

بهینه سازی فرایند ماشینکاری با تخلیه الکتریکی با ارائه روشی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

ایمان ذباح^۱، سجاد ذباح^۲، مسعود مهربان^۳

^۱، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه،
imanzabbah@gmail.com

^۲ سجاد ذباح، دانشجوی کارشناسی ارشد برق تربیت معلم
sajadzabbah@gmail.com

^۳ مسعود مهربان، کارشناسی ارشد مکانیک
Masood_m@gmail.com

چکیده

ماشینکاری با تخلیه الکتریکی متداولترین روش تولید غیر سنتی برای شکل دهی فلزات و سرامیکهای غیر اکسیدی است. افزایش صافی سطح و افزایش نرخ براده برداری و کاهش سایش نسبی ابزار در این ماشینکاری از اهمیت بالایی برخوردار است. که مستقیماً به انتخاب بهینه پارامترهای ورودی وابسته است. طبیعت پیچیده و غیر خطی EDM^۱ مدلسازی فرایند با روشهای معمول و کلاسیک را غیر ممکن ساخته است. تاکنون روشهایی مبتنی بر هوش برای بهینه سازی این فرایند بکار رفته اند. که در راس آنها می توان به شبکه های عصبی مصنوعی که فرایند را به صورت جعبه سیاه مدل می کنند اشاره کرد. مشکل این نوع ماشینکاری آنجا به وضوح نمایان می شود که قط جدید تکنیک تک پالس های EDM پس از طراحی یک شبکه عصبی فازی و مدل کردن فرایند از الگوریتم ژنتیک برای یافتن ورودیهای بهینه دستگاه استفاده شده است. قطعه کار یک فلز غیرا مراتب سخت تر می کند. در پایان نتایج اجرا با روشهای قبلی مقایسه شده است.

کلمات کلیدی

ماشینکاری با تخلیه الکتریکی، بهینه سازی، الگوریتمهای ژنتیک، شبکه های عصبی، نروفازی

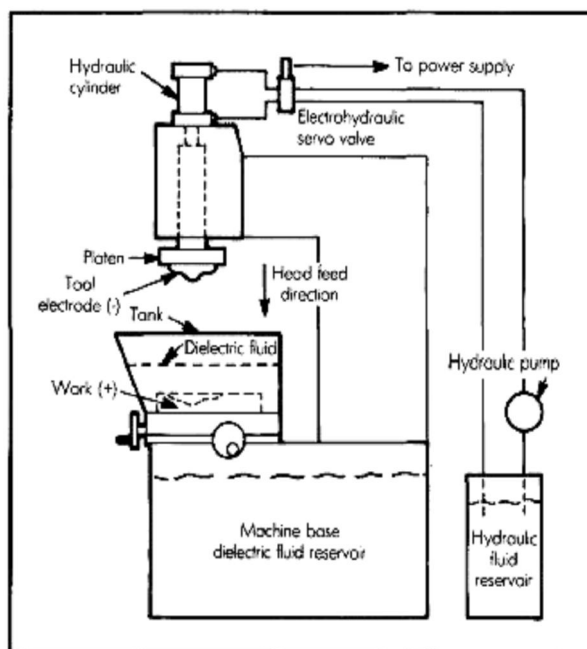
پدیده ناپایداری در EDM دارای توزیع احتمالی نامشخص است. که متأثر از عدم تنظیم صحیح پارامترهای ورودی است. [7] با توجه به تغییرات سریع محیط EDM از جمله آلودگی دی الکتریک و به جا ماندن آثار جرقه های قبلی بر روی قطعه کار مدلسازی فیزیکی فرایند تنها در بازه های کوچکی از زمان معتبر است. [8] در عموم تلاشهای صورت گرفته در فرآیندهای ماشینکاری، سه پارامتر به عنوان خروجی های اصلی فرآیند مطرح است: نرخ براده برداری که عبارتست از حجم براده برداشته شده نسبت به زمان، سایش نسبی ابزار که حجم ماده کنده شده از ابزار به مقدار براده برداشته شده از قطعه کار را نشان می دهد، و شاخص زبری سطح که معیار عددی برای بیان کیفیت سطح ماشینکاری شده است. [10], [15] درخصوص فرآیند ماشینکاری با تخلیه الکتریکی، بایستی معیار های دیگری به عنوان وضعیت و پایداری سیستم مطرح شود.

۱ - مقدمه

پدیده ناپایداری در ماشینکاری به روش تخلیه الکتریکی مهمترین عامل تخریب سریع ابزار و کاهش شدید نرخ براده برداری از قطعه کار می باشد. بروز این پدیده علی الخصوص در ماشینکاری مواد پایه کربنی نظیر مواد کاربیدی و سرامیک های غیر اکسیدی با توجه به غرابت کربنی قطعه، عملی غیر قابل اجتناب است. [1,3] این دسته از مواد، بدلیل سختی بسیار بالا، مقاومت عالی نسبت به سایش و قابلیت کارکرد در دمای بالا (معمولاً بالاتر از دمای ذوب فلزات) کاربرد بسیار وسیعی در صنعت دارند. طوولشهای سنتی معطوف به برش کاری به وسیله ماده سخت تر درخصوص این مواد ناکارآمد خواهد بود [8]. تحقیقات نشان می دهد که بروز پدیده آرک^۲ به عنوان سمبل

^۱ Electro discharge machine

^۲ Arc Phenomenon



شکل 1 شمای دستگاه EDM

اگر پارامترهای خروجی ماشینکاری با تخلیه الکتریکی بصورت ماکروسکوپی مد نظر باشند، بدون شک ملموس ترین آنها نرخ براده برداری، سایش نسبی ابزار و فاکتور ناصافی سطح است. [17] در عین حال این پارامترها در یک سیستم دینامیکی که تحت کنترل قرار دارد بصورت لحظه ای قابل اندازه گیری نیستند (و یا اندازه گیری آنها، مستلزم صرف هزینه اولیه بالا، و افزایش غیرقابل توجیه طول چرخه کنترل می باشد). از این نظر، می توان شبکه استاتیکی تعریف نمود که مقادیر این پارامترها را براساس تنظیمات ورودی مختلف پیش بینی نماید. پارامترهای ورودی دستگاه ماشینکاری با تخلیه الکتریکی در جدول زیر نشان داده شده است.

پارامتر	نوع واسط
زمان روشنی پالس	سلکتور ۱۰ حالت
زمان خاموشی پالس	پتانسیومتر آنالوگ 100 KΩ
بهره سرعت واکنش کله دستگاه	پتانسیومتر آنالوگ 100 KΩ
بهره مقدار گپ	پتانسیومتر آنالوگ 1000 KΩ
جریان حداکثر عبوری از گپ	سلکتور ۵ حالت

جدول 1 پارامترهای ورودی دستگاه EDM

به طور کلی عدم تنظیم صحیح تک تک پارامترهای ورودی باعث می شود ماشینکاری به سمت ناپایداری پیش رود. تغییر لحظه ای پارامترهای ورودی در فرآیند جرقه زنی در گپ بین ابزار کار و قطعه کار باعث می شود تابع تقریب زده شده، میانگینی از توابع لحظه ای حاکم بر فرآیند جرقه زنی در طول زمان خالص ماشینکاری قطعه کار باشد.

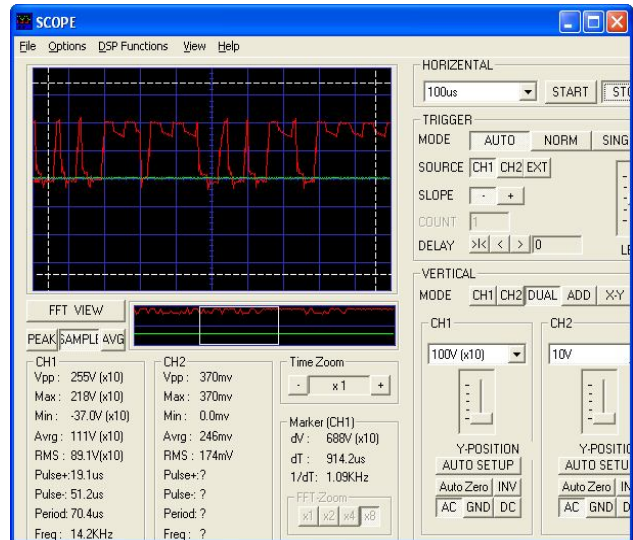
فاکتور میزان آلودگی ماده دی الکتریک در ماشینکاری به عنوان مهمترین عامل تاثیر گذار بر سیستم جرقه زنی است، هرچه جرقه ها نرمال تر باشد آلودگی محیط کمتر است. جرقه نرمال وابسته به تنظیم صحیح پارامترهای ورودی و خصوصا فاصله بین ابزار و قطعه کار است

در این مقاله از دو پارامتر وضعیت فرآیند، و پایداری فرآیند که بصورت میکروسکوپی و به فرم کیفی قابل تشخیص هستند و تعیین کننده سه پارامتر ماکروسکوپی ذکر شده نیز می باشند، استفاده شده است. از نگاه میکروسکوپی، وضعیت مطلوب سیستم براده برداری با تخلیه الکتریکی، به قابل ملاحظه بودن تعداد پالسهای نرمال اسپارک در مقابل پالسهای غیرنرمال (قوس، اتصال کوتاه و پالس مدار باز) اطلاق می شود. پایداری به معنای حفظ وضعیت مطلوب در طول فرآیند ماشینکاری، یا در بازه بزرگی از زمان ماشینکاری می باشد. بروز پدیده قوس سمبلی از وضعیت نامطلوب به شمار می رود که در صورت افزایش مقطعی تعداد آن و عدم مقابله موثر با این پدیده، ناپایدار شدن فرآیند قطعی است. [10] برای بدست آوردن مقدار پارامتر پایداری فرایند از روش تشخیص عصبی فازی برای تشخیص یک نوع پالس بهره گرفته ایم. همچنین به عنوان الگوریتم بهینه کننده برای کنترل پیش بینی کننده مدل از الگوریتم ژنتیک روی پارامترهای زمان روشنی و خاموشی پالس، شدت جریان، مقدار گپ و سرعت تغییرات گپ استفاده کرده ایم.

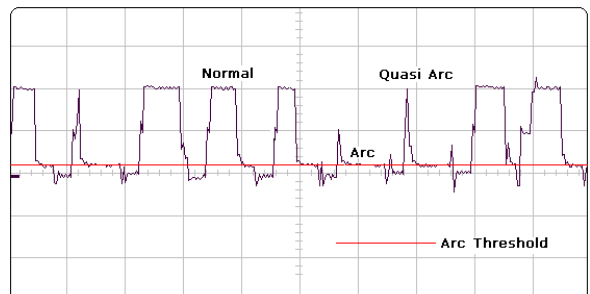
2- پارامترهای ماشینکاری

در ماشینکاری به روش تخلیه الکتریکی برای ایجاد ستون پلاسما و انفجار موثر آن که به اختصار جرقه EDM نامیده می شود، یک اختلاف پتانسیل بالا بین ابزار کار و قطعه کار ایجاد می شود. میدان الکتریکی ایجاد شده بین ابزار کار و قطعه کار که اغلب با یک دی الکتریک مایع (مانند نفت سفید) پر می شود باعث یونیزاسیون، تحریک یونها، ایجاد ستون بخار و نهایتا ایجاد کانال پلاسما می شود. هرگاه شرایط لازم برای ایجاد قوس الکتریکی بین ابزار کار و قطعه کار ایجاد شود، تمرکز انرژی در کانال پلاسما از بین رفته و یک جریان نسبتا ثابت در گپ بین ابزار کار و قطعه کار برقرار می شود. در ماشینکاری مواد کاربردی ایجاد کربن حاصل از تجزیه دی الکتریک با فعالیت شیمیایی بسیار بالا از یک طرف و وجود قرابت کربنی موجود در قطعه کار با کربن آزاد شده مذکور از طرف دیگر منجر به نشست کربن روی قطعه کار می گردد. تداوم فرایند باعث می شود پل کربنی بین ابزار و قطعه کار شکل گرفته و ادامه ماشینکاری EDM عملا غیر ممکن می شود. وضعیت سیستم EDM شاخصه ای عددی از نحوه عملکرد سیستم در حال جرقه زنی است. همچنین ناپایداری ماشینکاری با تخلیه الکتریکی به معنای افزایش معنادار تعداد پالسهای ناموفق ماشینکاری است. پالسهای ناموفق منجر به جرقه های "آرک"، "اتصال کوتاه" و "مدار باز" در گپ ماشینکاری می شود. شکل 1 نمای شماتیک دستگاه EDM را نشان می دهد.

عمل نمونه برداری توسط یک اسیلوسکوپ دیجیتال با قابلیت نمونه برداری تا فرکانس 20MHz و به صورت نمونه برداری استاندارد ولتاژ نسبت به زمان انجام شده است. شکل 2 یک رشته از پالس های ذخیره شده (تعداد 15 پالس) توسط اسیلوسکوپ را در نمونه برداری از یک قطعه تنگستن کار باید نشان می دهد.



شکل 2- قطار پالس نمونه برداری شده از قطعه تنگستن - کار باید سطح پایین ولتاژ گپ نشان دهنده افزایش جرقه های آرک و یا اتصال کوتاه و سطح بالای آن نشان دهنده افزایش پالسهای مدار باز می باشد. محدوده بین این دو به عنوان محدوده ولتاژ متوسط پالسهای نرمال شناخته می شود.



شکل 3 - انواع پالسهای منجر به جرقه های اتصال کوتاه، نرمال، آرک با توجه به اینکه احتمال بروز پدیده آرک در هر مرحله از ماشینکاری وجود دارد بایستی این نکته را مد نظر قرار داد که تغییر معنا دار ولتاژ متوسط گپ از سطح نرمال به سطوح بالاتر یا پایین تر به معنای بروز ناپایداری در ماشینکاری EDM است. بهترین روش برای تشخیص نوع پالسها استفاده از یک تصمیم گیری غیر قطعی چند معیاره است.

3- تشخیص نوع پالسها به وسیله منطق فازی

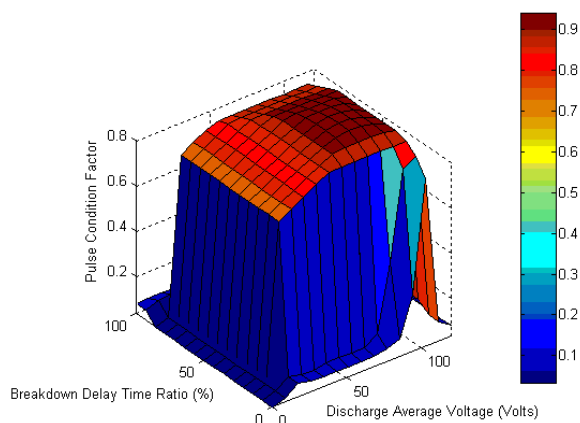
شناسایی نوع پالس بر اساس معیارهای تشخیص پالس نرمال از آرک و سایر پالسهای غیر نرمال تا کنون به روشهای مختلفی انجام شده است. تشخیص نوع پالس با روشهای مبتنی بر هوش مصنوعی اگرچه تا حدود زیادی موفق است اما تشخیص پایداری سیستم به کمک تحلیل تک پالس ها و تخصیص یک معیار پایداری نسبی به سیستم به کمک منطق فازی نتیجه بهتری دارد.

رویکرد فازی به مساله تشخیص میکروسکوپی قطار پالس برداشت شده از گپ ابزار کار قطعه کار دو توجیح عمده دارد:

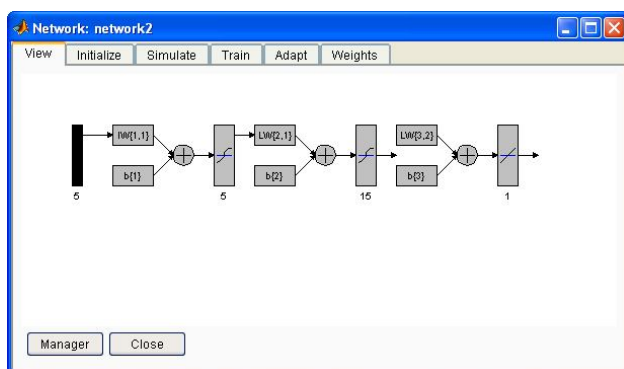
- 1- مرز بین پایداری و ناپایداری در ماشینکاری EDM به خصوص در مواد پایه کربنی کاملاً مبهم است.
 - 2- قواعد زبانی بسیاری توسط متخصصین ماشینکاری در استنتاج قطار پالس بکار می رود.
- بند دوم علاوه بر تحلیل پذیر بودن قطار پالس به صورت فازی قابلیت تصمیم گیری در استنتاج های فازی در ماشینکاری با تخلیه الکتریکی را نشان می دهد. [18]

- 1- ولتاژ متوسط گپ
 - 2- زمان تاخیر جرقه
- نمونه ای از قواعد زبانی تحلیل تک پالس به صورت زیر است :
- 1- اگر " زمان تاخیر جرقه خیلی کوچک باشد " و " ولتاژ متوسط گپ پایین باشد " آنگاه " تخلیه آرک است. "
 - 2- اگر " زمان تاخیر جرقه متوسط باشد " و " ولتاژ متوسط گپ پایین باشد " آنگاه " تخلیه نرمال است. "
 - 3- اگر " ولتاژ متوسط گپ خیلی پایین باشد " آنگاه " تخلیه اتصال کوتاه است. "
 - 4- اگر " زمان تاخیر جرقه خیلی بالا باشد " و " ولتاژ متوسط گپ بالا باشد " آنگاه " تخلیه مدار باز است. "

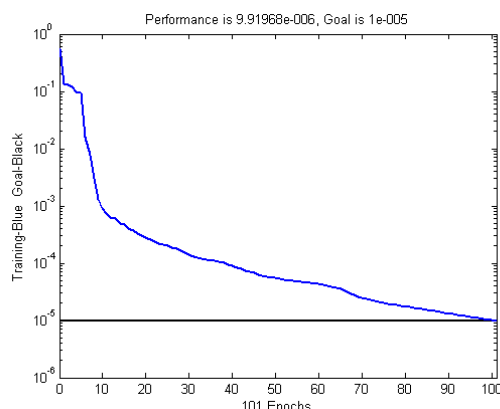
قواعد زبانی فوق با ایجاد عملگرهای مناسب فازی مرتبط با پارامترهای ورودی و بهرگیری از یک استلزام فازی قادر به تخصیص یک عدد بین 0 و 1 به هر یک از پالسها خواهد بود. که به آن عدد وضعیت می گوئیم. هرچه پالس نرمالتر باشد عدد وضعیت به 1 نزدیک تر است. رویه عبوری از فضای حالت ایجاد شده با دو متغیر زمان تأخیر جرقه و ولتاژ میانگین در فاز تخلیه که خروجی وضعیت سیستم را نمایندگی می کند، در شکل 4-5 نمایش داده شده است.



شکل 4- رویه عبور داده شده از دو متغیر ولتاژ متوسط در فاز تخلیه و زمان تأخیر جرقه برای تعیین وضعیت
برای تولید n پالس نمونه برداری شده فاکتور وضعیت سیستم عبارت است از :



شکل 5- طراحی شبکه عصبی فازی به عنوان تابع برازندگی الگوریتم ژنتیک همچنین شکل 6 نحوه همگرا شدن شبکه با اعمال حدود پانصد زوج بردار ورودی، و خروجی متناظر فازی آنها را نشان می دهد.



شکل 6- همگرا شدن شبکه پس از اعمال ورودی و خروجی متناظر فازی در این پروسه پس از مدلسازی و تعیین مقادیر خروجی فازی متناظر با مقادیر ورودی های فرآیند، در هر لحظه به دنبال بهینه ساختن این پارامترها خواهیم بود.

5- بهینه سازی فرایند

عمل بهینه سازی مقید توسط یک روش ریاضی به طور صریح و یا روشی مبتنی بر هوش محاسباتی مانند الگوریتم ژنتیک قابل اجراست. بنابراین می توان راه اندازی اولیه کنترلر را در سه فاز زمان بندی کرد:

- الف) فاز آموزش شبکه عصبی با داده های واقعی
- ب) فاز بهینه سازی داده های موجود در محدوده کاری با توجه به مدل عصبی
- ج) فاز به روز رسانی مدل به کمک داده های مشاهده شده حین عمل کنترل (در صورت نیاز)

جدول زیر پارامترهای برنامه بهینه سازی بوسیله الگوریتم ژنتیک در محیط نرم افزار MATLAB® را نشان می دهد.

مقدار گپ دستگاه	سرعت کله دستگاه	زمان روشنی پالس	زمان خاموشی پالس	جریان	بازه قابل تغییر
[1,100]	[1,100]	[1,1000]	[0,1000]	[1,4]	بازه قابل تغییر

جدول 2 پارامترهای الگوریتم ژنتیک

$$\left[\left[K = 1, 2, \dots, n \quad \lambda_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \gamma_i \right] \right]$$

که γ_i معرفی کننده میانگین حسابی فاکتور وضعیت هر پالس است. مشخصاً افزایش پالسهای نمونه برداری شده موجب حصول دقت بالاتر در تعیین پارامتر وضعیت سیستم می گردد. بدین ترتیب سیستم فازی ایجاد شده پارامتر وضعیت سیستم را در هر مقطع از ماشینکاری و بخصوص پس از تغییر هر گونه تنظیم در حوزه جریان، زمان خاموشی و روشنی پالس، مقدار گپ و سرعت واکنش کله دستگاه نسبت به تغییرات ولتاژ متوسط گپ نشان می دهد.

4- کنترل تطبیقی فرآیند ماشینکاری با تخلیه

الکتریکی

به کارگیری روش کنترل پیش بینی کننده مدل بر پایه شبکه های عصبی مصنوعی به کمک یک الگوریتم بهینه سازی (تحلیلی یا مبتنی بر هوش مصنوعی) و البته سیستم ایجاد کننده پس خوراند مناسب می تواند فرآیند ماشینکاری را در حالت پایداری بیشینه حفظ کند اوج بازدهی کاربرد شبکه های عصبی در فرآیند اسپارک همین روش کنترل می باشد، [13] که موفقیت آن علاوه بر ضرورت رعایت کلیه موارد لازم برای ایجاد نگاشت مناسب، منوط بر ایجاد تعامل مؤثر با سایر اجزای سیستم کنترل است.

روابط ریاضی حاکم بر فرآیندهای فیزیکی - شیمیایی پیچیده، معمولاً فرم های غیرخطی دارند. در مواردی که تعدد ورودی و خروجی ها، در وابستگی مستقیم و ضمنی بین پارامترهاست، نوشتن روابط صریح ریاضی بسیار دشوار، و بعضاً غیرممکن می گردد، وجود عناصر یادگیرنده چون شبکه های عصبی فازی - که قابلیت بالایی در یادگیری فرآیند و تقریب زنی توابع دارند - مزیت بزرگی به شمار می رود. [22]

زمانهای روشنی و خاموشی پالس، شدت جریان ورودی و دو بهره مربوط به مقدار گپ و سرعت گپ دستگاه پارامترهای ورودی شبکه هستند. اغلب این پارامترها در محدوده خود به صورت پله ای و ناپیوسته تغییر می کنند و در واقع ساختار ماشین اجازه تغییر پیوسته را نمی دهد. ولی معمولاً فاصله پله ای آنقدر بالا نیست که خطای گرد کردن تغییر فاحشی را در عملکرد مجموعه ایجاد کند. خروجی شبکه عصبی همان عدد وضعیت است که در مرحله قبل، از یک قطار پالس بدست آمده است.

شبکه عصبی - فازی طراحی شده تابع برازندگی الگوریتم ژنتیک خواهد بود. این الگوریتم بهینه ساز با هدف یافتن بهترین ورودیهای دستگاه جهت اعمال به آن طراحی می شود. شبکه عصبی پیشخور پرسپترون 3 لایه (که شرایط تقریب ساز عمومی را داراست) برای این کنترل کننده مدل استفاده شده است. 2 تابع عضویت گوسی برای دولا یه اول و 1 تابع خطی برای لایه سوم که در شکل 5 مشاهده می شود.

Chromosome1:

2	564	653	50	120
---	-----	-----	----	-----

Chromosome2:

2	205	811	35	50
---	-----	-----	----	----

جدول 4 دو نمونه از کروموزوم

در این مرحله برای انجام عمل انقطاع بر روی 2 فرد انتخاب شده آنها را تحویل تابع cross می دهیم و در شروع با احتمال 0.5 عملیات انقطاع انجام می شود. در این تابع 2 انتخاب تحویل ماتریسهای a, b می شوند. سپس بعد از تبدیل آنها به صورت باینری 2 فرد جدید به نسل جدید منتقل می گردند. جهت اعمال نخبه گرایی، نخبه ترین افراد هر نسل را در هر محله انتخاب میکنیم. بدین منظور از هر جمعیت 3 فرد را که دارای بیشترین مقدار برازندگی هستند به عنوان افراد نخبه مستقیماً وارد نسل بعد می کنیم. از آنجا که احتمال گیر افتادن در اکسترممهای نسبی امری محتمل است لذا تمهیدات لازم برای انجام عمل جهش نیز در نظر گرفته شده است.

6- نتایج

جهت بهبود پارامترهای ماشینکاری به روش تخلیه الکتریکی، سیستم کنترل پیش بینی کننده بر مبنای مدل عصبی-فازی طرح و پیاده سازی شد و کنترل مداوم پنج پارامتر ورودی (زمان روشنی و خاموشی پالس، جریان نامی گپ، مقدار گپ و سرعت واکنش کله دستگاه) با معیار افزایش عدد وضعیت ماشینکاری به مقدار بیشینه انجام شد. اجزاء این سیستم عبارتند از:

- 1- شبکه عصبی با معماری تقریب زن عمومی،
- 2- برنامه تشخیص فازی تک پالس به کمک دو پارامتر زمان تأخیر جرقه و ولتاژ میانگین نمونه برداری شده در فاز تخلیه،
- 3- برنامه بهینه ساز سیستم برای بدست آوردن نقطه ماکزیمم مقدار وضعیت ماشینکاری بر مبنای الگوریتم ژنتیک،
- 5- سخت افزار الکترونیکی مورد نیاز.

بدین منظور الگوریتم زیر را پیشنهاد دادیم:

- 1- ابتدا ورودیهای دستگاه ماشینکاری را به صورت دستی تنظیم می کنیم.
- 2- خروجی را به اِزاء ورودیهای اعمال شده ثبت می کنیم.
- 3- تعیین عدد وضعیت برای ورودی و خروجی اعمال شده توسط فازی را انجام می دهیم.

4- تا کنون یک مجموعه داده داریم این مجموعه ورودی و خروجی را به شبکه عصبی جهت آموزش اعمال می کنیم.

5- با الگوریتم ژنتیک آنرا بهینه میکنیم. یعنی با ترکیب ورودیها توسط ga و محاسبه برازندگی توسط شبکه به دنبال ورودی بهینه خواهیم بود.

- 6- این مجموعه ورودی بدست آمده را مجدداً به دستگاه میدهم.
- 7- وضعیت متناظر با این ورودیها را توسط فازی محاسبه می کنیم.

7- ورودی و خروجی اخیر را جهت قدرتمندتر کردن شبکه به آن

بهینه سازی پارامترهای ورودی مندرج در جدول 2 پس از انجام آموزش شبکه عصبی طراحی شده شکل 3، و داده های خروجی متناظر با آن که توسط سیستم فازی برای تعیین قطارپالس نمونه برداری شده تعیین شده است، توسط الگوریتم ژنتیک صورت می گیرد. از آنجا که گیر افتادن الگوریتم بهینه ساز در اکسترممهای نسبی در بهینه سازی فرایند های پیچیده امری محتمل است، تمهیدات لازم برای افزایش نرخ جهش و تغییر دفعی وضعیت نسلهای ایجاد شده در الگوریتم ژنتیک در نظر گرفته شده است. همچنین داده های تست اولیه، که بعداً داده های آموزش شبکه عصبی را تشکیل می دهند باید تا حدود زیادی فضای حالت متغیر های ورودی را پوشش دهند. لذا از آخرین داده های بدست آمده به عنوان داده ورودی که سیستم را به عدد وضعیت ماکزیمم پیش می برد و افزایش دانش شبکه عصبی استفاده می شود.

در شروع روند تکاملی ابتدا مقادیر به صورت تصادفی با پارامترهایی به عنوان جمعیت اولیه در نظر گرفته می شود. سپس با عملیاتی استاندارد تکاملی -پیوند و جهش- برازندگی تمامی جمعیتهای موجود در یک روند تکاملی بهتر می شود. در این روند تابع برازندگی یک شبکه عصبی فازی است. افزایش جمعیت اولیه نقاط بیشتری از فضای جستجو در هر نسل را پوشش می دهد. به عبارت دیگر ارزیابی تابع برازندگی در هر نسل را دقیقتر می کند. در آزمایشات انجام شده جمعیت اولیه شامل 100 فرد می باشد. هریک از این افراد با کروموزومی که در زیر نشان داده شده است مشخص می گردد. ماترس جمعیت به صورت 100×5 است. این کروموزوم به باینری تبدیل می شود. به این ترتیب هر کدام از انتخابها دارای 5 سطر و 10 ستون خواهد بود. برای اینکه یک کروموزوم بیتی ایجاد شود بایستی ماتریس 5×10 به ماتریس 1×40 تبدیل شود. بنابراین هر کروموزوم دارای 40 بیت خواهد بود. جدول 3 سائز جمعیت و نسلها و احتمال جهش و انقطاع را نشان می دهد.

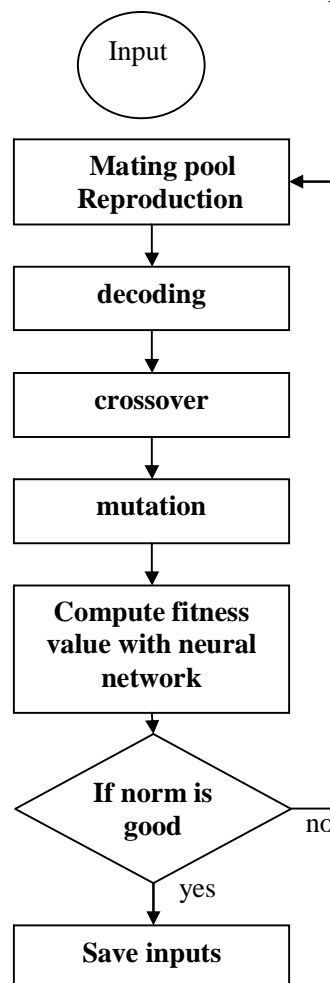
Cross over & Mutation probability	Cross over Function	Population Size	Number of Variable	Number of iteration
0.5 & 0.8	Single cross	100	5	100

جدول 3 پارامترهای لازم جهت ایجاد جمعیت در الگوریتم ژنتیک

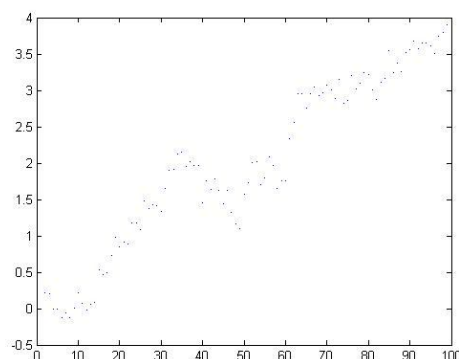
عملگر انتخاب طوری طراحی شده است که باعث می شود افراد با برازندگی بالاتر انتخاب گردند. به این ترتیب متوسط برازندگی افراد در توالی نسلها افزایش می یابد. به عبارت دیگر این عملگر در هر نسل برای افراد با برازندگی بیشتر شانس بیشتر و افراد با برازندگی کمتر شانس کمتر برای بقا و مشارکت در تولید نسل بعد ایجاد می کند. هریک از این افراد با کروموزومی که با توجه به پارامترهای الگوریتم ژنتیک مندرج در جدول 2 تشکیل می شود، طراحی شده و به یک کروموزوم باینری تبدیل می گردد. دو نمونه از کروموزومها در جدول زیر نشان داده شده است:

می دهیم.

9- با پارامترهای تنظیم شده شروع به کار می کنیم . ضمناً مرتباً عدد وضعیت را چک می کنیم . اگر بعد از مدتی کاهش پیدا کرد مجدداً از مرحله 2 الگوریتم را پی گیری میکنیم. الگوریتم کامل در شکل 8 رسم شده است. با پیاده سازی این الگوریتم و اعمال ورودی های داده شده متوسط برازندگی جمعیت در هر نسل افزایش یافته است . که در شکل مشاهده می شود.



شکل 7 - الگوریتم پیشنهادی جهت بهینه سازی پارامترهای ورودی دستگاه EDM



شکل 8 - بهبود محسوس برازندگی نسلها

7- نتیجه گیری

در این مقاله از الگوریتم ژنتیک جهت یافتن ورودیهای بهینه دستگاه ماشینکاری EDM استفاده شده است. با ارایه یک الگوریتم نشان دادیم مدل ارائه شده از دقت و کارایی بیشتری نسبت به روشهای بکارگرفته شده در بسیاری از موارد مشابه از جمله مراجع [19] و [18] می باشد. با ارائه این مدل می توان نشان داد با توجه به اینکه هریک از پارامترهای ورودی دستگاه شامل شدت جریان، مدت زمان روشنی پالس، مدت زمان خاموشی پالس، اندازه گپ و مقدار آن در یک فضای کاملاً پیوسته هستند، الگوریتم ژنتیک می تواند با جستجو در این فضای بهم پیوسته بهترین ورودی ها جهت اعمال به دستگاه ماشینکاری EDM را مشخص نماید. به عبارت دیگر بهینه سازی فرایند پیچیده EDM جهت ماشینکاری بر روی مواد سخت پایه کربنی و یا سرامیکهای غیر اکسیدی به کمک الگوریتم ژنتیک و با انتخاب یک تابع برازندگی مناسب تا حد قابل توجهی امکان پذیر است.

8- مراجع

- 1- Harris G. L.: "Properties of Silicon carbide (EMIS Datareviews Series)", Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1995.
- 2- Kennedy P. and Shenan J. Y.: "An Assesment of the Performance of REFEL SiC under Conditions of Thermal Stress", Proceedings of British Ceramic Society, Vol. 22, 1973.
- 3- Gostelow C. R. and Rostall J. E.: "Ceramics and Potential for Gas-Turbine Applications", Proceedings of British Ceramic Society, Vol. 22, 1973.
- 4- Anon: "REFEL SiC - The New Engineering Ceramic", B.N.F.L. Fact Sheet 1 and 2, B.N.F.L. Risely, Warrington, England.
- 5- Reid D. S. and Shaw J. W.: "The Machining of SiC", Reactor Fuel Element Laboratories, U.K.A.E.A., Springfields, Preston, 1969.
- 6- Humphreys P. D.: "An Investigation into the EDM of SiC", The Reactor Fuel Element Laboratories, U.K.A.E.A., Springfields, Preston PR4 ORR, 1976
- 7- Mitsubishi LTD.: "General Catalogue of Manufacturing Systems", Osaka, Japan, 2003.

- Machining Processes ", Journal of Material Processing Technology, Vol. 69, 1997.
- 18- Behrens A. and Ginzel J.: "Neuro-Fuzzy Process Control System for Sinking EDM", Laboratorium Fur Fertigungstechnik (LaFT), Universitat der Bundeswehr, Hamburg, Germany, 2001.
 - 19- Wollenberg G., Schulze H. P. and Pape T.: "Process Parameter Analysis for an Optimal Feed Rate Control of EDM", Otto-Von-Guericke University, Magdeburg, 2001.
- Applications of Fuzzy Logic to Mamdani E. H.: "Approximate Reasoning
- 8- Ajmal A.: "The Electrical Discharge Machining of Silicon Carbide", M.Sc. Thesis, University of Manchester, Institute of Technology, 1981.
 - 9- Green L. F.: "High Voltage Pulsed EDM with Special References to SiC", M.Sc. Dissertation, University of Manchester, Institute of Technology, 1978.
 - 10- Mahdavejad R. A.: "General Analysis of SiC EDM Machining", Ph.D. Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran, 1995.
 - 11- Menhaj M. B.: "Fundamentals of Neural Networks", Publication Center of Amirkabir university of Technology, Iran, 2000.
 - 12- Demuth H. and Beale M.: "Neural Networks Toolbox", MATLAB® User Guide, the MathWorks Inc., 2001.
 - 13- Indurkha G. and Rajurkar K. P.: "Artificial Neural Networks Approach in EDM Process", Proceedings of Artificial Neural Networks in Engineering (ANNIE92), St. Louis, Missouri, USA, 1992.
 - 14- Spedding T. A. and Wang Z. Q.: "Study on Modeling of Wire-EDM Process", Journal of Material Processing Technology, Vol. 69, 1997.
 - 15- Tarng Y. S., Ma S. C. and Chung L. K.: "Determination of Optimal Cutting Parameters in Wire- Electrical Discharge Machining", International journal of Machine tools and Manufacture, Vol. 35, 1995.
 - 16- Wang P. J. and Tsai K. M.: "Semi-Empirical model of Work Removal and Tool Wear in Electrical Discharge machining", Journal of Material processing Technology, Vol. 114, 2001.
 - 17- Kao J. Y. and Tarng Y. S.: "A Neural Network Approach for the On-Line Monitoring of the Electrical Discharge
-