



خلاصه

در سال‌های اخیر ربات‌ها به طور گسترده‌ای در سیستم مونتاژ با عنوان خطوط مونتاژ رباتیک مورد استفاده قرار گرفته است از آنجایی که ربات‌ها می‌توانند با سرعت‌های مختلفی پردازش، دچار خرابی و تعمیر شوند، مدل‌سازی باید به گونه‌ای صورت گیرد که از این عدم قطعیت محافظت کند. و این مسأله‌ای است که در مطالعات قبلی در خطوط مونتاژ رباتیک در نظر گرفته نشده است خطوط مونتاژ U-شکل مدلی کاربرپسند می‌باشد که ارتباط تیم کاری با یکدیگر را آسان می‌سازد. از نظر علمی این مدل منجر به ارگونومی مناسب، افزایش خروجی تولید و صرفه‌جویی در فضا می‌گردد. علاوه بر این چنین خطی باعث به حداقل رساندن تعداد ایستگاه‌های کاری می‌گردد.

کلمات کلیدی

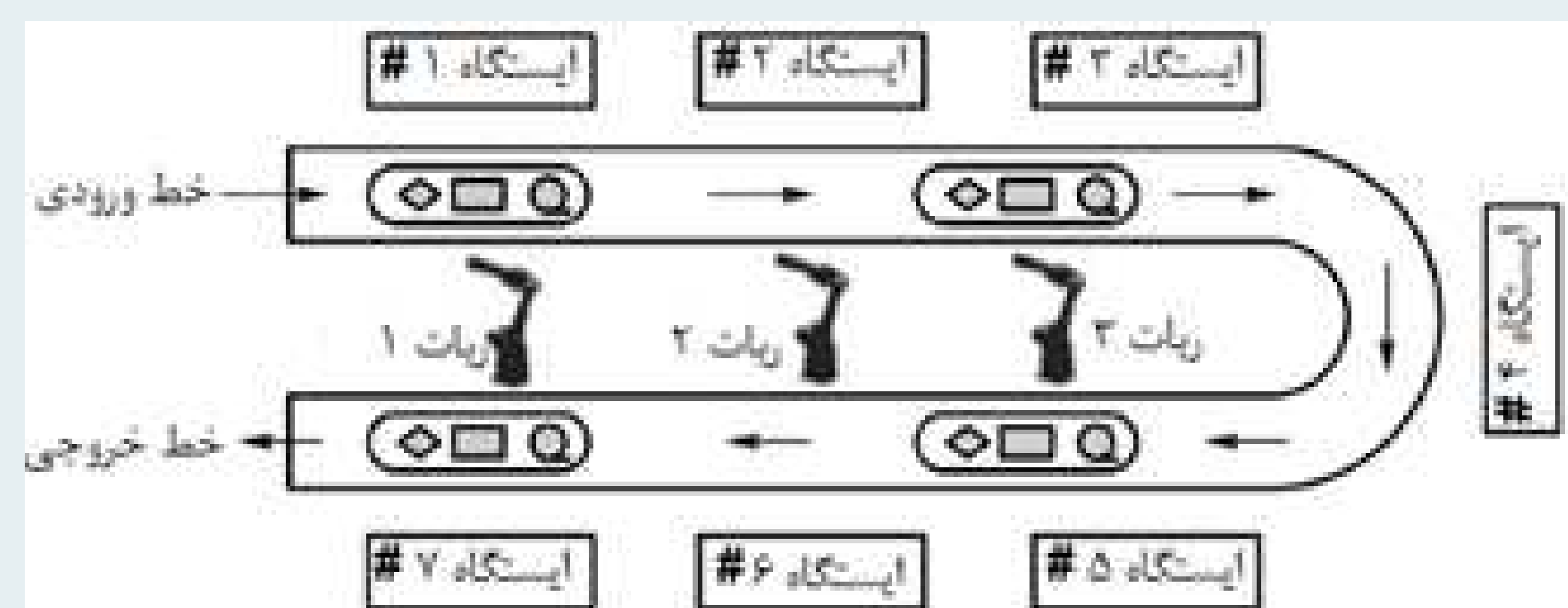
بالانس و توالی خط مونتاژ؛ خط مونتاژ رباتیک؛ خط مونتاژ U-شکل؛ عدم قطعیت؛ خرابی ربات

۱. مقدمه

خطوط مونتاژ به عنوان یکی از رویکردهای مهم در تولید انبوه محصولات صنعتی می‌باشند (سلیمان پور و زینال زاده، ۱۳۸۸). مسأله بالانس و توالی خط مونتاژ، یافتن تخصیص مناسبی از فعالیت‌های مونتاژ به مجموعه‌ای از ایستگاه‌های تولیدی براساس زمان سیکل، محدودیت‌های پیش‌نیازی است و مسأله دوم زمانبندی (تعیین توالی) فعالیت‌های تخصیص یافته در ایستگاه‌های کاری است که تاثیر زیادی روی کارایی خط و کاهش زمان سیکل و زمان بیکاری دارد. همچنین در شرایط واقعی، فرایندهای مونتاژ به منابع مختلف عدم قطعیت، مانند تغییرات در زمان عملیات، تقاضا و غیره بستگی دارند. این تغییرات اهداف مونتاژ را تهدید می‌کند و محافظت در برابر آنها بسیار ضروری است (هزیر و دولگوئی، ۲۰۱۳). در میان این منابع عدم قطعیت، تغییرات در زمان‌های عملیات می‌تواند بسیار مهم باشد، به خصوص برای خطوطی که شامل ربات و خرابی‌های ناشی از استفاده‌ی ربات و در نهایت هزینه احتمالی است.

۲. مفاهیم پایه

مفهوم خط مونتاژ برای تولید انبوه محصولاتی استاندارد و مقرون به صرفه به کار می‌رود. خط مونتاژ سیستم‌های تولید جریان‌گرا هستند که از تجهیزات تولیدی خاص برای انجام عملیات‌های مختلف بر روی قطعات کار استفاده می‌شود، تجهیزات مورد استفاده برای انجام عملیات بر روی قطعات کار در خط مونتاژ در مناطق مختلفی در اطراف خط مونتاژ، به نام ایستگاه‌های کاری قرار داده شده‌اند و این ایستگاه‌ها در خط مونتاژ U-شکل می‌توانند در داخل خط U یا هر دو طرف خط واقع شده باشند. قطعه‌کاری برای پردازش بین این ایستگاه‌ها با یک سیستم حمل و نقل، به عنوان مثال تسمه نقاله حرکت می‌کنند. در یک خط مونتاژ به ازای هر سیکل زمانی یک محصول از ایستگاه جاری به ایستگاه بعدی منتقل شده و محصول دیگری از ایستگاه قبلی وارد ایستگاه فعلی می‌شود. بنابراین نرخ تولید خط مونتاژ همان زمان سیکل است. در یک محیط تولیدی، تولید یک قطعه نیاز به تقسیم حجم کل کار به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها را دارد (اسکول و بکر، ۲۰۰۶). تعیین نحوه توالی انجام فعالیت‌های مونتاژ توسط گراف پیش‌نیازی هر محصول مشخص می‌شود، در خط مونتاژ رباتیک این فعالیت‌های مونتاژ توسط ربات‌ها انجام می‌شود مانند تصویر ۱.



تصویر ۱- خط مونتاژ رباتیک U-شکل

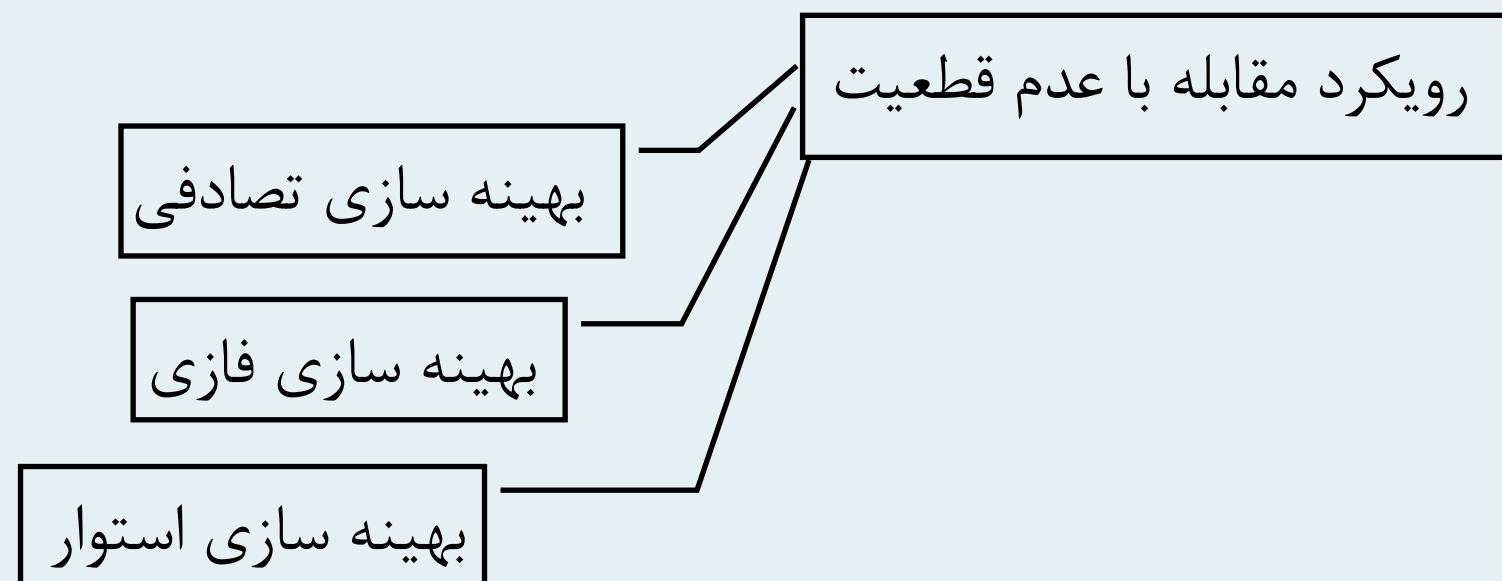
۳. کارهای مرتبط

هزیر و دولگوئی (۲۰۱۳) تحقیقی را در زمینه بالانس خط تحت عدم قطعیت ارائه دادند و دو مدل بهینه‌سازی استوار پیشنهاد دادند. عدم قطعیت فاصله‌ای برای زمان‌های عملیاتی در نظر گرفته شد این دو نویسنده در سال (۲۰۱۵) بالانس خطوط مونتاژ نوع U-شکل را تحت عدم قطعیت با تشکیل یک مسأله استوار و توسعه مدل و الگوریتم بهینه‌سازی آن ارائه دادند. فرض شد که تنها یک زیر مجموعه از زمان‌های عملیاتی، بدترین مقدار خود را می‌گیرند. اما در مورد مسأله بالانس خط مونتاژ

رباتیک U-شکل اولین بار نیلاکانتان و پونامبالم (۲۰۱۶) بودند که به بررسی این موضوع پرداختند. هدف اختصاص بهینه فعالیت‌ها به ایستگاه‌های کاری و انتخاب ربات مناسب به ایستگاه‌های کاری بود به گونه‌ای که زمان سیکل به حداقل برسد.

۴. روش‌ها

باید توجه داشت که اکثر تحقیقات خط مونتاژ، اطلاعات کاملی از تمام داده‌ها را فرض می‌گیرد. در حالی که در شرایط واقعی، فرایندهای مونتاژ به منابع مختلف عدم قطعیت بستگی دارد.



در میان این رویکردها، برنامه‌ریزی تصادفی به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا یک سیستم مدل‌سازی قدرتمند برای توصیف عدم قطعیت در داده‌ها با استفاده از توزیع‌های احتمالی است. همچنین مورد استفاده برای بالانس خط است با این حال تأکید می‌شود که رویکرد تصادفی تنها زمانی مناسب است که یا توزیع عدم قطعیت پارامترها مشخص و معلوم باشد، یا بتوان توزیع مشخصی به پارامترها برآورد داد.

دیگر رویکرد جایگزین که اخیراً توجه بسیاری از محققان را جلب کرده، برنامه‌ریزی فازی است که از اعداد فازی استفاده می‌کند و محدودیت‌ها توسط مجموعه‌های فازی با توابع عضویت به جای متغیرهای تصادفی تعریف می‌شوند. توابع عضویت ممکن است به برخی از محدودیت‌ها اجازه نقض دهد و درجه ارضاء محدودیت را اندازه‌گیری می‌کند این نیز در بالانس خط استفاده شده است. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی جهت در نظر گرفتن عدم قطعیت در مدل‌های ریاضی صورت گرفته است. این تحقیقات به توسعه روش‌های بهینه‌سازی استوار منجر شده است که در آن تغییر پذیری در زمان پردازش را وارد مدل ریاضی کرده و راه حل بهینه مسأله استوار را ایجاد می‌کند. (هزیر و دولگوئی، ۲۰۱۳).

۵. نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر با پیشرفت روزافزون تکنولوژی و با توجه به روند تغییرات محیطی و افزایش رقابت جهانی بین تولیدکنندگان و تنوع نیازها و خواسته‌های مشتریان، مشکلاتی گریبان‌گیر شرکت‌های صنعتی و تولیدی شده است. در چنین شرایطی، رویکردهای سنتی تولید در پاسخگویی به این مشکلات از اثربخشی کافی برخوردار نیست. بنابراین، این شرکت‌ها جهت برآورده کردن این احتیاجات، نیازمند به کارگیری سیستم‌های نوین تولید هستند تا همزمان با افزایش کیفیت محصولات تولیدی خود، هزینه تولید و در نتیجه قیمت محصولات تولیدی خود را نیز کاهش دهند. یکی از این سیستم‌های نوین تولیدی، خط مونتاژ رباتیک و خط مونتاژ U-شکل است.

به موازات افزایش نیاز به این سیستم‌های تولیدی اتخاذ تصمیماتی به منظور به حداقل رساندن تاثیر رویدادهای غیرمنتظره بر عملکرد این سیستم‌ها نیز از اهمیت دو چندانی برخوردار گشته است. این تغییرات احتمالی اهداف مونتاژ را تهدید می‌کند و می‌تواند بسیار هزینه‌بر باشد به همین دلیل محافظت در برابر آنها بسیار ضروری است. روش‌های مختلفی برای حفاظت در برابر منابع عدم قطعیت وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به روش بهینه‌سازی استوار اشاره کرد. مسأله استوار بالانس و توالی خط مونتاژ رباتیک U-شکل یک مسأله NP-hard است که با استفاده از فرآیندهای قابل حل هستند، تا به زمان کمتری برای به کارگیری و حل آن نیاز باشد، مانند الگوریتم جستجوی هارمونی که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است.

۶. منابع

[۱] سلیمان پور، م.، زینال پور، ا. کاربرد یک مدل ریاضی برای متعادل سازی خط مونتاژ، فراسوی مدیریت، ۱۳۸۸، ش ۱۱، ص ۷-۳۰

[۲] Hazir, O., Dolgui, A. (2013) Assembly line balancing under uncertainty: Robust optimization models and exact solution method. Computers & Industrial Engineering, 65:261–267.

[۳] Hazir, O., Dolgui, A. (2015) A decomposition based solution algorithm for u type assembly line balancing with interval data. Computers & Operations Research, 59:126–131.

[۴] Nilakantan, J.M., Ponnambalam, S., (2016). Robotic U-shaped assembly line balancing using particle swarm optimization. Eng. Optim. 48, 231-252.

[۵] Scholl, A., Becker, C. (2006) State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing. Eur J Oper Res 168(3):666-693.