



ارائه شده توسط :

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتربر

# اثرات گاز محافظ روی جوشکاری قوس تو پودری اتصالات از جنس فولاد ضدزنگ

## آستنیتی سخت شده AISI 316L (N)

چکیده

این مقاله به مسائل مربوط به جوشکاری قوس تو پودری (FCAW) فولاد ضدزنگ آستنیتی (AISI 316(N)) با مفتول پرکننده 316LT توپودری به قطر 1.2mm می پردازد. جوشکاری با انواع ترکیبات گاز محافظ مانند % Ar, 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, 80% Ar + 20% 100% CO<sub>2</sub>, 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub> and 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and 100% CO<sub>2</sub>. هدف اصلی این کار مطالعه روی اثر ترکیبات مختلف گاز محافظ روی خواص مکانیکی و خصوصیات متالورژیک می باشد. ریزساختارها و محتوای فریت جوش ها آنالیز گردید. مشخصات مکانیکی نظریه تست اثر، ریزساختی، و انعطاف پذیری جوش ها انجام گرفته است. نمونه های اثر سطح شکستگی از طریق میکروسکوپ الکترونی پیمایشی (SEM) آنالیز گردید. سطح شکستگی یک شکاف انعطاف پذیری را در درجه حرارت اتاق نشان داد و شکاف انعطاف پذیری با چند تقسیم در درجه حرارت های پایین تر رخ داده است. درصد سختی و فریت جوش ها با افزایش CO<sub>2</sub> در ترکیبات گاز محافظ کاهش یافت.

### ۱- مقدمه

جوشکاری قوس تو پودری (FCAW) توجه عمده ای را در میان جوشکاران این روزها به دلیل مزیت هایش مانند قابلیت کارکرد و کارایی آسان دریافت کرده است. این روش برای مکانیزه سازی و رباتیک سازی مناسب بوده و کاربرد اسانی هم دارد و از اینرو کار سریعی را طی فرایند جوشکاری ورقه هایی که ضخامت بالایی دارند فراهم می کند. این روش یک عملیات جوشکاری ذوب می باشد که در آن در هم آمیختگی در نتیجه قوسی بین قطعه کار و یک الکترود فلزی پرکننده که پیوسته تغذیه گذاری می شود، حاصل می آید. هسته الکترود حاوی عناصر آلیاژی برای تغییر شکل فلز جوش ذوب شده، دی اکسید کننده ها، عناصر زباله خواری که گازهای اضافی حل نشده را خارج می سازند، تثبیت کننده ها، عناصر تشکیل دهنده سرباره و عناصر کمک ذوب می باشد و از متون علمی پیداست که استفاده از مفتول کمک ذوب بر مفتول توپر مزیت بیشتری دارد.

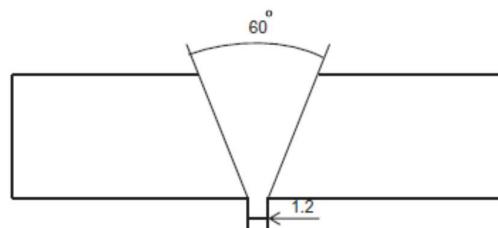
فولاد ضدزنگ آستنیتی (N) 316L به طور وسیعی در انشعابات اگزوز، بخشهایی از کوره، مبدل‌های حرارتی، بخشهایی از موتور جت، صنعت هسته‌ای و غیره کاربرد دارد. منطقه تحت تاثیر گرمایی یا HAZ در فولاد ضدزنگ آستنیتی حاوی بیش از ۰.۰۵% C می‌تواند مستعد تشکیل خوردگی بین دانه‌ای به نام خرابی جوش گردد. خرابی جوش در فولادهای ضدزنگ آستنیتی در اثر رسوبات کاربید Cr در مرزهای دانه‌ای ایجاد شده است که حساسیت زایی نامیده می‌شود. معمولاً، کاربید Cr همان M23C6 غنی از Cr می‌باشد که در آن M به معنی Cr و Andekی Fe می‌باشد. درون دامنه درجه حرارت حساسیت زایی اتم‌های کربن به سرعت با مرزهای دانه‌ای ترکیب می‌شوند که در آن جا با Cr ترکیب شده و تشکیل کاربید Cr را می‌دهند، از این‌رو کربن کمتری در دامنه ماکریزم ۰.۰۳ در ماده 316L استفاده شده است. فولادهای ضدزنگ آستنیتی کاربدهایی را به دلیل مقاومت خوردگی عالی در جو طبیعی و در دامنه وسیع محیط‌های خورنده می‌یابد. فولادهای از نوع 316 حاوی ۲-۳٪ مولیبدنیوم مقاومت خوردگی عمومی بهتری را نشان می‌دهند همانند محیط کلرید به خوردگی تشکیل دهنده چال. در نیتروژن (N) 316L درون دامنه ۰.۰۶-۰.۰۸٪ افزوده می‌شود.

گاز محافظ یکی از عوامل کلیدی است که بر ریزساختارها و خواص مکانیکی جوش‌ها اثر می‌گذارد. یک ترکیبی از دی اکسید کربن و آرگون به طور وسیعی به عنوان گاز محافظ برای عملیات FCAW استفاده می‌شود. در صد گاز کربن دی اکسید از میزانهای مختلف با ورودی حرارت مختلف متفاوت بوده و اثرات جوش‌ها توسط Yilmaz و Tumer مورد تحقیق قرار گرفته است. Aloraier و همکارانش مطرح کردند که هیچ گونه عملیات حرارتی بعد از جوش برای عملیات FCAW لازم نمی‌باشد. پارامترهای جوشکاری که بر نفوذ جوش اثر می‌گذارد توسط Erdal Karadeniz و همکارانش به مطالعه اثر پارامترهای فرایند Mostafa & Khajavi روی نفوذ در فرایندهای جوشکاری قوس فلزی گاز پرداختند. Arivazhagan و همکارانش به مطالعه تاثیر ترکیب گاز محافظ روی سختی جوش قوس تو پودری در فولاد اصلاح شده 9Cr-1Mo(P91) پرداختند. Mohamad Ebrahimnia و همکارانش به مطالعه اثر ترکیب گاز محافظ روی خواص جوشکاری مکانیکی فولاد ST37-2 در جوشکاری قوس فلزی گاز پرداختند. در این مطالعه تاثیر تغییر در ترکیب گاز محافظ روی خواص جوشکاری فولاد ST 37-2 مورد تحقیق قرار گرفت. Kang و همکارانش به تحقیق روی اثر افزودن متنابض گازهای محافظ در جوشکاری GTA با افزودن ترکیبی از گازهای محافظ

پرداختند و دریافتند که نه تنها می تواند کیفیت جوشکاری را افزایش دهد، بلکه انرژی را هم تا 20 درصد کاهش داده و میزان خروج کف را هم کاهش می دهد. برای بهبود کارایی عملیات جوشکاری FCAW اثر دی اکسید کربن روی کیفیت جوش باید دانسته شود.

جدول 1- ترکیب شیمیایی ماده پایه و مفتول پرکننده (وزن به درصد)

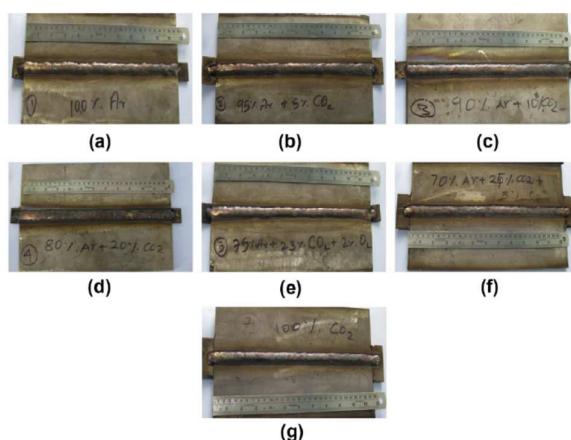
Material	C	Cr	Ni	Mo	N	Mn	Si	P	S	Cu	Ti	Nb	Fe
AISI 316L (N)	0.024	16.89	10.07	2.16	0.0597	1.51	0.42	0.026	0.0016	0.35	0.02	0.02	Bal
316LT	0.033	18.94	11.82	2.34	-	1.18	0.62	0.022	0.008	0.10	-	-	Bal



شکل 1- نمای اتصال جوش



شکل 2- تنظیم جوشکاری (a- حامل و b- ترکیب گاز)



شکل 3- (a-g) عکس نمونه های جوشکاری شده با گازهای محافظ مختلف

(a - 100% Ar, b - 95% Ar + 5% CO<sub>2</sub>, c - 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d - 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e - 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f - 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g - 100% CO<sub>2</sub>).

جدول 2-پارامترهای جوشکاری

ولتاژ	23 V
جريان جوشکاری	210-220 V
سرعت جوشکاری	5.5 mm/s
میزان تغذیه سیم	9.5 m/min
حالت انتقال	Spray transfer mode

اثر هیدروژن در گاز محافظه ارگون برای جوشکاری گاز بی اثر تنگستن فولاد ضدزنگ استنیتی 316L مورد تحقیق قرار گرفت. اثر ترکیب گاز محافظه روی احتباس نیتروژن فلزی جوش در فولاد ضدزنگ استنیتی 316LN مورد مطالعه قرار گرفت. برخی تحقیقات روی تاثیر ترکیب گاز محافظه بر شکل ظاهری جوش و تنش سطحی قطره ای که بین نوک الکترود و حوضچه جوش حرکت می کند، و روی حالت انتقال قطره و مقدار کف حاصله مطالعه نموده اند. مشخص گردیده است که مقدار کوچکی از اکسیژن اضافه شده به آرگون، باعث بهبود شکل ظاهری و حالت انتقال قطره می شود. ولی تحقیقات روی اثرات ترکیبات ارگون و اکسیژن و دی اکسیدکربن روی مشخصات جوش (N) 316L خیلی محدود می باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ترکیبات مختلف ارگون، اکسیژن و دی اکسیدکربن در ریزساختار، ریزساختی، درصد فریت و قابلیت انعطاف پذیری نمونه فولاد ضدزنگ استنیتی (N) 316L جوشکاری با قوس ثوپوری می باشد. در این مطالعه جوشها روی ماده (N) 316L با تغییر درصدهای ترکیب گاز محافظه ذیل ساخته شد:

100% Ar, 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>,

70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub>, 100% CO<sub>2</sub>,

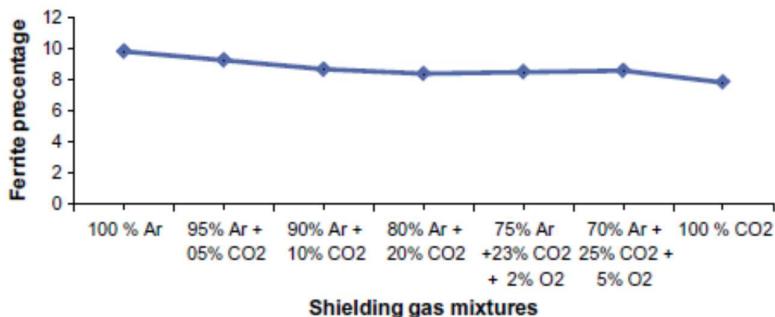
و مشخصات مکانیکی و متالورژیکی شان مورد بررسی قرار گرفت.

جدول 3-مقادیر پتانسیل اکسیژن (O<sub>P</sub>) برای ترکیبات گاز محافظه

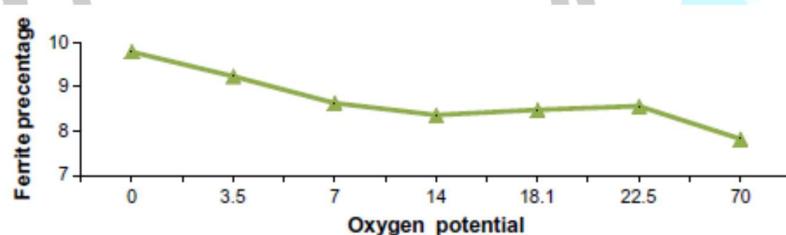
Shielding gas mixtures	100% Ar	95% Ar + 05% CO <sub>2</sub>	90% Ar + 10% CO <sub>2</sub>	80% Ar + 20% CO <sub>2</sub>	75% Ar + 23% CO <sub>2</sub> + 2% O <sub>2</sub>	70% Ar + 25% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	100% CO <sub>2</sub>
Oxygen potential (O <sub>P</sub> )	0	3.5	7	14	18.1	22.5	70

جدول 4-درصد فریت اندازه گیری شده در جوش ها

Shielding gas	Ferrite percentage					Average
100% Ar	9.82	9.95	9.73	9.81	9.86	9.83
95% Ar + 05% CO <sub>2</sub>	9.15	9.27	9.42	9.38	9.22	9.29
90% Ar + 10% CO <sub>2</sub>	8.52	8.76	8.91	8.66	8.59	8.69
80% Ar + 20% CO <sub>2</sub>	8.24	8.38	8.57	8.42	8.48	8.42
75% Ar + 23% CO <sub>2</sub> + 2% O <sub>2</sub>	8.43	8.51	8.65	8.46	8.57	8.52
70% Ar + 25% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	8.55	8.57	8.68	8.61	8.67	8.62
100% CO <sub>2</sub>	7.63	7.96	8.11	7.84	7.72	7.85



شکل 4a- درصد های فریت در جوش ها



شکل 4b- درصد های فریت در جوش ها به عنوان تابعی از پتانسیل اکسیژن



## 2- عملیات آزمایشی

فولادهای ضدزنگ استنتیتی AISI 316L(N) به عنوان ماده پایه برای این مطالعه استفاده گردیدند. سیم تو پودری 1/4 AWS 5.22 E316LT1-1/4 به قطر 1.2mm به عنوان ماده پرکننده استفاده شده است. ترکیب شیمیایی فلز پایه و مفتول پرکننده در جدول 1 آورده شده است.

ماده پایه به اندازه لازم  $400 \times 105 \times 8 \text{ mm}^3$  بریده می شود. شیار V شکل استفاده شده و دو پاس FCAW با استفاده از سوبسترای مس نیز انجام گرفت. صفحات ابتدا در پاس ریشه و بعد پاس پوشش دوم به ترتیب به هم متصل شدند. یک نمای اتصال جوش شماتیک در شکل 1 نشان داده شده است. ولی نمای اتصالات بکار رفته است. جوشکاری با ماشین جوشکاری ESAB-ARISTO با میزان برق 450W انجام گرفت و حامل Fronius-

استفاده گردید. تنظیم جوشکاری و واحد ترکیب کننده گاز WITT-GASTECHNIK 2a در شکل

b نشان داده شده است. درصدهای دی اکسید کربن و ارگون از 0 تا 100 درصد متغیر بوده و اکسیژن هم از 0 تا 40 درصد متغیر می باشد. برای همه تنظیمات جوشکاری، میزان جریان گاز به صورت ثابت نگه داشته شده است (20 lpm).

قبل از جوشکاری، صفحات با برس فولاد ضدزنگ پاک شده و با استون به دلیل تمیزی سواب کاری گردید.

براساس ازمایشات جوشکاری قبلی پارامترهای این عملیات انتخاب گردیده و آنها در جدول 2 نمایش داده شده اند. درجه حرارت بین پاس زیر 150 درجه سانتیگراد با کمک گج حرارتی به دلیل هدایت پذیری حرارتی فولاد ضدزنگ استنتیتی حفظ گردید. عکس های جوشکاری های محافظ مختلف در شکل 3a-g نشان داده شده است.

نمونه های تست از صفحه جوش بدست آمدند. نمونه ها بعدا نصب شده، پهن شده و بعد با استفاده از کاغذ سنباude SiC با دامنه سنگ ریزه از 180 تا 1200 صافکاری گردید. بعد نمونه ها به طور سبکی با استفاده از

خمیر الماس 3 میکرومتری صافکاری گردید. نمونه ها سپس شستشو گردیده و با استون تمیز شده و بعد خشک گردید و بعد از آن حکاکی الکتروولیتی در 10 درصد اگزالیک اسید در 9 ولت برای 30 ثانیه و طبق ASTM:E3-

11 انجام گرفت. ترکیب شیمیایی فلز جوش از روی آنالیز شیمیایی طیف ها مشخص شده است. درصدهای فریت با استفاده از طیف فریت اندازه گیری گردید و نیز درصد فریت با استفاده از Cr(eq) و Ni(eq) محاسبه شده است. نمونه ها برای تست Charpy به صورت قائم نسیت به جهت جوش طبق استانداردهای

ASTM:E23 گرفته شده است. تست های اثر در درجه حرارت اتاق  $100^{\circ}\text{C}$ - و  $196^{\circ}\text{C}$ - اجرا گردیده است.

اندازه گیری های ریزسختی در فلز مادر، HAZ و منطقه جوش با یک بار 1kgf برای 20 ثانیه طی اندازه گیری های صورت گرفت. تست خمش سطح ماده طبق استانداردهای ASTM:E190-92 انجام گرفت تا ایجاد ترک ها و شکاف ها را مشخص کند که به مشخص شدن ماهیت انعطاف پذیر ماده جوش کمک خواهد کرد. سرانجام بررسی های ریزساختاری در مقطع های مختلف جوش با استفاده از میکروسکوپ نوری انجام گرفت.

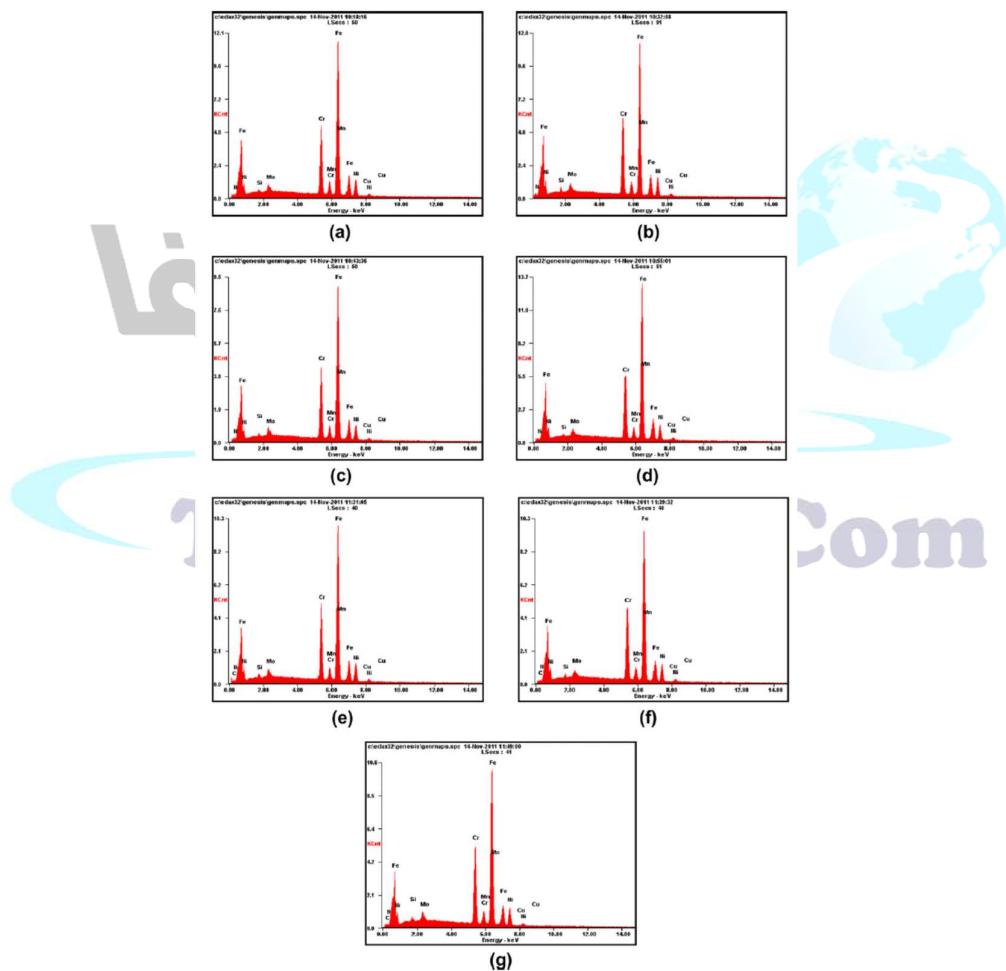
### 3-نتایج و بحث

#### 1-پتانسیل اکسیژن

در کل، پتانسیل اکسیژن ( $O_{2P}$ ) به معنای اثر اکسیداسیون گاز محافظ و یا اهمیت اکسیژن روی فلز جوش می باشد. اکسیژن و دی اکسید کربن گازها را اکسیده می کنند. آنها در درجه حرارت بالا خیلی فعال بوده و از اینرو اثر شیمیایی مستقیم شان روی مفتول پرکننده یا فلز پایه خیلی قوی می باشد.

جدول 5- ترکیب شیمیایی جوش ها

Shielding gas	Cr	Si	Mo	Nb	Ti	Ni	Mn	Cu	N	C	Cr-eq	Ni-eq
100% Ar	18.92	0.615	2.335	0.020	0.0200	09.58	1.49	0.29	0.048	0.024	23.697	12.332
95% Ar + 05% CO <sub>2</sub>	18.68	0.593	2.276	0.019	0.019	10.22	1.38	0.27	0.045	0.025	23.322	12.866
90% Ar + 10% CO <sub>2</sub>	18.66	0.587	2.172	0.018	0.017	10.25	1.31	0.25	0.046	0.026	23.131	12.912
80% Ar + 20% CO <sub>2</sub>	18.06	0.579	2.081	0.017	0.016	11.02	1.29	0.24	0.047	0.027	22.376	13.122
75% Ar + 23% CO <sub>2</sub> + 2% O <sub>2</sub>	18.31	0.581	2.127	0.017	0.016	11.22	1.23	0.25	0.042	0.026	22.699	13.241
70% Ar + 25% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	18.18	0.583	2.159	0.018	0.017	11.06	1.27	0.26	0.041	0.025	22.623	13.297
100% CO <sub>2</sub>	16.41	0.566	2.014	0.016	0.015	11.81	1.19	0.28	0.042	0.029	20.5975	13.312
Base material [316L (N)]											21.001	13.203
Filler wire [316LT]											23.695	13.431

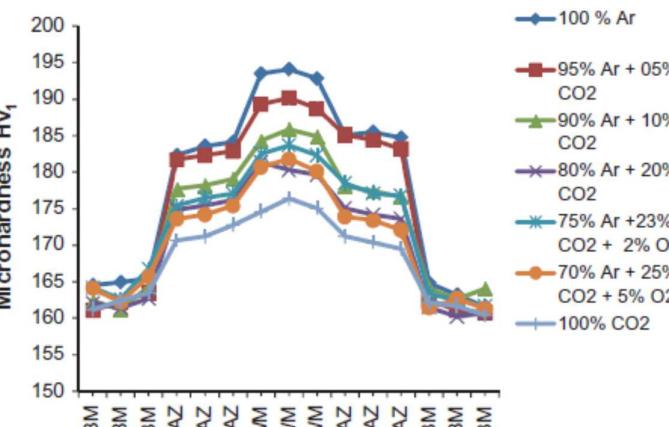


شکل 5- طیف های EDAX جوش ها

(a – 100% Ar, b – 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, c – 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d – 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e – 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f – 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g – 100% CO<sub>2</sub>).

جدول 6- درصدهای فریت پیشگویی شده و اندازه گیری شده جوش ها

گاز محافظ	درصد فریت پیشگویی شده	درصد فریت اندازه گیری شده	درصد خطأ
100% Ar	10.4	9.83	5.48
95% Ar + 05% CO <sub>2</sub>	9.7	9.29	4.23
90% Ar + 10% CO <sub>2</sub>	9.2	8.69	5.54
80% Ar + 20% CO <sub>2</sub>	8.9	8.42	5.39
75% Ar + 23%	8.7	8.52	2.07
CO <sub>2</sub> + 2% O <sub>2</sub>			
70% Ar + 25%	8.8	8.62	2.05
CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>			
100% CO <sub>2</sub>	8.2	7.85	4.27



شکل 6- مقادیر ریزسختی جوش ها

پتانسیل اکسیژن با استفاده از معادله (1) تخمین زده شده است و در جدول 3 آورده شده است.

$$O_P = O_2 + \mu CO_2 \quad (1)$$

که در آن  $\mu$  عامل اکسیداسیون بوده و مقدار  $\mu$  طبق متون علمی موجود به اندازه 0.7 فرض گردید.

### 2- درصد فریت

درصدهای فریت که با استفاده از Fischer-feritscope MP30 بدست آمده است، در جدول 4 آورده شده و در شکل های 4a و 4b رسم شده است. از شکل 4a حین اینکه درصد دی اکسیدکربن افزایش می یابد درصد فریب مشخص گردیده که کاهش می یابد. این کار را می توان به حضور کربن نسبت داد که یک ثبیت کننده آستانیتی می باشد. مساحت استانیتی وسعت یافته و درصد فریت در نتیجه افزایش درصد دی اکسید کربن در

گاز محافظ کاهش می یابد. افزایش دی اکسید کربن در گاز محافظ میزان توپرسازی را کند کرده و می تواند نیز درصد فریت را هم کاهش دهد. این نتیجه همتراز Liao & Chen می باشد. ولی درصد فریتی جوشها با استفاده از  $70\% \text{Ar} + 25\% \text{CO}_2 + 5\% \text{O}_2$  و  $75\% \text{Ar} + 23\% \text{CO}_2 + 2\% \text{O}_2$  از این روند تبعیت نکرده است. این امر می تواند به این دلیل باشد که تجزیه دی اکسید کربن در اثراکسیژن در مخلوط به تاخیر می افتد.

ترکیبات شیمیایی فلزات جوش از آنالیز شیمیایی طیف ها مشخص گردیده است و در جدول 5 آورده شده است. طیف های EDAX جوش ها در شکل 5 نشان داده شده است. (Cr(eq) و Ni(eq) برای فلز پایه، مفتول پرکننده، و جوش ها با استفاده از معادلات (Eq(2) و Eq(3) بدست امده و مقادیر در جدول 5 آورده شده است.

$$\begin{aligned} \text{Cr}_{\text{eq}} = & \text{Cr} + 2(\text{Si}) + 1.5(\text{Mo}) + 5(\text{V}) + 5.5(\text{Al}) + 1.75(\text{Nb}) \\ & + 1.5(\text{Ti}) + 0.75(\text{W}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{Ni}_{\text{eq}} = \text{Ni} + \text{Co} + 0.5(\text{Mn}) + 0.3(\text{Cu}) + 25(\text{N}) + 30(\text{C}) \quad (3)$$

از روی جدول 5 مشخص شده است که محتوای کربن و نیکل در فلز جوش با افزایش محتوای دی اکسید کربن در گاز محافظ افزایش می یابد. به خوبی مشخص شده است که نیکل و کربن عناصر تثبیت کننده استنیتی قوی می باشند. از اینرو اثر افزایش دی اکسید کربن منجر به کاهش Cr(eq) گردید و از سوی دیگر منجر به افزایش Ni(eq) گردید. علاوه بر آن، یک افزایش در درصد دی اکسید کربن در گاز باعث افزایش مصرف Cr, Si و Mn گردید. مقدار درصد فریت در فلز جوش با استفاده از Cr(eq) و Ni(eq) با استفاده از دیاگرام WRC-92 محاسبه شده و در جدول 6 آورده شده است. از جدول 6 مشخص است که مقادیر درصد فریت اندازه گیری شده به مقادیر درصد فریت پیشگویی شده نزدیکتر می باشد.

### 3-3-ریزسختی

تست ریزسختی با استفاده از ماشین ریزسختی Vicker انجام گرفت و مقادیر سختی در منطقه جوش، HAZ و فلز پایه روی هر دو طرف جوش اندازه گیری شد. سه اندازه گیری برای هر یک از اینها انجام شد و مقادیر ریزسختی در شکل 6رسم گردید. از شکل 6 مشاهده می شود که فلز پایه سختی کمتری نسبت به فلز جوش و HAZ دارد. این امر را می توان به دانه های ریز یافت شده در فلز جوش و HAZ به دلیل درجه حرارت بالا در این نواحی نسبت داد. دانه های درشت در فلز پایه یافت شده است. مقادیر ریزسختی با افزایش درصد فریت در فلز

جوش افزایش می یابد. در نتیجه، افزایش در محتوای دی اکسید کربن در گازها منجر به کاهش مقادیر سختی فلزات جوش می شود. اما مقادیر سختی جوش ها با استفاده از  $75\% \text{ Ar} + 23\% \text{ CO}_2 + 2\% \text{ O}_2$  و  $70\% \text{ Ar} + 25\% \text{ CO}_2 + 5\% \text{ O}_2$  از این روند تبعیت نکرده است. این کار می تواند به این دلیل باشد که تجزیه دی اکسید کربن به دلیل اکسیژن موجود در مخلوط به تعویق افتاده است.

#### 4-3-ریزساختارهای اتصالات

ریزساختار جوش های غیر حکاکی شده در شکل 7a-g نشان داده شده است. مشاهده گردیده است که اندازه ورود و حجم ورود با افزایش دی اکسید کربن در گاز محافظ افزایش می یابد. ورودهای عمدۀ عبارتند از اکسیدهایی مانند اکسیدهای سیلیکون، و اکسیدهای منگنز.

ریزساختارهای معمول در جوش های تهیه شده تحت گازهای محافظ مختلف در شکلهای 8 تا 14 نشان داده شده است. هر دو مورفولوژی های دندریتی و دراز فریت در ریزساختارها دیده شده اند. مشخص است که مورفولوژی دندریتی با توپرسازی پری تکتیک بدست آمده است در حالیکه فریت دراز با حل فریت طی خنک سازی بدست می اید. فراکسیون حجم فریت با افزایش مقدار دی اکسید کربن در گاز محافظ کاهش می یابد. مشاهده گردیده است که ریزساختارها ماهیت دندریتی نشان داده و دندریت وقتی که دی اکسید کربن در گاز محافظ افزایش می یابد، درشت تر می شود.

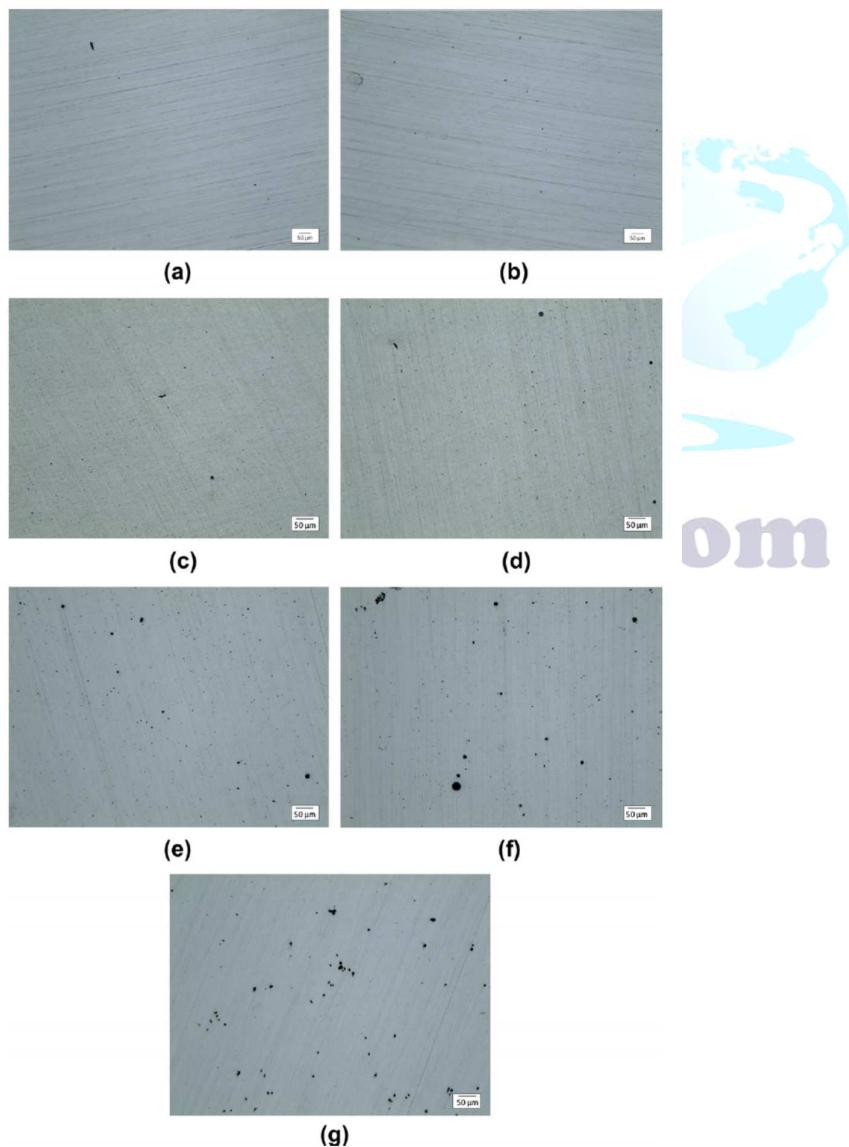
#### 5-خصوصیات اثر جوش ها

تست اثر شکاف Charpy در 25 درجه سانتیگراد (درجه حرارت اتاق)،  $100^{\circ}\text{C}$  و  $196^{\circ}\text{C}$ - انجام گرفت. متوسط مقادیر بدست آمده در جدول 7 است و در شکل fig.15a رسم شده است. از جدول 7 می توان مشاهده نمود که با کاهش درجه حرارت و افزایش درصد  $\text{CO}_2$ ، مقادیر سختی کاهش می یابد. شکلهای 8 تا 14 نشان داده است که کلیه فلزات جوش حاوی فریت دلتا و فازهای استنیتی می باشند. مشخص شده است که استنیت یک ساختار  $\text{FCC}$  و فریت دلتا یک ساختار  $\text{bcc}$  دارد. فلز  $\text{FCC}$  دارای سختی شکافی بالایی است که تقریبا مستقل از درجه حرارت می باشد. از سوی دیگر سختی شکاف فلز  $\text{bcc}$  قویا وابسته به درجه حرارت می باشد. مورفولوژی شکستگی نمونه های تست شده اثر در شکل های 16 تا 18 آمده است. مشاهده شده است که مورفولوژی شکستگی شکاف انعطاف پذیری در درجه حرارت اتاق و شکاف انعطاف پذیری با معدودی تقسیمات

در درجه حرارت های پایین می باشد. از شکل 7a-g ناخالصی های حبس شده ای در جوش ها یافت شده است.

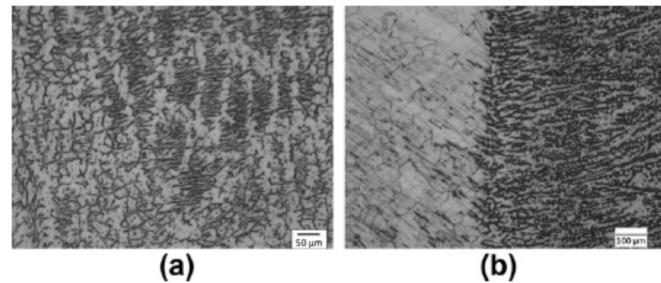
ناخالصی های حبس شده که به شکل محل های قدامی ترک عمل می کند خصوصیت سختی شکاف را بدتر می کند. ناخالصی های اکسید بیشتری تشکیل می شود وقتی که درصد دی اکسیدکربن افزایش می یابد باعث می شود که مقادیر سختی کاهش یابد. تاثیر پتانسیل اکسیژن روی سختی شکاف در درجه حرارت های مختلف در شکل 15b امده است.

مشهود است که سختی شکاف کاهش می یابد حین اینکه پتانسیل اکسیژن در درجه حرارت های تست بالا افزایش می یابد در حالیکه به پتانسیل اکسیژن در درجه حرارت های تست پایین غیرحساس می باشد.

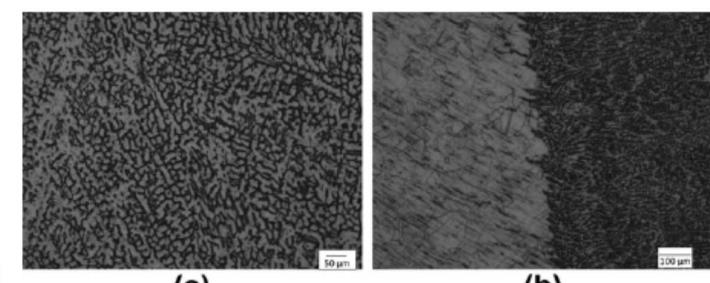


شکل 7-(a-g) ریزساختارهای بدون حکاکی جوش ها

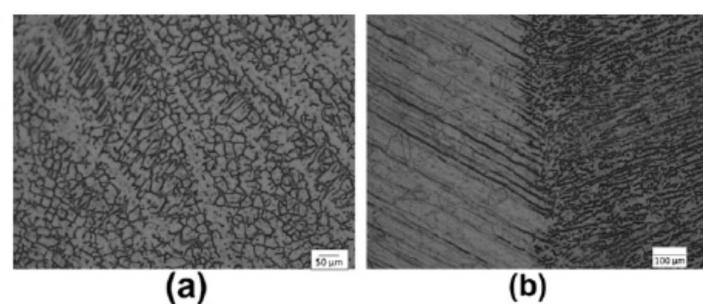
(a - 100% Ar, b - 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, c - 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d - 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e - 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f - 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g - 100% CO<sub>2</sub>).



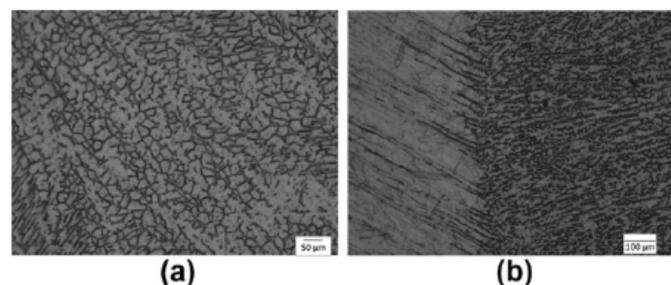
شکل 8-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با 100%Ar (a) جوش و b منطقه ذوب)



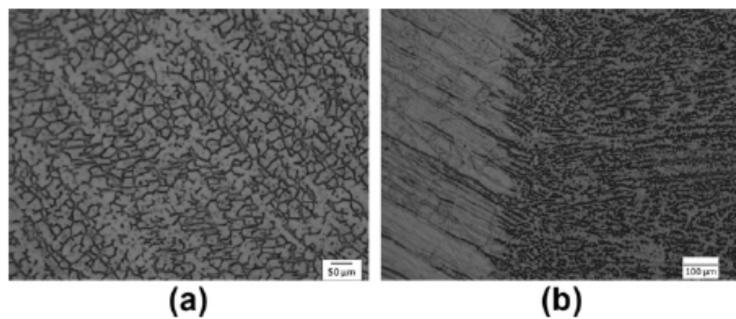
شکل 9-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub> (a) جوش و b منطقه ذوب)



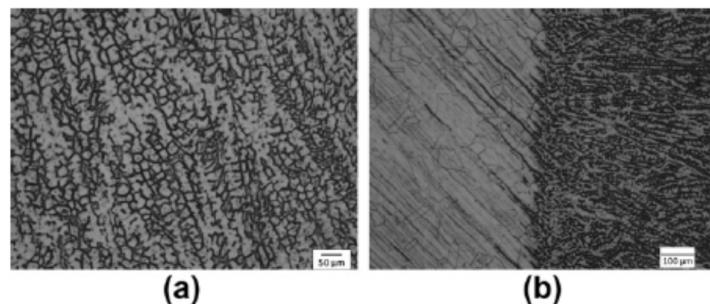
شکل 10-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub> (a) جوش و b منطقه ذوب)



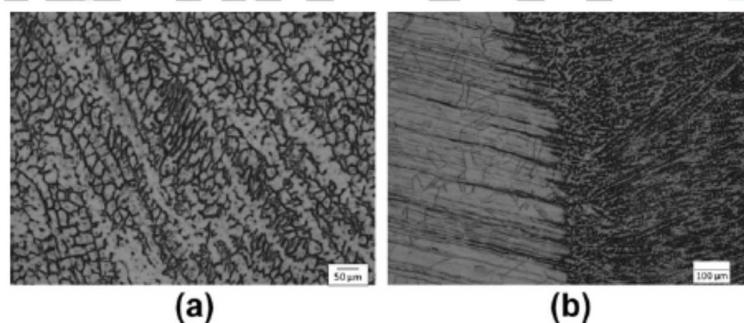
شکل 11-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub> (a) جوش و b منطقه ذوب)



شکل 12-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با  $75\% \text{Ar} + 23\% \text{CO}_2 + 2\% \text{O}_2$  a) جوش و b) منطقه ذوب)



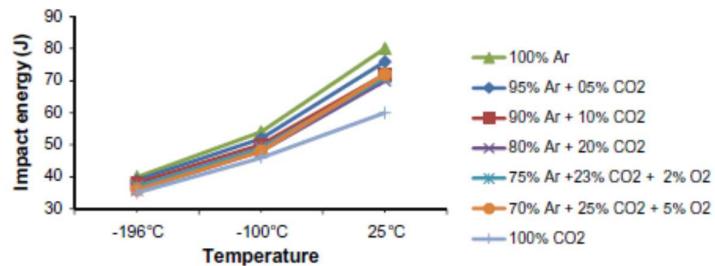
شکل 13-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با  $70\% \text{Ar} + 25\% \text{CO}_2 + 5\% \text{O}_2$  a) جوش و b) منطقه ذوب)



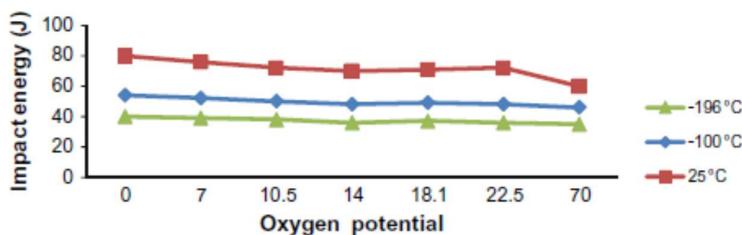
شکل 14-ریزساختار نمونه جوشکاری شده با  $100\% \text{CO}_2$  a) جوش و b) منطقه ذوب)

جدول 7-مقادیر انرژی اثر جوش ها

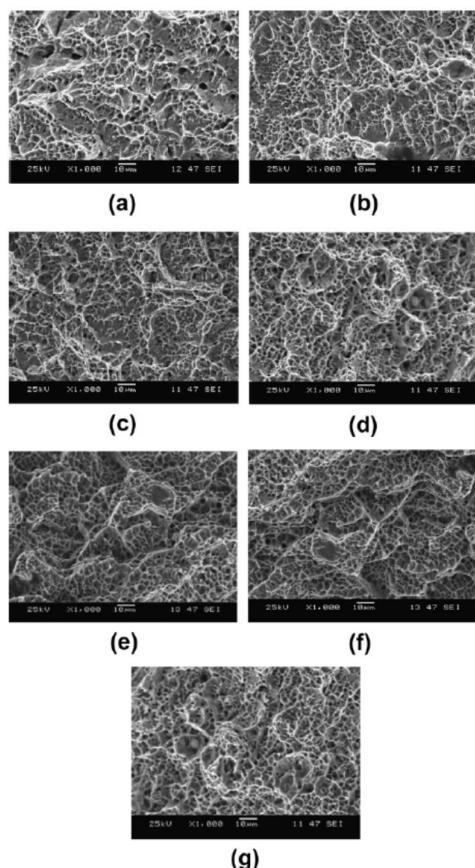
Shielding gas	Impact energy values (J) at different test temperatures		
	-196 °C	-100 °C	25 °C
100% Ar	40	54	80
95% Ar + 05% CO <sub>2</sub>	39	52	76
90% Ar + 10% CO <sub>2</sub>	38	50	72
80% Ar + 20% CO <sub>2</sub>	36	48	70
75% Ar + 23% CO <sub>2</sub> + 2% O <sub>2</sub>	37	49	71
70% Ar + 25% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	36	48	72
100% CO <sub>2</sub>	35	46	60



شکل 15a-اثر درجه حرارت روی انرژی اثر جوش ها



شکل 15b-اثر پتانسیل اکسیژن روی انرژی اثر جوش ها

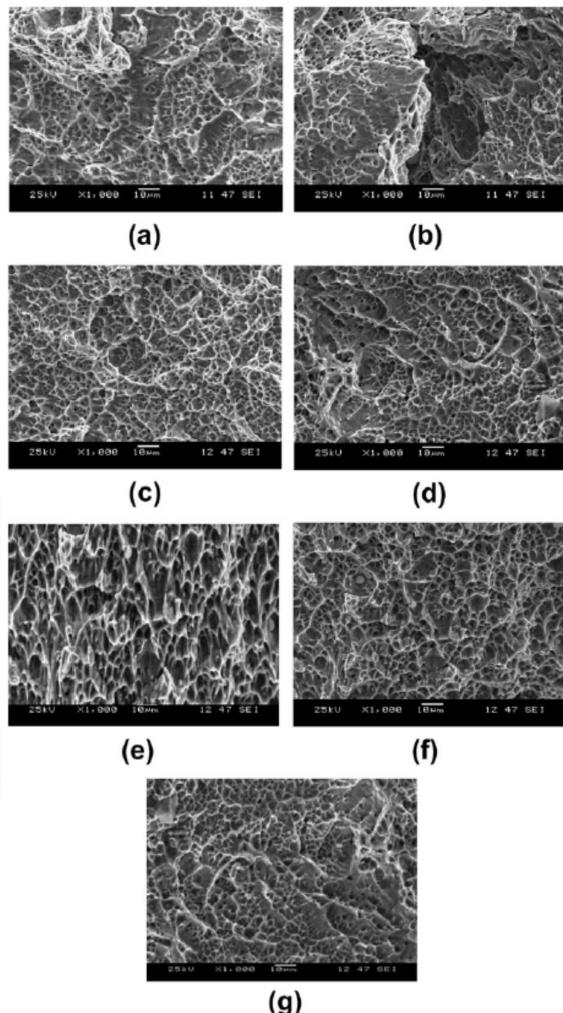


شکل 16(a-g)-مورفولوژی های شکستگی (تصویر SEM) نمونه های اثر در -196°C

(a – 100% Ar, b – 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, c – 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d – 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e – 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f – 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g – 100% CO<sub>2</sub>).

### 6-تست خمیدگی

تست های خمیدگی سطح برای بررسی قابلیت انعطاف جوش انجام گرفت. نمونه ها بعد از تست های خمیدگی سطح در شکل 19 نشان داده شده است و هیچ گونه ترک یا شکافی بعد از تست خمیدگی دیده نشد و قابلیت انعطاف حفظ گردید همانگونه که مشهود است قابلیت انعطاف ماده معلوم گردید که حفظ شده است.



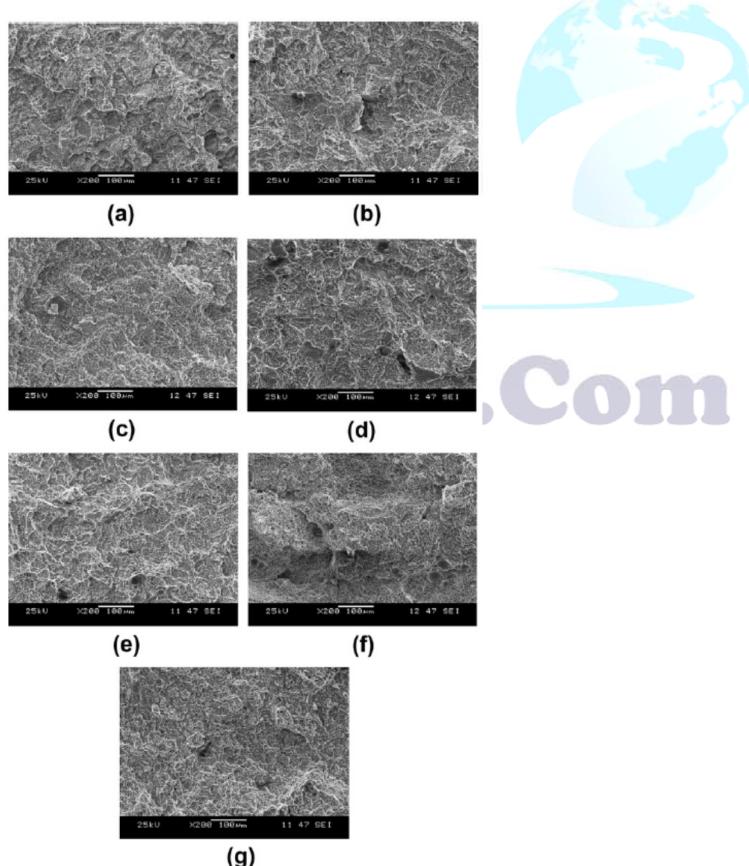
شکل 17-(a-g) مورفولوژی های شکستگی (تصویر SEM) نمونه های اثر در  $100^{\circ}\text{C}$

(a - 100% Ar, b - 95% Ar + 05% CO<sub>2</sub>, c - 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d - 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e - 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f - 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g - 100% CO<sub>2</sub>).

### 4-نتیجه گیری ها

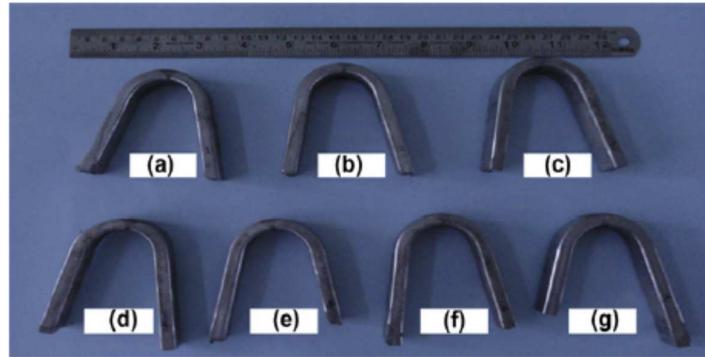
در این مطالعه، فولاد ضدزنگ استنیتی (N)316L با جوشکاری قوس تو پودری با گازهای محافظ مختلف جوشکاری گردید. نتیجه گیری های ذیل استخراج گردیده است:

- استفاده از انواع ترکیبات گاز محافظ مشخص گردید که بر خصوصیات مکانیکی و متالورژیکی اثر دارد.
- حين اینکه درصد دی اکسید کربن در ترکیب گاز محافظ افزایش می یابد مساحت استنیت در فلز جوش عریض می شود و باعث کاهش در درصد فریت می شود. ولی وقتی اکسیژن اضافه می شود، همان روند تبعیت نمی شود چون تجزیه دی اکسید کربن با اکسیژن در ترکیبات گاز محافظ به تعویق می افتد.
- مقادیر ریزسختی در منطقه جوش بالاتر از HAZ و فلز بازی می باشد. مقادیر سختی با افزایش دی اکسید کربن در ترکیبات گاز محافظ کاهش یافته است.
- ناخالصی های احتباسی اکسید که با افزایش درصد دی اکسید کربن در ترکیبات گاز محافظ تشکیل شده بود باعث گردید تا مقادیر سختی کاهش یابد.
- هیچ گونه ترک یا شکاف بعد از تست خمیدگی دیده نشد و قابلیت انعطاف حفظ گردید.



شکل 18-(a-g) مورفولوژی های شکستگی (تصویر SEM) نمونه های اثر در 25°C

(a – 100% Ar, b – 95% Ar + 5% CO<sub>2</sub>, c – 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d – 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e – 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f – 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g – 100% CO<sub>2</sub>).



شکل ۱۹- نمونه های بعد از تست خمیدگی (a-g)

(a – 100% Ar, b – 95% Ar + 5% CO<sub>2</sub>, c – 90% Ar + 10% CO<sub>2</sub>, d – 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>, e – 75% Ar + 23% CO<sub>2</sub> + 2% O<sub>2</sub>, f – 70% Ar + 25% CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub> and g – 100% CO<sub>2</sub>).

## References

- [1] Liao MT, Chen WJ. A comparison of gas metal arc welding with flux-cored wires and solid wires using shielding gas. *Int J Adv Manuf Technol* 1999;15(1):49–53.
- [2] Fischer GJ, Maciąg RJ. The wrought stainless steels. In: Peckner D, Bernstein IM, editors. *Handbook of stainless steels*, McGraw-Hill, New York, NY, USA, vol. 1; 1977, pp. 1.1–1.9.
- [3] Dieter GE. *Mechanical metallurgy*. London: McGraw-Hill; 1988.
- [4] Liao MT, Chen WJ. The effect of shielding-gas compositions on the microstructure and mechanical properties of stainless steel weldments. *Mater Chem Phys* 1998;55:145–51.
- [5] Yilmaz R, Tumer M. The effect of shielding gases on the microstructure and toughness of stainless steels weldments by FCAW. In: Annual assembly and international conference of the international institute of welding, 11–17 July, AWST 10/85; 2010.
- [6] Mukhopadhyay S, Pal TK. Effect of shielding gas mixture on gas metal Arc Welding of HSLA steel using solid and flux-cored wires. *Int J Adv Manuf Technol* 2006;29:262–8.
- [7] Aloraeer A, Ibrahim R, Thomson P. FCAW process to avoid the use of post weld heat treatment. *Int J Press Vessels Pip* 2006;83:394–8.
- [8] Mostafa NB, Khatavi MN. Optimisation of welding parameters for weld penetration in FCAW. *J Achievement Mater Manuf Technol* 2006;16(1–2):132–8.
- [9] Karadeniz Erdal, Ozsarac Ugur, Yildiz Ceyhan. The effect of process parameters on penetration in gas metal arc welding processes. *Mater Des* 2007;28:649–56.
- [10] Arivazhagan B, Sundaresan S, Kamaraj M. A study on influence of shielding gas composition on toughness of flux-cored arc weld of modified 9Cr 1Mo (P91) steel. *J Mater Process Technol* 2009;209:5245–53.
- [11] Ebrahimiha Mohamad, Goodarzi Massoud, Nouri Meisam, Sheikhi Mohsen. Study of the effect of shielding gas composition on the mechanical weld properties of steel ST 37-2 in gas metal arc welding. *Mater Des* 2009;30:3891–5.
- [13] Durgutlu Ahmet. Experimental investigation of the effect of hydrogen in argon as a shielding gas on TIG welding of austenitic stainless steel. *Mater Des* 2004;25:19–23.
- [14] Galloway Alexander, McPherson Norman. The effect of shielding gas composition on weld metal nitrogen retention in 316LN austenitic stainless steel. *Weld Cutting* 2006;5(4):225–30.
- [15] Jonsson J, Murphy PG, Zeckely AB. Influence of oxygen additions on argon shielded gas metal arc welding processes. *Weld J* 1995;74(2):48s–58s.
- [16] Subramanian DR, White S. Effect of shield gas composition on surface tension of steel droplets in a gas-metal-arc welding arc. *Metall Mater Trans B* 2001;32B(2):313–8.
- [17] Pires RM, Quintino L, Miranda L. Analysis of the influence of shielding gas mixtures on the gas metal arc welding metal transfer modes and fume formation rate. *Mater Des* J 2006;28(5):1623–31.
- [18] Guile AE. The electric arc. In: Lancaster JF, editor. *The physics of welding*. Pergamon Press; 2001. p. 120–45.
- [19] ASM Handbook. *Metallography and microstructures*. 9th ed. Metals Park Ohio: ASM International; 1992. p. 282–90.
- [20] Stenbacka N, Persson KA. Shielding gases for gas metal arc welding. *Weld J* 1989;68(11):41–7.
- [21] Kobayashi T, Sugiyama T. The effect of shielding gas composition on the characteristics of stainless steel weld metal. IIW Doc.XIZ-E-33-82.XII-B-25-82; 1982.
- [22] Bundinski KG, Bundinski MK. *Stainless steels*. Eng Mater. 1999:455–61[6th ed].
- [23] Brooks JA, Thompson AW. Microstructural development and solidification cracking susceptibility of austenitic stainless steel welds. *Int Metall Rev* 1991;36:16.

برای خرید فرمت ورد این ترجمه، بدون واتر مارک، اینجا کلیک نمائید.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

✓ لیست مقالات ترجمه شده

✓ لیست مقالات ترجمه شده رایگان

✓ لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI

سایت ترجمه فا؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معترض خارجی