

## گواهی ارائه مقاله

بدین وسیله گواهی می‌شود مقاله زیر در

**چهارمین کنفرانس بین المللی**

**مهندسی صنایع و سیستم‌ها (ICISE 2018)**

که در تاریخ ۲۱ و ۲۲ شهریور سال ۱۳۹۷ در دانشگاه فردوسی مشهد برگزار گردید، به صورت شفاهی ارائه شده است:

عنوان مقاله:

رتبه‌بندی و تحلیل شکست سیستم روانکاری ماشین CNC مبتنی بر تکنیک  
**FFMEA**

نویسندگان:

علی ویسی، عباس روحانی، محمد طبسی‌زاده، رسول خدابخشیان، فرهاد کلاهان

ضمن تشکر از نویسندگان مقاله، توفیق روزافزون ایشان را در عرصه‌های علمی از خداوند منان خواستاریم.

دکتر فرزاد دهقانیان  
دبیر علمی کنفرانس

دکتر سید محمود حسینی  
دبیر کنفرانس

<http://icise.um.ac.ir>



## رتبه‌بندی و تحلیل شکست سیستم روانکاری ماشین CNC مبتنی بر تکنیک FFMEA

علی ویسی<sup>۱</sup>، عباس روحانی<sup>۲\*</sup>، محمد طبسی زاده<sup>۳</sup>، رسول خدابخشیان<sup>۴</sup>، فرهاد کلاهان<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ aliv.g\_121@yahoo.com

<sup>۲</sup> استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ arohani@um.ac.ir

<sup>۳</sup> استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ tabasizadeh@um.ac.ir

<sup>۴</sup> استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ khodabakhshian@um.ac.ir

<sup>۵</sup> دانشیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه فردوسی مشهد؛ kolahan@um.ac.ir

### چکیده

ماشین‌های CNC یکی از تجهیزات مهم مورد استفاده در صنایع ماشینکاری هستند. سیستم روانکاری یکی از بخش‌های حیاتی دستگاه CNC است، زیرا خطاها یا خرابی‌های آن به طور قابل توجهی بر عملکرد اجزای دستگاه و توقف تولید دستگاه تأثیر می‌گذارد. بنابراین، سیستم روانکاری باید با دقت پایش شود. در این مطالعه، استفاده از تجزیه و تحلیل فازی حالات بالقوه خرابی و اثرات آن (FMEA) برای اولویت‌بندی و ارزیابی شکست‌هایی که احتمالاً در فرایند کار سیستم روانکاری اتفاق می‌افتد، پیشنهاد شده است. تمام زیرسیستم‌ها به طور مستقل بدون دخالت سیستم‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین، این روش می‌تواند محدودیت‌های FMEA متداول را کاهش دهد. اولویت‌بندی ریسک همچنین می‌تواند به تکنسین‌ها کمک کند تا اقدامات اصلاحی را آگاهانه انتخاب کنند. در نتیجه، روش FFMEA به طور مناسب در صنایع ماشینکاری CNC پذیرفته شده است. در نهایت، این روش باعث افزایش قابلیت اطمینان دستگاه CNC و کاهش توقفات تولید می‌شود.

### کلمات کلیدی

سیستم روانکاری، تراش CNC، FMEA فازی، اولویت بندی خرابی.

## prioritizing and failure analysis of CNC machine lubrication system based on FFMEA technique

Ali Vaysi<sup>1</sup>, Rasool khodabakhshian<sup>1\*</sup>, Abbas Rohani<sup>1</sup>

1. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

### ABSTRACT

CNC machine are one of the important used equipment of machining industries. The lubrication system is the vital part of every CNC machine, because the faults or failures occurring in it will significantly affect the device components function and the device production stopping. Therefore, lubrication system should be monitored carefully. This study proposed the application of Fuzzy failure mode and effects analysis (FMEA) for prioritization and assessment of failures that likely occur in the working process of an lubrication system. All subsystems were assessed independently without the interference of another systems. In addition, this method could reduce the limitations of traditional FMEA. The prioritization of risks could also help the technicians to choose corrective actions wisely. In conclusion, the FFMEA method was found to be suitably adopted in the CNC machining industries. Finally, this method helped to increase the reliability of CNC machine and decrease production stopping.

### KEYWORDS

Lubrication system, lathe CNC, Fuzzy FMEA, failure prioritizing.

## ۱- مقدمه

متفاوتی از یک دیگر داشته باشند. ۳- در روش متداول فرض بر اینست که پارامترهای ورودی اهمیت نسبی یکسانی دارند. در صورتی که در واقعیت، درجه اهمیت و وزن این پارامترها می‌تواند متفاوت باشد. ۴- روش محاسبه نمره اولویت ریسک تنها حاصل ضرب مستقیم ورودی را در نظر گرفته و روابط غیرمستقیم بین متغیرها را مد نظر قرار نمی‌دهد. از این رو با توجه به مشکلات و ناکارآمدی رویکرد متداول، تحقیقات بسیاری با هدف توسعه و بهبود این روش انجام شده است. یکی از راه‌حل‌های موجود برای رفع این ناکارآمدی‌ها، ترکیب این رویکرد با منطق فازی که تحت عنوان الگوریتم Fuzzy-FMEA نام دارد، می‌باشد [4]. منطق فازی رویکردیست مناسب برای مواردی که داده کافی در دسترس نیست، جمع آوری داده مشکل یا داده‌ها به صورت متغیرهای زبانی و ذهنی می‌باشند. در بخش ارزیابی سیستم‌ها، روش FMEA فازی با محاسبه RPN برای حذف نقص‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در خصوص ماشین‌های CNC که موضوع تحقیق حاضر می‌باشد، یانگ و همکاران (۲۰۱۰)، از مدل FMECA با استفاده از تئوری فازی برای تحلیل خرابی‌های نوعی ماشین تراش CNC استفاده کردند [5]. لی و همکاران (۲۰۱۶) مطالعه‌ای روی تجزیه و تحلیل حالت خرابی یک مرکز ماشین‌کاری انجام دادند [6]. در مطالعه دیگری از روش FMECA برای تجزیه و تحلیل خرابی سیستم تغذیه مراکز ماشین‌کاری CNC استفاده شد [7]. در خصوص استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات مطالعه‌ای روی حالت خرابی عملکردی دستگاه فرز CNC با استفاده از فازی RPN انجام شد [2]. در سال ۲۰۱۷ از روش FMEA در صنعت سوپاپ‌های GG با هدف آنالیز ماهیت چند رشته‌ای خرابی‌های عملکردی ماشین CNC استفاده شد [8].

با توجه به مطالعات پیشین FMEA در حوزه ماشین‌های CNC تاکنون سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC به طور جامع به لحاظ تجزیه و تحلیل حالات خرابی و تعیین بحرانی‌ترین حالت مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته، لذا در این پژوهش به صورت جامع سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با توجه به معایب روش FMEA متداول که ذکر شد و عدم اطمینان از فاکتورهای ریسک، از روش فازی برای اولویت‌بندی حالت‌های خرابی تجهیز و با هدف ارزیابی دقیق ریسک استفاده شد.

بدن شک یکی از چالش‌های بزرگ برای مجموعه‌های تولیدی، توانایی کنترل میزان خرابی‌های دستگاه‌های مورد استفاده در تولید است. برای حل این مشکل، ارائه تکنیک‌هایی به منظور افزایش قابلیت دسترس‌پذیری سیستم‌ها، کاهش و نیز پیشگیری از شکست‌های زیان‌بار تجهیزات و ماشین‌آلات در راستای افزایش کمیت و کیفیت در فرآیند تولید، بیش از پیش احساس می‌شود [1]. با توجه به هدف اصلی نگهداری و تعمیرات مبنی بر کاهش ریسک و مدیریت عملکرد تجهیز در طی چرخه عمر آن به نحوی که قابلیت اطمینان سیستم افزایش و هزینه‌های اجرایی آن کاهش یابد، به همین منظور باید رویکردی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری از تجهیز اتخاذ کرد. یکی از رویکردها تعمیرات پیش اقدام است که لازمه آن شناخت درست تمامی حالات شکست از طریق تجزیه و تحلیل حالات خرابی و آثار آن<sup>۱</sup> (FMEA) است. روش FMEA یکی از بهترین روش‌ها در تجزیه و تحلیل سیستم‌ها، به خصوص زمانی که سیستم‌ها پیچیده و دارای بخش‌های بسیاری هستند، می‌باشد. این روش کمک می‌کند تا نگهداری را در حالت‌های شکست مورد نظر هدایت کرده و باعث جلوگیری از علل شکست بحرانی شود [2]. در FMEA باید تمام حالت‌های خرابی احتمالی سیستم شناسایی و برای تمام حالت‌ها سه پارامتر تعیین کننده عدد ریسک<sup>۲</sup> (RPN) یعنی شدت وقوع<sup>۳</sup> (S)، احتمال وقوع<sup>۴</sup> (O) و عدم تشخیص<sup>۵</sup> (D) را تعیین کنیم. در این روش هدف اولویت بندی حالت‌های خرابی سیستم به منظور اختصاص منابع محدود به بحرانی‌ترین خطر در سیستم است. در روش FMEA شاخص RPN، سطح مربوط به وقوع یک خرابی را که مناسب و سازگار نیست بیان می‌کند. این شاخص به دلیل پذیرش معیارهای احتمال وقوع، مشخصه شدت و توانایی تشخیص مشکلات در بسیاری از صنایع‌های مختلف استفاده می‌شود [3]. اگرچه روش FMEA متداول به طور گسترده در منابع تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته است. اما به دلیل روشی که برای محاسبه شاخص عدد اولویت ریسک دارد همواره مورد انتقاد محققان است. مهم‌ترین عیب‌های این روش عبارتند از: ۱- مقادیر متغیرهای ورودی این روش اغلب براساس تجربیات تیم‌کاری و قضاوت خبرگان به دست می‌آید، که این امر موجب ایجاد تناقضات و اشتباهات در امر قضاوت خواهد شد. ۲- ترکیبات مختلف متغیرهای ورودی ممکن است مقادیر یکسانی برای RPN داشته باشند، در صورتی که ممکن است مفاهیم خطر کاملاً

<sup>4</sup> - Occurrence

<sup>5</sup> - Detection

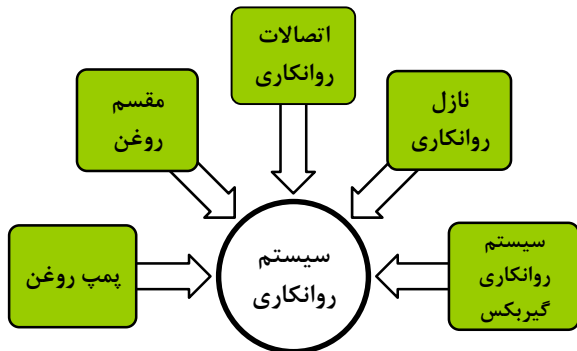
<sup>1</sup> - Failure mode and effect analysis

<sup>2</sup> - Risk priority number

<sup>3</sup> - Severity

## ۲- مواد و روش

دیگرام ساختاری آن‌ها در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲): دیگرام ساختاری سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC

### ۲-۲ روش متداول

در روش FMEA برای محاسبه RPN سه پارامتر کلیدی S، O و D مورد استفاده قرار می‌گیرد که طبق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

در روش متداول FMEA، پس از محاسبه RPN به اولویت‌بندی حالت‌های خرابی می‌پردازیم. در این روش اهمیت نسبی پارامترهای S، O و D در نظر گرفته نشده و آن‌ها به یک اندازه مهم در نظر گرفته می‌شوند، همچنین روابط بین پارامترها مستقیم و خطی در نظر گرفته شده که در واقعیت این گونه نیست. با توجه به ضعف‌ها و ناکارآمدی‌های روش FMEA متداول، تحقیقات متعددی با هدف بهبود عملکرد آن انجام شده است. یکی از راه‌حل‌های موجود برای رفع این ناکارآمدی، ترکیب این روش با منطق فازی است.

### ۲-۳ روش فازی

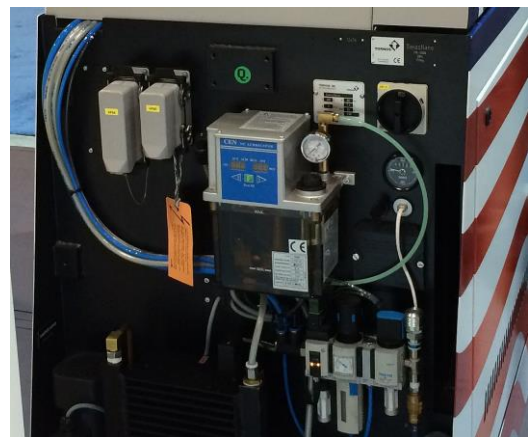
در روش FMEA فازی به منظور مشخص کردن ریسک‌ها در سیستم روانکاری ماشین تراش CNC و تمامی حالت‌های خرابی بالقوه آن، برای استخراج اطلاعات از متخصصان، عمدتاً از کارشناسان و تحلیلگران ماشین CNC، که اطلاعات دقیقی در مورد فرایند کار اجزاء CNC داشتند استفاده گردید. این کارشناسان با استفاده از عبارت‌های زبانی پارامترهای S، O و D را اولویت بندی کردند.

روش FMEA فازی در این پژوهش در پنج بخش اجرا شد: (۱) شناسایی فرایند کار در ماشین تراش CNC و مطالعه و بررسی نحوه عملکرد اجزای آن، همچنین در این مرحله تمامی حالات خرابی اجزاء سیستم روانکاری و اثرات آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مرحله (۲) به ارزیابی هر یک از سه پارامتر ریسک برای هر حالت خرابی یا شکست و رتبه بندی آن‌ها می‌پردازیم. برای رتبه بندی با استفاده از داده‌های

پژوهش حاضر به منظور رتبه بندی خرابی‌های سیستم روانکاری ماشین تراش CNC با هدف تعیین بحرانی‌ترین عضو با روش‌های FMEA متداول و فازی به صورت میدانی، به کمک تیم نگهداری و تعمیرات شرکت کیهان صنعت قائم واقع در استان خراسان رضوی صورت گرفت، که در ادامه ابتدا شرح مختصری از نحوه عملکرد سیستم روانکاری ماشین تراش CNC و نحوه عملکرد آن‌ها سپس به تشریح دو روش متداول و فازی پرداخته خواهد شد.

### ۲-۱- سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC و نحوه عملکرد آن

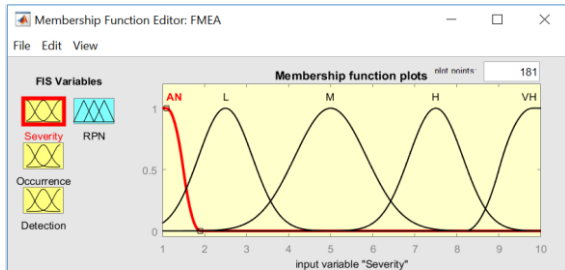
در حرکت اجزاء اصلی ماشین آلات CNC حرکات نسبی بسیاری وجود دارد، که این حرکات دارای اصطکاک‌هایی در میان سطوح می‌باشند. برای کنترل یا کاهش این اصطکاک‌ها در حرکت اجزاء از روانکارها استفاده می‌کنیم. برای انجام روانکاری مناسب در دستگاه‌های CNC نوعی سیستم روانکاری تعبیه شده که از اجزایی چون؛ ترمینال روغن و نازهای روغنکاری، اتصالات، سیستم روغنکاری گیربکس و مقسم روغن تشکیل شده است. سیستم روانکاری با روانکاری چون گریس اجزای مهمی چون ریل‌ها، بال اسکرو، اجزای محور، چرخ دنده گیربکس و غیره را روغنکاری می‌کنند. شکل (۱) نمونه‌ای از سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC را نشان می‌دهد.



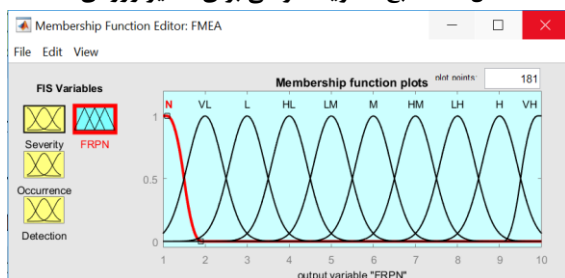
شکل (۱): سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC

در این مطالعه به منظور اولویت بندی حالت‌های خرابی اجزاء سیستم روانکاری ماشین تراش CNC تمامی حالت‌های خرابی شناسایی شد. این سیستم شامل ۵ جزء اصلی و چند جزء زیر مجموعه آن‌ها می‌باشد. این ۵ جزء عبارتند از؛ پمپ روغن، مقسم روغن، اتصالات روانکاری، نازل روانکاری و سیستم روانکاری گیربکس می‌باشد، که

است. همچنین از تابع عضویت گوسی برای نشان دادن تابع عضویت خروجی مربوطه (FRPN) در شکل (۴) استفاده شد.

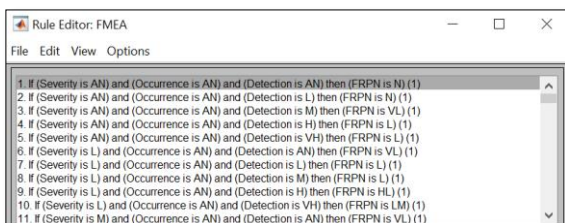


شکل (۳): تابع عضویت گوسی برای متغیر ورودی شدت



شکل (۴): تابع عضویت گوسی برای متغیر خروجی FRPN

از قوانین برای استنتاج فازی و هدایت مقدار خروجی دریافتی استفاده می شود. همچنین این روش در فرایند غیرفازی سازی برای تبدیل خروجی‌های فازی به FRPN بکار رفت. در شکل (۵) چند مورد از قواعدی به منظور کنترل مقادیر FRPN خروجی ایجاد شده نشان داده شده است.



شکل (۵): ایجاد قواعد به منظور کنترل مقادیر FRPN خروجی قوانین فازی با استفاده از کاربرانی که نسبت به سیستم دانش و تخصص دارند تعریف می شود. تعداد قوانین را می توان از حاصلضرب تعداد تابع عضویت‌های S, O و D در یکدیگر بدست آورد. در این پژوهش تعداد قواعد مورد استفاده برابر،  $5 \times 5 \times 5 = 125$  می باشد. این قواعد برای کنترل مقدار خروجی، با ایجاد قانون‌هایی با استفاده از برنامه MATLAB تعریف می‌شوند. همچنین از حرف ربط " و " برای متصل کردن فاکتورها به مقدار خروجی برای کنترل مقدار FRPN که اهمیت سطوح ریسک را نشان می‌دهد، استفاده گردید [10].

قطعی<sup>۱</sup> معمولاً از اعداد مقیاس ۱ تا ۱۰ استفاده می‌شود، سپس با استفاده از عبارتهای زبانی مقادیر قطعی به فازی تبدیل می‌شوند (فازی سازی). (۳) برای کنترل مقادیر خروجی از ۱۲۵ قاعده برای اصلاح پارامترهای ورودی استفاده شد (استنتاج). (۴) برای تبدیل پارامترهای ورودی به مقادیر فازی و انتقال قواعد کیفی به نتایج کمی از الگوریتم استنتاج فازی ممدانی استفاده شد (استنتاج). در ادامه مقادیر خروجی استنتاج را به RPN فازی تبدیل می‌کنیم (غیرفازی سازی). در مرحله پایانی (۵) RPN خروجی را که با الگوریتم فازی محاسبه شده و غیرفازی گشته را رتبه‌بندی می‌کنیم و اقدامات اصلاحی را برای RPN‌های سطح بالا تعیین می‌کنیم.

در این پژوهش تیم FMEA که عموماً از متخصصان ساخت، تعمیر و تحلیلگران ایمنی ماشین‌های CNC بودند با استفاده از عبارتهای زبانی، S, O و D را برای حالت‌های خرابی اجزاء تعیین کردند. اعضای تیم کاربرد FMEA را برای تمامی اجزاء تکمیل و هر شکست را با توجه به حساسیت اثر شکست و احتمال وقوع آن با استفاده از RPN رتبه‌بندی کردند. در ادامه قواعد اگر-آنگاه با عبارتهای زبانی به عنوان ورودی‌های ارزیابی ریسک در نظر گرفته شد. عدد RPN فازی بدست آمده به عنوان خروجی استنتاج فازی سیستم که بر پایه قواعد می‌باشد در نظر گرفته شد. جدول (۱) مقادیر مختلفی را برای تعیین مقیاس پارامترهای S, O و D نشان می‌دهد [9]. با استفاده از این مقیاس‌ها می‌توان پارامترهای S, O و D را اندازه‌گیری کرد.

جدول (۱): متغیرهای زبانی تعریف شده در روش FMEA فازی

متغیرهای زبانی	عدد فازی	شدت	احتمال وقوع	عدم تشخیص
خیلی کم	1, 2	بی خطر	شکست بعید است	تقریباً
کم	3, 4	خطر کم	شکست نسبتاً کم	مطمئن
متوسط	5, 6, 7	خطر متوسط	شکست در بعضی اوقات	شانس بالا
زیاد	8, 9	خطر بالا	شکست‌های تکراری	شانس کم
خیلی زیاد	۱۰	خطر بسیار بالا	شکست تقریباً اجتناب ناپذیر است	شانسی وجود ندارد

کل فرایند فازی‌سازی با استفاده از جعبه ابزار فازی در نرم‌افزار Matlab انجام شد که در آن از تابع عضویت گوسی برای نشان دادن پارامترهای ورودی S, O و D استفاده شد. در شکل (۳) به عنوان نمونه تصویر تابع عضویت گوسی برای پارامتر ورودی S نشان داده شده

<sup>1</sup> - Crisp data

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- روش FMEA متداول

در روش متداول FMEA اولویت‌بندی خرابی‌ها پس از محاسبه عدد RPN انجام شد. نتایج اولویت‌بندی RPN های روش متداول در جدول (۲) و شکل (۶) نشان داده شده که در ۴ گروه ریسکی اولویت‌بندی شده است. با توجه به این شکل ملاحظه می‌شود ترکیبات مختلف متغیرهای ورودی در زیر سیستم‌ها دارای RPN برابر است که با رنگ‌های یکسان نشان داده شده، در صورتی که ممکن است مفاهیم خطر کاملاً متفاوتی از یکدیگر داشته باشند. نتایج این پژوهش در این قسمت با نتایج لیو و همکاران (۲۰۱۳)، که دریافتند ترکیب‌های مختلف سه پارامتر ممکن است مقدار RPN دقیقاً یکسانی تولید کند، در حالی که احتمال دارد عملکردهای ریسک در کل متفاوت باشد همخوانی دارد.

جدول (۲): نتایج FMEA متداول سیستم روانکاری ماشین تراش

Rank	RPNg	میانگین پارامترها			زیر سیستم
		Sg	Og	Dg	
		2	144	8	
4	96	8	4	3	اتصالات
1	175	7	5	5	نازل‌های روانکاری
3	140	7	5	4	سیستم روانکاری گیربکس
1	175	7	5	5	مقسم روغن

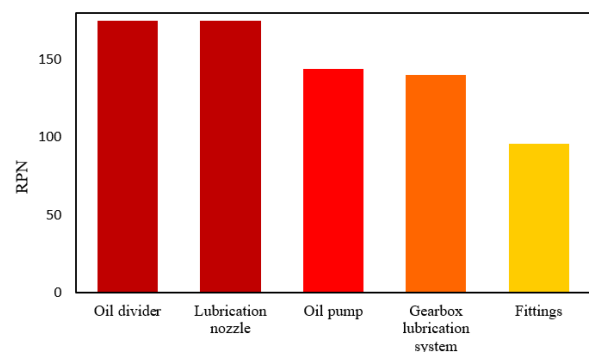
ماشین‌های CNC به صورت عبارت‌های زبانی موجود در جدول (۱) جمع‌آوری و پارامترهای عدد اولویت ریسک تعیین شد. برای محاسبه RPN از سیستم استنتاج فازی استفاده شد. در روش فازی برای غیرفازی‌سازی، از روش centroid استفاده شد. در ادامه از تابع عضویت گوسی برای پارامترهای S، O، D و مقدار خروجی FRPN استفاده شد.

نتایج حاصل از پیاده‌سازی روش FMEA فازی برای اجزای سیستم روانکاری ماشین تراش دو محوره CNC در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج نشان داد زیر سیستم‌های مقسم روغن، نازل‌های روانکاری و پمپ روغن به ترتیب دارای بالاترین درجه بحرانیّت خرابی می‌باشند. با بررسی علل خرابی مشخص شد که عمده خرابی‌ها در اجزای سیستم روانکاری ناشی از عواملی چون ورود پلیسه و ذرات، خرابی آب بندها، خرابی پمپ روغن، خرابی اتصالات، فرسودگی و غیره می‌باشد.

جدول (۳): نتایج FMEA فازی سیستم روانکاری ماشین تراش

NO.	نام قطعه Subsystem	علل بالقوه خرابی Potential effect(s) of failure	Fuzzy	
			Rank	RPN
1	پمپ روغن	استهلاک، عمر مفید تمام شده، خرابی کاسه نمک	3	6.79
2	اتصالات روانکاری	استهلاک، جنس نامرغوب، خرابی آب بندها، ورود پلیسه و ذرات که باعث مسدود شدن مسیرها و خرابی پکینگ می‌شود.	5	5.86
3	نازل‌های روانکاری	ورود ذرات، خرابی پمپ روغن، خرابی اتصالات.	2	7.02
4	سیستم روانکاری گیربکس	خرابی آب بندها، ورود پلیسه و ذرات که باعث مسدود شدن مسیرها و خرابی پکینگ می‌شود.	4	6.71
5	مقسم روغن	خرابی آب بندها، ورود پلیسه و ذرات که باعث مسدود شدن مسیرها و خرابی پکینگ می‌شود.	1	7.08

نتایج حاصل از پیاده‌سازی روش FMEA فازی برای اجزای سیستم روانکاری ماشین تراش دو محوره CNC در شکل (۷) ارائه شده است. مطابق با شکل (۷) همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، اولویت زیر سیستم‌ها در روش فازی با یکدیگر متفاوت است. ۵ گروه سیستم اجزاء سیستم روانکاری تراش CNC در روش فازی در ۵ گروه ریسکی گروه‌بندی شدند. روش فازی توانست بر خلاف روش متداول، زیرسیستم‌ها را در ۵ گروه ریسکی گروه‌بندی کند، بنابراین روش فازی به نحوه بهتری زیر سیستم‌ها را به لحاظ اولویت خرابی گروه‌بندی می‌کند که این مطلب با نتیجه داگ سویو (۲۰۱۶)، مطابقت دارد.



شکل (۶): مقادیر RPN اجزاء سیستم روانکاری ماشین تراش CNC

#### ۳-۲- روش FMEA فازی

در روش فازی داده‌های مربوط به شکست‌های بحرانی از طریق فرم FMEA با استفاده از نظرات کارشناسان حوزه ساخت و تعمیر

شد. در میان اجزاء سیستم روانکاری دستگاه CNC به ترتیب مقسم روغن، نازل‌های روانکاری و پمپ روغن دارای بیشترین مقادیر FRPN و بالاترین درجه بحرانیّت شدند. به کاربردن روش FMEA فازی و استفاده از متغیرهای زبانی متخصصان را قادر کرد تا قضاوت واقعی‌تری را از اجزاء سیستم روانکاری تراش CNC داشته و بتوانند به طور کارآمدتر حالت‌های خرابی را اولویت‌بندی کنند و به ارزیابی ریسک اعتبار ببخشند. این روش می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر برای اولویت‌بندی حالت‌های خرابی بحرانی سیستم‌های مختلف به کار رود و بستر مناسبی را برای برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات جهت به کار بردن اقدامات اصلاحی مناسب فراهم کند که در نتیجه موجب عملکرد بهتر فرایند ماشینکاری و کاهش توقفات تولید خواهد شد.

#### ۵- تقدیر و تشکر

ما نویسندگان این پژوهش بر خود لازم می‌دانیم که از جناب آقای مهندس نمازی مدیر عامل محترم و اعضای تیم نگهداری و تعمیرات شرکت کیهان صنعت قائم بابت فرصتی که جهت انجام این پژوهش در اختیار ما قرار دادند، نهایت تشکر و قدر دانی را داشته باشیم.

Conference on. IEEE, pp. 582-587.

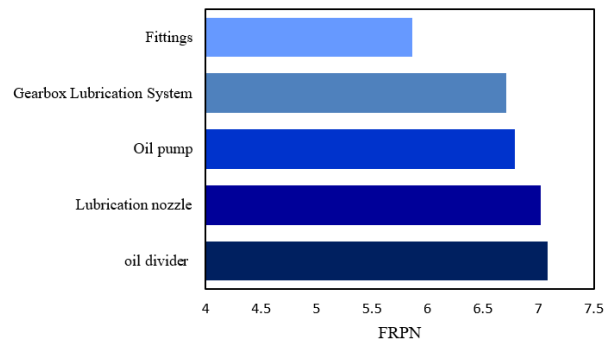
Li, H., Chen, F., Yang, Z., Wang, L., Kan, Y., 2016. Failure mode analysis on machining center based on possibility theory, Proceedings of the 5th International Conference on Electrical Engineering and Automatic Control. Springer, pp. 627-636. [۶]

Wang, X., Zhang, Y., Shen, G., 2016. An improved FMECA for feed system of CNC machining center based on ICR and DEMATEL method. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 83, 43-54. [7]

Salvi, R.K., 2017. Failure Mode and Effect Analysis for CNC machines used in GG Valves Industry. MPUAT, Udaipur. [8]

Renjith, V., Kumar, P.H., Madhavan, D., 2018. Fuzzy FMECA (failure mode effect and criticality analysis) of LNG storage facility. Journal of loss prevention in the process industries. [9]

Chanamool, N., Naenna, T., 2016. Fuzzy FMEA application to improve decision-making process in an emergency department. Applied Soft Computing 43, 441-453. [10]



شکل (۷): مقادیر FRPN اجزاء سیستم روانکاری ماشین تراش CNC

#### ۴- نتیجه و جمع‌بندی

در این پژوهش برای غلبه بر محدودیت‌های روش مرسوم از روش FMEA فازی برای رتبه‌بندی شکست‌های اجزاء سیستم روانکاری دستگاه تراش CNC استفاده شد. تجزیه و تحلیل حالات خرابی و اثرات آن با استفاده از متغیرهای زبان شناختی فازی برای O, S, D انجام و از قواعد (if - then) برای اتصال متغیرها و محاسبه FRPN استفاده گردید، نتایج بدست آمده از روش FMEA فازی رتبه‌بندی

#### ۶- مراجع

S. Vinodh, S. Aravindraj, R. S. Narayanan, N. Yogeshwaran, Fuzzy assessment of FMEA for rotary switches: a case study, *The TQM Journal*, Vol. 24, No. 5, pp.461-475, 2012. [۱]

Gupta, G., Mishra, R., 2017. A Failure Mode Effect and Criticality Analysis of Conventional Milling Machine Using Fuzzy Logic: Case Study of RCM. *Quality and Reliability Engineering International* 33, 347-356. [۲]

Liu, H.-C., Liu, L., Liu, N., 2013. Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert systems with applications* 40, 828-838. [۳]

Dağsuyu, C., Göçmen, E., Narlı, M., Kokangül, A., 2016. Classical and fuzzy FMEA risk analysis in a sterilization unit. *Computers & Industrial Engineering* 101, 286-294. [۴]

Yang, Z., Xu, B., Chen, F., Hao, Q., Zhu, X., Jia, Y., 2010. A new failure mode and effects analysis model of CNC machine tool using fuzzy theory, *Information and Automation (ICIA), 2010 IEEE International* [۵]