریس اطراف آنها نیز وجود دارد.

شکل شناسی آسیب های رخ داده کمک کرد تا فاکتورهای موثر بر روی کاهش عمر مفید کاهنده مشخص شود. از آنجا که تشکیل گیری چنین الگوهای جریانی در خروجی انواع کاهنده ها ممکن است لذا این انتظار می رود که اثر کانالیزه سیال در محل اتصال نازل به بدنه منجر به خرابی آن و جدا شدن نازل از محل خود شود. گزارش بدست آمده از میداین بهره برداری



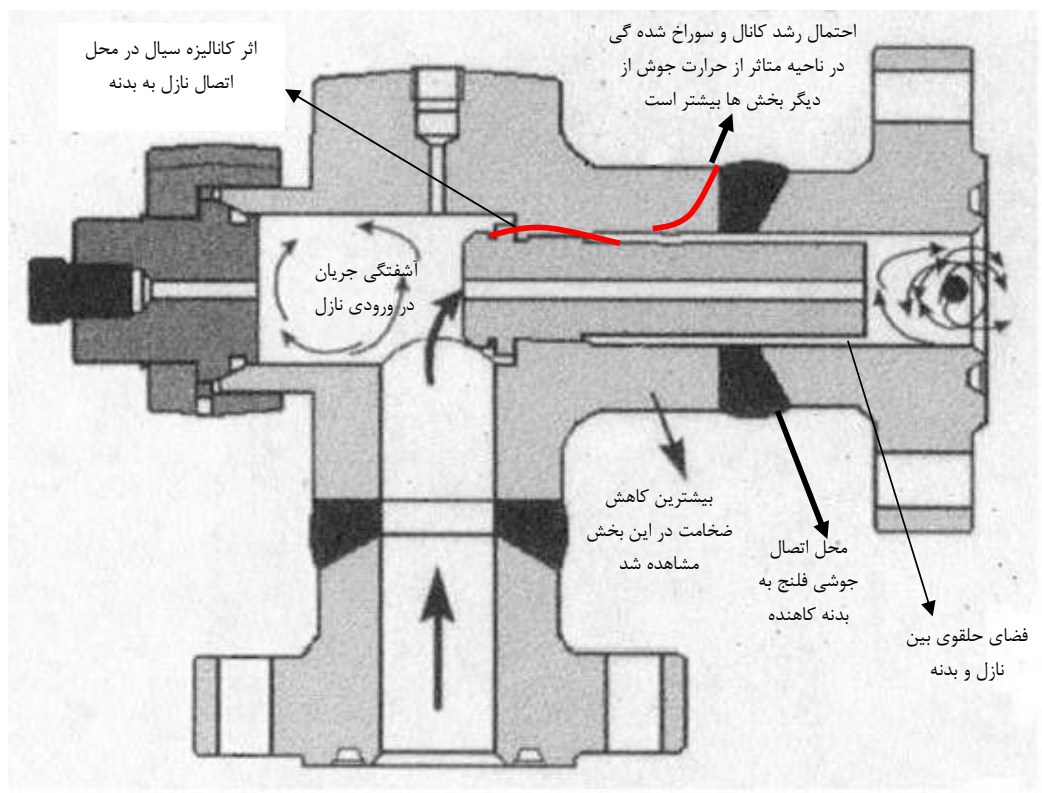
## اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



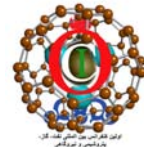
نفت شیرخاکی از آن است که عمده خرابی ایجاد شده در کاهنده های سرچاهی مربوط به این قسمت می باشد. در کل، حفره دار شدن فلز فرآیندی است که شروع و توسعه آن بصورت اتفاقی رخ می دهد. در کاهنده مورد مطالعه، حفره های ایجاد شده در پایین دست نازل رشد چندانی نداشته تا اینکه یکی از آنها به ناحیه HAZ رسیده و بدلیل ضعف مکانیکی فلز در این قسمت، حفره رشد کرده و تا سطح خارجی ادامه پیدا می کند و سبب نشت خارجی و از کارافتادگی می گردد. در کل طراحی نامناسب کاهنده، محل نامناسب جوش محیطی اتصال فلنج به بدنه و همچنین ریز ساختار ناکار آمد فلز سبب شده است تا مقاومت بدنه در خروجی نازل پایین آمده و کاهنده را در برابر پدیده خوردگی-سایش آسیب پذیر نماید. اگر حفره های ایجاد شده در بدنه کاهنده به سمت ناحیه HAZ کشیده شود احتمال پیش روی و سوراخ شدن بدنه از این قسمت زیاد است. بنابراین اصلاح طراحی کاهنده و جلوگیری از تماس سیال خروجی از نازل با ناحیه HAZ و همچنین بهبود کیفیت متریال مورد استفاده در بدنه کاهنده می تواند احتمال سوراخ شدگی و نشت از این نوع شیرها را کاهش دهد. تغییر الگوی آسیب دیدگی ها از تخریب های موضعی به تخریب های یکنواختتر می توانند از ازکار افتادگی شیرها جلوگیری کند. این مهم می توانند با اصلاح پارامترهای جریانی و طراحی کاهنده میسر شود هرچند که این کار چندان هم آسان نیست.

شکل 4- آشفته گی جریان در ورودی و خروجی نازل و محل کانالهای ایجاد شده در کاهنده (خطوط قرمز)



# اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



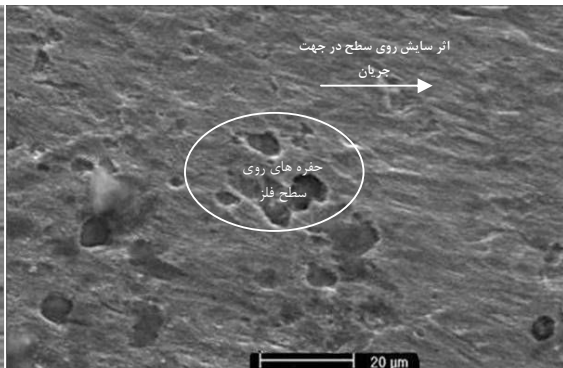
شکل 5- برش عرضی از کاهنده، کاهش ضخامت شدید در خروجی کاهنده در نزدیکی محل قرار گیری نازل



شکل 7- تصویر SEM از سطح فلز در میانه خروجی کاهنده

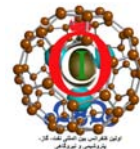


شکل 6- حفره های روی سطح فلز در محل های ساییده شده



## 4- از کار افتاده گی یک کاهنده متغیر در چاه گازی

در این مورد یک کاهنده متغیر در چاه گازی بعد از حدود دو سال از کار کرد در شرایط عادی عملیاتی، دچار نشت خارجی از بدنه و نزدیک به محل جوش فلنج خروجی به قسمت زانویی شیر شده است. شرایط چاه گازی در جدول 2 آمده است. در هنگام بررسی کاهنده، مشخص شد که نازل درون آن دچار شکستگی شده است. این تحقیق شامل علت یابی این شکستگی ها نمی شود. کاهنده های متغیر نسبت به کاهنده های ثابت، ساختار نسبتاً پیچیده تری دارند اما بحرال قسمتهایی از شیر که در اثر جریان، تر می شوند از لحاظ ساختاری شبیه هم هستند. مشخصه های اسمی کاهنده متغیر مورد مطالعه همانند کاهنده ثابت در مورد قبلی در چاه نفتی است.



جدول 2- مشخصات جریان‌ی چاه گازی

تولید گاز	20 میلیون فوت مکعب
فشار ورودی کاهنده	3200 پام نسبی
فشار خروجی کاهنده	700 پام نسبی
مایعات گازی در فاز مایع	55 %
برش آب در فاز مایع	45 %
دی اکسید کربن	3/4 % مولی

## 1-4- نوع ماده

متریال بدنه کاهنده از لحاظ ترکیب شیمیایی الزامات فولاد 8620 را تامین می کند و ریز ساختار آن حاوی فاز پرلیت و بشدت غیر همگن است. در اطراف فاز ذکر شده، لایه های غنی از سمنتیت که در داخل حاوی دانه های فریتی ویتمنشتاتن بزرگ قرار دارد. جوش محیطی بین قسمتهای میانی و خروجی شیر، از لحاظ ریز ساختاری همگن بوده و حاوی فاز مارتنزیت تمپر شده ریز می باشد.

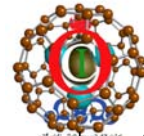
## 2-4- مکانیزم تخریب ها

بر اساس شکل شناسی میکروسکوپی تخریب ها، شدیدترین آسیب ها در پایین دست نازل جایی که قسمت خروجی شیر به بدنه (قسمت زانویی) جوش می شود، اتفاق افتاده است. تخریب ها در این ناحیه سبب بروز نشت خارجی از قسمت کم ضخامت دیواره شده است. شکل شناسی نقاط ساییده شده نشان می دهد که حرکت جریان در این قسمت طولی بوده است. با بزرگتر شدن حفره ها روی سطح فلز در ناحیه HAZ، الگوی جریان اندکی تغییر کرده و سپس به الگوی طولی خود در قسمت خروجی شیر بر می گردد. در این قسمت خراشهای سایشی کم عمق، کوچک و متراکم دیده می شود. از قسمتهایی که شدت آسیب دیده گی زیاد بود، عکس های SEM گرفته و ارزیابی شد. یکی از این قسمتها در نزدیکی محل نشیمن گاه نازل بود. در این قسمت یک لایه خیلی نازک و چسبنده از محصولات خوردگی مشاهده شد. چسبندگی این لایه به سطح فلز چنان است که با فرآیند قلم زنی با اسید اتوفسفریک قابل جدا شدن نبود. محصولات خوردگی در این قسمت ترکیبی از اکسید ها، کربوناتها و احتمالاً دیگر نمک ها است. علاوه بر مقادیر بالای آهن، اکسیژن و کربن، عناصر دیگری مثل سلیسیم و سدیم نیز در رسوبات خوردگی مشاهده شد. در حفره های بزرگتر ایجاد شده درون شیار های مورب (شکل 8 سمت چپ)، رسوبات خوردگی همچنان ضخیم و سفت هستند و کندن آنها بوسیله قلم زنی مواد شیمیایی مشکل است. در شکل 8 (سمت راست) حفره های ناشی از خوردگی درون شیارهای سایشی بوسیله ریزگراف SEM نمایان است. از شکل شناسی آسیب های جزئی و شدید می توان دریافت که شیار های سایشی معمولاً در ابتدای فرایند زوال فلز رخ می دهد این اتفاق تا زمانی ادامه دارد که حفره های بزرگ در پایین دست نشیمن گاه نازل شکل گرفته و آشفتگی جریان را بطور قابل توجه ای کاهش دهد در این حالت قالب تخریب ها بوسیله خوردگی CO<sub>2</sub> حاصل می شود. رسوب محصولات خوردگی روی سطح فلز در زمان نسبتاً طولانی شکل می گیرد اما پس از تشکیل، این رسوبات نسبتاً ضخیم بوده و قدرت چسبندگی بالایی دارد [9]. از نمونه های گرفته شده در خروجی شیر کاهنده چنین بر می آید که بیشتر تخریب ها ناشی از مکانیزم خوردگی است. مشخصه این قسمتها، حفره های متراکم با رسوبات خوردگی چند لایه است. بررسی شکل شناسی و ریز ساختاری در خروجی شیر، قالب بودن خوردگی و فاز اکسید آهن را اثبات می کند. این نوع از مکانیزم تخریب از قبل هم انتظار می رفت چرا که فشار جزئی CO<sub>2</sub> در سیال جریان بین 30 تا 110 پام است که در محدوده متوسط قرار می گیرد. علاوه بر این ریز ساختار غیر همگن ماده سبب افزایش شکل گیری حفره های ریز خوردگی بین ناحیه غنی از اکسید آهن و فولاد و در نتیجه افزایش کلی میزان کاهش ضخامت دیواره می



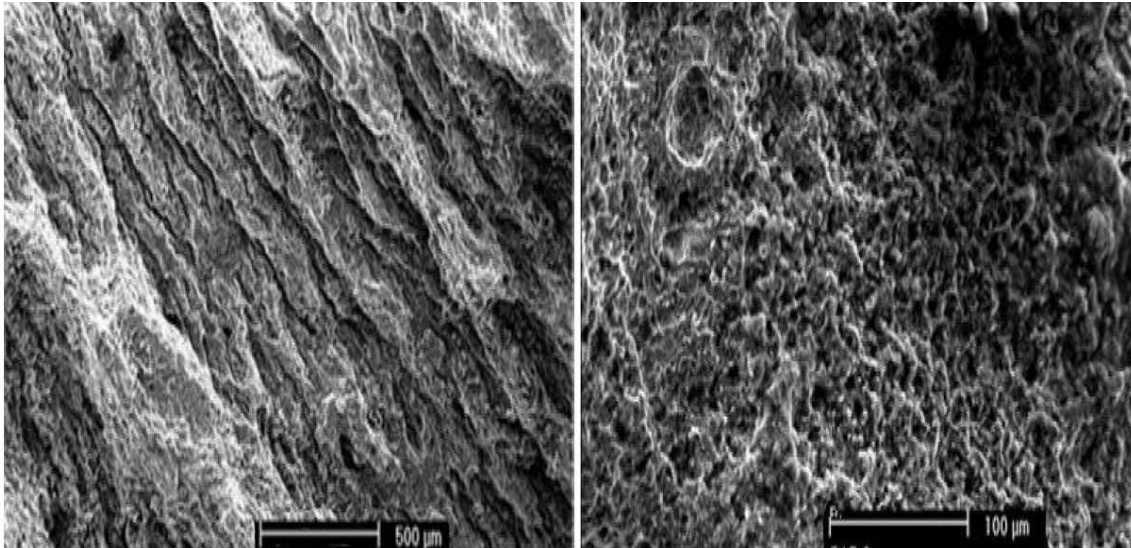
## اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



شود. بعلاوه عدم وجود شواهد و مدارک لازم برای شکستگی های رخ داده روی نازل، امکان یافتن علت اصلی تخریب در این قسمت فراهم نبود. آنچه که مسلم است شکستگی نازل سبب افزایش آشفته‌گی جریان در خروجی نازل شده و در نتیجه شدت تخریب ها توسط خوردگی-سایش در آن قسمت افزایش یافته است. در کل می توان گفت شرایط نامناسب عملیاتی و طراحی کاهنده باعث افزایش شدت تخریب های خوردگی-سایشی شده است البته نمی توان بطور قطع علت نشت و از کارافتادگی کاهنده را تنها در این دانست. افزایش سرعت جریان در خروجی نازل بدلیل افزایش اختلاف فشار قبل و بعد از کاهنده و همچنین قرار گیری ناحیه HAZ در مجاورت خروجی نازل، مثالی برای شرایط نامناسب عملیاتی و طراحی در کاهنده است.

شکل 8- ریزگرافهای SEM از شیارها (سمت چپ) و حفره های درون آنها (سمت راست)



### 5- نتیجه گیری

مطالعه تخریب های رخ داده در دو نوع شیر کاهنده سر چاهی (ثابت و متغیر) نشان داد که از کارافتادگی این نوع شیر ها حتی می تواند در شرایط عادی عملیاتی نیز رخ دهد. از آنجا که احتمال ایجاد حفره در فضای حلقوی بین نازل و بدنه کاهنده و سوراخ شدگی بدنه از این قسمت بیشتر از سایر قسمتها می باشد، لذا می بایست در زمان در سرویس بودن کاهنده ها این قسمت طی یک برنامه مداوم مورد بازرسی قرار گیرد. اگر شکل آسیب دیدگی ها روی دیواره داخلی کاهنده بصورت خوردگی یکنواخت باشد، احتمال از کارافتادگی زود رس کمتر می رود. برای هر دو ماسوره مورد مطالعه، محل نامناسب قسمت جوشی کاهنده در خروجی نازل، سبب کاهش ضخامت و نهایتا از کارافتادگی آنها شده است.

### مراجع

- [1] R. Hamzah, D.J. Stephenson, J.E. Strutt "Erosion of material used in petroleum production", *Wear* 186/187 (1995) 493-496.
- [2] K. Haugen, O. Kvernfold, A. Ronold and R. Sandberg "Sand erosion of wear resistant materials: Erosion in choke valves", *Wear*, 186-187 (1995), p. 179-188
- [3] L. Nøkleberg and T. Søntvedt, "Erosion in choke valves—oil and gas industry applications", *Wear*, 186-187 (1995), p. 401 – 412.
- [4] I. C. Grigorescu, C. Di Rauso, C. Zerpa, A. Mentesh, "Asimilación de la cerámica avanzada Mg-PSZ en PDVSA". *Proc. Conf. MATERIALTER 2002, Materiales Alternativos Guayana 2002, Cd.*

# اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



Guayana, Venezuela, Oct. 2002.

[5] B.S. McLaury, S.A. Shirazi, J.R. Shadley, and E.F. Rybicki, "HOW EROSION-CORROSION PATTERNS IN A CHOKE CHANGE AS MATERIAL LOSSES IN THE CHOKE PROGRESS", corrosion96. Paper no 16.

[6] ANSI/API SPEC 6A, "Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment", 19th Ed., 2004

[7]. گلعدار، محمد علی، (1390)، "اصول کاربرد عملیات حرارتی: فولادها"، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

[8]. محمدجعفر هادیان فرد، فولاد شناسی، انتشارات نوید شیراز، چاپ اول، 1378

[9]. روش های بازرسی و نظارت بر خوردگی، م.ع. گلعدار، انتشارات ارکان دانش اصفهان، 1387