سومین
کنفرانس ملی مهندسی
ساخت و تولید

55

Abstract256768730

۱۳۹۰/۱۲/۳

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
۳ و ۴ اسفند ماه ۱۳۹۰

بدینوسیله گواهی می گردد مقاله با عنوان

بکارگیری تناسب خاکستری در بهینه‌سازی چندهدفه مسائل مهندسی

نگارش شده توسط

فرهاد کلاهان هانیه فرحمند زهرا یوسفی

در سومین کنفرانس ملی مهندسی ساخت و تولید دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۳ لغایت ٤ اسفند ماه ۱۳۹۰

ارائه گردیده است.

دکتر اعظم قاسمی
دبیر علمی سومین کنفرانس ملی مهندسی ساخت و تولید
دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد نجف آباد
کنفرانس ملی مهندسی ساخت و تولید

دبیرخانه علمی
اصفهان – نجف آباد
دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
دانشکده فنی و مهندسی
دبیرخانه کنفرانس ملی مهندسی ساخت و تولید

واحد پشتیبانی
اصفهان – چهار باغ عباسی
مجتمع تجاری سی تی سنتر – واحد اداری ۴

WWW.NMEC.IR
INFO@NMEC.IR
+983119513430
+983119513430

بکارگیری تناسب خاکستری در بهینه‌سازی چندهدفه مسائل مهندسی

فرهاد کلاهان [1]،هانیه فرحمند [*2]، زهرا یوسفی [3]

[1]مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مهندسی مکانیک، kolahan@um.ac.ir

[2,3]مشهد، موسسه آموزش عالی سجاد، دانشکده مهندسی صنایع، haniyefarahmand@yahoo.com

چکیده

فرآیندهای ماشینکاری از جمله پرکاربردترین روش‌های شکل دهی می‌باشد. دو مشخصه مهم در تعیین کیفیت قطعات تولیدی و هزینه‌های ماشینکاری، صافی سطح قطعات و نرخ برداشت ماده است. در این تحقیق با استفاده از روش آنالیز تناسب خاکستری، بهترین ترکیب از پارامترهای برشی (سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق براده‌برداری) بمنظور کسب سطوح مطلوبی از صافی سطح و نرخ براده‌برداری در روتراشی فولاد ST50.2، تعیین شده‌اند. داده‌های تجربی براساس ماتریس طرح تاگوچی L_{16}، بدست آمده‌اند. سپس صافی سطح و نرخ براده‌برداری برای هر مجموعه آزمایش اندازه‌گیری شده‌اند. این مشخصه‌ها با توجه به دو معیار "هر جه بیشتر، بهتر" و "هرچه کمتر، بهتر" نرمالیزه شده و رتبه‌های خاکستری آنها محاسبه گردیده است. در مرحله بعد، براساس بردار تاگوچی، میانگین رتبه‌های خاکستری برای هریک از پارامترهای خروجی، با توجه به پارامترهای ورودی، تعیین شده است. با استفاده از میانگین رتبه‌های محاسبه شده، مقادیر بالاتر این رتبه‌ها بعنوان سطوح بهینه پارامترهای ورودی شناخته می‌شوند.

واژه های کلیدی: *آنالیز تناسب خاکستری، بهینه‌سازی چندهدفه تراش‌کاری، صافی سطح، نرخ براده‌برداری*

مقدمه

به طور کلی فرآیندهای ساخت و تولید به دو دسته ماشین‌کاری و غیرماشین‌کاری تقسیم می‌شوند. روش‌های ماشینکاری از جمله مهمترین فرآیندهای شکل دهی قطعات می‌باشند که در آن قطعه‌کار توسط براده‌برداری توسط یک ابزار برنده به شکل نهایی خود می-رسد. در یک فرآیند ماشین‌کاری رسیدن به کیفیت سطح مناسب از یک طرف و کاهش زمان و هزینه ماشینکاری از طرف دیگر مهم‌ترین شاخص‌های خروجی فرآیند می‌باشند. این دو معیار بنوبه خود بشدت تحت تاثیر پارامترهای تنظیمی فرآیند، شامل سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق براده‌برداری، هستند. با اینحال این دو معیار غالبا در تناقض بوده. بطوریکه کاهش زمان ماشینکاری (افزایش نرخ براده‌برداری(MRR)) معمولا باعث نزول کیفیت سطح قطعات می‌شود. ازطرفی، بمنظور افزایش صافی سطح قطعات ماشینکاری می‌بایست با نرخ پیشروی و عمق برش پایین انجام شود، که این خود باعث کاهش نرخ براده‌برداری می‌گردد. این امر لزوم بهینه‌سازی چندهدفه را بمنظور کسب ترکیبی مطلوب از صافی سطح و نرخ براده‌برداری نشان می‌دهد [2]. در این تحقیق، بهینه‌سازی چندهدفه فرایند روتراشی فولاد ST.50.2 با استفاده از تحلیل تناسب خاکستری (Grey Relational Analysis-GRA) ارائه می-گردد. تئوری تناسب خاکستری، الگوریتمی است که روابط غیرمشخص پارامترهای یک سیستم را با توجه به متغییرهای‌خروجی‌آن را تحلیل می‌نماید. این روش قابلیت استفاده در مسائل چندهدفه را دارا می‌باشد[3]. در این راستا، نرخ براده برداری(MRR) و زبری سطح(Ra) به عنوان پارامتر خروجی و سرعت برش، عمق برش و نرخ پیشروی به عنوان پارامتر ورودی انتخاب شده اند.

تکنیک تناسب خاکستری

اطلاعاتی که خیلی کامل یا قابل اندازه گیری نباشد را خاکستری گویند و سیستمی که شامل این‌گونه اطلاعات باشد را سیستم خاکستری می‌نامند. بنابراین هدف آنالیز تناسب خاکستری (GRA) حل مسائلی است که رابطه ریاضی و تحلیلی کاملا مشخصی برای آنها وجود ندارد. دنگ در سال 1989 آنالیز رابطه خاکستری را پیشنهاد کرد و این تئوری در سال‌های اخیر توجه محققین را به خود جلب کرده است این الگوریتم ابتدا داده‌ها را نرمال کرده و سپس ضرایب و رتبه‌های خاکستری را برای آنها محاسبه می‌کند. بطورکلی در روش GRA اگر مقادیر بزرگ‌تر خروجی مطلوب باشد، (معیار هر چه بیشتر، بهتر) داده‌های خروجی با استفاده از رابطه (1) نرمال می‌شوند. بطور مشابه اگر مقادیر کوچک‌تر خروجی مورد نظر باشند، (معیار هر چه کوچک‌تر، بهتر) داده‌های خروجی با استفاده از رابطه (2) نرمال می‌شود.

$$X_i^*(k) = \frac{X_i^{(o)}(k) - \min . X_i^{(o)}(k)}{\max . X_i^{(o)}(k) - \min . X_i^{(o)}(k)} \quad (1)$$

$$X_i^*(k) = \frac{\max . X_i^{(o)}(k) - X_i^{(o)}(k)}{\max . X_i^{(o)}(k) - \min . X_i^{(o)}(k)} \quad (2)$$

با توجه به ماهیت فرآیند روتراشی، برای نرخ براده‌برداری از "هر چه بیشتر، بهتر" و برای زبری سطح از "هرچه کمتر، بهتر" استفاده خواهد شد.

پس از نرمال کردن داده‌ها، ضرایب و رتبه خاکستری به ترتیب توسط روابط (3) و (4) محاسبه می‌گردند.

$$g(X_o^*(k), X_i^*(k)) = \frac{\Delta_{\min} + z\Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + z\Delta_{\max}} \quad (3)$$

$$\Gamma oi = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} g(X_o(k), X_i(k)) \quad (4)$$

حال می‌توان میانگین رتبه‌های خاکستری نرخ براده‌برداری و زبری سطح را به ازاء هر مجموعه از پارامترهای برشی بدست آورد. از آنجا که داده‌ها با استفاده از روابط (1) و (2) نرمال شده‌اند، در این مرحله برای هر دو خروجی مقادیر بیشتر رتبه خاکستری مطلوب است. ب در اینجا رتبه خاکستری معرف سطح همبستگی بین توالی‌های اصلی و قابل مقایسه است. اگر دو توالی یکی باشد، مقدار رتبه خاکستری برابر یک است. رتبه خاکستری میزان تاثیرگذاری اعمال شده توسط توالی قابل مقایسه را در توالی اصلی نشان می‌دهد. به دنبال آن، اگر یک توالی مهم‌تر از دیگر توالی‌ها باشد، رتبه خاکستری برای آن بیشتر از دیگر رتبه‌ها خواهد بود. بعبارت دیگر سطوحی از هر پارامتر ماشین‌کاری که دارای رتبه رابطه خاکستری بیشتر باشد، نتایج بهتر را بدست می‌دهد[4]. اگر از بردار متعامد تاگوچی استفاده شود، می‌توان با استفاده از تابع Average If میانگین رتبه رابطه خاکستری را برای هر سطح بدست آورد. آخرین مرحله در تکنیک تاگوچی- خاگستری برای بررسی صحت محاسبات، بدست آوردن مقدار پیش‌بینی شده رتبه رابطه خاکستری برای هر یک از آزمایش‌ها در شرایط طراحی بهینه است. در این حالت ترکیب بهینه‌ای که بعد از ترکیب بهینه در دست می‌توان از آن استفاده کرد، مشخص می‌شود.

$$\bar{h} = h_m + \sum_{i=1}^{a}\left(h_m - \bar{h_i}\right) \quad (5)$$

انجام آزمایشات ها و گردآوری داده‌های ماشینکاری

در این مقاله، روتراشی فولاد ST50.2 مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور ارزیابی فرآیند، دو مشخصه نرخ براده‌برداری (MRR-mm^3/min) و زبری سطح (Ra-µm) به عنوان پارامتر خروجی انتخاب شده‌اند. همچنین پارامترهای سرعت برش (m/min)، عمق برش (mm) و نرخ پیشروی (mm/rev) به عنوان فاکتور ورودی درنظر گرفته شده‌اند.

آزمایشات با استفاده از دستگاه تراش CNC مدل Tezsan-Oncu برروی نمونه‌هایی با طول 100 میلیمتر و قطر 25 میلیمتر از جنس فولاد ST 50.2 انجام شده است. زبری سطح نمونه‌ها توسط دستگاه T20 Hommel اندازه‌گیری شده است. در مجموع 16 آزمایش براساس ماتریس L_{16} تاگوچی انجام گرفته است. جدول (1) دامنه تغییرات و سطوح هر یک از پارامترهای ورودی را نشان می‌دهد. پس از انجام آزمایشات، نرخ براده‌برداری و زبری سطح نمونه‌ها محاسبه شده و در فرآیند بهینه‌سازی استفاده شده‌اند.

در مرحله بهینه‌سازی هدف حداقل کردن زبری سطح و حداکثر کردن نرخ براده‌برداری می‌باشد. در این تحقیق اهمیت (وزن نسبی) هر دو این پارامترها یکسان در نظر گرفته شده‌اند. پس از انجام مراحل آنالیز تناسب خاکستری سطوح بهینه پارامترهای برشی، برای کسب سطوح مطلوب زبی سطح و نرخ براده‌برداری، تعیین شده‌اند. جدول (2) ترکیب بهینه و مقادیر خروجی را بر اساس روش تناسب خاکستری نشان می‌دهد.

جدول 1- دامنه تغییرات پارامترهای ورودی مساله

سطح	سرعت برش (/)	نرخ پیشروی (/)	عمق برش (mm)
1	100	0.1	0.5
2	150	0.2	1
3	200	0.3	1.5
4	250	0.4	2

در این قسمت ابتدا داده‌های خروجی نرمال می‌شود. در نهایت رتبه و ضریب خاکستری محاسبه می‌گردد. جدول(2) مقدار نرمال شده، ضریب و رتبه خاکستری را نشان می‌دهد. درجه اهمیت پارامترهای خروجی یکسان و برابر 0.5 می‌باشد.

جدول 2- داده‌های نرمال شده، ضرایب و رتبه خاکستری برای خروجی‌ها در روتراشی فولاد

آزمایش	normal-MRR(mm^3/min)	normal-Ra(µm)	GRC-MRR	GRC-Ra	GRG
1	0.00	0.41	0.33	0.46	0.40
2	0.06	0.62	0.35	0.57	0.46
3	0.11	0.81	0.36	0.73	0.54
4	0.17	0.79	0.38	0.70	0.54
5	0.11	0.00	0.36	0.33	0.35
6	0.56	0.31	0.53	0.42	0.47
7	0.78	0.27	0.69	0.41	0.55
8	1.00	0.27	1.00	0.41	0.70

9	0.56	0.96	0.53	0.92	0.73
10	0.89	0.80	0.82	0.72	0.77
11	0.33	0.39	0.43	0.45	0.44
12	0.44	0.94	0.47	0.90	0.68
13	0.33	1.00	0.43	1.00	0.71
14	0.48	0.88	0.49	0.81	0.65
15	0.63	0.86	0.57	0.78	0.68
16	0.78	0.70	0.69	0.63	0.66
ماکزیمم	1.00	1.00			0.58
مینیمم	0.00	0.00			

در جدول (3) از رتبه‌های خاکستری جدول (2) با توجه به پارامترهای ورودی و سطوح آنها و با استفاده از تابع Average If میانگین گرفته شده است. این کار با هدف حداقل کردن زبری سطح و حداکثر کردن نرخ ماشین‌کاری می‌باشد و ترکیب بهینه با توجه به هر دو هدف مشخص می‌شود. در این جدول درصد تاثیرات هر پارامتر ورودی با توجه به اختلاف بین ماکزیمم و مینیمم نیز مشاهده می‌شود.

جدول3- محاسبات رتبه خاکستری با تناسب خاکستری در روتراشی فولاد

Ëôù‡ûÑùw	Ç Ωz• (m/min) ß ûz	ï û(mm/rev) Ë‡ûÎ	»€Ω(mm) ß ûz
ûÑùwí ∂•	Ëû¶Gw y • vÉwËû¶Gw „ûu › Î’ñŵ		
1	0.48	0.55	0.49
2	0.52	0.59	0.54
3	0.65	0.55	0.66
4	0.68	0.65	0.64
› Î’ñŵ	0.58	0.58	0.58
ŸЄÎŴ (ŸЄÍ†Gw	0.19	0.10	0.16
Åvû‹áźö≠ûĉ	42.17	22.00	35.82

جدول 4- ترکیب بهینه و مقدار خروجی روش خاکستری در روتراشی فولاد

Èã‡ûó ûÑùw	Ëôù‡ûÑùw	› Ñ‘ûÎ fûôw„fÎÂzy ÎGÉ √ö%ôû‰
+)00 6 í ∂• Ë ûzi	-0+6ß ûzÇ Ωû•	$C_4F_4D_3$
1- 6Ë ùvôûz,ôvûzï ûfi	+)′ 6Ë ‡û™Î~ï ûfi	
	,)0 6ß ûz» €Ω	

نتیجه‌گیری

امروزه بهینه‌سازی چندهدفه اهمیت قابل توجهی در صنعت و بخش‌های مختلف صنایع تولیدی پیدا کرده است. یکی از انواع رویکردهای بهینه‌سازی چند معیاره، روش تناسب خاکستری می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از این روش، ترکیب بهینه پارامترهای برشی در روتراشی فولاد ST50.2 تعیین گردید. روش تناسب خاکستری می‌تواند اهمیت نسبی مشخصه‌های خروجی را لحاظ نماید. در ارائه مثال عددی، وزن نسبی نرخ براده‌برداری و زبری سطح به‌صورت برابر درنظر گرفته شد. نتایج بهینه‌سازی برای مسئله مزبور نشان می‌دهد که سرعت برشی و نرخ پیشروی باید در بیشترین مقدار و عمق برش در سطح متوسط قرار گیرد تا ترکیبی متناسب از صافی سطح و نرخ براده‌برداری حاصل شود. واضح است که با استفاده از رویکرد ارائه شده در این تحقیق می‌توان سطوح بهینه پارامترهای برشی را برای هر ترکیب دلخواه از اهمیت نسبی دو مشخصه خروجی فرآیند تعیین نمود.

تقدیر و تشکر

در پایان از جناب آقای دکتر کلاهان که در انجام این پایان‌نامه و تهیه مقاله همراه ما بودند، متشکریم.

مراجع

1 R. H. Myers, D. C. Montgomery. “Process and product optimization using designed experiments”, Second Edition, Wiley, New York, 2002

, . 30 Iw•ŒŵTMÑ Ò È fŴ fvÿ·ŒΩy ÑŒ Í‡öÉ‡ „æ•ŵ/ ‹ ŵüw I„≈ö%ãfÈ Ë ûÎ“ŸÎ€ÆÉIw•ùö€î / I‹ ŵûÂ)

3. Ming-Fei Chen, Yu-Sen Ho, Wen-Tse Hsiao, Tse-Hung Wu, Shih-Feng Tseng, Kuo-Cheng Huang, "Optimized laser cutting on light guide plates using grey relational analysis", Journal of Materials Processing Technology, February 2011.

4. Coşkun Hamzaçebi, Mehmet Pekkaya, "Determining of stock investments with grey relational analysis ", Journal of Materials Processing Technology, August 2011.