Journal of Iranian Social Development Studies (JISDS)
2024 (Summer), Vol. 16, No. 3

Providing a model of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry in order to improve social development

Eshagh Jamal Omedi [1]
Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Mohammadali Keramti [2]*
Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (corresponding author)
Mehdi Rajabion [3]
Department of Business Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Safia Mehrinejad
Department of Financial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract: *According to the views of sociologists, the main players in the development process are humans, whose social organization patterns play a major role in determining appropriate solutions and measures to achieve sustainable development. In fact, experience shows that neglecting social factors in the development process, the effectiveness of programs and projects faces a serious risk. Social development is a process that changes social structures from a new form and builds institutions. Which cause cohesion and cohesion within the society, also social stability means supporting the equal distribution of resources, supporting diversity in the society, trying to meet the basic needs of the people and investing in human and social resources, through them, Key economic and environmental goals are realized In the context of providing a model of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry in order to improve social development, it is very vital to perform multiple analyzes to select the best algorithms to improve the performance of management systems. In this research, an issue related to production based on the model of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry has been investigated. The main goal of this problem is to improve the production system in such a way that stability is maintained uniformly in the production process. In this production process, Poisson distribution and implementation of artificial intelligence are used in production with exponential distribution. Also, two main limitations have been set on this issue; One related to the total number of productions that are created and the other related to the maximum production time limit. This issue has three goals in mind. The first objective is to reduce the average production expectation as the main objective. The second goal is to maximize and improve social development in line with the proper foundation in the production process. The third goal is to maximize the total functionality of the devices per unit of time. For this purpose, VIS, CNSGA-II, NSGA-II, MISA, NNIA and NRGA algorithms were used in MATLAB software. VIS algorithm showed the best performance in most criteria. CNSGA-II and MISA algorithms are almost second and show almost similar performances. NSGA-II algorithm is ranked next. The NNIA algorithm is in the next place in terms of performance, and the worst performance is assigned to the NRGA algorithm. These analyzes are done in order to evaluate the performance of algorithms in different criteria. The results obtained from these analyze show that the VIS algorithm generally shows the best performance. This means that VIS is recognized as a suitable intelligent management algorithm for improving sustainable production and resilience in the cement industry. In addition to VIS, other algorithms such as CNSGA-II and MISA are also close to each other and in second place in various criteria. These algorithms have similar functions and can make similar improvements in intelligent management systems for the cement industry.*

Keywords*: Intelligent management systems, social development, sustainable and resilient production systems, cement industry, VIS algorithm.*

[1] (E mail: eshaghjo@yahoo.com)
[2] (E mail: mohammadalikeramati@yahoo.com)
[3] (E mail: rajabiun54@gmail.com)

مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران، سال شانزدهم/ شماره سوم/ تابستان ۱۴۰۳
Journal of Iranian Social Development Studies 2024 (Summer), Vol. 16, No. 3

ارائه الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان در راستای بهبود توسعه اجتماعی

اسحاق جمال امیدی[۱]، محمدعلی کرامتی[۲*]، مهدی رجبیون[۳]، صفیه مهری نژاد [۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸

چکیده

بر اساس دیدگاه‌های جامعه شناسان، بازیگران اصلی در فرایند توسعه انسان‌ها هستند که الگوهای سازمان اجتماعی آنها به منظور تعیین راه‌حل‌ها و تدابیر مناسب در جهت دستیابی به توسعه پایار نقش عمده را ایفا می‌کند. در واقع، تجربه نشان می‌دهد که بی توجهی به عوامل اجتماعی در خلل فرایند توسعه،اثر بخشی برنامه‌ها و پروژه‌ها را با مخاطره جدی مواجه می‌سازد توسعه اجتماعی، فرآیندی است که ساختارهای اجتماعی را از شکل نوین تغییر می‌دهد و نهادهایی ساخته می‌شود که موجب انسجام وهمبستگی دردرون جامعه می‌شوند همچنین پایداری اجتماعی به معنای حمایت از توزیع برابر منابع، حمایت از تنوع در جامعه، تلاش در جهت رفع نیازهای اساسی مردم و سرمایه گذاری در منابع انسانی و اجتماعی است،که از طریق آنها،اهداف کلیدی اقتصادی و زیست محیطی تحقق می‌یابد. در زمینه ارائه الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان در راستای بهبود توسعه اجتماعی، انجام تحلیل‌های متعدد برای انتخاب بهترین الگوریتم‌ها به منظور بهبود عملکرد سیستم‌های مدیریت بسیار حیاتی است. در این تحقیق، یک مسأله مرتبط با تولید بر اساس الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی این مسأله بهبود سیستم تولید به نحوی است که پایداری به صورت یکنواخت در روند تولید حفظ شود. در این فرآیند تولید، از توزیع پوآسن و اجرای هوش مصنوعی در تولید با توزیع نمایی استفاده می‌شود. همچنین، دو محدودیت اصلی بر روی این مسأله تعیین شده‌اند؛ یکی مرتبط با تعداد کل تولیداتی که ایجاد می‌شوند و دیگری مرتبط با محدودیت حداکثر زمان تولید. این مسأله سه هدف را در نظر دارد. هدف اول، کاهش متوسط میزان انتظار تولید را به عنوان هدف اصلی دارد. هدف دوم، به ماکزیمیم کردن و بهبود توسعه اجتماعی در راستای زمینه سازی مناسب در فرآیند تولید می‌پردازد. هدف سوم نیز به ماکزیمم کردن کل کارکرد دستگاه‌ها در واحد زمان پرداخته است. بدین منظور از الگوریتم‌های VIS، CNSGA-II، NSGA-II، MISA، NNIA و NRGA در نرم افزار متلب استفاده شد. الگوریتم VIS در اکثر معیارها، بهترین عملکرد را از خود نشان داد. الگوریتم‌های CNSGA-II و MISA تقریباً در رتبه دوم قرار گرفته و عملکردهای تقریباً مشابهی را از خود نشان می‌دهند. الگوریتم NSGA-II در رتبه بعدی قرار می‌گیرد. در مقام جایگاه بعدی از لحاظ عملکرد، الگوریتم NNIA واقع می‌شود و بدترین عملکرد را الگوریتم NRGA به خود اختصاص می‌دهد. این تحلیل‌ها به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم‌ها در معیارهای مختلف صورت می‌گیرد. نتایج به دست آمده از این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که الگوریتم VIS به طور کلی بهترین عملکرد را از خود نشان می‌دهد. این به این معناست که VIS به عنوان یک الگوریتم مدیریت هوشمند مناسب برای بهبود تولید پایدار و تاب‌آوری در صنعت سیمان شناخته می‌شود. علاوه بر VIS، دیگر الگوریتم‌های نظیر CNSGA-II و MISA نیز در معیارهای مختلف نزدیک به هم و در رتبه دوم قرار دارند. این الگوریتم‌ها عملکردهای مشابهی دارند و می‌توانند بهبودهای مشابهی در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان ایجاد کنند.

واژگان کلیدی: سیستم‌های مدیریت هوشمند، توسعه اجتماعی، سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور، صنعت سیمان، الگوریتم VIS

[۱] گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
(E mail: eshaghjo@yahoo.com)
[۲] گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
(E mail: mohammadalikeramati@yahoo.com)
[۳] گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
(E mail: rajabiun54@gmail.com)
[۴] گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

مقدمه

پیوند علمی و صنعتی توسعه سیستم‌های تولید پایدار و انعطاف‌پذیر در تضمین سیستم‌های تولید و خدمات اثبات‌شده در آینده، ازجمله زنجیره‌های تأمین و شبکه‌های لجستیکی آن‌ها نهفته است. "پایداری" و "تاب‌آوری" الزامات ضروری برای تولید رقابتی و ارائه خدمات در حال حاضر و در آینده هستند (کازاناوگلو و همکاران[۱]، ۲۰۲۳). فناوری‌های صنعت ۴، مانند هوش مصنوعی؛ مدل‌های کمک تصمیم‌گیری؛ تولید مواد افزودنی و ترکیبی؛ واقعیت افزوده، مجازی و ترکیبی؛ ربات‌های صنعتی، مشارکتی، موبایلی و نرم‌افزاری (آفانسایو و همکاران[۲]، ۲۰۱۹)؛ شبیه‌سازی‌های پیشرفته و دوقلوهای دیجیتال و حسگرهای هوشمند و شبکه‌های صنعتی هوشمند (الهارتی و همکاران[۳]، ۲۰۲۰)، توانمندسازهای کلیدی برای ایجاد قابلیت‌های دیجیتال و هوشمند جدید در سیستم‌های تولید فیزیکی- سایبری نوظهور در حمایت از برنامه‌ریزی و کنترل عملیات کارآمدتر و مؤثرتر هستند (دی آدامو[۴]، ۲۰۲۳).

این‌ها به تولیدکنندگان و ارائه‌دهندگان خدمات اجازه می‌دهد تا مدل‌های تجاری و عملیاتی پایدارتر و انعطاف‌پذیرتری را کشف کنند (هارفوچ و همکاران[۵]، ۲۰۲۲). با استفاده نوآورانه از فناوری‌های فوق‌الذکر و قابلیت‌های فعال آن‌ها، می‌توانند خط پایین سه‌گانه پایداری اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را دنبال کنند (جوشی و همکاران[۶]، ۲۰۲۲). علاوه بر این، شرکت‌های صنعتی قادر خواهند بود در برابر اختلالاتی که تداوم عملیات آن‌ها را تهدید می‌کند، مقاومت کرده و به‌سرعت بهبود یابند. این در مواجهه با محیط‌های تجاری مختل، پیچیده، متلاطم و نامطمئن، مانند محیطی است که توسط همه‌گیری کووید-۱۹ ایجادشده است، یا فشارهای محیطی که خواستار جدا کردن رشد اقتصادی از استفاده از منابع و انتشار آلودگی است (دوبی و همکاران[۷]، ۲۰۲۲).

صنایع تولیدی به دلیل رقابت فزاینده، هزینه‌ها و پیشرفت‌های سریع فناوری در سراسر جهان در حال تبدیل‌شدن به ساختاری ظریف‌تر و پیچیده‌تر است (هیلو و همکاران[۸]، ۲۰۲۲). این امر مدیریت سیستم‌های تولیدی را به سمت دستیابی به رشد سبز سوق می‌دهد، اگرچه این امر از دیدگاه پایداری چالش‌برانگیز است. برای این در سیستم‌های تولیدی نظارت، کنترل و پایدار و انعطاف‌پذیر بودن دشوار می‌شود. علاوه بر این، پایداری و انعطاف‌پذیری در حال حاضر به‌عنوان مهم‌ترین موضوع برای شرکت‌ها در سراسر جهان مطرح‌شده است. مدیریت تولید پایدار در مدیریت عملیات زنجیره تأمین، منابع، اطلاعات و منابع مالی برای به حداکثر رساندن رفاه اجتماعی (کومار و همکاران[۹]، ۲۰۲۱) و سودآوری زنجیره تأمین و درعین‌حال به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی است (لئونی و همکاران[۱۰]، ۲۰۲۲). علاوه بر این، انعطاف‌پذیری سیستم تولید را می‌توان به‌عنوان قدرت زنجیره تأمین برای مقابله با تغییرات غیرمنتظره در حداقل سطح (الونسو و همکاران[۱۱]، ۲۰۲۱) برای مقاومت در برابر بحران‌ها و حفظ تداوم آن‌ها علیرغم تغییرات در بازار تعریف کرد. بنابراین، پایداری و تاب‌آوری صنایع تولیدی مفاهیمی هستند که بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند (آپولونی و همکاران[۱۲]، ۲۰۲۲).

در دنیایی زندگی می‌کنیم که توجه به کیفیت زندگی انسانی و تعامل حداکثری با طبیعت از اهمیت روز افزونی برخوردار شده است. بر همین اساس دستیابی به یک زندگی سالم، با نشاط و مداوم، با بهره‌گیری از امکانات مادی و معنوی بدون تخریب محیط

---

[1] Kazancoglu et al.
[2] Afanasyev et al.
[3] Alharthi et al.
[4] D'Adamo
[5] Harfouche et al.
[6] Joshi et al.
[7] Dubey et al.
[8] Helo et al.
[9] Karmaker et al.
[10] Leoni et al.
[11] Alonso-Muñoz et al.
[12] Appolloni et al.

زیست و به خطر افکندن منافع نسل‌های آینده رأس توجه اهداف توسعه این هزاره قرار گرفته است .در این راستا یکی از موضوعات بین المللی مورد توجه در دهه‌های پایانی قرن بیستم و آغاز هزاره سوم، گفتمان "توسعه پایدار" و سیاست‌های اتخاذ شده جهانی و ملی برای تحقق آرمان ها، اهداف و شاخص‌های آن است توسعه پایدار به دلیل جامعیت مباحث و اقبال گسترده در آخرین سال‌های قرن بیستم به بالنده ترین مناظره جهانی تبدیل شد (فلاحی. ۱۳۹۷)در این چالش نوین، انسان مرکز توجه قرار گرفته است و هر آنچه حیات و بقا و آزادی او را مورد تهدید قرار دهد، مردود شناخته شده است توسعه پایدار را می‌توان تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای حداکثرسازی رفاه انسان فعلی بدون آسیب به توانایی نسل‌های آتی برای برآورده کردن نیازهایشان تعریف کرد در این راستا(برای اولین بار در سال ۱۹۷۹ توسعه پایدار حول سه محور توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و حفظ محیط زیست ارائه گردید) بر اساس دیدگاه‌های جامعه شناسان، بازیگران اصلی در فرایند توسعه انسان‌ها هستند که الگوهای سازمان اجتماعی آنها به منظور تعیین راه‌حل‌ها و تدابیر مناسب در جهت دستیابی به توسعه پایار نقش عمده را ایفا می‌کند. در واقع، تجربه نشان می‌دهد که بی توجهی به عوامل اجتماعی در خلل فرایند توسعه،اثر بخشی برنامه‌ها و پروژه‌ها را با مخاطره جدی مواجه می‌سازد توسعه اجتماعی، فرآیندی است که ساختارهای اجتماعی را از شکل نوین تغییر می‌دهد و نهادهایی ساخته می‌شود که موجب انسجام وهمبستگی دردرون جامعه می‌شوند همچنین پایداری اجتماعی به معنای حمایت از توزیع برابر منابع، حمایت از تنوع در جامعه، تلاش در جهت رفع نیازهای اساسی مردم و سرمایه گذاری در منابع انسانی و اجتماعی است،که از طریق آنها،اهداف کلیدی اقتصادی و زیست محیطی تحقق می‌یابد در این میان یکی از مباحاثی که در حوزه حکمرانی و مدیریت محلی و شهرها به منظور افزایش کیفیت زندگی و شرایط زیست محیطی انسان‌ها مورد مطالعه قرار گرفته، شهر هوشمند و ابعاد و مولفه‌های آن است .به طول اجمالی شهر هوشمند استفاده از خدمات کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات در دسترس شهروندان، شرکت‌ها و دولت‌های ملی و محلی در یک سیستم شهری است که هدف آن ارتقای کیفیت زندگی شهروندان وبهبود بهره وری وکیفیت خدمات ارائه شده توسط نهاده‌های حاکم وکسب و کارها است. در واقع شهر هوشمند، شهری است که زیرساخت‌های فیزیکی، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، زیرساخت‌های اجتماعی وزیر ساخت کسب وکار را به منظور تقویت هوش جمعی شهر به هم وصل می‌کند و به عنوان سرزمین هایی با ظرفیت بالا برای یادگیری و نوآوری شناخته می‌شوند که بر پایه خالقیت شهروندان، نهادها، سازمان‌های دانش محور و زیرساخت‌های دیجیتال آن‌ها به منظور برقراری ارتباطات و مدیریت دانش بنیان نهاده می‌شوند امروزه جامعه‌ای توسعه یافته تلقی می‌شود که بتواند در کنار شاخص‌های اقتصادی مانند درآمد سران، توزیع ناخالص ملی و نرخ مرگ و میربرمعیار آموزش و اطلاعات و در حقیقت عنصر دانایی اجتماعی تاکید کند(بلوچی،۱۴۰۱). در چنین جامعه‌ای رسانه‌ها با تولید و توزیع مطلوب اطلاعات، نقش زیادی در بالا بردن آگاهی‌های گوناگون و ضروری به عهده می‌گیرند و جامعه را در نیل به تعالی و ترقی همه جانبه یاری می‌کنند .توسعه را باید جریانی چند بعدی دانست که مستلزم تغییراتی اساسی درساخت اجتماعی، طرز تلقی عامه مردم ونهادهای ملی ونیز تسریع رشد اقتصادی، کاهش نابرابری و ریشه کن کردن فقر مطلق است. توسعه دراصل باید نشان دهد که مجموعه نظام اجتماعی، هماهنگ با نیازهای متنوع اساسی وخواسته‌های افراد وگروه‌های اجتماعی درداخل نظام، ازحالت نامطلوب زندگی گذشته خارج شده وبه سوی وضع یا حالتی از زندگی که از نظر مادی و معنوی بهتر است سوق مییابد در توسعه اجتماعی دگرگونی و تغییر جامعه در کلیت آن مورد نظر نیست. توجه بیشتر بر تغییر و بهبود زندگی و ارزیابی جریان‌ها و تحول اجتماعی است،تا اینکه تغییر در یک سازمان و یا نهاد اجتماعی صورت پذیرد از این رو استراتژی‌های توسعه اجتماعی، نیازهای رفاهی، نیازهای فرهنگی و روانی، نیاز در تطبیق پذیری و نیاز رشد و ترقی را که در مجموع از عمده ترین نیازهای انسان در جامعه جدید است مورد توجه قرار می‌دهد توسعه اجتماعی، فرآیندی است که ساختارهای اجتماعی را از شکل نوین تغییر می‌دهد و نهادهایی ساخته می‌شود که موجب انسجام وهمبستگی دردرون جامعه می‌شوند یادآور شد در تعریفی منسجم از پایداری اجتماعی بایستی این تعریف حاوی ارزش‌های مهم در خصوص برابری و دموکراسی باشد پایداری اجتماعی مسأله برابری در

فرصتها و استفاده از امکانات جهت تامین عدالت اجتماعی است. چنین تاکیدی، فقرزدایی را به اولین اقدام در جهت تحقق عدالت اجتماعی تبدیل می‌کند و می‌کوشد تا حد اقل شرایطی را فراهم آورده تا فرصت‌ها و امکانات به صورتی عادلانه در اختیار تمامی افراد قرار گیردوخالقیت‌ها امکان بروزورشد ونمو به کف آورد بنا به نظر بارون و گونتلت پایداری اجتماعی زمانی رخ می‌دهد که فرآیندها، نظام ها، ساختارهاو روابط به طور فعالانه ظرفیتهای کنونی ونسل‌های آینده را به منظورایجاد بهبودی و پیشرفت وقابل زیست بودن جامعه را حمایت کند (حیدری، ۱۴۰۱). جامعه پایدار اجتماعی، برابر و متنوع، مرتبط و دارای روابط دموکراتیک بوده وکیفیت زندگی خوب را فراهم می‌کند بنا به نظر مکنزی توسعه اجتماعی، توسعه‌ای است که یازهای اساسی به غذا، سرپناه، آموزش، شغل، درآمد، شرایط زندگی وفعالیت را تامین می‌کند. عدالت خواه باشد و این اطمینان را بدهد، که منابع توسعه کامال در سراسر جهان به تساوی و منصفانه توزیع می‌شود. رفاه فیزیکی، ذهنی، اجتماعی جمعیت را ارتقاء داده و یا حداقل از بین ببرد. آموزش، خلاقیت و توسعه توان انسانی را برای کل جامعه ترویج نماید. میراث فرهنگی و زیستی را حفظ کرده و احساس ارتباط با تاریخ و محیط زیست را تقویت کند .مردم سالارانه باشد و مشارکت و دخالت شهروندان را ترویج کند. شرایط زندگی را بهتر کرده و بین طراحی شکل محل‌های عمومی شهر با رفاه اجتماعی کالبدی و شور و هیجان ساکنان شهر ارتباط برقرار نماید (واعظ زاده، ۱۳۹۴)

به‌منظور ایجاد یک مفهوم مؤثر سیستم تولید پایدار و افزایش بیشتر عملکرد آن (سارکر و همکاران[1]، ۲۰۲۱) و انعطاف‌پذیری، سازمان‌ها می‌توانند فناوری‌های نوظهوری مانند بلاک‌چین (بایراموا و همکاران[2]، ۲۰۲۱)، صنعت ۴ و هوش مصنوعی را اتخاذ کنند (بیرکر و مولر[3]، ۲۰۲۰). استفاده از این فناوری‌های نوظهور، به‌ویژه هوش مصنوعی به سازمان‌ها کمک می‌کند تا پایدارتر و انعطاف‌پذیرتر شوند تا با اختلالات رخ‌داده در سیستم‌های تولیدی مقابله کنند. هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است (گوپتا و همکاران[4]، ۲۰۲۱) که با هدف اصلی توسعه فناوری رایانه‌ای که می‌تواند مانند یک انسان عمل کند و فکر کند (بلهادی و همکاران[5]، ۲۰۲۲). سپس این ماشین‌های فکری می‌توانند تقلید کنند، بیاموزند و درنهایت هوش انسان را جایگزین کنند (جاراهی[6]، ۲۰۱۸). هوش مصنوعی فناوری است که می‌تواند به‌ویژه برای برنامه‌ریزی سیستم‌های تولیدی، پیش‌بینی تقاضا و بهینه‌سازی مورداستفاده قرار گیرد (آردیتو و همکاران[7]، ۲۰۱۸). یکی از مهم‌ترین مزایای هوش مصنوعی این است که می‌تواند داده‌ها را تجزیه‌وتحلیل کند و از بهبود مستمر فرآیندهای تولیدی اطمینان حاصل کند (وو و همکاران[8]، ۲۰۲۱). هنگامی‌که مطالعات مربوط به استفاده از هوش مصنوعی در صنایع تولیدی تجزیه‌وتحلیل می‌شود (دیزالبز و همکاران[9]، ۲۰۲۰)، هوش مصنوعی اغلب به‌عنوان هوشی تعریف می‌شود که توسط ماشین‌هایی تجسم می‌شود که در آن توانایی‌های مبتنی بر عمل به‌جای هوش فرآیند محور، استقلال را تقلید می‌کنند (پاول تریستا[10]، ۲۰۲۰). از منظر صنایع تولیدی، بهینه‌سازی مدیریت انبار، ابزارهای مستقل برای لجستیک و حمل‌ونقل، مطالعات تحلیلی پیش‌بینی کننده مدیریت روابط تأمین‌کننده، کنترل و برنامه‌ریزی سهام، برنامه‌ریزی فرآیند خرید و برنامه‌ریزی تقاضا همگی می‌توانند به‌طور مؤثر با فناوری هوش مصنوعی با حداقل هزینه برای صنعت انجام شوند (باهیتسی و همکاران[11]، ۲۰۲۲).

[1] Sarker et al
[2] Bayramova et al
[3] Birkel & Müller
[4] Gupta et al.
[5] Belhadi et al.
[6] Jarrahi,
[7] Ardito et al.
[8] Wu et al
[9] Dzalbs et al.
[10] Paul T
[11] Battisti et al.

اگرچه همان موضوعات مشکل‌ساز در صنایع تولیدی قبل و در طول دوره کووید ۱۹ وجود داشته، مشکلات مختلفی به‌عنوان تهدیدی برای تاب‌آوری در سیستم‌های تولیدی در طول دوره کرونا تشدید شده است. مشکلاتی که قبلاً در سطح قابل قبولی بودند، بعد از دوران کووید-۱۹ پیچیده‌تر شده‌اند. هنگامی‌که مشکلات در صنعت به‌عنوان یک اثر رشد می‌کنند، داشتن یک سیستم تولیدی انعطاف‌پذیرتر مهم است (شاهد و همکاران[1]، ۲۰۲۱). از این نظر، هوش مصنوعی می‌تواند به یافتن راه‌حل‌هایی برای مقابله با این مشکلات کمک کند. اگرچه هوش مصنوعی نوعی فناوری است که قبل از کووید ۱۹ وجود داشته است، اما ضرورت هوش مصنوعی در زمان اختلالات غیرمنتظره مانند کووید۱۹ برجسته می‌شود. بااین‌حال، مطالعات در مورداستفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی برای افزایش پایداری و انعطاف‌پذیری سیستم‌های تولیدی وجود ندارد (باگلویی و همکاران[2]، ۲۰۲۱). نیاز به درک اهمیت استفاده از هوش مصنوعی در صنایع تولیدی مانند صنعت سیمان و مطالعه آن حوزه‌های مشکل‌ساز مرتبط با زنجیره‌های تأمین پایدار و انعطاف‌پذیر، وجود دارد که به استفاده از هوش مصنوعی نیاز دارند. تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری در صنعت سیمان، همچنین به‌عنوان صنعت تولیدی به‌طورکلی، دارای اهمیت ویژه‌ای است. این دو عامل به توانایی سیستم تولیدی در مقابله با تغییرات ناگهانی و ناخواسته در محیط داخلی و خارجی اشاره دارند (فاسولو و همکاران[3]، ۲۰۲۲).

صنعت سیمان با متغیرهای محیطی چون نوسانات در قیمت مواد اولیه (مانند سنگ‌آهک و خاک رس)، تغییرات در تقاضا و نیازهای بازار، تغییرات قوانین و مقررات محیطی و غیره مواجه است. سیستم تولیدی با تاب‌آوری می‌تواند به بهترین شکل ممکن با این تغییرات مواجه شده و تغییرات موردنظر را در فرآیندها و تولید اعمال کند. این صنعت نیز همچون سایر صنایع با تغییرات تکنولوژیکی سریع روبرو است. به‌عنوان‌مثال، بهبود در فرآیندهای تولید، بهره‌وری بیشتر، کاهش مصرف انرژی و غیره. سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر می‌بایست بتواند به‌سرعت تغییرات تکنولوژیکی را دریافت و پیاده‌سازی کند (حسن ملکی و همکاران، ۱۴۰۱). نوسانات در تقاضا و عرضه محصولات سیمان نیز می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد. سیستم تولیدی تاب‌آوری داشته باشد تا با تغییرات تقاضا مرتبط بازار به خوبی سازگاری یابد (اورال و همکاران[4]، ۲۰۱۹). در شرایط بحرانی مانند کاهش ناگهانی منابع، تغییرات سیاسی یا اقتصادی، سیستم تولیدی تاب‌آوری لازم را برای مدیریت بحران داشته باشد. این امر به حفظ پایداری عملیات تولید کمک می‌کند. انعطاف‌پذیری سیستم تولیدی اجازه می‌دهد که تغییرات در فرآیندها، تجهیزات، یا ساختار سازمانی به‌سرعت اعمال شوند و از عملکرد مثبت در پیش‌برد اهداف تولیدی و اقتصادی اطمینان حاصل شود (جمالی و کریمی اصل، ۱۳۹۷). سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر می‌تواند بهبود در بهره‌وری و کارایی فرآیندها را تسهیل کند، از طریق تنظیم و بهینه‌سازی جریان کار، مصرف منابع، و توزیع منابع در سیستم تولیدی. درنهایت تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری در صنعت سیمان می‌تواند به بهبود پاسخ‌گویی به تغییرات محیطی و اقتصادی، بهبود عملکرد کلان و میکرو در سیستم تولیدی، کاهش هدررفت منابع و افزایش بهره‌وری کمک کند. بنابراین، این تحقیق با هدف شناسایی حوزه‌های مشکل‌ساز مرتبط با زنجیره تأمین پایدار و انعطاف‌پذیر، به دنبال پاسخی برای این سؤال است که الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان چگونه است؟

مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق

نظم فر و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان بررسی روند رشد پراکنده شهری با تأکید بر شاخص‌های تراکمی رشد هوشمند مطالعه موردی مناطق چهارگانه شهر ارومیه با روش پژوهش توصیفی- تحلیلی به این نتیجه دست یافتند که الگوی رشد شهر ارومیه به صورت پراکنده است و این امر موجب ناپایداری زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و در نهایت شکل شهری شده است.

[1] Shahed et al.,
[2] Bagloee et al.
[3] Faasolo et al.
[4] Oral et al.

دیوان سالار و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «بررسی نقش رشد هوشمند در توسعه پایدار شهرهای ساحلی- مشی با عنوان مطالعه موردی: بابلسر»، به این نتیجه رسیدند که بین پایداری شهری و رشد هوشمند شهری همبستگی معنی‌دار وجود دارد. پایداری اقتصادی و پایداری زیست محیطی بیشترین ارتباط را با رشد هوشمند نشان میدهند، ولی بین پایداری اجتماعی و رشد هوشمند رابطه عکس وجود دارد.

زینالی عظیم و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان ارزیابی توسعه کالبدی شهر تبریز بر اساس تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در منطقه ۲، ۴ و ۷ تبریز با روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف پیمایشی و بهره گیری از از مدل‌های چند معیاره تاپسیس و آنتروپی شانون به این نتیجه دست یافتند که در وضع موجود توسعه کالبدی شهر تبریز برابر (۱۶/۳۷) و توسعه کالبدی شهر تبریز براساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری در وضع مطلوب برابر (۸۴/۶۲) شد.

ادوارد و هاینس (۲۰۰۷) در مطالعه خود با عنوان ارزیابی رشد هوشمند پیامدهای آن بر جوامع کوچک» با استفاده از روش تجزیه و تحلیل محتوا نشان دادند که جوامع به یک اندازه از رشد هوشمند استقبال نمی‌کنند و دلیل آن نیز این است که دسترسی به منافع آن برای همگان به یک اندازه. نیست رشد هوشمند برای جوامع کوچک مناسب به نظر نمی رسد و منفعل کردن شهروندان از مهمترین پیامدهای آن است. در حالی که باید به دنبال نظریه ای باشیم که شهروندان را عمل گرا کند.

الکساندر و تومالتی (۲۰۱۰) در پژوهش خود با عنوان رشد هوشمندانه و توسعه پایدار چالش‌ها راه‌حل‌ها و جهت‌گیری‌های سیاسی در سه منطقه بریتیش کلمبیا و کانادا با جمع‌آوری داده‌های مربوط به تراکم توسعه و ۱۳ شاخص پایداری اجتماعی در ۲۶ شهرداری نشان دادند که تراکم شهری با کارآیی در زیر ساخت‌ها و کاهش وابستگی اتومبیل و نیز پیامدهای زیست محیطی و اقتصادی حاصل از آن همراه است.

گرونت و تسینکوا (۲۰۱۲) در مقاله ای با عنوان بررسی شهرنشینی جدید و جنبش رشد هوشمند با روش توصیفی- تحلیلی به این نتیجه دست یافتند که توسعه شهرسازی جدید و راهبرد رشد هوشمند شهری و تأثیر آن بر رویکرد سازمانی به رشد توسعه شهری در دهه‌های اخیر منجر شده است.

لیتمان (۲۰۱۵) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی نقد رشد هوشمند با روش تحلیل «محتوا» به این نتیجه دست یافتند که در کنار منافع بیشماری که از جانب رشد هوشمند به جامعه وارد می‌شود نقدهایی را نیز ارائه می‌دهد که مرتبط با شهروند هوشمند است از جمله اینکه رشد هوشمند یک نوع تله اجتماعی است زیرا مانع از تصمیم‌گیری شهروندان در تصمیم‌گیری‌های محلی می‌شود در نتیجه شهروندان قدرت تغییر شرایط را ندارند.

سوسانتی (۲۰۱۶) در پژوهش خود با عنوان رشد، هوشمندانه شهر هوشمند و تراکم در جستجوی شاخص مناسب برای تراکم مسکونی در اندونزی با روش توصیفی و تحلیلی نشان دادند که توجه به ماهیت فیزیکی و غیر فیزیکی ساکنان در راستای شاخص‌های تراکم، مسکونی بهترین شکل متناسب باشخصیت مسکن در اندونزی برای رسیدن به رشد هوشمندانه و شهر هوشمند است.

روی خودیر و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان چگونه رشد هوشمند و زیر ساخت سبز می‌تواند به طور متقابل از یکدیگر حمایت کنند در یک چارچوب مفهومی برای شهرهای جمع وجور و سبز با یک رویکرد تحلیلی نشان دادند که رشد هوشمند عدالت اجتماعی و عدالت محیطی را از طریق سیاست‌هایی که سطوح خرد و کلان را پوشش می‌دهد، افزایش می‌دهد علاوه بر آن جنبه‌های پایداری را نیز مورد بحث قرار می‌دهد.

گروم و کوبال گروم (۲۰۲۰)در پژوهشی با عنوان مفاهیم پایداری اجتماعی بر اساس زیرساخت اجتماعی و کیفیت زندگی به این نتیجه دست یافتند که ارتباط معنی داری بین زیر ساخت‌های اجتماعی و عوامل درون ساختار کیفیت زندگی وجود دارد است. همچنین نتایج نشان دهنده ارتباط معنی‌دار بین زیر ساخت‌های اجتماعی و بیشتر بین عوامل درون ساختار رفاه بود.

ال خریبی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان مدل رشد هوشمند حمل و نقل شهری یکپارچه در اطراف ایستگاه‌های مترو موردی از قطر با استفاده از سناریوهای فرضی تراکم کاربری زمین برای تجزیه و تحلیل تقاضای حمل و نقل استفاده بر اساس یک مدل رگرسیونی نشان دادند که نوع کاربری زمین می‌تواند به طور قابل توجهی بر رشد هوشمند سیستم حمل و نقل گسترده تأثیر بگذارد؛ بنابراین توسعه کاربری مختلط می‌تواند گزینه مناسبی در این زمینه باشد.

آتاناکوویچ جلیچیچ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان روش برنامه‌ریزی شهری برای تقویت پایداری اجتماعی در صربستان با بهره گیری از اتوماتای سلولی تصادفی به این نتیجه دست یافتند که این رویکرد جدید می‌تواند دامنه راه‌حل‌های فضایی ممکن را برای مراکز محلی در سکونتگاه‌های غیر رسمی فراتر از پیش‌بینی شده توسط برنامه‌ریزی از بالا به پایین گسترش دهد بنابراین به ادغام یک سکونتگاه غیررسمی در یک محیط شهری گسترده تر راین به ادغام کمک می‌کند و توسعه اجتماعی آنها را تقویت می‌کند.

کارخانه هوشمند

در سال‌های اخیر، تغییرات عمیقی در زمینه‌های تولید و فناوری اطلاعات رخ داده است. هوشمندی شبکه به‌سرعت بر اساس اطلاعات، تنوع و تمرکززدایی توسعه یافته است. در زمینه تولید، روبات‌های صنعتی و چاپ سه‌بعدی به پیشرفت چشمگیری دست یافته‌اند و تولید نیز به یک روند خدمات‌گرا تبدیل شده است. در زمینه فناوری اطلاعات، صنایع نوظهور مانند داده‌های بزرگ، رایانش ابری و کسب و کار اینترنتی همچنان در صنایع سنتی نفوذ می‌کنند. ظهور عصر تولید هوشمند نیز شوک‌های جدیدی را به شرکت‌های تولیدی وارد کرده است که عمدتاً تغییرات زیر را در صنعت تولید ایجاد کرده است. کارخانه هوشمند به معنای یک واحد تولیدی پیشرفته و مدرن است که با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین ارتباطی و اطلاعاتی، بهبود فرآیندها، اتوماسیون پیشرفته و تجمیع داده‌ها به‌منظور دستیابی به بهره‌وری بیشتر، کاهش هزینه‌ها، کیفیت بهتر محصولات و افزایش توانایی تعامل بین اجزای مختلف زنجیره تولید فعالیت می‌کند. ویژگی‌های اصلی یک کارخانه هوشمند عبارتند از (چن و همکاران[1]، ۲۰۲۲):

۱. اتوماسیون پیشرفته: کارخانه هوشمند از اتوماسیون پیشرفته در فرآیندهای تولید، انتقال مواد، مدیریت انرژی و کنترل کیفیت بهره می‌برد (ماهروف و همکاران[2]، ۲۰۲۲).

۲. انتقال داده‌ها و ارتباطات: کارخانه هوشمند از شبکه‌های ارتباطی پیشرفته برای تبادل داده‌ها و اطلاعات میان تجهیزات و سیستم‌ها استفاده می‌کند.

۳. تجمیع و تحلیل داده‌ها: داده‌های جمع‌آوری شده از تجهیزات و فرآیندهای مختلف در کارخانه هوشمند، تجزیه‌وتحلیل می‌شوند تا اطلاعات مفیدی جهت بهبود عملکرد و تصمیم‌گیری‌های بهتر به دست آید.

۴. تصمیم‌گیری هوشمند: کارخانه هوشمند با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها، قادر به تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه در زمینه بهره‌وری، توزیع منابع و تجهیزات است.

۵. انعطاف‌پذیری و تغییرپذیری: کارخانه هوشمند توانایی تنظیم و تغییر فرآیندها و تجهیزات را با توجه به تغییرات در تقاضا، فناوری و محیط داخلی دارد.

۶. اتصال با زنجیره تأمین: کارخانه هوشمند به‌طور مؤثر با تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان ارتباط برقرار می‌کند تا بهینه‌سازی جریان تأمین و توزیع محصولات را فراهم کند.

[1] Chen et al.
[2] Mahroof et al.

۷. کارکنان و هوش مصنوعی: کارخانه هوشمند تلاش می‌کند بین کارکنان انسانی و سیستم‌های هوش مصنوعی تعادل برقرار کند تا توانایی‌های هر دو بهره‌برداری شود.
۸. بهبود محیط زیست: کارخانه هوشمند با کاهش هدررفت منابع، بهره‌وری بالا و کنترل بهتر آلودگی، به حفظ محیط زیست کمک می‌کند.

کارخانه هوشمند هدف دارد با ادغام فناوری‌های پیشرفته و داده‌ها در تمام جریان تولید، بهبود چشم‌گیری در کارایی، کیفیت و انعطاف‌پذیری عملیات تولیدی ایجاد کند و درنهایت به افزایش رقابت‌پذیری و موفقیت کسب‌وکار کمک کند (دیلویتی[1]، ۲۰۲۰).

سیستم تولید انعطاف‌پذیر

سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر به معنای طراحی و سازماندهی یک سیستم تولیدی به گونه‌ای است که قادر به تنظیم و تطبیق با تغییرات ناگهانی و ناخواسته در محیط داخلی و خارجی خود باشد. انعطاف‌پذیری در سیستم تولیدی به معنای توانایی سیستم برای تغییر و تنظیم فرآیندها، منابع، تجهیزات و ساختار سازمانی به‌منظور مواجهه با تغییرات در تقاضا، فناوری، محیط محیطی و سایر عوامل است. ویژگی‌های اصلی سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر عبارتند از (اونال[2]، ۲۰۲۰):

۱. تغییرپذیری فرآیندها: سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر باید قادر باشد تا فرآیندها و روش‌های تولید را به‌سرعت تغییر دهد و به‌سرعت به تغییرات در محصولات یا نیازهای بازار پاسخ دهد (سینگ و همکاران[3]، ۲۰۲۲).
۲. تنظیم پذیری منابع: این سیستم باید توانایی تنظیم میزان منابع مانند نیروی انسانی، مواد و تجهیزات را داشته باشد تا به تغییرات در حجم تولید یا نوع محصولات واکنش نشان دهد.
۳. استفاده از تکنولوژی: سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر باید از تکنولوژی‌های مدرن و ابزارهای خودکار استفاده کند تا تغییرات را بهبود دهد و به تطبیق با نوآوری‌ها امکان پذیر شود.
۴. توانایی تولید محصولات متنوع: سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر باید قادر به تولید محصولات متنوع و چندگانه باشد و در موقعیت‌های مختلف بازار قابلیت تغییر محصول را داشته باشد.
۵. مدیریت عرضه و تقاضا: انعطاف‌پذیری سیستم تولیدی به معنای توانایی تطبیق با تغییرات در تقاضا و عرضه محصولات است تا تعادل بین موجودی‌ها و تولید برقرار شود.
۶. همکاری و تعامل: سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر باید توانایی در همکاری و تعامل با سایر اجزای سیستم‌های تولیدی داشته باشد، ازجمله تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان.

سیستم تولیدی انعطاف‌پذیر تلاش می‌کند تا با تغییرات متغیرهای محیطی و بازاری به بهره‌وری بالاتری دست یابد و بتواند با چالش‌ها و فرصت‌های جدید در محیط کسب‌وکار به خوبی مقابله کند (ژانگ و همکاران[4]، ۲۰۲۱).

تلفیق تاب‌آوری و پایداری در سیستم‌های تولیدی

تلفیق تاب‌آوری و پایداری در سیستم تولیدی به معنای ادغام اصول و استراتژی‌های مرتبط با دو مفهوم تاب‌آوری و پایداری در طراحی، اجرا و مدیریت یک سیستم تولیدی است. این تلفیق با هدف تضمین استمرار و بهره‌وری مداوم تولید در مقابل تغییرات

[1] Deloitte
[2] Ünal
[3] Singh et al.
[4] Zhang et al.

محیطی، اقتصادی و اجتماعی، همچنین حفظ محیط زیست و منابع طبیعی انجام می‌شود (دوهاله و همکاران[1]، ۲۰۲۲). در زیر به تبیین اهمیت و مزایای تلفیق تاب‌آوری و پایداری در سیستم تولیدی پرداخته شده است (پالوو و همکاران[2]، ۲۰۱۹):

- مقابله با تغییرات ناگهانی: تاب‌آوری در سیستم تولیدی به این کمک می‌کند که در مواجهه با تغییرات ناگهانی مانند اختلالات در زنجیره تأمین، تغییرات در تقاضا یا فراهم آوردن منابع، سیستم تولیدی قادر به ادامه فعالیت باشد.
- مدیریت ریسک: تلفیق تاب‌آوری و پایداری باعث می‌شود تا سیستم تولیدی بهتر در مدیریت و کاهش ریسک‌های مختلف مانند اختلالات فنی، مالی یا محیطی عمل کند.
- بهره‌وری منابع: پایداری در سیستم تولیدی به افزایش بهره‌وری منابع منجر می‌شود، و تاب‌آوری امکان بهره‌گیری مستدام از این منابع را در مقابل تغییرات محیطی فراهم می‌کند.
- حفظ محیط زیست: تلفیق تاب‌آوری و پایداری به کاهش آلاینده‌ها، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مواد اولیه و حفظ منابع طبیعی کمک می‌کند.
- کاهش هزینه‌ها: استفاده از تجهیزات و فرآیندهای مدیریت ریسک و بهره‌وری بیشتر منجر به کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود (پریرا و همکاران[3]، ۲۰۲۰).
- تعامل با جوامع: تلفیق تاب‌آوری و پایداری باعث می‌شود تا سیستم تولیدی بهتر با جوامع محلی و مشتریان در ارتباط باشد و به نیازها و انتظارات آن‌ها پاسخ دهد.
- افزایش اعتبار: تلفیق اصول تاب‌آوری و پایداری باعث افزایش اعتبار و محبوبیت سیستم تولیدی در نظر مشتریان، سرمایه‌گذاران و جوامع محلی می‌شود.
- طراحی محصولات نوآورانه: این تلفیق می‌تواند به طراحی و تولید محصولات نوآورانه و سازگار با محیط زیست کمک کند (ژو و همکاران[4]، ۲۰۲۰).
- توانمندی در مواجهه با تحولات آینده: تلفیق تاب‌آوری و پایداری به سیستم تولیدی توانایی مواجهه با تغییرات و تحولات آینده را می‌دهد و به آن امکان می‌دهد تا به راحتی در مسیر تطور باقی بماند.

در نتیجه، تلفیق تاب‌آوری و پایداری در سیستم تولیدی می‌تواند به بهره‌وری بیشتر، حفظ محیط زیست، مقابله با تغییرات ناگهانی و افزایش پایداری در عملکرد سیستم تولیدی کمک کند (رائوت و همکاران[5]، ۲۰۱۹).

در ادامه به بررسی پیشینه‌های داخلی و خارجی همراستا با اهداف تحقیق پرداخته شده است. نایر و همکاران[6] (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان یک مدل داده محور برای انتخاب تأمین کننده پایدار و تاب آور و مشکل تخصیص سفارش در یک زنجیره تأمین پاسخگو نشان دادند چابکی، هزینه، انتشار گازهای گلخانه‌ای، کیفیت، استحکام و مدیریت پسماند به ترتیب مهم‌ترین معیارها هستند. تأمین کنندگان منتخب، سیستم‌های حمل‌ونقل مورداستفاده و سایت‌های تأسیس شده را تعیین می‌کند. همچنین مشخص شد که تقاضا به‌طور مستقیم بر تمام توابع هدف تأثیر می‌گذارد در حالی که افزایش نرخ اختلالات تأثیر منفی بر اقدامات پایداری دارد. کازانکوگلو و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان استفاده از فناوری‌های نوظهور برای بهبود پایداری و انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تأمین در یک محیط فازی در زمینه کووید ۱۹ نشان دادند مهم‌ترین حوزه‌های مشکل‌آفرینی که در پایداری و انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تأمین پیش از کووید ۱۹ با آن مواجه شده‌اند، ردیابی زنجیره تأمین، برنامه‌ریزی تقاضا و مدیریت تولید و

[1] Dohale et al.
[2] Pavlov et al.
[3] Pereira et al.
[4] Zhou et al.
[5] Raut et al.
[6] Nayeri et al.

همچنین برنامه‌ریزی فرآیند خرید بر اساس گروه‌های علت و معلولی تعیین می‌شوند. مهم‌ترین مسائلی که در طول کووید ۱۹ باید مورد توجه قرار گیرد، به ترتیب پشتیبانی مدیریت ارشد، برنامه‌ریزی فرآیند خرید و قابلیت ردیابی زنجیره تأمین است. لئو[1] (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان تحلیل اثر محرکه مشارکتی هوش مصنوعی بر مدیریت نوآوری دانش نشان داد که هوش مصنوعی بر عناصر پویا، عناصر ظرفیت، عناصر محیطی جریان دانش و مدیریت سهام تأثیر معناداری دارد. هوش مصنوعی تأثیرات درون زا بر ارتقای توانایی جریان دانش و انتشار شبکه گذاشت. فناوری هوش مصنوعی شکل‌گیری مزیت‌های اصلی فن‌آوری نوآوری را ترویج کرد و دارای عملکرد تشخیص خودکار آشکار برای دانش جدید بود که قدرت انتقال داخلی اصلی نوآوری دانش را تحریک کرد. پریفانیز و همکاران[2] (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر ارزش تجاری در عصر دیجیتال استراتژی نشان دادند که سازمان‌ها تنها با بکارگیری و اجرای دقیق این فناوری‌های جدید و پیشرفته، در همسویی تحول دیجیتال عصر حاضر موفق خواهند شد. علیرغم مزایای بالقوه انقلابی که قابلیت‌های هوش مصنوعی ممکن است ترویج کنند، هماهنگ‌سازی منابع، همراه با حکمرانی در این محیط پویا، هنوز به اندازه کافی پیچیده است و در مراحل اولیه تحقیق در مورد پیاده‌سازی استراتژیک هوش مصنوعی در سازمان‌ها است، که موضوعی است که این بررسی با هدف آن می‌خواهد. هچنین تیان و وانگ[3] (۲۰۲۳)، پژوهشی با عنوان تأثیر ظرفیت‌های فناوری اطلاعات بر مدیریت موجودی مشخص کردند ظرفیت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر استراتژی موجودی و فرآیند عملیات موجودی اثر مثبت و بر سطح اتمام موجودی تأثیر منفی دارد. تحقیقات ما برتری استفاده از فناوری را نشان می‌دهد. در ادامه ریتا و همکاران[4] (۲۰۲۲)، در پژوهشی با عنوان سیستم پیش‌بینی تقاضای بلندمدت برای تولید مبتنی بر تقاضا ثابت کردند تولید مبتنی بر تقاضا راه حلی است که اکثر شرکت‌ها به سمت آن می‌روند. اگرچه این استراتژی شامل تولید کالا بر اساس تقاضای مصرف‌کنندگان است، اما شرکت‌ها نیز باید با اتکا به سیستم‌های پیش‌بینی دقیق زنجیره تولید خود را برای چنین عملیاتی با تأمین مواد اولیه کافی، افزایش ظرفیت تولید متناسب با تقاضای مورد نظر و غیره آماده کنند.

در بررسی تحقیقات داخلی ملکی و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند سیمان یکی از بخش‌های صنعتی راهبردی و مهم در کشور از نظر تأمین نیازهای حوزه‌هایی چون مسکن، ساخت‌و ساز و بسیاری از پروژه‌های عمرانی است. این صنعت با مشکلاتی چون مازاد عرضه، فرسودگی تجهیزات و جانمایی نادرست کارخانه‌ها روبروست بنابراین نیازمند سناریوی مبتنی بر استفاده از فناوری و هوشمندی است. ضیائی (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان مدیریت کردن نوآوری در قرن ۲۱ با استفاده از هوش مصنوعی نشان دادند مصنوعی می‌تواند جایگزین انسان‌ها شود و توضیح می‌دهیم که چه چیزی در ایجاد تحول به سازمان دیجیتال نوآوری باید در نظر گرفته شود. کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) ثابت کردند صنعت ۰,۴ با پیشرفت‌های فناورانه در قالب هوشمندسازی و دیجیتال‌سازی، منجر به افزایش بهره‌وری در سازمان‌های تولیدی شده است. از منظر راهبردی و فناوری، نقشه راه فناوری صنعت ۰,۴ علاوه بر همسوسازی راهبردهای اصلی سازمان با برنامه‌های حوزه فناوری، سازمان‌های تولیدی را به سمت سیستم‌های تولید هوشمند سوق داده و امکان به کارگیری فناوری‌های هوشمند و دیجیتال مانند: کلان داده‌ها، اینترنت اشیا، رایانش ابری و ربات‌ها را برای آن‌ها فراهم کرده است. هدف از این پژوهش ارائه مدل تدوین نقشه راه فناوری صنعت ۰,۴ در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است. همچنین کرمی و همکاران (۱۴۰۱)، مشخص کردند احساس کارکنان نسبت به‌جایگزینی شغلشان با فناوری‌های هوشمند، چگونه است و چطور می‌توانند پیشرفت شغلی و دانش فناوری را در پرتو هوش مصنوعی، درک و استفاده کنند.

[1] Liu
[2] Perifanis et al.
[3] Tian & Wang
[4] Rita et al.

حشمدار و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، سیستم هوشمند آینده هستند و خواهند بود و همچنین با وابستگی بیشتر به فناوری‌های پیشرفته، فرآیندهای مدیریت منابع انسانی را تغییر می‌دهند. در ادامه حسن پورراد و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی با عنوان هوش مصنوعی و چالش‌های پیش رو در تعامل اعضای یک سازمان نشان دادند که هوش مصنوعی نقش مهمی در آینده کار سازمان‌ها ایفا خواهد کرد. تیم‌سازی انسان و هوش مصنوعی، در سازمان‌ها هنوز در مراحل اولیه توسعه و پیاده‌سازی است. استفاده از هوش مصنوعی در سازمان فارغ از منافع اقتصادی که بعه همراه دارد، چالش‌های جدید را نیز وارد یک سامان می‌کند. سلیمی زاویه (۱۳۹۸)، نشان داد سیستم‌های تولید هوشمند در معماری آن‌ها نهفته است، که به‌عنوان شبکه‌هایی از مؤلفه‌های تولید مشترک برای کارکردهای مختلف سازماندهی شده‌اند. منوچهری کلانتر (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان تکنولوژی نوین آنالیزگرهای هوشمند بر خط عنصری در صنعت سیمان نشان داد بکارگیری دستگاهای اسکنر هوشمند با توجه به آنالیز دقیقه به دقیقه میانگین بازه‌ای ترکیب‌های مواد می‌تواند نمونه گیری و آنالیزی دقیق از عنصری مواد را نشان دهد تا با توجه به نتایج حاصله، صرفه جویی در هزینه‌ها و مشکلات در تولید و کیفیت تولید ثابت با تغییرات کمتر را در خطوط سیمان دارا بود. همچنین سیدشمالی و صادقیان (۱۳۹۶)، بیان کردند شرکت‌های تولیدی نه تنها ستون فقرات وسنگ بنای اقتصاد اکثرکشورها هستند بلکه محرک بخش‌های دیگر اقتصادجهانی نیز می‌باشند. تغییر پارادایم‌ها در تولید ازجمله گرایش‌های معاصر و نوظهور، طرح مورد نیاز برای کارخانه‌های آینده را رقم خواهند زد. امروزه از سیستم‌های تولید انتظار می‌رود تنوع زیادی ازمحصولات را در تعداد کم با قیمت رقابتی و رعایت تمامیالزامات و قوانین، به صورتی مستمر ارائه کنند.

بنابراین براساس تحقیقات بررسی شده در این تحقیق سه مفهوم کلیدی هوشمندی، تاب‌آوری و پایداری، علی رغم تمام تعارض‌ها، در صنعت سیمان ادغام می‌گردند. ادغام این مفاهیم در حالت ایده آل نه تنها می‌تواند منجر به بهبود کلی سیستم‌های تولیدی و توانایی صنعت سیمان برای پاسخ سریع به طیف گسترده‌ای ازخواسته‌های مشتریان شود بلکه می‌تواند با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و غلبه برتمام چالش‌ها و صدمات احتمالی و بازسازی، ترمیم و بازیابی خود به‌منظور برآورده کردن اهداف در درازمدت شود.

روش‌شناسی

این تحقیق شامل ۵ مرحله، شناخت حوزه مورد بررسی، تعریف مسئله مورد بررسی در تحقیق، ارائه مدل تحقیق، طراحی ساختار الگوریتم‌های حل و تولید داده برای انجام تست و تنظیم پارامترهای مدل و الگوریتم‌ها می‌باشد. ابتدا محدوده مسئله مورد بررسی شناسایی شده، سپس پارامترهای الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان بررسی شدند. در این تحقیق به منظور بررسی و مطالعه مبانی نظری تحقیق و همچنین مطالعه مدل‌های موجود، از مطالعات کتابخانه‌ای و مقالات موجود در نشریه‌های بین‌المللی مانند Elsevier و Springer و غیره و همچنین کتاب‌های مرتبط، پایان‌نامه‌ها و پایگاه‌های اینترنتی استفاده شد.

فرض بر این است که سیستم‌های تولید پایدار و تاب آور تحت تأثیر قرار داده و در تحقیق حاضر، براساس وزن دهی این مؤلفه‌ها با توجه به میزان بهره وری سیستم مدیریت هوشمند، میزان اهمیت آنها تعیین شده است. وزن‌دهی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند و شاخص‌های تولید پایدار و تاب آوری با استفاده از روش تحلیل روابط خاکستری با اعداد فازی فاصله‌ای انجام شد.

در گام بعد تحقیق، مدل ریاضی چند سطحی شامل مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند بصورت چندهدفه براساس وزن‌های تعیین شده گام قبل، طراحی شده و جهت حل آن، یک الگوریتم فراابتکاری چندهدفه برپایه آرشیو پارتو پیاده سازی شد. پس از تعیین مجموعه جواب‌های بهینه، جواب‌های حاصل بررسی شده و جواب نهایی جهت بهینه سازی مدیریت هوشمند

برای بهینه سازی تولید انتخاب شد. به منظور بررسی عملکرد روش‌های فراابتکاری مورد بررسی قرارگیرد، نیاز به انجام آزمایشات است. برای پاسخ به این سؤال، لازم است که از چندین روش ارزیابی مناسب استفاده شده تا از نتایج آن‌ها یک نتیجه کلی حاصل شود. در این بخش، لازم است که ابتدا مسائل استانداردی ایجاد شود و کلیه این الگوریتم‌ها، شروع به حل این مسائل نمایند. شرایط و پارامترهایی که برای اجرای این الگوریتم‌ها تنظیم می‌گردد، باید برای کلیه آن‌ها یکسان درنظر گرفته شود تا شرایط عادلانه برای آنها رعایت شده باشد و در شرایط یکسان به رقابت پرداخته باشند. بدین منظور از الگوریتم‌های VIS، CNSGA-II، NSGA-II، MISA، NNIA و NRGA در نرم افزار متلب استفاده شد.

مدل تحقیق

یک سیستم‌های مدیریت هوشمند در نظر گرفته شد که در آن، عواملی مانند تولید پایدار و تاب آور استفاده شده باشد تا سودآوری حداکثر و هزینه‌ها حداقل شوند. فرضیات کلی زیر درنظر گرفته شده است: ۱) تولید پایدار و تاب آور در جهت بهینه سازی مدل در مدیریت هوشمند استفاده می‌شود، ۲) تولید پایدار و تاب آور، از یک جریان پوآسن مستقل پیروی می‌کند، ۳) هر بهره وری سیستم مدیریت هوشمند هوشمند، فقط یک پایگاه با زمان‌های خدمت نمایی دارد، و ۴) یک حد بالایی بر روی حداکثر سودآوری و بهره وری، وجود دارد.

برای مدل سازی این وضعیت، علامت‌های زیر وضع شده است:

- $M=\{1,2,\ldots,m\}$: مجموعه گره‌های مؤلفه‌های (تولید پایدار و تاب آور)
- $N=\{1,2,\ldots,n\}$: مجموعه گره‌های بهره وری سیستم مدیریت هوشمند
- $D=(d_{ij})$: ماتریس فاصله گره مؤلفه‌ها i تا گره بهره وری سیستم مدیریت هوشمند j
- Λ: نرخ بهره وری کلی سیستم مدیریت هوشمند
- λ_i: نرخ اقدامات مؤثر از تولید پایدار و تاب‌آور $i \in M$
- γ_j: نرخ اقدامات در بهره وری ایجاد شده $j \in N$
- μ: متوسط نرخ اقدامات در بهره وری سیستم مدیریت هوشمند
- $W_j=(\mu-\gamma_j)^{-1}$: زمان انتظار اقدام انجام شده که به گره تسهیل $j \in N$ تخصیص می‌یابند
- $\overline{W}$: حد بالای زمان انتظار مجاز برای اقدامات انجام شده در صدد یافتن بهره وری
- $\nu=1/\overline{W}$: ظرفیت بهره وری مازاد برای تضمین $W_j \le \overline{W}$
- p: تعداد بهره وری هایی که واقعاً به سودآوری منجر شدند؛
- $\overline{p}$: ماکزیمم تعداد بهره وری هایی که می‌توانند سودآور شوند؛

این مسأله می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

فرضیات زیر را درنظر بگیرید: مجموعه‌ای از اقدامات مؤثر از تولید پایدار و تاب آور که با λ_i مشخص می‌شوند، مجموعه‌ای از متوسط نرخ اقدامات در بهره وری سیستم مدیریت هوشمند μ، یک عدد صحیح مثبت $\overline{p}$ و یک عدد مثبت $\overline{W}$؛ مجموعه‌ای از بهره وری سیستم مدیریت هوشمند را که حداکثر به اندازه $\overline{p}$ باشد را مشخص می‌کند که متوسط تعداد کل اقدامات است که به نزدیک‌ترین بهره وری منجر می‌شوند و در آن منتظر می‌مانند، مینیمم گردد. این شرط را نیز درنظر بگیرید که متوسط زمان انتظار در هر بهره وری منجر به سود بزرگ‌تر از $\overline{W}$ نباشد.

اگر υ، سرعت اقدامات باشد و

$$y_j = \begin{cases} 1 & \text{اگر یک بهره وری در گره } \mathbf{j} \text{ بازشود؛} \\ 0 & \text{درغیر اینصورت؛} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر اقدام } \mathbf{i} \text{، منجر به بهره وری } \mathbf{j} \text{ شود؛} \\ 0 & \text{درغیر اینصورت؛} \end{cases}$$

بنابراین، زمان اقدام تجمعی مؤلفه‌ها در واحد زمان برابر است با:

$$T = \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} \lambda_i d_{ij} x_{ij} / \upsilon$$

از این رو، هر بهره وری، به صورت یک صف M/M/1 رفتار می‌کند، متوسط زمان انتظار در مکان بهر وری j، برابر $W_j = 1/(\mu - \gamma_j)$ که $\gamma_j = \sum_{i \in M} \lambda_i x_{ij}$ می‌باشد. بنابراین، زمان زمان اقدام تجمعی مؤلفه‌ها در واحد زمان برابر است با:

$$V = \sum_{i \in M} \sum_{j \in N} \lambda_i x_{ij} W_j = \sum_{j \in N} \frac{\gamma_j}{\mu - \gamma_j}$$

باتوجه به قانون لیتِل که در بخش‌های قبل شرح داده شد، T، بیانگر متوسط تعداد اقدامات درحال انجام و V، بیانگر متوسط تعداد اقدامات در حال انتظار می‌باشد.

یکی از معیارهای ارزیابی سیستم، درصدی از زمان است که سیستم کار می‌کند. برای نشان دادن این معیار، از عاملی به نام ضریب بهره‌وری یا کارائی استفاده می‌شود که تعریف آن به شرح زیر است:

$$\rho = \frac{\text{میانگین کل اقدامات برای دریافت خدمت در واحد زمان}}{\text{کل ظرفیت سیستم برای بهره وری در واحد زمان}}$$

طبق این تعریف، هرچه مقدار ρ بزرگ‌تر باشد، تقاضا زیادتر است و سیستم باید کار بیشتری انجام دهد و صف طولانی‌تر خواهدشد. برعکس، هرچه ρ کوچک‌تر باشد، طول زمان کوتاهتر است، اما درمقابل، از امکانات سیستم استفاده کمتری به‌عمل می‌آید.

حال برای اینکه در مدل ما، متوسط ضریب کارائی سیستم مدیریت هوشمند را اندازه گیری کنیم، ابتدا باید کل ضریب کارائی تسهیلات را محاسبه و بر تعداد بهره وری سیستم مدیریت هوشمند که سودآور شده‌اند تقسیم نمود:

$$\frac{\sum_{i \in M} \sum_{j \in N} \lambda_i x_{ij}}{p\mu}$$

و یا به عبارت دیگر:

$$\frac{\sum_{i\in M}\sum_{j\in N}\lambda_i x_{ij}}{\sum_{j\in N}\mu}$$

برای تضمین اینکه اقدامات به نزدیکترین جایگاه بهره وری سودآور می‌روند، احتیاج داریم که:

$$\sum d_{ik}x_{ik} \le (d_{ij}-\Delta)y_j + \Delta, \qquad \forall i\in M, j\in N,$$

که Δ، یک عدد بزرگ مثبت است (مثل $\Delta = \max\{ d_{ij} : i\in M, j\in N\}$). وقتی $y_j = 0$، به خاطر اینکه Δ بزرگ است، این محدودیت ناکارآمد می‌شود. وقتی $y_j = 1$، اقدام i نمی‌تواند به بهره وری که دورتر از j است، تخصیص داده شود، درغیراینصورت، این محدودیت نقض می‌شود.

بنابراین، فرمول بندی برنامه نویسی ریاضی زیر بدست آمده است:

$$\min \sum_{i\in M}\sum_{j\in N}\frac{\lambda_i d_{ij}x_{ij}}{\upsilon} \qquad (۱)$$

$$\min \sum_{i\in M}\sum_{j\in N}\frac{\lambda_i x_{ij}}{\mu - \sum_{k\in M}\lambda_k x_{kj}} \qquad (۲)$$

$$\max \frac{\sum_{i\in M}\sum_{j\in N}\lambda_i x_{ij}}{\sum_{j\in N}\mu} \qquad (۳)$$

$$subject\ to \quad \sum y_j \le \overline{p}, \qquad (۴)$$

$$\sum_{j\in N} x_{ij} = 1, \qquad \forall i\in M, \qquad (۵)$$

$$x_{ij} \le y_j, \qquad \forall i\in M, j\in N, \qquad (۶)$$

$$\sum_{k\in N} d_{ik}x_{ik} \le (d_{ij}-\Delta)y_j + \Delta, \qquad \forall i\in M, j\in N, \qquad (۷)$$

$$\sum_{i\in M}\lambda_i x_{ij} \le \mu - v, \qquad \forall i\in M, j\in N \qquad (۸)$$

$$y_j \in \{0,1\}, \quad x_{ij}\in\{0,1\} \qquad \forall i\in M, j\in N$$

هدف (۱)، بیانگر مینیمم کردن متوسط تعداد اقدامات درحال انجام، هدف (۲)، بیانگر مینیمم کردن متوسط تعداد اقدامات در حال انتظار و هدف (۳)، بیانگر ماکزیمم کردن مجموع کارکرد سیستم مدیریت هوشمند در واحد زمان می‌باشد. این اهداف با توجه به محدودیت‌هایی که بیان شده‌اند، می‌باشد که محدودیت (۴) به حداکثر میزان بهره وری که ممکن است سودآور شوند اشاره می‌کند. محدودیت (۵) و (۶) تضمین می‌کند که هر تقاضای اقدامات به بهره وری دست پیدا کند و این اقدام، فقط به یک بهره وری سودآور ختم می‌شود. محدودیت (۷) نیز تضمین می‌کند که این اقدام، به نزدیکترین بهره وری صورت پذیرد. در پایان محدودیت (۸)، تضمین می‌کند که متوسط زمان انتظار در هر بهره وری، از $\overline{W}$ فراتر نرود.

یافته‌ها

امروزه توسعه شهری یکی از مهمترین مسائلی است که برنامه ریزان شهری را درگیر خود نموده است. عدم توجه به عوامل توسعه شهری باعث گسترش و رشد بی رویه شهر و آشفتگی محیط اجتماعی شهرها میگردد. بسیاری از برنامه- ریزان بدون توجه به ظرفیت‌های درون شهر از توسعه پیرامونی بهره میگیرند که متاسفانه معضلات بسیاری از قبیل افزایش هزینه‌ها را در پی خواهد داشت. لیکن تا به امروز تلاشهای زیادی برای توجه به پایدار نمودن توسعه شهرها و بر از بین بردن اثرات منفی گسترش پراکنده شهرها به عمل آمده است. توسعه فضایی کالبدی شتابان و ناموزون شهرهای ایران از جمله تهران، در چند دهه اخیر آثار و پیامدهای نامطلوب اجتماعی، اقتصادی و کالبدی را به دنبال آورده است. هزینه‌های گزاف حمل ونقل و خدمات رسانی شهری، اتلاف انرژی، تخریب محیط زیست، عدم زیبایی و انسجام محیط شهری، ناپایداری اجتماعی، هدر دادن سرمایه‌های مادی و اجتماعی در شهر، تشدید جدایی گزینی و بی هویتی اجتماعی، از مهمترین مشکلات شهرها در راستای رسیدن به توسعه پایدار شهری بوده است. در این راستا نظریه توسعه پایدار به عنوان نظریه هزاره سوم و جایگزینی برای مکاتب و اندیشه‌های قبلی، گسترش هماهنگ درون و بیرون شهرها در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، مدیریتی و کالبدی-فضایی را شرط الزام برای توسعه متوازن میداند. در چارچوب توسعه پایدار، دیدگاه‌ها و مفاهیم گوناگونی در دو دهه اخیر پدید آمده است. رشد هوشمند بهعنوان شکل تکامل یافته تر این دیدگاه ها، سطح گسترده ای از انواع مسائل، مشکالت و راهبردهای توسعه شهری را درمیگیرد. رشد هوشمند شهری یک توسعه برنامه‌ریزی شده در راستای حفاظت از محیط زیست و باهدف کاهش وابستگی به حمل ونقل ماشینی،کاهش آلودگی هوا وکارآمد کردن سرمایه گذاری در زیرساخت‌ها است که روی رشد در داخل شهر تمرکز می‌کند. نظریه‌ها و فرضیه‌های زیادی برای مفهوم رشد هوشمند وجود دارد؛ اما طبق نظر نظریه پردازان رشد هوشمند شهری، ایجاد محله-های شهری فشرده، قابل سکونت و قابل کار، ساکنین بیشتری را جذب خواهد کرد، کسب و کارهایی که به عنوان یک عنصر کلیدی، در کاهش گسترش افقی شهرها و حفاظت از محیطها و اقلیم‌های محلی عمل خواهد کرد. این مفهوم اغلب با در نظر گرفتن تعدادی از عوامل به دست می‌آید که با ترکیبی از توسعه استفاده میشوند، شامل مسکن مقرون به صرفه، پارک عمومی و فضای تفریحی و اشکال محدودیت‌ها در طراحی با تمرکز فعالیت در مناطق کوچکتر، رشد هوشمند فضاهای باز را حفظ می‌کند، زمینه ای قبال توسعه یافته را به شیوه ای کارآمدتر و پالایش شده دوباره مورد استفاده قرار می‌دهد.

برای انجام الگوریتم NSGA-II، اندازه جمعیت را برابر ۱۰۰ و احتمال تقاطع[1] و جهش[2] را برابر ۰,۵ و ۰,۴ درنظر گرفته شد. برای تولید جمعیت اولیه، به صورت تصادفی، رشته‌ای از صفر و یک به طول N ایجاد کرده، اگر این رشته از لحاظ برآورده کردن محدودیت حداکثر تعداد تسهیل و زمان انتظار مشتریان، قابل قبول بود، این حل را به عنوان یک حل قابل قبول پذیرفته شد؛ درغیر اینصورت این حل را کنار گذاشته و حل جدیدی تولید شد. مقدار $\overline{W}$ نیز برای تمامی مسائل، برابر ۰,۵ درنظر گرفته شده‌است.

با توجه به اینکه این الگوریتم، برگرفته از الگوریتم NSGA-II می‌باشد، تمامی پارامترهای آن نیز مطابق آن الگوریتم می‌باشد. تنها تفاوت آن، در انجام مکانیسم انتخاب می‌باشد. همانطور که در بخش قبل نیز شرح داده شد، برای انجام این مکانیسم، نیاز به محاسبه انحراف حل‌ها، از محدودیت‌ها داریم. برای مسائلی که محدودیت‌های آن‌ها، به صورت معادلات روتین ریاضی است، محاسبه این انحراف‌ها، کار چندان مشکلی نیست؛ اما در اینجا که با محدودیت‌های نامعادله‌ای روبرو هستیم، باید روش دیگری را درنظر بگیریم. برای محاسبه انحراف از محدودیت اول، یعنی حداکثر تعداد مجاز برای ایجاد تسهیل، به صورت فرمول زیر عمل شد:

$$Violation1 = \frac{\sum_{j \in N} y_j - \overline{P}}{N - \overline{P}}$$

[1] Crossover
[2] Mutation

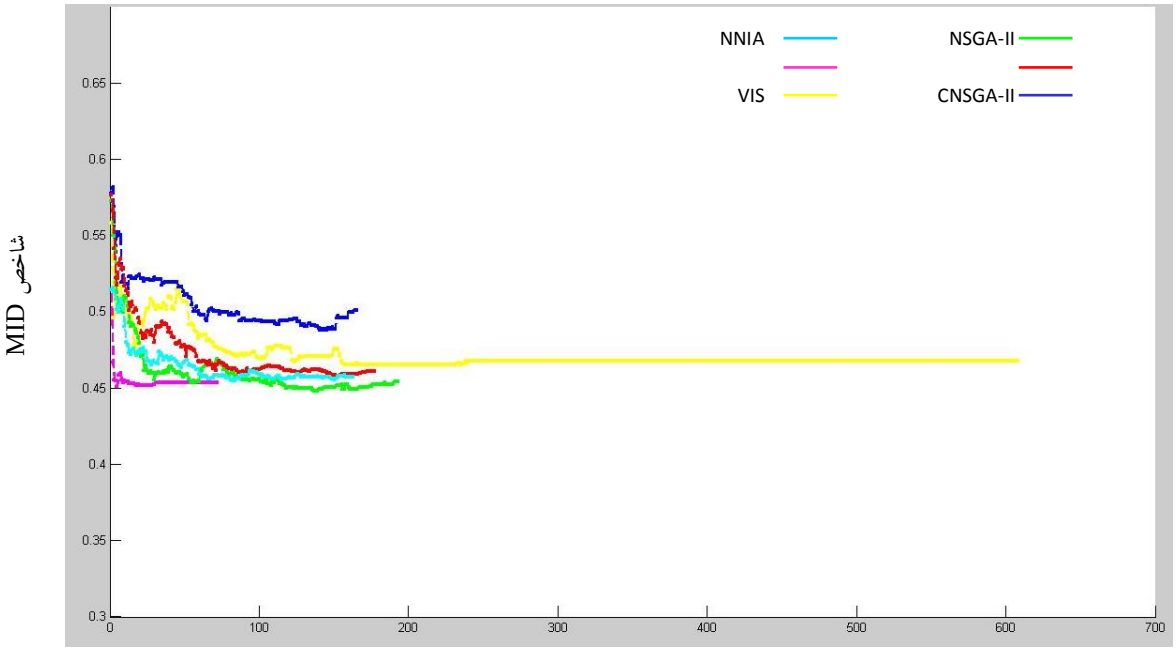
برای محاسبه محدودیت دوم، یعنی رعایت حداکثر زمان انتظار مشتریان در صف، از فرمول زیر استفاده شد:

$$Violation2 = \frac{\sum_{j\in N}\left(\mu - \sum_{i\in M}\lambda_i x_{ij} - \frac{1}{\overline{W}}\right)}{\mu - \sum_{i\in M}\lambda_i - \frac{1}{\overline{W}}}$$

که در صورت محدودیت فوق، منظور از $j \in N$ ، تسهیلاتی است که ایجاد شده و محدودیت دوم را نقض کرده‌اند.

نتایجی که بدست آمده‌اند، باتوجه به پارامترهای زیر بوده‌است: اندازه جمعیت برابر ۱۰۰، اندازه حافظه ثانویه برابر ۱۰۰ و یک ماتریس $5\times5\times5$ به عنوان شبکه تطبیقی. عملگرهای تقاطع و جهشی نیز که مورداستفاده قرار گرفته‌اند، شبیه عملگرهایی است که در الگوریتم‌های قبلی استفاده شده‌است.

هشت معیار مختلف را برای مقایسه و تجزیه و تحلیل الگوریتم‌ها با یکدیگر درنظر گرفتیم. این هشت معیار عبارتند از: فاصله نسلی، درجه توازن در رسیدن همزمان به اهداف، مساحت زیر خط رگرسیون، تعداد جواب‌های غیرمغلوب نهائی، فاصله گذاری، گسترش، سرعت همگرائی و منطقه زیر پوشش دو مجموعه. در این قسمت به اندازه گیری این معیارها برای همه الگوریتم‌ها پرداخته شد.

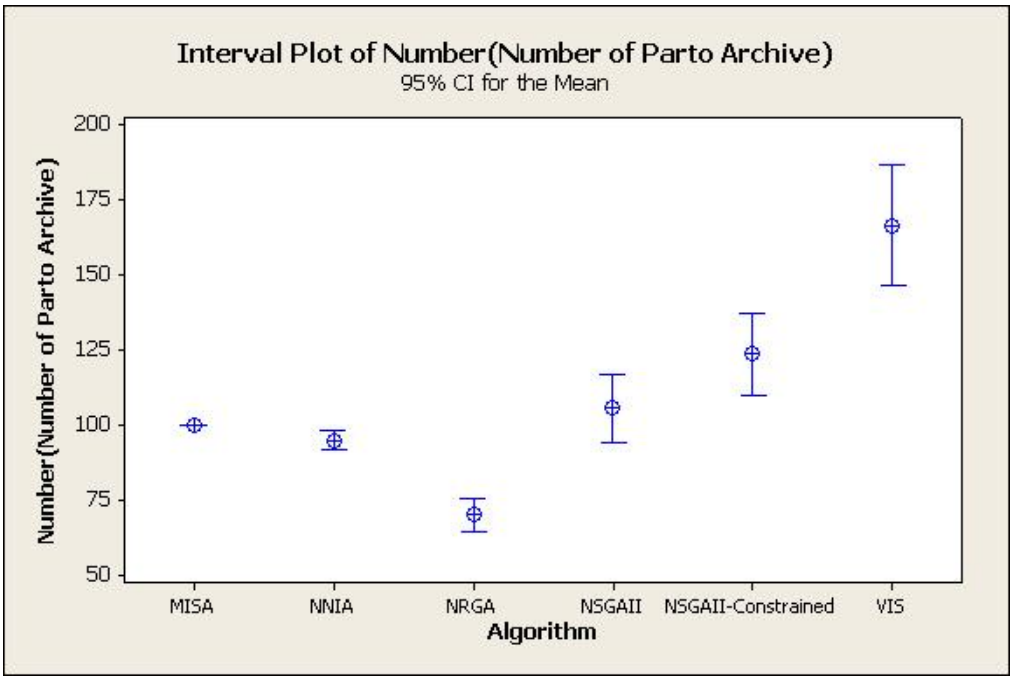


شکل ۱: نمودار همگرایی الگوریتم‌ها براساس شاخص MID

باتوجه به نتایج به دست آمده، می‌توان الگوریتم‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. همان طور که در سطر سوم تا نهم شکل ۱ نشان داده شده‌است، نرم افزار، الگوریتم‌ها را به ترتیب مقایسه و گروه‌بندی کرده‌است. سطوحی که حرفی را مشترک هستند، به این معنی است که زیاد متفاوت نیستند و بالعکس، اگر حرفی را مشترک نباشند، به این معنی است که به طور معناداری متفاوت هستند. جدول گروه بندی نشان می‌دهد که گروه A، شامل الگوریتم VIS می‌باشد. همچنین گروه B شامل الگوریتم‌های CNSGA-II و NSGA-II است. درحالیکه گروه C، شامل الگوریتم‌های NSGA-II، MISA و NNIA شده‌است. و در آخر الگوریتم NRGA به گروه D تعلق دارد. درنتیجه می‌توان گفت که در سطح اطمینان ۹۵٪، عملکرد الگوریتم‌ها از نقطه نظر تعداد جواب‌های غیرمغلوب به‌صورت جدول ۱می‌باشد. البته به صورت شماتیک، این مقایسه در شکل ۲ به صورت نمایان‌تر نشان داده شده‌است.

جدول ۱: گروه بندی الگوریتم‌ها براساس معیار تعداد جواب‌های غیرمغلوب

رتبه الگوریتم	الگوریتم
۱	VIS
۲	CNSGA-II
۳	NSGA-II
۴	MISA NNIA
۵	NRGA



شکل ۲: نتیجه به دست آمده از آنالیز واریانس برای تعداد جواب‌های غیرمغلوب

مشابه همین تحلیل را برای همه معیارها انجام شد و همچنین این معیارها را برای تمام حالت‌های مسائل سخت، مسائل ساده، مسائل کوچک و مسائل بزرگ محاسبه کرده‌ایم که تنها به ذکر نمودارهای این تحلیل‌ها در پیوست ب اکتفا می‌کنیم. نتایج نهائی بدست آمده از این تحلیل‌ها را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود. در این جدول، الگوریتم‌ها براساس هر معیار، مقداردهی شده‌اند که این مقدار، بیانگر رتبه آن‌ها در بین الگوریتم‌های دیگر می‌باشد.

درمورد معیار «فاصله نسلی»، به غیر از حالت مسائل ساده، در تمامی حالت‌ها، الگوریتم‌ها تفاوت چندانی از خود نشان نداده‌اند؛ در حالت ساده، رتبه اول به NSGA-II، رتبه دوم به CNSGA-II، رتبه سوم به VIS و NNIA، رتبه چهارم به MISA و درنهایت رتبه آخر به NRGA رسیده‌است.

درمورد دو معیار «درجه توازن در رسیدن همزمان به اهداف» و «مساحت زیر خط رگرسیون»، الگوریتم‌ها در حالت‌های مختلف، تفاوت قابل ملاحظه‌ای از خود نشان نداده‌اند و ازنظر این دو معیار، الگوریتم‌ها تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

جدول ۲: مقایسه الگوریتم‌ها ازنظر معیارهای مختلف و در حالت‌های گوناگون

	فاصله نسلی					درجه توازن در رسیدن همزمان به اهداف					مساحت زیر خط رگرسیون					تعداد جواب‌های غیرمغلوب				
	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ
NSGAII	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۳
CNSGA II	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲
NRGA	۱	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵	۵	۳	۴	۵
NNIA	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۴	۴	۲	۳	۴
VIS	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
MISA	۱	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۴	۴	۲	۲	۴

	فاصله گذاری					گسترش					سرعت همگرائی					منطقه زیر پوشش دو مجموعه				
	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ
NSGAII	۱	۲	۲	۳	۱	۳	۴	۱	۳	۱	۳	۳	۳	۳	۲	۴	۳	۳	۳	۳
CNSGAII	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۳	۱	۲	۱	۳	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
NRGA	۲	۴	۳	۴	۳	۲	۲	۱	۲	۱	۳	۴	۳	۳	۲	۶	۴	۴	۵	۴
NNIA	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۴	۱	۲	۱	۳	۴	۳	۳	۲	۵	۳	۳	۴	۳
VIS	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۳	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱
MISA	۱	۳	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۳	۲	۳	۲

ازنظر معیار «تعداد جواب‌های غیرمغلوب»، الگوریتم VIS به تنهائی، رتبه اول را در تمامی حالات کسب کرده‌است و رتبه آخر به NRGA رسیده‌است. با تقریب‌های بسیار اندک برای تمام حالات، رتبه دوم به CNSGA-II، رتبه سوم به NSGA-II و رتبه چهارم مشترکاً به NNIA و MISA اختصاص یافته‌است.

درمورد معیار «فاصله گذاری»، تنها نتیجه قطعی که می‌توان گرفت این است که الگوریتم VIS جزء رتبه اول و الگوریتم NRGA جزء رتبه آخر قرار دارد. درمورد معیار گسترش نیز نمی‌توان نتیجه قطعی گرفت. تنها می‌توان نتیجه گرفت که الگوریتم MISA جزء رتبه اول و الگوریتم NSGA-II جزء آخرین رتبه واقع می‌شود.

MISA از نظر معیار «سرعت همگرائی» خوب عمل کرده و رتبه اول را در تمامی حالات کسب نموده‌است. با کمی تقریب نیز الگوریتم VIS در رتبه دوم قرار دارد. درمورد معیار «منطقه زیر پوشش دو مجموعه» که ازجمله معیارهای مهم می‌باشد، با کمی تقریب در تمامی حالات، رتبه اول به VIS، رتبه دوم به CNSGA-II، رتبه سوم به MISA، رتبه چهارم به NSGA-II، رتبه پنجم به NNIA و در آخر هم الگوریتم NRGA قرار دارد.

به این ترتیب عملکرد الگوریتم‌ها در معیارهای مختلف به طور کلی مشخص می‌شود. این دیگر به تصمیم گیرنده بستگی دارد که کدامین معیار برای او اهمیت بیشتری دارد و از الگوریتمی استفاده کند که در آن معیار خوب عمل کرده‌است. اما اگر تمامی

معیارها برای تصمیم گیرنده به یک میزان اهمیت داشته باشد، می‌توان متوسط تمامی معیارها را برای الگوریتم‌ها درنظر گرفت و رتبه آن الگوریتم را باتوجه به تمامی معیارها بدست آورد که نتیجه این کار را می‌توان در جدول ۳ مشاهده نمود.

همانطور که در این جدول مشاهده می‌کنید، الگوریتم VIS بهترین عملکرد را داشته‌است. الگوریتم‌های CNSGA-II و MISA تقریباً در رتبه دوم قرار گرفته و عملکردهای تقریباً مشابهی را از خود نشان داده‌اند. الگوریتم NSGA-II در رتبه بعدی قرار گرفته‌است. در مقام جایگاه بعدی از لحاظ عملکرد، الگوریتم NNIA واقع شده‌است و بدترین عملکرد را الگوریتم NRGA به خود اختصاص داده‌است.

جدول ۳: متوسط معیارهای الگوریتم‌ها و رتبه بندی الگوریتم‌ها براساس آن

الگوریتم	متوسط معیارها						رتبه الگوریتم باتوجه به متوسط معیارها						رتبه نهائی
	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	کل	ساده	سخت	کوچک	بزرگ	
NSGAII	۲,۱۲۵	۲,۲۵	۱,۷۵	۲,۱۲۵	۱,۶۲۵	۳	۳	۴	۴	۳	۳,۴
CNSGAII	۱,۶۲۵	۲	۱,۵	۱,۷۵	۱,۳۷۵	۲	۲	۳	۳	۲	۲,۴
NRGA	۲,۶۲۵	۳,۲۵	۲,۱۲۵	۲,۶۲۵	۲,۲۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
NNIA	۲,۲۵	۲,۷۵	۱,۶۲۵	۲,۱۲۵	۱,۸۷۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴
VIS	۱,۲۵	۱,۶۲۵	۱,۱۲۵	۱,۲۵	۱,۱۲۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱
MISA	۱,۶۲۵	۲,۲۵	۱,۲۵	۱,۵	۱,۶۲۵	۲	۳	۲	۲	۳	۲,۴

نتیجه‌گیری

توسعه اجتماعی با تقسیم حیات اجتماعی به چهار حوزه سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی خاص‌تر شده است و مؤلفه‌های آن حول انسجام و یگانگی از هویت و استقلال نسبی و منطق درونی خاصی برخوردار شده است. عدم توجه به دو عامل انسجام و یگانگی به صورت آسیب‌های اجتماعی، طراوت و شادابی حیات اجتماعی را تهدید می‌کند.کانون بحث توسعه اجتماعی اجتماع جامعه‌ای (Societal Community) است، که مطابق آن همه ابعاد سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی مطمع نظر است چه در سطح خرد و کلان و چه از نظر جنبه‌های عینی و ذهنی. توسعه اجتماعی مستلزم شناخت هستی شناسی اجتماعی یعنی وضعیتی که اکنون در آن قرار داریم و هدف شناسی اجتماعی که وضعیت مطلوب را ترسیم می‌کند و بسیار هنجاری است، و سرانجام امکان شناسی است که به مقدورات و محدودیت‌هایی اشاره دارد که در گذار از وضعیت موجود به مطلوب با آنها روبرو هستیم. در حوزه ارائه الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان در راستای بهبود توسعه اجتماعی، انجام تحلیل‌های مختلف برای انتخاب بهترین الگوریتم‌ها به منظور بهبود عملکرد سیستم‌های مدیریت بسیار حائز اهمیت است. در این تحقیق، مسأله‌ای از حوزه تولید براساس الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان مطرح گردید که هدف از آن، بازنگری سیستم تولید بوده است. به گونه‌ای که پایداری به صورت یکنواخت در رویه تولید برقرار شود. فرایند تولید از توزیع پوآسن و فرایند هوشمندی در تولید از توزیع نمایی پیروی می‌کند. دو محدودیت عمده نیز بر سر این مسأله واقع شده‌است. یکی حدّی بر روی تعداد کل تولیداتی که ایجاد می‌شوند و دیگری محدودیت بر روی حداکثر زمان تولیدمی‌باشد. سه هدف نیز برای این مسأله درنظر گرفته شده‌است که هدف اول متوسط میزان انتظار تولید را مینیمم می‌کند، هدف دوم متوسط آسیب‌های زیست محیطی را مینیمم می‌کند و هدف سوم مجموع کارکرد دستگاه‌ها را در واحد زمان ماکزیمم می‌کند.

برای حل این مسأله چند هدفی، چندین الگوریتم چندهدفه فراابتکاری درنظر گرفته شد تا عکس العمل این الگوریتم‌ها را در برخورد با چنین مسائلی سنجیده شود و مشخص شود که این الگوریتم‌ها در شرایط مختلف چه نتایجی حاصل می‌کنند. سه

الگوریتم NSGA-II، CNSGA-IIو NRGA از حوزه الگوریتم ژنتیک و الگوریتم‌های MISA، VIS و NNIA را از حوزه الگوریتم هوش مصنوعی برای این کار انتخاب شد. به این منظور، مسائل نمونه‌ای با ساختارهای مختلف و باتوجه به سختی یا سادگی و کوچکی یا بزرگی مسأله ایجاد گردید و این مسائل توسط الگوریتم‌های ذکر شده حل گردید. برای مقایسه نتایج این الگوریتم‌ها، نیاز به معیارهای عملکردی برای اندازه گیری کارایی این الگوریتم‌ها بود. به همین منظور هشت معیار فاصله نسلی، درجه توازن در رسیدن همزمان به اهداف، مساحت زیر خط رگرسیون، تعداد جواب‌های غیرمغلوب نهائی، فاصله گذاری، گسترش، سرعت همگرائی و منطقه زیر پوشش دو مجموعه انتخاب شد. نتایج نهائی که از انجام این تحلیل‌ها بدست آمد بیانگر این مطلب بود که الگوریتم VIS در اکثر معیارها، بهترین عملکرد را از خود نشان داد. الگوریتم‌های CNSGA-II و MISA تقریباً در رتبه دوم قرار گرفته و عملکردهای تقریباً مشابهی را از خود نشان می‌دهند. الگوریتم NSGA-II در رتبه بعدی قرار می‌گیرد. در مقام جایگاه بعدی از لحاظ عملکرد، الگوریتم NNIA واقع می‌شود و بدترین عملکرد را الگوریتم NRGA به خود اختصاص می‌دهد. این تحلیل‌ها به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم‌ها در معیارهای مختلف صورت می‌گیرد. نتایج به دست آمده از این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که الگوریتم VIS به طور کلی بهترین عملکرد را از خود نشان می‌دهد. این به این معناست که VIS به عنوان یک الگوریتم مدیریت هوشمند مناسب برای بهبود تولید پایدار و تاب‌آوری در صنعت سیمان شناخته می‌شود. علاوه بر VIS، دیگر الگوریتم‌های نظیر CNSGA-II و MISA نیز در معیارهای مختلف نزدیک به هم و در رتبه دوم قرار دارند. این الگوریتم‌ها عملکردهای مشابهی دارند و می‌توانند بهبودهای مشابهی در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان ایجاد کنند. در مقام بعدی از لحاظ عملکرد، الگوریتم NNIA قرار دارد. این نشان می‌دهد که NNIA نیز می‌تواند بهبودهای معنی‌داری در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان داشته باشد. در پایان، الگوریتم NRGA به عنوان الگوریتم با بدترین عملکرد در معیارهای مورد بررسی شناخته شده است. این نتیجه می‌تواند کمک کند تا از انتخاب الگوریتم NRGA در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان پرهیز کرده و به جستجوی راهکارهای بهتر برای بهبود عملکرد این سیستم‌ها پرداخت.در تولید سیمان، دنیایی پر از چالش‌ها و مسائل زیست محیطی وجود دارد که می‌توان با ایجاد سیستم‌های مدیریت هوشمند به حل آنها کمک کرد. سه هدف مطرح شده (مینیمم کردن متوسط تولید، متوسط آسیب‌های زیست محیطی، و ماکزیمم کارکرد دستگاه‌ها) نقش مهمی در ایجاد هوشمندی، پایداری و تاب‌آوری در صنعت سیمان ایفا می‌کنند. در تولید سیمان، کاهش متوسط تولید به معنای کارآیی بالاتر در مصرف منابع و کاهش هدررفت‌ها است. سیستم‌های مدیریت هوشمند می‌توانند با بهره‌گیری از داده‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته، تولید را بهینه‌سازی کنند. به عنوان مثال، با پیش‌بینی دقیق تقاضا و مصرف مواد اولیه، می‌توان مقدار تولید را بهینه کرد و هدررفت‌های مواد را کاهش داد. همچنین، استفاده از تکنولوژی‌های کاهش مصرف انرژی می‌تواند به بهبود کارایی تولید کمک کند. صنعت سیمان به دلیل مصرف بالای منابع طبیعی و تولید دی‌اکسید کربن (CO_2) به عنوان یکی از منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای، اثرات زیست محیطی مهمی دارد. سیستم‌های مدیریت هوشمند می‌توانند با استفاده از تکنولوژی‌ها مانند کاهش انرژی و انتقال پایدار به منابع انرژی تمیز، انتشار CO_2 را کاهش داده و آسیب‌های زیست محیطی را کمتر کنند. کارکرد بهینه دستگاه‌ها و تجهیزات موجود در صنعت سیمان می‌تواند به افزایش بهره‌وری تولید و کاهش هزینه‌ها کمک کند. سیستم‌های مدیریت هوشمند می‌توانند با استفاده از داده‌ها و تحلیل‌های پیشرفته، زمانبندی بهینه کارکرد دستگاه‌ها و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه را انجام دهند. این کارها به کاهش تعطیلی‌های غیربرنامه‌ریزی و افزایش کارکرد واحد تولید کمک می‌کنند.به طور کلی، ایجاد سیستم‌های مدیریت هوشمند بر اساس این سه هدف، به تحقق تولید پایدار، افزایش تاب‌آوری در مواجهه با چالش‌های مختلف، و کاهش اثرات زیست محیطی منفی در صنعت سیمان کمک خواهد کرد. این سیستم‌ها می‌توانند به شرکت‌ها در ایجاد راهکارهای مؤثر و پایدار برای تولید سیمان کمک کنند و همچنین در کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری نقش داشته باشند. آتاناکوویچ جلیچیچ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان روش برنامه‌ریزی شهری برای

تقویت پایداری اجتماعی در صربستان با بهره گیری از اتوماتای سلولی تصادفی به این نتیجه دست یافتند که این رویکرد جدید می‌تواند دامنه راه‌حل‌های فضایی ممکن را برای مراکز محلی در سکونتگاه‌های غیر رسمی فراتر از پیش بینی شده توسط برنامه‌ریزی از بالا به پایین گسترش دهد بنابراین به ادغام یک سکونتگاه غیررسمی در یک محیط شهری گسترده تر راین به ادغام. کمک می‌کند و توسعه اجتماعی آنها را تقویت می‌کند و گروم و کوبال گروم (۲۰۲۰)در پژوهشی با عنوان مفاهیم پایداری اجتماعی بر اساس زیرساخت اجتماعی و کیفیت زندگی به این نتیجه دست یافتند که ارتباط معنی داری بین زیر ساخت‌های اجتماعی و عوامل درون ساختار کیفیت زندگی وجود دارد است و زینالی عظیم و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان ارزیابی توسعه کالبدی شهر تبریز بر اساس تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در منطقه ۲، ۴ و ۷ تبریز با روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف پیمایشی و بهره گیری از از مدلهای چند معیاره تاپسیس و آنتروپی شانون به این نتیجه دست یافتند که در وضع موجود توسعه کالبدی شهر تبریز برابر (۱۶/۳۷) و توسعه کالبدی شهر تبریز براساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری در وضع مطلوب برابر (۸۴/۶۲) شد که نتایج این تحقیقات آنها با نتایج این تحقیق در یک راستار قرار داشت.

منابع

ضیایی، آرسام. (۱۴۰۱). مدیریت کردن نوآوری در قرن ۲۱ با استفاده از هوش مصنوعی. کنفرانس بین المللی مدیریت و صنعت SID. https://sid.ir/paper/949988/fa

کرباسی, شیرین, هاشم زاده خوراسگانی, غلامرضا, خمسه, عباس فتحی هفشجانی, کیامرث. (۱۴۰۱). مدلی برای تدوین نقشه راه فناوری صنعت نسل ۰,۴ با رویکرد مدیریت هوشمند در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی .*مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، ۱۱- ۱۸۹-۲۲۰.

ملکی, محمد حسن, میرزایی, مونا, رحیمیان اصل, محمد مهدی. (۱۴۰۱) سناریونگاری صنعت سیمان در ایران با رویکرد آمیخته. بهبود مدیریت, ۱۶(۳)، ۶۰-۸۸.

کرمی، ذبیح الله. حسینی، سیدروح الله. دامغانیان، تقی. (۱۴۰۱) مدل ادراک کارکنان از هوش مصنوعی در کار با استفاده از فن داده بنیاد. توسعه مدیریت منابع انسانی و پشتیبانی، ۶۵: ۵۳-۹۰.

جمالی، غلامرضا، و الهام کریمی اصل (۱۳۹۷) "موقعیت رقابتی زنجیره تأمین لارج در صنعت سیمان و تحلیل اهمیت عملکرد الزامات راهبردی مرتبط با آن"، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، دوره، ۱۶ شماره ۵۰)۱۳۹۷(:. ۵۳-۷۷

حسن پور راد، علی و علیزاده قادیکلائی، مهدی، (۱۴۰۱). هوش مصنوعی و چالش‌های پیش رو در تعامل اعضای یک سازمان، سومین کنفرانس ملی پژوهش‌های سازمان و مدیریت، تهران

حشمدار، اکرم. کردی، مراد. (۱۴۰۱) بررسی اثربخشی سیستم‌های هوش مصنوعی در کارکردهای منابع انسانی. پژوهش‌های معاصر در علوم مدیریت و حسابداری، ۱۲: ۱-۶.

سلیمی زاویه, سید قاسم. (۱۳۹۸). مروری بر سیستم‌های تولید هوشمند و روندهای آینده. فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی, ۱۷(۳۸), ۱۳-۲۴.

منوچهری کلانتری، فرزاد، (۱۳۹۷) تکنولوژی نوین آنالیزگرهای هوشمند بر خط عنصری در صنعت سیمان،چهارمین کنفرانس ملی صنعت سیمان و افق پیش رو،تهران،

سیدشمالی، سیدمهدی و صادقیان، سیدحمیدرضا،۱۳۹۶،توسعه مدل تولیدچابک بادرنظرگرفتن پایداری وتاب‌آوری سیستم‌های تولیدی، اولین کنفرانس بین المللی بهینه‌سازی سیستم‌ها و مدیریت کسب و کار، بابل

فلاحی، علی ومجید کفاشی (۱۳۹۷) بررسی اثرتوسعه اجتماعی بر سلامت اجتماعی در کلان شهر تهران مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران. سال ۱۰ شماره ۲ بهار ۱۳۹۷، ۷۲-۵۹

واعظ زاده، ساجده (۱۳۹۴) مولفه‌های پایداری اجتماعی در برنامه‌های توسعه ایران مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران.، شماره ۷، ۲:۱۳۹۴. ۴۵-۵۹.

بلوچی، اسماء (۱۴۰۱) طراحی الگویی برای شهر هوشمند با الهام از مفروضات خدمات دولتی نوین و ارزیابی مؤلفه‌های زیرساختی آن در شهرداری بندرعباس. مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران ۲ ۱۵۹-۱۸۹

حیدری، تارا (۱۴۰۱) نقش مشارکت شهروندان در حکمروایی خوب شهری(نمونه موردی: منطقه۲ شهر شیراز) مجله مطالعات توسعه اجتماعی ایران۳۷ ۳۵ -۶۶

Afanasyev, V.Y., Lyubimova, N.G., Ukolov, V.F. & Shayakhmetov, S.R. (2019), Digitalization of energy manufacture: infrastructure, supply chain strategy and communication International Journal of Supply Chain Management, 8 (4). 601-609.

Alharthi, S., Cerotti, P.R. & Far, S.M. (2020). An exploration of the role of blockchain in the sustainability and effectiveness of the pharmaceutical supply chain, Journal of Supply Chain and Customer Relationship Management, 1-29.

Alonso-Muñoz, S. González-Sánchez, R., Siligardi, C., & García-Muiña, F. E. (2021). New circular networks in resilient supply chains: An external capital perspective. Sustainability, 13(11), 6130

Appolloni, A., Jabbour, C.J.C., D'Adamo, I., Gastaldi, M. & Settembre-Blundo, D. (2022). Green recovery in the mature manufacturing industry: the role of the green-circular premium and sustainability certification in innovative efforts. Ecological Economics, 193, 1-9.

Ardito, L., Scuotto, V., Del Giudice, M. and Petruzzelli, A.M. (2018). A bibliometric analysis of research on Big Data analytics for business and management. Management Decision, 57 (8), 1993-2009.

Bagloee, S.A., Heshmati, M., Dia, H., Ghaderi, H., Pettit, C. & Asadi, M. (2021), "Blockchain: the operating system of smart cities. Cities, 112, 103-104

Battisti, S., Agarwal, N. & Brem, A. (2022). Creating new tech entrepreneurs with digital platforms: Meta-organizations for shared value in data-driven retail ecosystems. Technological Forecasting Social Change, 175, 121392.

Bayramova, A., Edwards, D. J., & Roberts, C. (2021). The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime. Buildings, 11(7), 283

Belhadi, A., Kamble, S., Fosso Wamba, S. & Queiroz, M.M. (2022). Building supply-chain resilience: an artificial intelligence-based technique and decision-making framework. International Journal of Production Research, 60(14), 4487-4507.

Birkel, H. S., & Müller, J. M. (2020). Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability—A systematic literature review. Journal of Cleaner Production, 289, 125612

Chen, C., Feng, Y. & Shen, B. (2022). Managing labor sustainability in digitalized supply chains: a systematic literature review. Sustainability, 14(7), 1-19.

D'Adamo, I. (2022). The analytic hierarchy process as an innovative way to enable stakeholder engagement for sustainability reporting in the food industry. Environment Development Sustainability, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, doi: 10.1007/s10668-022-02700-0.

Deloitte (2020). COVID-19 Managing supply chain risk and disruption. Report Authors; Kilpatrick, J. & Barter, L. Contributors; Alexander,. C, Brown, J., Calderon, R., Carruthers, R., Joyce, P. & Xu, L. Deloitte Development LLC. Deloitte Design Studio, Canada. 20–6536

Dohale, V., Akarte, M., Gunasekaran, A. & Verma, P. (2022). Exploring the role of artificial intelligence in building production resilience: learnings from the COVID-19 pandemic. International Journal of Production Research, Vol. ahead-of-print, 1-17, doi: 10.1080/00207543.2022.2127961.

Dubey, R., Bryde, D.J., Dwivedi, Y.K., Graham, G. & Foropon, C. (2022). Impact of artificial intelligence-driven big data analytics culture on agility and resilience in humanitarian supply chain: a practice-based view. International Journal of Production Economics, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, doi: 10.1016/j.ijpe.2022.108618.

Dzalbs, I., & Kalganova, T. (2020). Accelerating supply chains with Ant Colony Optimization across a range of hardware solutions. Computers & Industrial Engineering, 147, 106610

Faasolo, M. B., & Sumarliah, E. (2022). An Artificial Neural Network examination of the intention to implement blockchain in the supply chains of SMEs in Tonga. Information Resources Management Journal (IRMJ), 35(1), 1–27

Gupta, S., Modgil, S., Bhattacharyya, S., &Bose, I. (2021). Artificial intelligence for decision support systems in the field of operations research: review and future scope of research. Annals of Operations Research, 308(1), 1–60

Harfouche, A., Quinio, B., Saba, M. & Saba, P.B. (2022). The recursive theory of knowledge augmentation: integrating human intuition and knowledge in artificial intelligence to augment organizational knowledge. Information Systems Frontiers, 1-16, doi: 10.1007/s10796-022-10352-8.

Helo, P. & Hao, Y. (2022). Artificial intelligence in operations management and supply chain management: an exploratory case study. Production Planning and Control, 33(16), 1573-1590.

Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. Business Horizons, 61(4), 577–586

Joshi, S. & Sharma, M. (2022). Impact of sustainable supply chain management on performance of SMEs amidst COVID-19 pandemic: an Indian perspective", International Journal of Logistics Economics and Globalisation, 9(3), 248-276

Karmaker, C. L., Ahmed, T., Ahmed, S., Ali, S. M., Moktadir, M. A., & Kabir, G. (2021). Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model. Sustainable Production and Consumption, 26, 411–427

Kazancoglu S Kumar A(2023) "Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19," Annals of Operations Research, Springer, vol. 322(1), pages 217-240

Leoni M. Canay, J (2022). Educación y tecnología en México y América Latina. Perspectivas y retos. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 10(2), 163-169.

Oral F. & Riffo, B(2022) aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. Formación universitaria, 6(5), 29-38.

Paul T(2020)Family incivility and workplace bullying: Mediating and moderating model of psychological safety, optimism and organization-based self-esteem International Journal of Conflict Management 34 (2), 234-252

Raut r, C.; Khalili, S.; Bogdanov, D(2020) An Optimizing Heat Consumption System Based on BMS. Appl. Sci. 2022, 12, 3271. [CrossRef]

Sarker, I.H. (2021) Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. SN Computer Science, 2, Article No. 160.

Shahed D (2020)Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. Paradigma, 35(1), 103-12

Singh et T.; Rafik, M Giri, F(2022) Multi-objective output feedback control strategy for a variable speed wind energy conversion system. Int. J. Electr. Power Energy Syst

Unal R Mahroof D Rivera, T(2022) Design and Implementation of a Modular Bidirectional Switch Using SiC-MOSFET for Power Converter Applications. Act. Passive Electron. Compon. 2018, 2018, 4198594

ZhangA.; Boumhidi, J(2022) Multi-objective optimization and energy management in renewable based AC/DC microgrid. Comput. Electr. Eng

Zhou, B.; Zou, J.; Chung, C.Y(2022). Multi-microgrid Energy Management Systems: Architecture, Communication, and Scheduling Strategies. J. Mod. Power Syst. Clean Energy 2021, 9, 463–476. [CrossRef]