# اثرات گازNO در مخلوطهای Ar/NO و Ar/He/NO بر کیفیت جوش آلیاژهای آلومنیم

**علیرضا شمس(مهندس بین الملل جوش)**

**موضوع مقاله:**

منوکسید نیتروژن طی سالهای متمادی جهت کاهش گاز اوزون تولیدشده در حین جوشکاری آلومینیوم به روش **MIG** به گازهای مخلوط اضافه می شد. یافته های اخیر نشان داده که منوکسید نیتروژن [1]اضافه شده به طور قابل ملاحظه ای باعث ثبات قوس و کنترل بهتر حوضچه جوش شده و باعث داشتن جوش با سطحی هموار و افزایش نفوذ جوش گردیده است.

## روش جوشکاریGMAW:

روش جوشکاری تحت حفاظت گاز محافظ که اغلب بعنوان جوشکاری میگ مگ نامیده میشودیکی روشهای جوشکاری قوسی است که در آن حرارت تولید شده بوسیله قوس ایجاد شده بین سیم وقطعه کار بدست می آید.

الکترود یا مفتول مصرفی بصورت دائم واتوماتیک وارد ناحیه جوش میشود، الکترود حوضچه جوش،قوس،وناحیه مجاور جوش توسط یک لایه از گاز محافظ از اثرات عوامل جوی محافظت میشوند،

گازها یا گازهای محافظ بایستی بدرستی از عهده محافظت برآید.زیرا حتی مقدار خیلی کم آلودگی باعث ایجاد ناخالصی در جوش میشود.

این روش بر محدودیتهای استفاده از الکترودهای کوتاه (روش جوشکاری برق)وعدم جوشکاری درتمام حالات(روش زیر پودری)برتری جسته وبطور گستردهای بطور اتوماتیک ونیمه اتوماتیک در صنعت بکار برده میشود .

## کاهش مقدار اوزون[2]

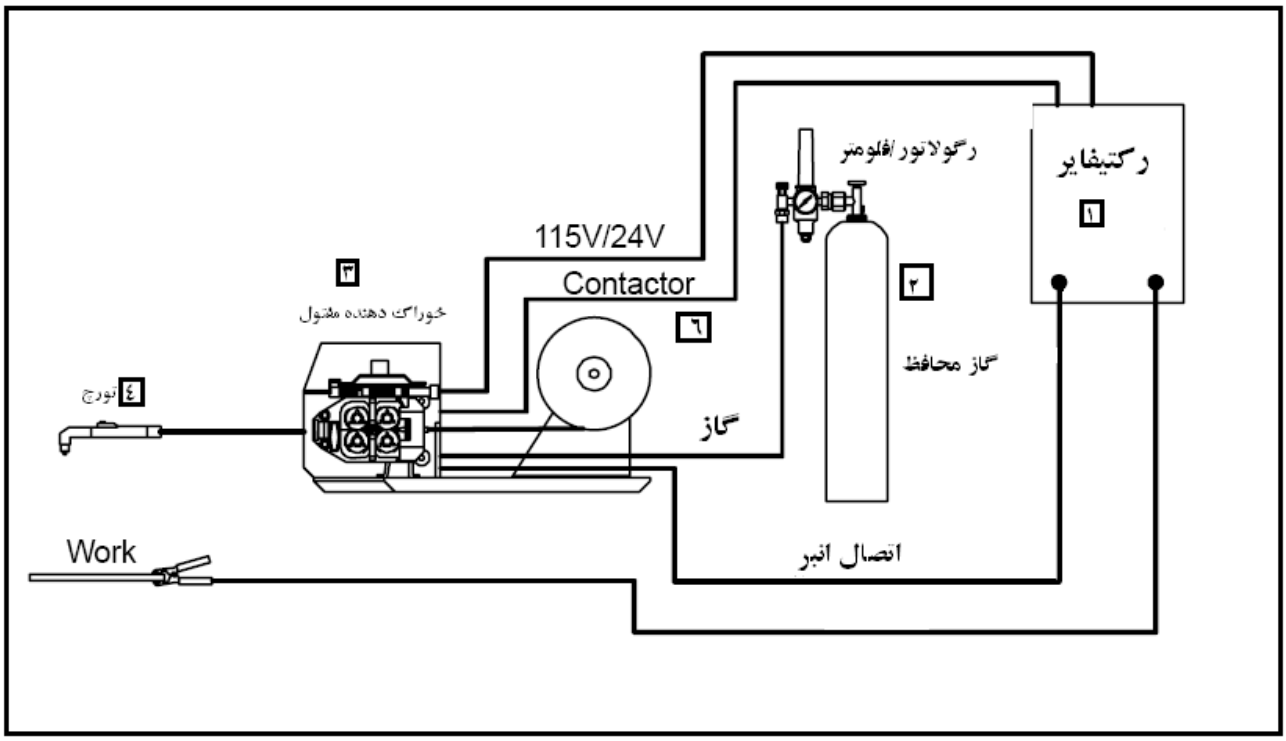
برخی از شرکتهای تولیدکننده گازهای محافظ جهت جوشکاری آلومینیوم گازهای را به بازار عرضه می کنند. عناصر اکسید کننده مانند اکسیژن و نیتروژن در حد **p.p.m**[3] به گاز آرگون یا مخلوط آرگون و هلیم اضافه می شود . شرکت **AGA** نیز از نیمه

---

[1] NO

[2] $O_3$

[3] قسمت در میلیون




قسیم بندی روشهای مختلف جوشکاری با گاز محافظ

| Process DIN 1910 Part 4 | Chem. behaviour | Classification fig. DIN EN 439 | Materials |
|---|---|---|---|
| MIG (131) | Inert | I 1 | All metals apart from steels |
| | | I 2 | Aluminium, copper |
| | | I 3 | Aluminium, copper |
| MAGM (135) | Less strongly oxidising | M 11 | Stainless and high-alloy steels |
| | | M 12 | Stainless and high-alloy steels |
| | | M 13 | Low-alloy steels |
| | | M 21 | Unalloyed and low-alloy steels, flux-core wires |
| | | M 22 | Unalloyed and low-alloy steels |
| | | M 23 | Unalloyed, low-alloy and stainless steels |
| | More strongly oxidising | M 31 | Unalloyed and low-alloy steels |
| | | M 32 | Unalloyed and low-alloy steels |
| | | M33 | Unalloyed steels |
| MAGC (135) | | C | Unalloyed steels, low-alloy steels (with limitations), flux-core wires |

قرن هفتاد نسبت به عرضه گازهای محافظ به بازار تحت مارک **MISON** نموده است . این گروه از گازهای محـافظ همگـی دارای مقداری منوکسید نیتروژن به عنوان فاکتور مهم هستند.

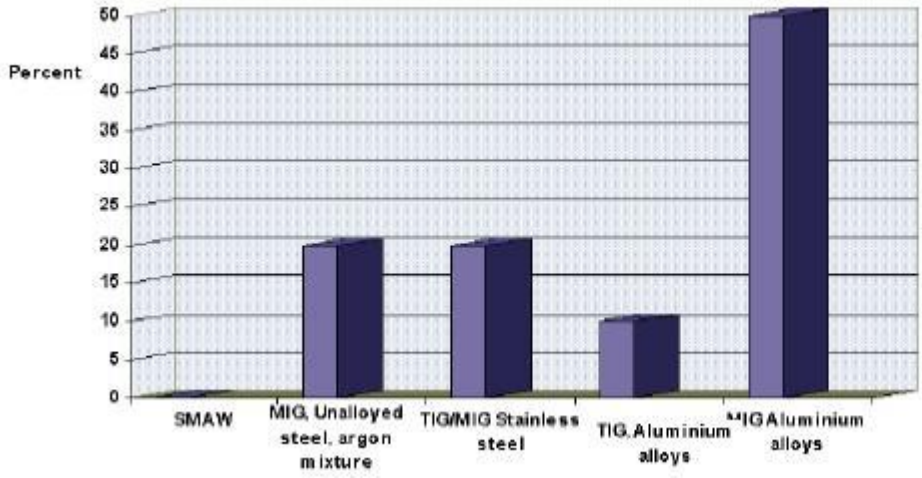



*Figure 1. Probability of being exposed to ozone levels exceeding the TWA value (0.1 ppm) during welding with different metals and methods*

مقدار زیادی گاز اوزون در هنگام جوشکاری آلومینیوم در مقایسه با جوشکاری فلزات دیگر ایجاد می شود. (شکل ۱) این گـاز که بدون رنگ و فوق العاده سمی است روی غشاء مخاطی مخصوصاً بر روی سیستم تنفسی اثر می گذارد. از علایم مسمومیت بـا این گاز می توان احساس سوزش یا سوختگی در گلو ، سرفه کردن ، حالت تهوع ، درد سینه و تنفس با صدا را ذکر نمود.

ترکیب گاز **NO** در گازهای محافظ **MISON** برای چند سال جهت کاهش مقدار اوزون تولید شـده در حـین جوشـکاری مـورد استفاده قرار می گرفت که این موضوع باعث جوشکاری راحت تر در تمام شرایط جوشکاری گردید.

به دلیل ثبات قوس خوبی که منوکسید نیتروژن در گاز مخلوط ایجاد می کرد باعث نتیجه بهتر در کنترل حوضچه جـوش شـده که در نتیجه جوشکار می تواند حالات و شرایط جوشکاری را بهتر کنترل کند.

کمتر شدن عیب زیر برش یا سوختگی کنار**(under cut)** در هنگام استفاده از این گاز نیز یکی از مزایای اسـتفاده از گـاز **NO** در گاز مخلوط می باشد. جدول ۱ تاثیر چهار نوع گاز آرگون ، آرگون + **NO** ، آرگون / هلیم و آرگون / هلیم + **NO** را بر روی ۷ فاکتورمهم جوش آرگون **TIG** با جریان **AC** بررسی می کند . داده ها به طور میـانگین در چهـار حالـت مختلـف جـوش بـرآورد شده است.

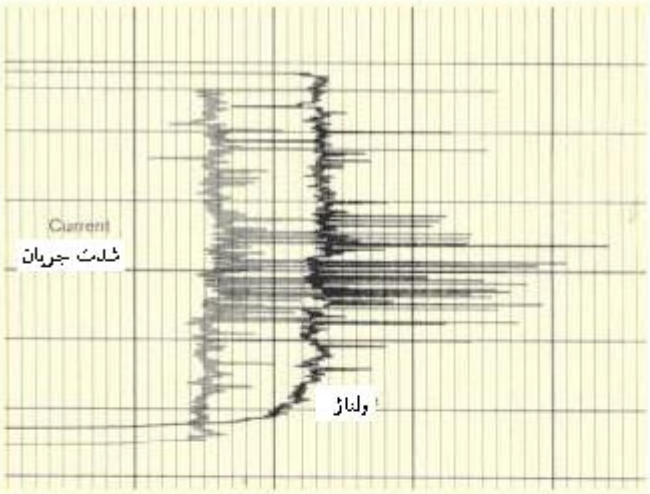
| | آرگون 4.8 | Ar+ 0.03%NO | Ar/He 70/30 | Ar/He(70/30) +0.03%NO |
|---|---|---|---|---|
| ثبات قوس | + | ++ | + | ++ |
| کنترل حوضچه جوش | + | ++ | + | ++ |
| رفتارمذاب حوضچه جوش | + | + | ++ | ++ |
| کمتر بودن اندرکات | + | ++ | + | ++ |
| مقدار کم جرقه | ++ | ++ | ++ | ++ |
| شفافیت جوش | ++ | ++ | + | ++ |
| هموار بودن سطح جوش | ++ | ++ | + | ++ |
| جمع | 10 | 13 | 9 | 14 |

عالی ++
خوب +
بدون تاثیر0
ضعیف –
خیلی ضعیف --

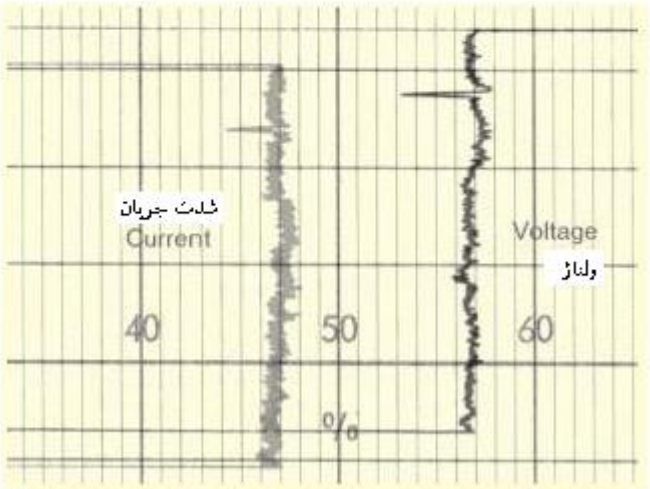
## بهبود ثبات قوس

ثبات قوس عموماً با افزایش درصد هلیم در مخلوط هلیوم / آرگون افزایش پیدا می کند که باعث ایجاد مشکل به خصوصی در جوشکاری **TIG** می شود. با اضافه کردن **6.03%** منوکسید نیتروژن ثبات قوس بهتر شده و جوشکاری در حالات مختلف جوشکاری راحت تر انجام می شود. در اغلب حالات وقتی از گاز محافظ با درصد بالای هلیم استفاده می شود جوشکاری به علت عدم ثبات قوس مشکل می شود.

شکل**2a** و **2b** مقدار نوسانات ولتاژ و شدت جریان را تحت **Ar/He** و **Ar/He+0.03%c** را نشان می دهد.




2a: Shielding gas: argon + 30 % helium.

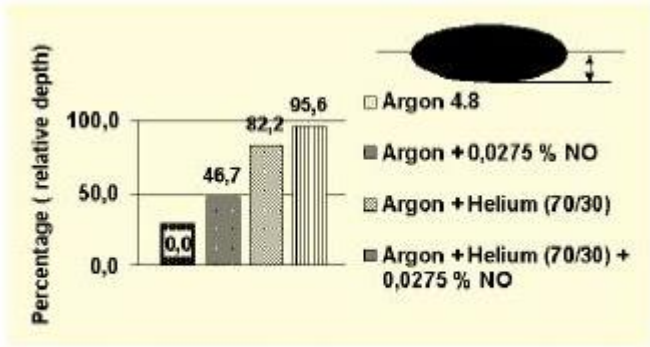



2b: Shielding gas: argon + 0.03% NO.

مخلوط گاز محافظ وتاثیر بر روی نوسانات ولتاژ وشدت جریان

## افزایش نفوذ

با اضافه کردن **0.03%** منوکسید نیتروژن همانطور که در شکل ۳ دیده می شود می توان **16%** افزایش در نفوذ را در مقایسه با استفاده از گاز آرگون خالص در جوشکاری **TIG-AC** به دست آورد. با اضافه کردن هلیم به آرگون و استفاده از **Ar/He 70/30** می توان نفوذ را افزایش بخشید که این امر مربوط به افزایش حرارت قوس بوده که حرارت ورودی بیشتری تولید می شود. منوکسید نیتروژن اضافه شده به گاز مخلوط نفوذ بیشتری در مقایسه با همان گازها ایجاد می کند که این مقدار می تواند تا حدود ۲ برابر نفوذ با گاز آرگون معمولی باشد.




نمودار۳ نفوذهای متفاوت با استفاده از گاز های مخلوط در مقایسه با گاز آرگون

## کاهش مصرف سیم جوش

منوکسید نیتروژن اضافه شده به گاز باعث ایجاد گروه جوش صافتر می شود. (شکل ۴ ) مقدار افزایش ارتفاع گرده جـوش را به درصد با گازهای مختلف نشان می دهد. در این حالـت جوشـکاری **MIG** و اسـتفاده از گازهـای آرگـون ، **Ar+0.03%NO** و **Ar/He** و **Ar/He+0.03%NO** مورد بررسی قرار گرفته است.

در این روش مقادیر کم منوکسید به صورت تدریجی به گاز محافظ اضافه گردید که عمـل جـوش دارای گـره جـوش کمتـر بـه دست آورده شد که این موضوع در شکل ۴ به راحتی دیده می شود.

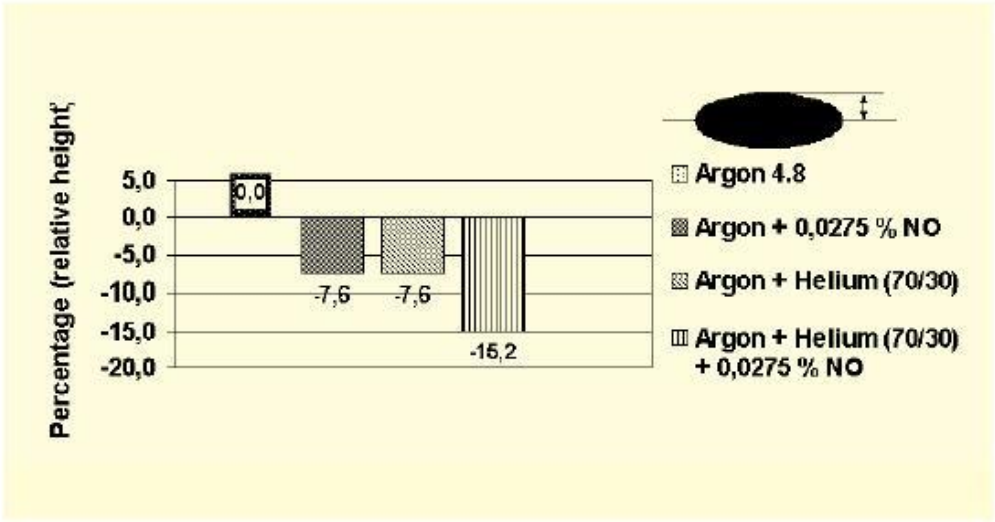



*Figure 4. Difference in height (rein-forcement) of the weld compared to argon (MIG welding)*

با استفاده از مخلوط **Ar/He+0.03%NO** می توان اختلاف قابل ملاحظه ای در حدود **15%** ارتفاع جوش (گرده جوش) ملاحظه کرد که چنین کاهش قابل ملاحظه ای را در سیم جوش مورد نیاز و در نتیجه کاهش در هزینه را باعث می شود.

## کاهش پروسیتی[۴]

حضور پروسیتی(تخلخل) در جوش یکی از مشکلات و عیوب مهم در جوش است که رفـع آن بـا ایجـاد زمـان طـولانی انجمـاد جهت خروج هیدروژن امکان پذیر است.که برای شرکتهای جوشکاری دارای هزینه بالایی است. منابع ایجـاد هیـدروژن عبارتنـد از هوا ، رطوبت ، سطوح کثیف قطعه کار(روغن)

راه حل متداولی که برای کاهش احتمال پروسیتی در جوش آلومینیوم به کار می رود استفاده از گاز محافظ با درصد بـالای هلـیم می باشد. حرارت ورودی ایجاد شده به قطعه کار تحت تاثیر گاز هلیم باعث کند شدن روند انجماد شده و در نتیجه خـروج گـاز از مذاب بهتر صورت می گیرد.

یکی از منابع ورود گاز هیدروژن به مذاب رطوبت از درون تورچ می باشد. احتمال ورود رطوبت از گاز محافظ بـه مـذاب صـفر است زیرا گاز محافظ دارای رطوبتی کمتر از **4ppm** می باشد.

می توان حضور هیدروژن در جوش را نشتی سیستم آب خنک در تورچ نیز عنوان نمود.

اغلب رطوبت در نتیجه کندانسیون ایجاد شده درون شیلنگ گاز تا تورچ به وجود می آید. یا در نتیجه رطوبتی است که از طریـق سیستم گردش آب تورچ های آب خنک نشت پیدا می کند. اندازه گیریهای رطوبت در اطراف محیط تـا بـالای **400 ppm** بـوده کـه

[4] porosity

باعث ایجاد تخلخل زیاد در جوش می شود. مقدار رطوبت مخصوصاً در صبح ها بالا است. زیـرا در شـب نیـز جوشـکاری انجـام شده است. در طی این مدت عمل کنداسیون اتفاق می افتد . اگر عمل پرچ کردن گـاز بصـورت مـدام در شـب بـا مقـدار **1Lit/unit** انجام شود . مقدار رطوبت در صبح به مقدار کمتر از **20ppm** کاهش پیدا می کند.

هزینه پرچ کردن با مقدار گاز **1Lit/unit** در مقایسه با هزینه ای که باید اعمال شود مقداری صرفه جویی می شود.

همچنین با استفاده از شیلنگهای مناسب ، رطوبت کمتری به محـل جـوش انتقـال مـی یابـد. مـواردی ماننـد لاسـتیک و **P.V.C** رطوبت بیشتری را در مقایسه با مواد **P.E** جذب می کنند.