1.خلاصه دقیق مقاله پایه (Liu et al., 2021)

1–1. معرفی مقاله پایه

Liu et al. (2021) با عنوان ***Integrated Modelling and Simulation Method for the Project-Type Manufacturing Process: Shipyard Dock Shop Hoisting Process***

به بررسی یکی از پیچیده‌ترین مراحل ساخت کشتی، یعنی **فرآیند Hoisting در Dock Shop** می‌پردازد.

نویسندگان این مقاله، فرآیند **Hoisting** را به‌عنوان یک **Project-Type Manufacturing Process** معرفی می‌کنند که دارای ویژگی‌هایی نظیر سفارشی بودن، غیرخطی بودن، هم‌زمانی فعالیت‌ها، وابستگی شدید به منابع و انعطاف‌پذیری بالای تجهیزات است. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که روش‌های متداول شبیه‌سازی خطی و تولید انبوه، توانایی نمایش رفتار واقعی این فرآیند را نداشته باشند.

1–2. هدف مقاله پایه

هدف اصلی مقاله، **بهینه‌سازی یا کاهش زمان ساخت نیست**، بلکه:

ارائه یک چارچوب مدلسازی و شبیه‌سازی مناسب برای فرآیندهای پروژه‌ای در صنعت کشتی‌سازی، با تمرکز بر Hoisting Process.

بنابراین تمرکز مقاله بر **درست مدل کردن سیستم** است، نه یافتن جواب بهینه.

1–3. روش مدلسازی در مقاله پایه

نویسندگان برای غلبه بر محدودیت‌های DES سنتی، یک مدل جدید معرفی می‌کنند تحت عنوان:

Information–Work Integrated Model (IWI)

در این مدل:

- تمرکز از **Entity-based flow** برداشته می‌شود و بر **Task-centric modeling** قرار می‌گیرد

در مدل :IWI فعالیت‌ها (Tasks)هسته اصلی مدل هستند

- جریان اطلاعات و جریان کار به‌صورت هم‌زمان تعریف می‌شود
- وابستگی‌ها و هم‌پوشانی فعالیت‌ها به‌صورت صریح لحاظ می‌شوند

این ساختار برای محیط‌های پروژه‌ای، از جمله Dock Shop، مناسب‌تر از مدل‌های تولید خطی است.

1–4. شبیه‌سازی انجام‌شده در مقاله

بر اساس مدل IWI، یک الگوریتم شبیه‌سازی طراحی شده و روی چند سناریوی واقعی Hoisting پیاده‌سازی گردیده است. شاخص‌های ارزیابی شامل:

- Throughput
- Utilization منابع
- رفتار کلی سیستم در سناریوهای مختلف

اعتبار مدل از طریق مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی Dock Shop بررسی شده است.

1–5. محدودیت‌های مقاله پایه

با وجود نوآوری در روش مدلسازی، مقاله دارای محدودیت‌های زیر است:

- تمرکز تنها بر **Hoisting Process**
- عدم گسترش مدل به کل فرآیند ساخت بدنه کشتی
- نبود تحلیل صریح عدم‌قطعیت زمانی
- عدم بررسی ریسک تأخیر پروژه
- تمرکز بر ارزیابی عملکرد، نه تصمیم‌سازی مدیریتی

2. تعریف مدل در این پروژه

2–1. هدف پروژه حاضر

هدف این پروژه، **توسعه یک مدل شبیه‌سازی گسسته-پدیده‌ای** برای فرآیند ساخت و نصب بدنه کشتی است که بتواند:

- رفتار واقعی سیستم تولید را نمایش دهد.
- اثر محدودیت منابع را نشان دهد.
- و ریسک تأخیر پروژه را تحت عدم‌قطعیت زمانی تحلیل کند.

2–2. تعریف سیستم و مرز مدل

در این پژوهش، سیستم مورد مطالعه شامل مراحل زیر است:

- Fabrication
- Sub-Assembly
- Block Assembly
- Transportation
- Hoisting
- Installation

ورودی سیستم، بلوک‌های بدنه کشتی **(Hull Blocks)** و خروجی سیستم، بلوک‌های نصب‌شده روی **Dock** و زمان تکمیل پروژه (Makespan) است.

فعالیت‌هایی نظیر طراحی مهندسی، تأمین خارجی و تحویل نهایی، خارج از مرز مدل در نظر گرفته شده‌اند.

2-3. تعریف اجزای مدل شبیه‌سازی

موجودیت‌ها (Entities)

- Hull Block به‌عنوان Entity اصلی

ویژگی‌ها (Attributes)

- وزن بلوک
- نوع بلوک
- توالی عملیات
- زمان‌های پردازش

منابع (Resources)

- نیروی انسانی (جوشکار، مونتاژکار، نصاب)
- تجهیزات (جرثقیل‌ها، تجهیزات حمل و نقل)
- فضاهای کاری (کارگاه برش، مونتاژ ،جوش،نصب بدنه) ، (Dock)

2–4. منطق فرآیند در مدل

هر Hull Block طبق یک توالی مشخص از فعالیت‌ها عبور می‌کند. فعالیت‌ها شامل عملیات برش، مونتاژ، جوش، جابجایی، لیفت و نصب هستند. تخصیص منابع به فعالیت‌ها بر اساس دسترسی و ظرفیت آن‌ها انجام می‌شود و در صورت عدم دسترسی، بلوک‌ها وارد صف انتظار می‌شوند.

2–5. مدل‌سازی عدم‌قطعیت و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

برخلاف مقاله پایه که زمان‌ها عمدتاً قطعی یا سناریویی هستند، در این پروژه **عدم‌قطعیت زمانی** لحاظ می‌شود. زمان انجام فعالیت‌ها به‌صورت متغیر تصادفی و با توزیع‌های آماری مناسب مدل می‌شوند.

تحلیل عدم‌قطعیت از طریق اجرای مکرر مدل شبیه‌سازی گسسته در نرم‌افزار Arena انجام می‌شود. هر اجرای مستقل مدل به‌عنوان یک Replication در نظر گرفته شده و مجموعه‌ای از Replicationها، شبیه‌سازی مونت‌کارلو را تشکیل می‌دهند.

6–2. خروجی‌های مدل

خروجی‌های اصلی شبیه‌سازی شامل:

- توزیع آماری زمان تکمیل پروژه
- احتمال تأخیر
- میزان استفاده از منابع
- شناسایی فعالیت‌ها و نقاط بحرانی

جمع‌بندی نهایی:

در حالی که مقاله پایه بر توسعه یک روش مدلسازی مناسب برای یک فرآیند پروژه‌ای منفرد تمرکز دارد، این پروژه با توسعه دامنه مدل به کل فرآیند ساخت و نصب بدنه کشتی و افزودن تحلیل عدم‌قطعیت مبتنی بر شبیه‌سازی مونت‌کارلو، به دنبال پشتیبانی مؤثرتر از تصمیم‌سازی مدیریتی است.