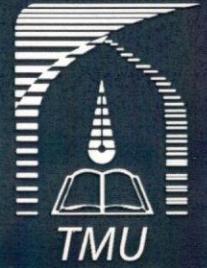




ISME

# Certificate



## «کواهی ارائه مقاله»

با اهدای سلام و احترام، بدینوسیله کواهی میشود فرخنده گرامی؛ سرکار خانم اجناب آقای  
فرید ایلچی، مسعود آزادی مقدم، فرهاد کلاهان

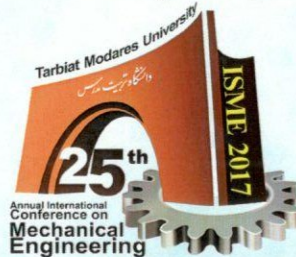
در بیست و پنجمین کنفرانس سالانه بین المللی مهندسی مکانیک ایران ISME2017، که از تاریخ ۱۲ تا ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۶ در  
دانشگاه تربیت مدرس با همکاری انجمن مهندسان مکانیک ایران برگزار شد حضور داشته و مقاله خود را با عنوان

مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های فرا ابتکاری تبرید تدریجی و ازدحام ذرات در بهینه‌سازی فرآیند جوش کاری با الکتروود غیرمصرفی تنگستن آلیاژ آلومینیوم ۵۲

در نشست علمی کنفرانس ارائه نموده اند. امیدوار است که همایش بین المللی مهندسی مکانیک ایران در سال های آینده نیز شاهد حضور ارزنده حضرتعالی باشد.

با آرزوی مزید توفیقات

دکتر غلامحسین لیاقت  
دیرهمایش



دکتر اکبر علی بیگلو  
دیر علمی

## مقایسه عملکرد الگوریتم های فراابتکاری در بهینه سازی جوشکاری با الکتروود تنگستن آلیاژ آلومینیوم ۵۰۵۲

فرید ایلچی<sup>۱</sup>، مسعود آزادی مقدم<sup>۲</sup>، فرهاد کلاهان<sup>۳</sup>

۱- دانشگاه آزاد ساری

۲و۳- دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

تیگ بر پارامترهای هندسه گرده جوش است. آلیاژ ۵۰۵۲ از گروه آلیاژهای کار سرد شده آلومینیوم-منیزیم سری ۵۰۰۰ است. این سری از آلومینیومهای کار شده دارای بالاترین استحکام را در بین آلیاژهای غیر قابل عملیات حرارتی هستند [۱]. ترکیب شیمیایی نمونه ورق که از طریق آزمایش طیف سنجی که با نام کوانتومتری شناخته می شود به دست آمده است در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی آلیاژ آلومینیوم ۵۰۵۲

مس	سیلیسیم	کروم	آهن	منیزیم	نام عنصر آلیاژی
۰/۰۹	۰/۱۲۳	۰/۱۹	۰/۴	۲/۶۵۸	درصد

تاکنون تحقیقات زیادی برای مطالعه تأثیر پارامترهای جوشکاری و همچنین مدل سازی فرآیند جوش و بهینه سازی آن ها صورت گرفته است. کومار (Kumar) و دیگران به بررسی تأثیر پارامترهای جوشکاری تیگ پالسی بر روی خواص کششی ورق آلومینیومی پرداخته است. در این پژوهش به کمک طرح آزمایش عاملی کامل، اثر جریان اوج، جریان پایه، فرکانس پالس و درصد روشنایی قوس بر خروجی فرآیند بررسی گردیده است [۲]. تارنگ و دیگران از شبکه عصبی توسعه معکوس برای تعریف رابطه بین پارامترهای ورودی فرآیند جوش ورق نازک آلومینیومی ۱۱۰۰ با ضخامت ۱/۶ میلی متر که عبارتند از سرعت جوش، آمپراژ جریان، سرعت تغذیه سیم جوش و خروجی های فرآیند، پارامترهای هندسه گرده جوش استفاده کرده اند. آن ها به منظور یافتن مقادیر بهینه از رابطه به دست آمده از شبکه عصبی در الگوریتم تبرید تدریجی استفاده نمودند [۳].

### روش سطح پاسخ و طراحی آزمایشات

هدف اصلی طراحی آزمایشات مطالعه ای ارتباط بین پاسخ به عنوان یک متغیر وابسته و پارامترهای ورودی می باشد. طراحی آزمایشات روشی جهت حداقل سازی تعداد آزمایشات برای رسیدن به شرایط بهینه است. در این تحقیق از روش سطح پاسخ جهت تعیین تعداد آزمایشات استفاده شده است. که برای هر یک از پارامترهای ورودی سه سطح در نظر گرفته شد و برای کاهش هزینه و زمان آزمایشات طرح L27 انتخاب گردید.

### شبکه عصبی مصنوعی

جهت مدل سازی شبکه عصبی از نرم افزار متلب استفاده گردید. و برای آموزش شبکه از الگوریتم لوببرگ مارکوات استفاده شده که جزء سریعترین روش های آموزش شبکه عصبی می باشد [۴]. تابع انتقال برای لایه های مخفی سیگموئید در نظر گرفته شده که در این حالت خروجی

روش جوشکاری با استفاده از الکتروود تنگستن و گاز محافظ، از اهمیت ویژه ای در ایجاد اتصالات با کیفیت بالا برخوردار است. پارامترهای تنظیمی در این مقاله شامل شدت جریان، فرکانس، سرعت و گپ می باشد. همچنین هندسه گرده جوش (ارتفاع به عرض پشتی) به عنوان متغیر خروجی در نظر گرفته شده است. جهت گردآوری داده های مورد نیاز در انجام این تحقیق، ۲۷ آزمایش تجربی با بهره گیری از تکنیک طراحی آزمایشات (DOE) و به روش سطح پاسخ انجام یافته، جهت ایجاد ارتباط بین پارامترهای ورودی و مشخصه خروجی از شبکه ای عصبی مصنوعی استفاده شده است. در این تحقیق با به کارگیری الگوریتم تبرید تدریجی و ازدحام ذرات سطوح مختلف پارامترهای ورودی برای نیل به خروجی بهینه تعیین شدند. نتایج حاصل از بهینه سازی و آزمایشات تجربی دارای خطای کمتر از ۵٪ است. همچنین مشخص شد الگوریتم ازدحام ذرات سریعتر به سمت تابع هدف همگرا می شود.

**واژه های کلیدی:** هندسه گرده جوش - شبکه عصبی مصنوعی - جوشکاری تنگستن - الگوریتم های فراابتکاری.

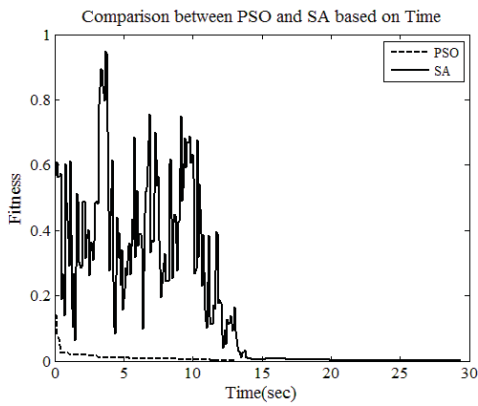
### مقدمه

فرآیندهای جوشکاری از جمله روشهای پر کاربرد ایجاد اتصالات دائمی قطعات فلزی می باشند. در این میان، جوشکاری الکتروود تنگستن با گاز محافظ یا تیگ یکی از روشهای بسیار مهم جوشکاری است که به طور عمده برای ایجاد اتصالات با کیفیت بالا در فلزات سبک مانند آلومینیوم و تیتانیوم بکار می رود. از دیگر کاربردهای این تکنیک، جوشکاری مقاطع نازک و جوشکاری پاس ریشه در مخازن و لوله ها است. گاز محافظ در این روش معمولاً گاز خنثی آرگون یا ترکیبی از این گاز با هلیوم است که برای محافظت از حوضچه مذاب ایجاد شده توسط الکتروود غیر مصرفی تنگستن استفاده میشود. در حین جوشکاری گاز خنثی، هوا را از ناحیه جوشکاری بیرون رانده و از اکسید شدن الکتروود جلوگیری می کند. در جوشکاری تیگ الکتروود فقط برای ایجاد قوس بکار برده می شود و در صورت نیاز از سیم جوش بعنوان فلز پرکننده استفاده می گردد. در تحقیق پیش رو مطالعه فرآیند جوش الکتروود تنگستن ورق هایی از جنس آلیاژ ۵۰۵۲ به منظور بررسی تأثیر عامل های کنترلی جوشکاری

۱- کارشناسی ارشد

۲- دانشیار، kolahan@um.ac.ir

۳- دانشجوی دکترا



شکل ۳- نمودار همگرایی بر اساس مدت زمان

نتایج بدست آمده از بهینه سازی خروجی فرآیند در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج حاصله از بهینه سازی فرآیند

خروجی	روش بهینه سازی	سطوح بهینه				پیش بینی مدل
		شدت جریان (I)	فرکانس جریان (F)	سرعت (S)	گپ (G)	
ارتفاع به	الگوریتم (SA)	۱۲۱	۱۰۸	۳۴۶	۲/۹	۰/۱۲۱
عرض پستی	الگوریتم (PSO)	۱۲۰	۱۰۸	۳۴۴	۳/۱	۰/۱۱

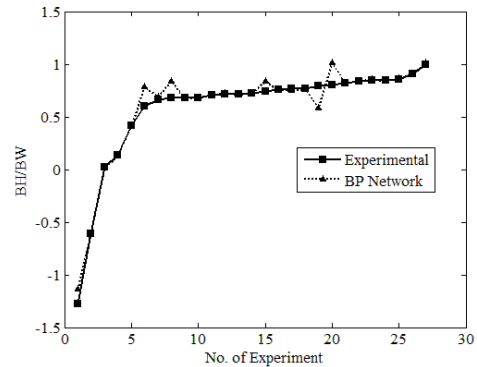
### نتیجه گیری

هدف اصلی در این پژوهش تعیین سطوح بهینه پارامترهای ورودی به منظور دستیابی به خروجی مطلوب می باشد. برای این کار از دو الگوریتم تبرید تدریجی و الگوریتم ازدحام ذرات استفاده شد. طبق تجزیه و تحلیل نمودار همگرایی مشخص شد که الگوریتم ازدحام ذرات نسبت به الگوریتم تبرید تدریجی زودتر به سمت جواب مطلوب همگرا می شود اما کیفیت جواب های بدست آمده تقریباً یکسان می باشد. در نتیجه برای حل مسائل بزرگ تر و مواقعی که زمان محاسباتی اهمیت دارد، الگوریتم ازدحام ذرات می تواند ارجحیت بیشتری نسبت به الگوریتم تبرید تدریجی داشته باشد.

### مراجع

- [۱] کوکی، امیرحسین، ۱۳۸۵. "تکنولوژی جوشکاری"، انتشارات آزاده، چاپ هفتم، تهران.
- [2] Kumar, S., Balasubramanian, V., and Sanavullah, M., 2007. "Influences of pulsed current tungsten inert gas welding parameters on the tensile properties of AA 6061 aluminium alloy". *Journal of Materials & Design*, Vol. 28. 2080-2092.
- [3] Tarng, Y., Tsai, H., and Yeh, S., 2010. "Modeling, optimization and classification of weld quality in tungsten inert gas welding". *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 39. 1427-1438.
- [4] Martin, T. Hagan, Mohammad, B. Menhaj, 1994. "Training Feedforward Networks with the Marquardt Algorithm". *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 5, No.6.
- [5] James Kennedy, Russell Eberhart, 1995. "Particle Swarm Optimization". *In Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, pp. 1942-1948.

داده ها در محدوده +۱ و -۱ قرار می گیرند و همچنین برای لایه خروجی تابع خطی استفاده شد. مجموع داده ها، ۲۷ داده آزمایشگاهی می باشد که ۱۸ داده برای آموزش، ۴ داده برای اعتبارسنجی و ۵ تا از داده ها برای تست شبکه مورد استفاده قرار گرفته اند. شبکه با آرایش ۱-۴-۷-۴ مورد آموزش قرار گرفت. در شکل (۱) مقادیر پیش بینی شده توسط شبکه عصبی در برابر مقادیر واقعی خروجی برای کل داده ها در حالت نرمال شده را نشان می دهد.



شکل ۲- مقایسه نتایج آزمایشگاهی با پیش بینی شبکه عصبی

### بهینه سازی فرآیند

برای بهینه سازی فرآیند از دو الگوریتم فراابتکاری استفاده شده است. الگوریتم بهینه سازی تبرید تدریجی (SA) یک جستجوگر همسایگی است که در بهینه سازی مسائل گسسته کاربرد دارد. طبیعت تصمیم گیری این الگوریتم به این صورت است که برای هر حرکت، یک همسایگی جدید به صورت تصادفی تولید و ارزیابی می شود. مقدار تابع احتمال حرکت از رابطه (۱) محاسبه می شود.

$$P = \exp\left(-\frac{\Delta z}{T_k}\right) \quad (1)$$

روش بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) یک الگوریتم بهینه سازی تصادفی بر اساس جمعیت است در مرحله ی ابتدایی الگوریتم، ذرات با موقعیت ها و سرعت های تصادفی ایجاد می شوند [۵]. در طی اجرای الگوریتم، موقعیت و سرعت هر ذره در مرحله ی t+1 ام از الگوریتم، از روی اطلاعات مرحله ی قبلی ساخته می شوند. اگر  $Z_j$  مولفه ی  $Z$  ام از بردار  $Z$  باشد، آن گاه روابطی که سرعت (۲) و موقعیت ذرات (۳) را تغییر می دهند، عبارتند از:

$$v_j^i[t+1] = wv_j^i[t] + c_1r_1(x_j^{i,best}[t] - x_j^i[t]) \quad (2)$$

$$+ c_2r_2(x_j^{g,best}[t] - x_j^i[t])$$

$$x_j^i[t+1] = x_j^i[t] + v_j^i[t+1] \quad (3)$$

### مقایسه عملکرد الگوریتم های فراابتکاری

برنامه الگوریتم های تبرید تدریجی و ازدحام ذرات در نرم افزار متلب کد نویسی شده و با کامپیوتر Intel Core™ i7 - 3.2GHz اجرا شده است. مبنای مقایسه بین دو الگوریتم بر اساس معیار زمان می باشد. در شکل ۲ نمودار همگرایی الگوریتم ها برای پارامتر ارتفاع به عرض پستی بر اساس معیار زمان آورده شده است.