

## شماره مقاله: ۱۱۱۳

# نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه در زمانبندی ماشین‌های موازی نامرتب با احتساب اثر زوال وابسته به جایگاه در زمان پردازش کارها

محمدباقر فخرزاد<sup>۱</sup>، بهنام رجائی<sup>۲\*</sup><sup>۱</sup>گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد.<sup>۲</sup>مهندسی صنایع- صنایع، دانشگاه یزد، یزد.\*نویسنده مسئول مکاتبات: [rajaei.behnam@gmail.com](mailto:rajaei.behnam@gmail.com)

## چکیده:

زمانبندی تولید و برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه یکی از مسائل اساسی عملیاتی در صنایع تولیدی می‌باشد. اجرای سیاست‌های نگهداری و تعمیرات مناسب نقش بسیار مهمی در ارتقاء بهره‌وری، کیفیت محصولات تولیدی و همچنین کاهش هزینه‌های عملیاتی ناشی از خرابی‌های پیش‌بینی نشده ایفا می‌کند. لذا اخیراً در نظر گرفتن هم‌زمان این دو مسأله در تحقیقات مربوط به توالی عملیات و زمانبندی تولید بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله مسأله زمانبندی ماشین‌های موازی نامرتب با توجه به محدودیت‌های عدم دسترسی ماشینها ناشی از برنامه نگهداری تعمیرات دوره‌ای بررسی شده است. در چنین شرایطی زمان پردازش کارها نیز تابعی از اثر زوال وابسته به جایگاه فرض شده است. هدف مسأله یافتن تخصیص و توالی بهینه کارها به ماشینها جهت حداقل کردن مجموع وزن‌دار زمان تکمیل کارها می‌باشد. با شرحی از نحوه نمایش جواب، برای حل مسأله فوق به ترتیب دو الگوریتم فراابتکاری بر پایه روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات و شبیه‌سازی تبرید پیشنهاد شده و در نهایت پس از تنظیم پارامترها کارایی الگوریتمها مقایسه و نتایج بدست آمده مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است الگوریتم شبیه‌سازی تبرید برای تعداد کارهای زیاد و نیز با افزایش تعداد ماشینها عملکرد بهتری خواهد داشت.

## کلمات کلیدی:

توالی عملیات؛ زمانبندی ماشینهای موازی نامرتب؛ نگهداری و تعمیرات دوره‌ای؛ تابع زوال وابسته به جایگاه؛ الگوریتمهای فراابتکاری.

## ۱ مقدمه

اهمیت فعالیتهای تعمیر و نگهداری برای بهبود بهره‌وری تولید ماشین‌آلات یا کیفیت محصولات به خوبی شناخته شده است. اما در طول فعالیتهای تعمیر و نگهداری، ماشین برای پردازش کارها در دسترس قرار ندارد [۱]. در مسائل زمانبندی معمولاً فرض می‌شود که ماشین‌آلات به طور مداوم در افق زمانبندی در دسترس قرار دارند. با این حال، این فرض در بسیاری از موارد عملی نامناسب است. به عنوان مثال، یک ماشین ممکن است در طول افق برنامه‌ریزی با توجه به فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، تغییر ابزار، و یا خرابی در دسترس قرار نداشته باشد. این در دسترس نبودن دستگاه برای برنامه‌ریزی تولید ایجاد محدودیت خواهد کرد [۱، ۲].

بطور کلی در زمانبندی دو نوع برنامه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه برای ماشین‌آلات در نظر گرفته شده است، معین و منعطف. در حالت «منعطف» برنامه نگهداری و تعمیرات براساس کارهای زمانبندی شده و هم‌زمان با آنها مشخص می‌شود و از پیش تعیین شده نیست، اما در حالت «معین» که موضوع بحث این مقاله است، در دوره‌های زمانی ثابت و مشخصی ماشینها متوقف شده و برای انجام نگهداری و تعمیرات از دسترس تولید خارج می‌شوند. این نوع از مسائل بصورت «نگهداری و تعمیرات دوره‌ای و ثابت»، «زمانبندی با محدودیتهای دسترسی»، «زمانبندی با دسترسی محدود برای ماشینها» «زمانبندی با دوره‌های زمانی ثابت عدم دسترسی» شناخته می‌شوند [۳]. اخیراً پژوهشهای فراوانی برای بررسی هم‌زمان فعالیتهای نگهداری و تعمیرات منعطف و دوره‌ای در زمانبندی تحت محیطهای ماشینها مختلف انجام شده است. که در حالت ماشینهای موازی می‌توان به تحقیقاتی که در سالهای اخیر ارائه شده اشاره کرد از جمله در مقاله سو و یانگ [۴] مسأله زمانبندی دو ماشین موازی با محدودیت دسترسی دوره‌ای ماشینها و با هدف حداقل کردن زمان تکمیل کارها را بررسی شده و یک مدل ریاضی برای حل مسأله فوق ارائه کرده‌اند. تان و همکاران [۵] پاسخ‌های روش SPT و کارایی آنها را برای مسأله زمانبندی دو ماشین موازی مشابه با محدودیت دسترسی دوره‌ای و تابع هدف حداقل کردن زمان تکمیل کارها بررسی کرده است. سو و همکاران [۶] دو مدل ریاضی با استفاده از تئوری مینیمم هزینه جریان شبکه برای زمانبندی ماشینهای موازی با محدودیت دسترسی ماشینها، در شرایط مجاز بودن وقفه برای کارها و شایستگی ماشینها ارائه داده‌اند. مدلها