

## تاثیر میدان مغناطیسی پسماند بر جوشکاری خطوط لوله نفت و گاز و روش های حذف یا کاهش اثرات آن

آزاده تشت زر<sup>۱</sup>، مهدی نقی زاده<sup>۲</sup>

کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی و بازرسی فنی - کارشناس بازرسی فنی

کارشناسی مهندسی تکنولوژی جوش - کارشناس ارشد بازرسی فنی

شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی

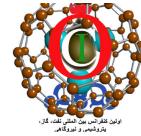
### چکیده

خطوط لوله معمولاً توسط یکی از فرآیندهای جوشکاری قوسی تعمیر می شوند. این کار به صورت یک جریان معمول و به طور روزمره اتفاق می افتد. یکی از مشکلات در حین تعمیرات خطوط لوله، وجود میدان های مغناطیسی ناخواسته در محدوده جوشکاری می باشد که باعث ایجاد پدیده وزش قوس می شود. در بسیاری از موارد مشاهده شده است که در نتیجه وجود وزش قوس، عیوبی همچون بریدگی کنار جوش ریشه، ذوب ناقص و حتی در مواردی پاشش ذرات در حین جوشکاری رخ می دهد. پدیده وزش قوس می تواند یک مقوله بسیار جدی در کار جوشکاری خط لوله باشد. این مقاله به بررسی اثرات پدیده وزش قوس مغناطیسی و چگونگی فایق آمدن بر مشکلات ناشی از بروز این پدیده در جوشکاری خط لوله می پردازد.

واژه های کلیدی: خط لوله-میدان مغناطیسی پسماند-جوشکاری، الکتروود- وزش قوس.

---

1- شیراز- خیابان زند- شرکت ملی نفت ایران- شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی ([a.tashtzar@gmail.com](mailto:a.tashtzar@gmail.com))  
2- منطقه عملیاتی پارسیان- لامرد، شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی ([mehdi\\_naghizadeh@yahoo.com](mailto:mehdi_naghizadeh@yahoo.com))



## 1- مقدمه

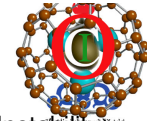
عموما میدان های مغناطیسی در تجهیزات یا بنا به خواسته طراح یا به ناخواسته در حین انجام عملیات یا فرآیند خاصی بوجود می آیند. در خطوط لوله ایجاد میدان های مغناطیسی اغلب به صورت ناخواسته بوده که اکثرا به صورت پسماند در لوله ها باقی می ماند. از جمله موارد ایجاد میدان مغناطیسی در خطوط لوله میتوان به موارد زیر اشاره کرد [1]:

1. وجود میدان مغناطیسی زمین به خصوص هنگامی که خط لوله در جهت شمالی-جنوبی قرار می گیرد. این اثر با افزایش طول خط لوله، افزایش می یابد. گرچه میدان مغناطیسی زمین کمتر از 0/1 میلی تسلا است، اما این میدان می تواند در اثر وجود عناصر آلیاژی در فولاد متمرکز شود و به یک مقدار بالاتر افزایش یابد.
  2. فولادهای دارای ساختار کریستالی فریتی (Ferrite Crystal Structure) نیز می توانند دارای میدان مغناطیسی باشند. این میکروساختار در فولادهای آلیاژی شامل عناصر آهن، نیکل و کبالت ایجاد فرو مغناطیس می کند، البته فولادهای زنگ نزن از این اثر مستثنی هستند.
  3. وجود میدان مغناطیسی پسماند ناشی از یک عملیات خاص، که در خطوط لوله اصلی ترین عملیات که باعث بروز چنین مشکلی می شود، عملیات بازرسی لوله توسط عملیات پیگرانی هوشمند نشتی شار مغناطیسی (MFL Intelligent pigging) می باشد.
  4. نزدیکی انبر نگهدارنده الکتروند به گیره اتصال در حین جوشکاری خط لوله.
  5. تنش های موجود در مواد سازنده لوله.
  6. جوشکاری در محل هایی که به صورت ناخواسته یک میدان مغناطیسی خارجی وجود دارد. در واقع در هنگام جوشکاری خطوط لوله فولادی همواره مقداری میدان مغناطیسی وجود دارد که گرچه این میدان در حد چند ده گaus (اندازه گیری شده در هوا و در انتها لوله) بیشتر نیست اما این میدان بعد از تنظیم و جفت کردن دو لوله به هم می تواند در قسمت گپ میان دو لوله متمرکز شود. در این موقعیت میدان مغناطیسی می تواند به 1000 گaus هم برسد. اثر میدان مغناطیسی به فرآیند جوشکاری بستگی دارد اما برای داشتن ذهنیتی در این خصوص، گفتنی است که وجود میدان های بزرگتر از 30 گaus می تواند موجب بروز مشکلات عمده ای شود.
- این مقاله به بررسی اثر میدان مغناطیسی ناخواسته در محدوده ی جوشکاری خطوط لوله و بروز پدیده ی وزش قوس ناشی از میدان مغناطیسی پسماند و ارائه راه کارهای کاربردی به منظور پیشگیری از بروز این پدیده می پردازد.

## 2- پدیده وزش قوس

هر گونه انحراف ناخواسته قوس از مسیر طبیعی به سبب نیروهای مغناطیسی را وزش قوس (Arc Blow) می نامند. این پدیده نتیجه اختلال مغناطیسی است که در میدان مغناطیسی خود القایی اطراف الکتروند، قطعه کار و قوس ایجاد می شود [2و3]. وزش قوس به دلیل ایجاد نیروی لورنتز حاصل از برهم کنش بین جریان الکتریکی و میدان مغناطیسی حاصل از آن ایجاد می شود. تحت این پدیده، قوس شکسته یا منحرف می شود و در برخی از موارد امکان چرخش قوس نیز وجود دارد [4].

وزش قوس یک پدیده مخرب در فرآیند جوشکاری و کیفیت جوش نهایی می باشد. در هنگام جوشکاری گوشه های ورق های سنگین فلزی با منبع توان DC، این مسئله به صورت جدی تر مطرح می باشد، زیرا این پدیده می تواند باعث ناپایداری

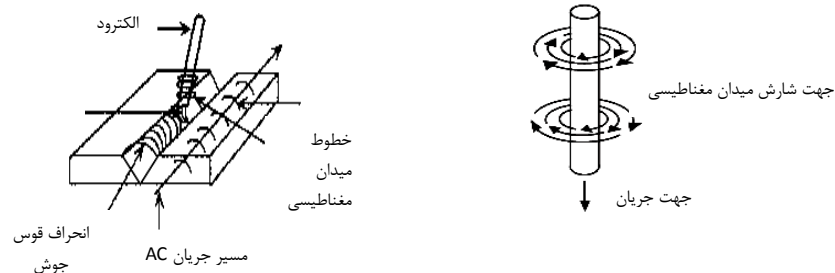


قوس (Arc Instability)، بریدگی کنار جوش (Under Cut)، ایجاد حفره (Porosity)، ظاهر بد و دیگر عیوب جوش شود] و 5].

جوشکاری پاس ریشه، یکی از مهمترین مراحل در جوشکاری است. بسیاری از نواقص جوش ناشی از مشکلاتی است که در جوش پاس ریشه رخ می دهد. در عمل، در جوشکاری پاس ریشه است که پدیده وزش قوس بسیار حائز اهمیت می شود زیرا هنگام پیشروی جوش، مقداری شانت مغناطیسی (Magnetic Shunting) رخ می دهد و میدانی که در رسوب جوش ظاهر می شود در مسیر فلز جوش پاس ریشه قرار می گیرد. با این حال برخی مشکلات مربوط به وزش قوس در پاس های سوم و چهارم نیز رخ می دهد. در برخی از لوله ها که آستری از فولاد زنگ نزن یا اینکونل روی آنها پوشش شده است، مشکلات وزش قوس در پاس ریشه رخ نمی دهد بلکه عمده مشکلات وزش قوس متوجه فصل مشترک بین لوله و فولاد زنگ نزن می باشد. وزش قوس در هر فرآیند جوشکاری که فلز پایه دارای میدان مغناطیس باشد، رخ خواهد داد. همچنین در جوشکاری لوله هنگامی که لوله جدید به لوله قدیمی جوش داده می شود این پدیده بیشتر مشکل ساز می شود [1].

### 3- مکانیزم عمل

عبور جریان الکتریکی از الکتروود، قطعه کار و کابل زمین، یک حوزه مغناطیسی به وجود می آورد که خطوط نیروی این میدان به صورت دایره متحدالمرکز عمود بر امتداد عبور جریان می باشند، (شکل 1). به نسبت دور شدن از الکتروود، شدت خطوط نیروی میدان مغناطیسی رفته رفته کاهش می یابد. مادامی که فضای کافی در محیط کار برای خطوط نیرو وجود داشته باشد، این خطوط حالت دایروی خود را حفظ خواهند کرد. با تغییر محیط به عنوان مثال از فولاد به هوا، خطوط دایروی نیرو منحرف و در فولاد متمرکز می شوند. هنگامی که حوزه اطراف قطعه کار یا الکتروود در اثر میدان مغناطیسی نامتعادل گردد این عدم تعادل باعث انحراف قوس از حالت حقیقی شده که بیشتر در جریان یکنواخت DC اتفاق می افتد، زیرا حوزه مغناطیسی از نظر جهت ثابت است.

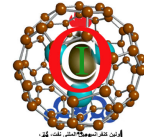


شکل 1- الف) عبور جریان از درون الکتروود جوشکاری و ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن ب) بروز پدیده وزش قوس ناشی از عبور جریان یکنواخت DC

در هنگام جوشکاری با جریان DC، قوس به جای طی کردن کوتاه ترین مسیر میان الکتروود و قطعه کار از آن مسیر منحرف می شود. انحراف یا وزش قوس، ناخواسته است چون ذوب و انتقال قطرات که به طور طبیعی در راستای الکتروود می باشد انجام نمی گیرد و در نتیجه کنترل آنها با مشکلات زیادی همراه خواهد بود. معمولا انحراف در جهت حرکت انتقالی الکتروود به طرف جلو یا عقب می باشد. در واقع انحراف قوس در راستای آزاد شدن تمرکز خطوط نیرو و به تعادل رساندن میدان مغناطیسی می باشد، (شکل 2). میزان حساسیت قوس های AC به پدیده وزش قوس نسبت به قوس های DC کمتر است، زیرا در جریان متناوب AC، جهت میدان مغناطیسی مرتبا تغییر می کند. در جریان AC جهت جریان الکتریکی در هر نیم سیکل عوض می شود. هنگامی که جریان از مثبت به منفی تغییر می کند، میدان مغناطیسی مرتبا تقویت، تضعیف و

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

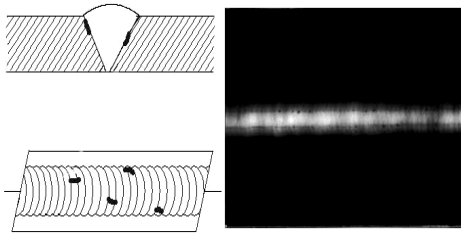
مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



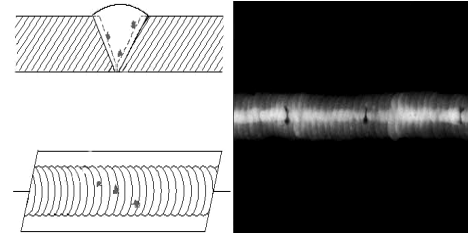
دوباره تقویت می شود. از اینرو استحکام میدان مغناطیسی به حدی نمی رسد که پدیده وزش قوس رخ دهد. اما در جوشکاری با جریان DC، میدان مغناطیسی در قطعه کار (تزدیک قوس) بطور پیوسته تقویت می شود و همین امر موجب بروز پدیده وزش قوس خواهد شد [6 و 7].



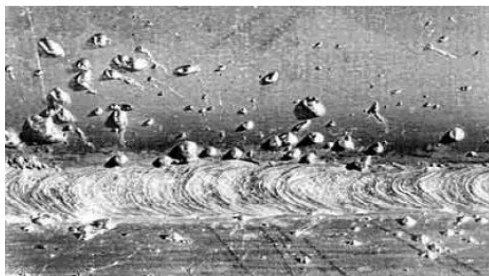
شکل 2- بروز پدیده وزش قوس ناشی از میدان مغناطیسی



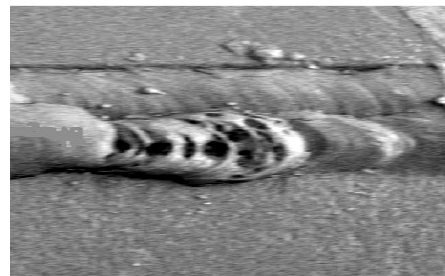
ذوب ناقص



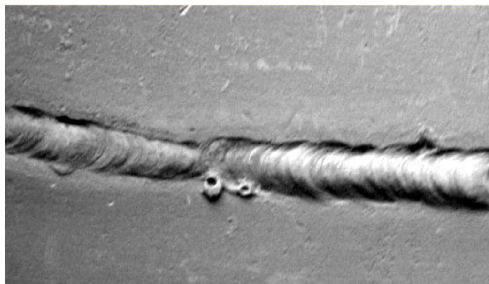
ناخالصی در جوش



پاشش مذاب



حفره در جوش

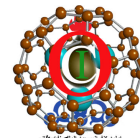


بریدگی کنار جوش



ناپایداری قوس

شکل 3- انواع عیوب ناشی از پدیده وزش قوس مغناطیسی در جوش



## 4- مشکلات احتمالی ناشی از پدیده وزش قوس

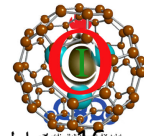
افزایش وزش قوس منجر به ناپایداری قوس و اختلال در فرآیند جوشکاری می شود. در نتیجه این پدیده، عیوبی در پاس های مختلف جوشکاری به خصوص پاس ریشه ایجاد می شوند که باعث بوجود آمدن گرده جوش ضعیف و غیر قابل قبول می گردد. این عیوب می توانند شامل موارد زیر باشند [7 و 4 و 2]:

1. ایجاد ظاهر نامناسب در گرده جوش.
2. رسوب نامنظم جوش.
3. ذوب ناقص (Lack of Fusion) در جوش، (شکل 3).
4. بروز حفره در جوش، (شکل 3).
5. ایجاد اتصالات جوشی ضعیف و ناهموار.
6. به دام انداختن ناخالصی در جوش، (شکل 3).
7. پاشش مذاب (Spatter) - در صورت قرار گیری در میدان مغناطیسی قوی، (شکل 3).
8. ناپایداری قوس، (شکل 3).
9. بریدگی کنار جوش (Under Cut)، (شکل 3).

## 5- روش های پیشگیری از بروز پدیده وزش قوس

حذف میدان مغناطیسی پسماند قبل از فرآیند جوشکاری و یا اعمال یک میدان مغناطیسی خارجی معکوس در حین جوشکاری دو راه حل عمده جهت از بین بردن یا کاهش پدیده ی وزش قوس در خطوط لوله می باشند که در این راستا، اجرای موارد زیر می تواند در به حداقل رساندن این پدیده موثر باشند [7 و 2]:

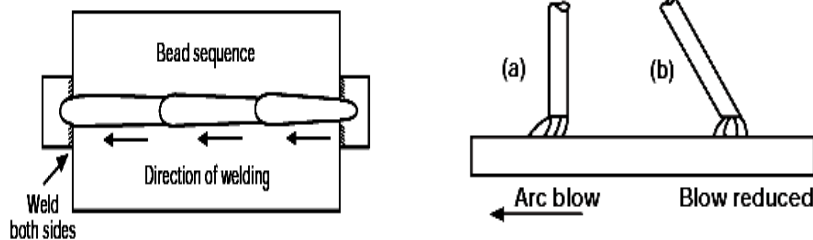
1. تغییر در شکل الکترودهای غیر مصرفی؛
2. تغییر در موقعیت گیره زمین یا کابل هادی جریان و جوشکاری دور از اتصال زمین؛
3. جلوگیری از حضور عوامل ایجاد کننده میدان مغناطیسی در اطراف قطعه کار و قوس؛
4. دور کردن قطعه کارها از منابع مغناطیسی مانند منابع تولید توان برای جوشکاری؛
5. کاهش دادن شدت جریان جوشکاری؛
6. سبک بردن بیش از یک اتصال به زمین؛
7. پیچیدن کابل اتصال به زمین به اطراف قطعه کار. با این کار حوزه مغناطیسی دیگری ایجاد می شود که باعث خنثی کردن حوزه فعلی می گردد؛
8. حتی الامکان ایجاد یک قوس کوتاه، به نحوی که نیروی قوس بتواند پدیده وزش قوس را خنثی کند؛
9. استفاده از الکترودهایی با قطر کوچکتر؛
10. کاهش دادن سرعت انتقال قوس؛
11. اعمال یک میدان مغناطیسی طولی خنثی کننده مصنوعی؛
12. افزایش سرعت جریان گاز محافظ (Shielding Gas) در جوشکاری TIG؛
13. پیش گرم کردن قطعه قبل از جوشکاری؛
14. تغییر در طراحی نوع اتصال نیز موثر است. آماده سازی محل اتصال به صورت L نسبت به V شکل بسیار مناسب تر است؛
15. حتی الامکان تغییر نوع جریان الکتریکی از حالت یکنواخت DC به حالت جریان متناوب AC. در صورت الزام به استفاده از جریان DC، برای کاهش میزان حساسیت به وزش قوس بایستی ولتاژ را تا جاییکه ممکن است، افزایش داد.



16. مغناطیس زدایی (Demagnetizing) قبل از انجام فرآیند جوشکاری.

17. زاویه دادن به الکتروود در جهت مخالف وزش قوس، (شکل 4).

18. استفاده از پشت بند (Back Stepping) جهت جوشکاری های طولانی تر، (شکل 5).



شکل 5- کاربرد پشت بند در جوشکاری برای کاهش پدیده وزش قوس

شکل 4- الف) پدیده وزش قوس ب) اصلاح وزش قوس توسط زاویه دادن به الکتروود در هنگام جوشکاری

## 6- تحلیلی بر راه کارهای کاهش میدان مغناطیسی پسماند

در این مقاله کاهش میدان مغناطیسی پسماند در خطوط لوله از دو بعد مورد بررسی قرار گرفته است، بعد اول از نقطه نظر تغییر الکتروود مصرفی می باشد و بعد دوم ایجاد میدان مغناطیس مصنوعی و عکس میدان مغناطیسی فعلی، که در ادامه به تفصیل مورد بحث قرار می گیرد.

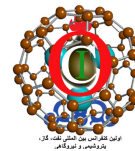
## 7- راهکار اول

### 7-1- خواص الکترودهای EXX10 و EXX11

الکترودهای EXX10 و EXX11 از جمله الکترودهای پر کاربرد در صنعت جوشکاری خطوط لوله می باشند. کاربرد اصلی و خواص مکانیکی این دو گروه از الکترودها در جداول 1 تا 3 بطور خلاصه آورده شده است. با توجه به اینکه الکترودهای EXX10 و EXX11 در کلاس الکترودهای سلولزی قرار دارند لذا خواص این الکتروودها را باید در پوشش سلولزی آنها مورد بررسی قرار داد. بیش از 40 درصد وزن پوشش این نوع الکتروودها را سلولز ( $C_x H_y O_z$ ) تشکیل می دهد که در اثر سوختن، مقدار زیادی هیدروژن و اکسید آزاد می کند. گازهای حاصل، حوضچه مذاب و قوس الکتریکی را از نفوذ گازهای مخرب موجود در اتمسفر محافظت می نماید. از این رو، استفاده از این خانواده الکتروودها اغلب در جوشکاری پاس ریشه خطوط لوله انتقال نفت و گاز و سایر سیالات که در فضای باز انجام می شوند کاربرد وسیعی پیدا کرده است. وجود گازهای فعال آزاد شده حاصل از سوختن سلولز، علاوه بر یونیزاسیون، قوسی با ولتاژ بالا پدید می آورد. از دیگر مشخصات پوشش های سلولزی می توان به امکان استفاده از آنها در وضعیت های مختلف، دود زیاد، قوس بسیار قوی و نافذ و پایدار، پاشش نسبتا زیاد جرقه های جوش به اطراف جوش اشاره نمود [7-12].

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

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



جدول 1- طبقه بندی و کاربرد اصلی الکترودهای EXX10 و EXX11

نوع الکترو	وضعیت جوشکاری	نوع جریان	اثر قوس	نفوذ	نوع روکش
EXX10	تمام وضعیت ها	DC+	شدید	عمیق	سدیمی پر سلولز
<p>کاربردهای اصلی الکترو EXX10- جوش با مشخصات مکانیکی خوب حاصل می شود. که بهتر است کیفیت آن با بازرسی از طریق رادیو گرافی کنترل شود. در ساختمان ها و جاهایی که جوش چند پاسه لازم است بکار می رود. مانند کشتی سازی، پل سازی، ساختمان ها، لوله کشی و مخازن تحت فشار.</p>					
EXX11	تمام وضعیت ها	AC DC+	شدید	عمیق	پتاسیمی پر سلولز
<p>کاربردهای اصلی الکترو EXX11- همان کاربردهای EXX10 را دارد با این تفاوت که با جریان متناوب و جریان مستقیم بکار برده می شود. مقاومت کششی و حد ارتجاعی آن اندکی بیشتر است.</p>					

جدول 2- خواص مکانیکی الکترودهای EXX10

الکترو	استحکام کششی (مگا پاسکال)	استحکام تسلیم (مگا پاسکال)
E6010	414	331
E7010	480	390
E8010	550	460

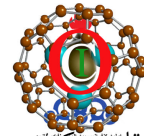
جدول 3- خواص مکانیکی الکترودهای EXX11

الکترو	استحکام کششی (مگا پاسکال)	استحکام تسلیم (مگا پاسکال)
E6011	414	331
E7011	480	390
E8011	550	460

## 2-7- تغییر در الکترو مصرفی

عمدتا در هنگام جوشکاری خطوط لوله با الکتروهای EXX10 با مسایل زیر روبرو هستیم:

1. الزام WPS به استفاده از EXX10 جهت جوشکاری پاس ریشه؛
  2. وجود میدان مغناطیسی پسماند در لوله به دلیل انجام عملیات پیگرانی هوشمند (به روش نشستی شار مغناطیسی (MFL)؛
  3. بروز عیب وزش قوس در هنگام جوشکاری پاس ریشه و در نتیجه، بروز عیوب متعدد و غیر قابل قبول در پاس ریشه؛
- با توجه به اینکه در میدان های مغناطیسی پسماند استفاده از الکتروهای EXX10 به دلیل قابل استفاده بودن آنها تنها در جریان DC+، باعث تقویت پدیده وزش قوس می گردد لذا در گام اول نیاز است الکترودی جایگزین شود که از نظر عملکردی و نفوذ علی الخصوص در پاس ریشه مناسب بوده و از نقطه نظر استحکامی مشابه الکترو فعلی باشد. با توجه به اینکه در میدان های مغناطیسی پسماند استفاده از جریان AC به دلیل تغییر جهت جریان الکتریکی در هر نیم سیکل باعث تضعیف میدان مغناطیسی می گردد که این مشکل وزش قوس را تا حد زیادی مرتفع می کند لذا باید الکترودی استفاده شود که بتواند در جریان AC نیز کارایی لازم را داشته باشد. با مراجعه به استاندارد های AWS و ASME، الکترو های EXX11 می توانند جایگزین مناسبی برای الکتروهای EXX10 در هنگام جوشکاری در میدان های مغناطیسی پسماند باشند زیرا وجود پتاسیم در روکش الکترو و در نتیجه وجود عناصر پایدار کننده علاوه بر جریان DC در جریان AC نیز قابل استفاده می باشد. همچنین استاندارد ASME-PART C-SFA 5.1 در بخش A7.2.1 به استفاده از الکترو های EXX11 با توجه به بالاتر بودن



مقاومت الکتریکی و حد ارتجاعی خوب آنها علاوه بر دیگر شباهت های کاربردی با EXX10 اشاره کرده است که به عنوان یک مرجع معتبر می تواند مورد استفاده قرار گیرد. آخرین نکته که میبایست قبل از استفاده از الکترودهای EXX11 مورد بررسی قرار داد این است که با توجه به الزام WPS به استفاده از EXX10 از یک سو و نیاز به تغییر الکترودها و استفاده از EXX11 از سوی دیگر آیا WPS فعلی قابل استفاده است یا نیاز به استفاده از یک PQR و WPS جدید قبل از استفاده از الکترودهای پیشنهادی می باشد. برای بررسی این موضوع لازم است به استاندارد ASME-SEC IX مراجعه شود. در بخش QW-253 با اشاره به این نکته که الکترودهای که در یک طبقه بندی در یک SFA قرار دارند و جایگزین همدیگر می شوند از نوع غیر ضروری بوده، نیازی به ارائه WPS و PQR جدید نمی باشد لذا به راحتی میتوان از EXX11 استفاده کاربردی نمود [13 و 10].

## 8- راهکار دوم

### 8-1- تکنیک الف - مغناطیس زدایی دینامیکی

مطمئن ترین روش برای مغناطیس زدایی خط لوله این است که در همان هنگام جوشکاری این کار انجام شود. یک روش برای از بین بردن میدان مغناطیسی، معکوس کردن میدان مغناطیسی به طور دینامیکی در حین فرآیند جوشکاری می باشد. Zeromag یکی از این تکنیک هایی است که اخیراً برای همین منظور طراحی شده است و می تواند به صورت دستی یا خودکار عمل کند.

در روش دستی این تکنیک، میدان مغناطیسی معکوس برای به صفر رساندن میدان مغناطیسی موجود در لوله استفاده می شود. این تکنیک برای موقعی که میدان مغناطیس طولی در لوله وجود دارد بسیار مفید می باشد. اما در حالتی که میدان مغناطیس موجود در لوله متغییر است یا حتی در اطراف جوش معکوس می شود، تکنیک خودکار لازم می باشد. در روش خودکار میدان مغناطیس در هر سطح یا جهتی باشد در حین فرآیند جوشکاری برطرف خواهد شد. در روش خودکار یک سنسور در نزدیکی الکترودهای جوشکاری و دستگاه Zeromag (شکل 7) قرار می گیرد تا اطمینان حاصل شود که میدان مغناطیسی در ناحیه جوش از 1 میلی تسلا بیشتر نشود. تکنیک Zeromag میدان مغناطیسی موجود در خط لوله را در ظرف مدت چند ثانیه از بین می برد و این میدان را در هنگام جوشکاری به صفر می رساند. هرگونه تغییر در قطبیت میدان مغناطیسی که در هنگام جوشکاری رخ می دهد بوسیله سنسور دستگاه تشخیص داده می شود و به طور فوری تنظیمات لازم برای مغناطیس زدایی جریان، صورت می گیرد، (شکل 8) [14 و 1].

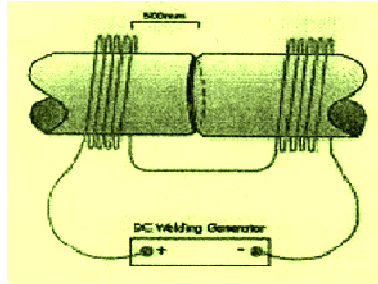
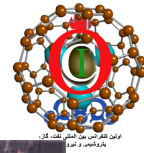


شکل 7- دستگاه Zeromag مدل ZM100A



شکل 6- مغناطیس زدایی یک خط لوله گاز





شکل 9- دیاگرام چیدمان سیم پیچ در تکنیک اعمال میدان مغناطیسی ثانویه



شکل 8- استفاده از دستگاه Zeromag برای مغناطیس زدایی یک خط لوله زیر زمینی

## 8-2- تکنیک ب- ایجاد میدان مغناطیسی ثانویه و معکوس میدان مغناطیسی پسماند فعلی

یکی از روش های کاهش میدان مغناطیسی پسماند در لوله ها ایجاد یک میدان مغناطیسی ثانویه به منظور کاهش یا از بین بردن اثر میدان مغناطیسی پسماند در خط لوله می باشد. این روش هنگامی مورد استفاده قرار می گیرد که به دلایل ذکر شده در بخش های قبلی به دلیل وجود میدان مغناطیسی پسماند امکان جوشکاری وجود نداشته باشد یا فرایند جوشکاری را با مشکل مواجه کند. برای انجام روش فوق ابتدا نیاز به تجهیزاتی می باشد که به اختصار طی موارد زیر بیان می گردد:

1. شدت سنج مغناطیسی (Gauss Meter) دارای محدوده 10 تا 1000 گاوس.
2. ژنراتور DC جهت ایجاد میدان مغناطیسی ثانویه (جریان در این تجهیز حتما میبایست قابل کنترل و قابل تنظیم باشد).
3. ژنراتور AC یا DC جهت انجام فرایند جوشکاری.
4. کابل انعطاف پذیر 300 آمپری (کابل با هسته آلومینومی توصیه نمی گردد).

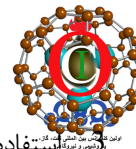
روش کار به این صورت است که باید در ابتدا با استفاده از شدت سنج مغناطیسی، شدت و قطبیت میدان مغناطیسی در محل پاس ریشه اندازه گیری شود. سپس کابل انعطاف پذیر را باید بر روی یکی از لوله ها و در انتهای سر لوله طبق شکل 9 به صورت محکم پیچاند (تقریباً 10 تا 12 دور پیچانده شود). با ادامه همان کابل سر لوله مقابل بایستی کابل پیچی شود. انتهای کابل ها به ژنراتور DC قابل تنظیم متصل می شوند. در این مرحله باید از شدت سنج میدان مغناطیسی استفاده کرد. بدین صورت که ابتدا ژنراتور DC را در کمترین حالت جریان می بایست تنظیم کرد و سپس روشن نمود. حال به آهستگی منبع جریان را افزایش داده و به صورت موازی شدت سنج مغناطیسی که در محل پاس ریشه قرار دارد بایستی قرائت شود. در این هنگام با افزایش جریان، میدان پسماند بایستی کاهش پیدا کند. در صورت افزایش میدان مغناطیسی جای باید کابل + و - عوض شوند. این تغییر در قطبیت باعث تحریک میدان مغناطیسی پسماند می گردد. افزایش جریان DC را باید تا آنجایی ادامه داد که جریان میدان پسماند به صفر نزدیک شود یا به زیر 20 گاوس برسد. اکنون می توان عملیات جوشکاری را با ژنراتور دیگر شروع کرد. دقت شود تا اتمام عملیات جوشکاری ژنراتور DC قابل تنظیم روشن بوده و جریان در حلقه های کابلی پیچیده شده دور لوله وجود داشته باشد [15].

## 9- نتیجه گیری

1. عمده مشکلات مربوط به جوشکاری خطوط لوله متوجه پدیده ی وزش قوس مغناطیسی می باشد. این پدیده حاصل از ایجاد یک شرایط نامتعادل در میدان مغناطیسی اطراف قوس است.
2. امروزه روش های ساده متفاوتی برای پیشگیری و یا کاهش پدیده وزش قوس در خط لوله وجود دارد.

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

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



استفاده از الکترودهای گروه EXX11 به جای الکترودهای EXX10 در جوشکاری پاس ریشه، با توجه به امکان استفاده از جریان برق AC و بدلیل تغییر متناوب قطب های جریان می تواند در کاهش تاثیر میدان مغناطیسی بر انحراف قوس جوشکاری و پیشگیری از وزش قوس موثر باشد.

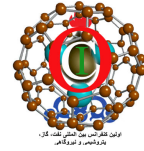
4. مغناطیسی زدایی در هنگام جوشکاری، قابل اطمینان ترین روش برای این است که بتوانیم اطمینان حاصل کنیم که جوشکاری با حداقل زمان تاخیر انجام می شود.

## تشکر و قدردانی

با سپاس از شرکت ملی نفت ایران - شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی - که از لحاظ معنوی و مادی این کار پژوهشی را مورد حمایت قرار داده است.

## مراجع

- [1] Anderson, J., (2007), "State of the Arc Magnetism in Pipes Can Stop Welding Progress".
- [2] <http://www.welding-technology-machines.info/physics-of-welding/remedies-for-arc-blow.htm>
- [3] American Society of Welding (AWS), A 3.0,(1998).
- [4] سنیدوکو، (1388)، "متالورژی جوشکاری"، چاپ دوم، ترجمه دکتر شعبانیان و دکتر اشرفی.
- [5] Pan, J., "Arc Welding Control ", Technology and Engineering, 2003.
- [6] "Prevent Arc Blow When welding", www. Metalforming.com, May 2001.
- [5] کویکی، امیر حسین، (1374)، "تکنولوژی جوشکاری"، چاپ اول، انتشارات آزاده با همکاری جامعه ریخته گران ایران، تهران.
- [8] American Society of Mechanical Engineers (ASME), Section II, SFA.5.1, Table 1, (2001).
- [9] American Society of Mechanical Engineers (ASME), Section II, SFA.5.5, Table 1, (2004).
- [10] American Society of Mechanical Engineers (ASME), Part C, SFA.5.5, Table 3, (2004).
- [11] American Society of Welding (AWS), A.5.1, (1998).
- [12] American Society of Welding (AWS), A.5.5, (1996).
- [13] American Society of Mechanical Engineers (ASME), Section IX, QW-253, (2004).
- [14] "Magnetism-A blow to welding", Welding & Metal Fabrication, May (1999).
- [15] "What Is Arc Blow and How Do You Prevent It", <http://www.esabna.com/us/en/twi/Arc-Blow.cfm>,(2009).



# The Effect of Residual Magnetic Field on Oil and Gas Pipeline Welding and the Ways to Remove or Reduce It

Azadeh Tashtzar<sup>1</sup>, Mehdi Naghizadeh<sup>\*2</sup>

1– South Zagros Oil & Gas Production Company, a.tashtzar@gmail.com

2–South Zagros Oil & Gas Production Company, mehdi\_naghizadeh@yahoo.com

## Abstract

Oil and gas pipelines are commonly repaired by using one of several different arc welding processes. This type of work is routine, takes place every day. Officious magnetic is one of the major problems in pipe welding that can cause the arc blow. In many cases the arc blow can results in weld defects such as undercutting, lack of fusion and even the spattering in weld. Magnetic arc blow can be a serious issue with pipe welding jobs. This article looks at the phenomenon of magnetic arc blow, its causes and how to overcome it.

**Keywords:** Pipeline, Residual Magnetic Field, Welding, Electrode, Arc Blow.

---