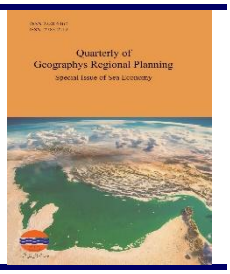
Iranian Association of Geopolitical

Geography (Regional Planning)

Summer 2023. Vol 13. Issue 51

ISSN (Print): 2228-6462 - ISSN (Online): 2783-2112

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Research Paper

Presenting a model for improving productivity in the military units of the urban population

Mohamad Heydari Manesh[1], Abas Ali Salmani Marvast[*2], Toraj Mojibi [3], Seyed Ahmad Shayannia[4], Majid Motamedi[5]

1. Department of Industrial Management, Firuzkooh Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor at The Department of Economic and Management, Imam Hussein University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Firoozkooh Branch, Department of Public Administration, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
4. Assistant Professor of Management, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
5. Assistant professor, industrial Management, Noshahr Branch, Islamic Azad University, Noshahr, Iran

ARTICLEINFO

PP: 809-824

Use your device to scan and read the article online

Keywords: *Scheduling of job rotation, non-physical factors, refrigeration simulation algorithm*

Abstract

In this research, considering the concept of morale from non-physical factors, in the field of battle, we arrive at two types of positive and negative morale resulting from doing similar and not just the same tasks in military units, in this article, a new and flexible model for improving the efficiency of agents A non-physical model has been presented in the military units of the basic people. In this article, every soldier who uses the equipment is considered as an operator and combat actions are determined as job duties. Therefore, by using this model, the work can be done in a way scheduled that similar tasks are assigned to each operator in the smallest programmable period and non-similar tasks are assigned to each operator in the largest programmable period, so that the total allocation cost includes the total cost of doing the work and the total cost of negative morale is minimized. This article is based on the military unit for manpower scheduling in the people's unit, which consists of 3 companies in a battalion with 4 different types of duties. To solve the problem of manpower scheduling, a meta-heuristic algorithm called refrigeration simulation algorithm was used, and the result showed that the allocated manpower was scheduled with the least negative mood using proper job rotation

Citation: Heydari Manesh, M., Salmani Marvast, A. A. , mojibi, T. , Shayannia, S. A. and motamedi, M. (2023). Presenting a model for improving productivity in the military units of the urban population. Geography (Regional Planning), 13(51), 809-824.

DOI: 10.22034/jgeoq.2023.376041.3968

[*]**Corresponding Author:** Abbasali Salmani Marvast, **Email:** moeliran@gmail.com

Copyright © 2024 The Authors. Published by Qeshm Institute. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

The job rotation scheduling problem is a subset of the human resource scheduling problem in a combat unit, which aims to allocate tasks to operators over specific time periods, in a way that minimizes the costs of the allocation, including the costs of performing the task and the opportunity costs. Opportunity costs are those costs that arise as a result of reducing individual productivity, the emergence of ergonomic and safety-related issues, or both. Among the individual productivity issues, learning, acquiring more skills, motivation, and morale can be mentioned, and the risks faced in the workplace, working with tools, items, etc. are also among the issues that can be mentioned in the field of ergonomic and safety-related issues. (Dahman et al., 2020) Job rotation is one of the job design strategies that is used to increase the employee's motivation to perform repetitive tasks or tasks. Most organizations use this strategy to multi-task and multi-skill employees in the form of job rotation scheduling programs. However, the benefit of job rotation in improving performance has not been confirmed with certainty. Using very simple and non-heuristic rules, such as assigning different tasks to what was done by the operator in the previous period, does not lead to improved performance, and it is necessary to develop innovative rule-based models, so that by modifying the task scheduling method, performance can also be improved. (Kanha et al., 2020) In this paper, a nonlinear integer model is proposed for the job rotation scheduling problem. By introducing positive and negative morale resulting from the similarity of tasks assigned to each operator, a new idea is proposed regarding the calculation of the negative morale cost of each operator, through which, in addition to the allocation costs, the negative morale cost can be included in determining the job rotation schedule and the efficiency of decisions can be improved. Also, simulated annealing meta-heuristic search algorithms will be used to solve the model.

Methodology

The research method is of an applied type in terms of purpose and of a mathematical descriptive type in terms of method. The researcher first attempts to model a job rotation problem and then solve it using the simulated melting metaheuristic algorithm. The data analysis method was carried out using the principles of the simulated refrigeration algorithm and using Matlab software.

Results and Conclusion

The results of examining the model in larger-dimensional problems in the table above show that by comparing rows 1 and 2, we conclude that the time to achieve the best objective function increases with increasing days. By comparing rows 2 and 3, we conclude that by increasing DOR, i.e. the number of days during which the degree of similarity of the tasks assigned to each operator is calculated, the time to achieve the best objective function decreases. By comparing rows 4 and 5, we conclude that by increasing DOR, i.e. the number of days during which the degree of similarity of the tasks assigned to each operator is calculated, the time to achieve the best objective function decreases. Relaxing the assumption of no time limit and considering the effect of negative morale or learning on the time to complete the task by each operator are other areas of development for this model. Therefore, it can be concluded that in the process of managing the grassroots system, in this article, four different tasks of grassroots military units were examined, and the conclusion was reached that the greater the degree of similarity of these four tasks, the greater the cost of negative morale of the human resources. Therefore, military units should avoid using people in similar tasks in order to allocate their human resources, and given that these four tasks are very similar in many areas, they should use combat rotation between other tasks in order to prevent negative morale of the human resources and combat burnout.

References

1. Tavakoli Moghadam, Reza, Norouzi, Narges, Kalami, Seyed Mostafa, Salamat Bakhsh, Alireza, (2013), Metaheuristic Algorithms: Theoretical Foundations and Implementation in

MATLAB, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, First Edition.

2. Tavakoli Moghadam, Reza, Rabbani Masoud, Taghavi, Seyed Masoud, (2005), Solving the Manpower Scheduling Problem Using the Simulated Annealing Method, International Journal of Industrial Engineering and Production Management (Persian) (International Journal of Engineering Sciences), Volume 16, Issue 2; pp. 1-11.
3. Rezaian, Javad, Shafipour, Omrani, Masoud, Abdollahpour, Sana, (2014), Metaheuristic Algorithms and Their Applications, Jihad Daneshgahi Publications, First Edition, Mazandaran.
4. Safavi, Seyed Ali Akbar, Pourjafarian, Narges, Safavi, Seyed Ali, (2014), Optimization based on metaheuristic algorithms, University Press, First edition, Tehran.
5. Tahmasbi Hamzeh, Amin, Mohseni, Mahshid, (2012), Multi-objective scheduling of traffic police manpower, Case study: Gilan traffic police, Research in operations and its applications (Applied mathematics), Volume 9, Number 4 (35th series); pp. 107-120
6. Tabriz Alam, Akbar, Zandiyeh, Mostafa, Mohammad Rahimi, Alireza, (2019), Metaheuristic algorithms in combinatorial optimization, First edition, Tehran:
7. Saffar Eshraghi Publications. Ayough, Ashkan, Zandieh, Mostafa, Farhadi, Farbod, (2020), Balancing, sequencing, and job rotation scheduling of a U-shaped lean cell with dynamic operator performance. Computers & Industrial Engineering Volume 143, May 2020, 106363
8. Bhadury, J., Rdovilsky, Z., (2006), Job Rotation Using The Multi-period Assignment Model, International Journal of Production Research 44 (20), 4431-4444
9. Burke, L., Moore, J.E., (2000), The Reverberating Effects of Job Rotation: A Theoretical Exploration of Nonrotators' Fairness Perceptions, Human Resource Management Review 10 (2): 127-152.
10. Cunha Liliana, Silva Daniel, Santos Marta, Cláudia Pereir(2020)" Do we want to keep working in 12-h shifts? The follow-up of the work schedule change in a Portuguese industrial company" International Journal of Industrial Ergonomics Volume 77, May 2020, 102958
11. Carnahan, B.J., Redfern, M.S., Norman, B., (2000), Designing safe job rotation schedules using optimization and heuristic search, Ergonomics 43 543-560
12. Hochdörffer Jan, Hedler Marc, Lanza Gisela(2018)" Staff scheduling in job rotation environments considering ergonomic aspects and preservation of qualifications" Journal of Manufacturing Systems Volume 46, Pages 103-114
13. Paul, P., Kuijer, F.M., Bart, K., (1999), Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department, Ergonomics 42 (9), 1167-1177
14. Sana Dahmen, Rekik Monia, Soumis François, Desaulniers Guy(2019)" A two-stage solution approach for personalized multi-department multi-day shift scheduling" European Journal of Operational Research, Volume 280, Issue 3, 1 February 2020, Pages 1051-1063
15. Sekiner, S.U., Kurt, M., (2007), A Simulated Annealing Approach To The Solution Of Job Rotation Scheduling Problems, Applied Mathematics and Computation 188: 31-45.
16. Sekiner, S.U., Kurt, M., (2008), Ant colony optimization for the job rotation scheduling problem, Applied Mathematics and Computation 201: 149–160
17. Yang Songpo, Liao Feixiong, Wu Jianjun, Harry J.P. Timmermans, Sun Huijun, Gao Ziyou "A bi-objective timetable optimization model incorporating energy allocation and passenger assignment in an energy-regenerative metro system" Transportation Research Part B: Methodological, Volume 133, March 2020, Pages 85-113

فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)

دوره ۱۳، شماره ۵۱، پ ۱۴۰۲

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

مقاله پژوهشی

ارائه مدل ارتقا بهره وری عوامل غیرفیزیکی در یگان های نظامی مردم پایه شهری

محمد حیدری منش– گروه مدیریت صنعتی, واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

عباسعلی سلمانی مروست*– استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

تورج مجیبی – دانشیار، گروه مدیریت دولتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

سید احمد شایان نیا – استادیار مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران

مجید معتمدی – گروه مدیریت صنعتی، واحد نوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران

اطلاعات مقاله

شماره صفحات: ۸۲۴-۸۰۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی:

زمانبندی گردش شغلی ،عوامل غیر فیزیکی ،الگوریتم شبیه سازی تبرید

چکیده

در این تحقیق با توجه مفهوم روحیه از عوامل غیر فیزیکی، در عرصه نبرد به دو نوع روحیه مثبت و منفی ناشی از انجام کارهای مشابه و نه صرفا یکسان در یگان های نظامی می رسیم،در این مقاله مدل جدید و منعطفی برای ارتقا بهره وری عوامل غیرفیزیکی در یگان های نظامی مردم پایه ارائه شده است که در این مقاله هر رزمنده که از ادوات بهره می برد به عنوان اپراتور در نظر گرفته شده و اقدامات رزمی به عنوان وظایف شغلی تعیین می گردد لذا با استفاده ازاین مدل می توان کارها را به نحوی زمانبندی کرد که کارهای مشابه در کوچکترین دوره قابل برنامه ریزی و کارهای غیر مشابه در بزرگترین دوره قابل برنامه ریزی به هر اپراتور تخصیص داده شود ، به نحوی که کل هزینه تخصیص شامل هزینه کل انجام کار و هزینه کل روحیه منفی کمینه گردد.مسئله مورد نظردر این مقاله در یگان نظامی برای زمانبندی نیروی انسانی در یگان مردم پایه می باشد که از ۳ گروهان در یک گردان با ۴ نوع وظیفه مختلف می باشد . برای حل مسئله زمان بندی نیروی انسانی از یک الگوریتم فرابتکاری به نام الگوریتم شبیه سازی تبرید استفاده شد و نتیجه نشان دهنده ان بود که نیروی انسانی تخصیص داده شده با استفاده از چرخش شغلی مناسب ،با کمترین روحیه منفی زمانبندی شدند.

استناد: حیدری منش، محمد، سلمانی مروست، عباسعلی، مجیبی، تورج، شایان نیا، سید احمد و معتمدی، مجید . (۱۴۰۲). ارائه مدل ارتقا بهره وری در یگان های نظامی مردم پایه شهری. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۳(۵۱)، ۸۰۹-۸۲۴

DOI: 10.22034/jgeoq.2023.376041.3968

* **نویسنده مسئول:** عباسعلی سلمانی مروست ، **پست الکترونیکی:** moeliran@gmail.com

مقدمه

مسئله زمانبندی گردش شغلی یکی از زیر مجموعه های مسئله زمانبندی منابع انسانی در یگان رزم است که هدف آن تخصیص کارها به اپراتورها طی دوره های زمانی مشخص است ، به نحوی که هزینه های ناشی از تخصیص شامل هزینه های انجام کار و هزینه های فرصت کمینه شود . منظور از هزینه های فرصت آن دسته از هزینه هایی است که در نتیجه کاهش بهره وری فردی ، بروز مسائل ارگونومیکی و مرتبط با ایمنی ویا هر دو ایجاد می شوند .از جمله موارد بهره وری فردی می توان یادگیری ، کسب مهارت های بیشتر، انگیزه و روحیه را نام برد و مخاطرات مواجه با محیط کار، کار با ادوات ، موارد و غیره نیز از موارد قابل ذکر در حیطه مسایل ارگونومیکی و مرتبط با ایمنی می باشد.(داهمن و دیگران[1]،۲۰۲۰)

گردش شغلی از جمله استراتژی های طراحی شغل است که به منظور افزایش انگیزه شاغل در انجام کارها یا وظایف تکراری بکارگرفته می شود .اغلب سازمان ها از این استراتژی برای چند کارکردی و چند مهارت نمودن کارکنان در قالب برنامه های زمانبندی گردش شغلی بهره می جویند .با این حال مزیت گردش شغلی در بهبود عملکرد به یقین تایید نشده است .استفاده از قواعد بسیار ساده و غیر ابتکاری مانند اختصاص کارهای مختلف نسبت به آنچه در دوره گذشته توسط اپراتور انجام شده است ، به بهبود عملکرد نمی انجامد و لازم است مدلهای مبتنی بر قواعد مبتکرانه توسعه داده شود، به نحوی که با اصلاح شیوه زمانبند ی کارها، بهبود عملکرد نیز حاصل شود.(کانها و دیگران[2]،۲۰۲۰)

در این مقاله برای مسئله زمانبندی گردش شغلی ، یک مدل عدد صحیح غیر خطی پیشنهاد شده است که با معرفی روحیه منفی مثبت و منفی ناشی از شباهت کارهای اختصاص داده شده به هر اپراتور ، ایده ای جدید در خصوص محاسبه هزینه روحیه منفی هر اپراتور پیشنهاد داده و از طریق آن می توان علاوه بر هزینه های تخصیص ، هزینه روحیه منفی را در تعیین زمانبندی گردش شغلی وارد نمود و کارایی تصمیمات را بهبود بخشید . همچنین الگوریتم های جستجوی فرا ابتکاری تبرید شبیه سازی شده برای حل مدل به کار گرفته خواهد شد.

پیشینه تحقیق

مسئله زمانبندی گردش شغلی یکی از زیر مجموعه های مسئله زمانبندی منابع انسانی است که هدف آن تخصیص کارها به اپراتورها طی دوره های زمانی مشخص است، به نحوی که هزینه های ناشی از تخصیص شامل هزینه های انجام کار و هزینه های فرصت کمینه شود. منظور از هزینه های فرصت آن دسته از هزینه هایی است که در نتیجه کاهش بهره وری فردی می توان یادگیری ، کسب مهارتهای بیشتر ، انگیزه و رضایت رزمی را نام برد و مخاطرات مواجه با محیط کار ، کار با ادوات مواد و غیره نیز از موارد قابل ذکر در حیطه مسایل ارگونومیکی و مرتبط با ایمنی می باشد (هاچدورفر[3] و دیگران،۲۰۲۰) کاربرد و گردش شغلی طیف وسیعی از شرکتهای تولیدی را تنوع وظایف ، سیستم های صنعتی پیشرفته همچون صنایع تولید سلولی و سازمانهای خدماتی همچون بیمارستان ها ، اداره پلیس ، آتش نشانی ، اتوبروسرانی و غیره را شامل میشود(پولیندر و دیگران[4] ،۲۰۱۹) ، اما تحقیقات انجام شده در مورد بررسی اثرات بکارگیری گردش شغلی در عمل به نتایج ضد و نقیضی دست یافته است ، به نحوی که به طور قاطع نمی توان مزیت آن را دربهبود عملکرد کارکنان اثبات شده دانست .

---

[1] Sana Dahmen,Rekik Monia ,Soumis François, Desaulniers Guy
[2] Cunha Liliana, Silva Daniel, Santos Marta, Cláudia Pereir
[3] Hochdörffer Jan, Hedler Marc ,Lanza Gisela
[4] Polinder Gert-jaap ,Thomas Breugem ,Twan Dollevoet, Gábor Maróticd

هاچدورفر،هدلر و لانزا ۲۰۱۸ در تحقیق خود یک سیستم برنامه ریزی کوتاه مدت کارکنان را برنامه ریزی کردند. تغییر جمعیتی یک عامل مؤثر شناخته شده است که سیستم های تأمین نیرو را در کشورهای صنعتی به چالش می کشد. در یک زمینه تولید ، شرکت ها باید از نظر صلاحیت و اختلالات و همچنین افزایش سن متوسط ، با نیروی کار فزاینده ناهمگن کنار بیایند. توسعه فرایندهای استاندارد تر و روند حرکت به سمت زمانهای کوتاهتر ، همراه با تغییرات جمعیتی در نیروی کار ، نشان از اهمیت ویژه ای در برنامه ریزی کارکنان دارد.یک سیستم برنامه ریزی کوتاه مدت کارکنان که با در نظر گرفتن صلاحیت های کارگران ، قرار گرفتن در معرض ارگونومیک محل کار و جدیدترین تخصیص های هر کارگر ، برنامه ریزی برای چرخش شغل ایجاد می کند ، به دنبال این است که جدیدترین تخصیص های هر کارگر بدنبال اطمینان از اختصاص کارگر مناسب در زمان مناسب در محل کار مناسب باشد. . پیچیدگی ناشی از چنین مشکلات برنامه ریزی در این مقاله با استفاده از یک اکتشافی مبتنی بر برنامه نویسی خطی ، که مشکل برنامه ریزی را به تدریج برای هر دور چرخش حل می کند ، برآورده می شود و یک برنامه چرخشی کار برای کل روز را ایجاد می کند.رویکرد ارائه شده برای برنامه ریزی کارکنان کوتاه مدت در یک نمونه اولیه نرم افزاری مبتنی بر VBA پیاده سازی شده است و در خط مونتاژ نهایی یک تولید کننده اتومبیل آلمانی تست شده است. (هاچدورفر،هدلر و لانزا، ۲۰۱۸)

آیوق و زندیه و فرهادی[1](۲۰۲۰) در مطالعه خود عملکرد نیروی انسانی را با توجه به فراموشی و کسالت و یادگیری بررسی کردند.عملکرد یک سلول تولیدی بستگی به یک طرح لایه باز کارآمد و برنامه های کاری بهینه دارد. با این حال، عوامل وابسته به اپراتور مانند یادگیری ، فراموشی ، انگیزه و کسالت می توانند به میزان قابل توجهی بر خروجی سیستم تأثیر بگذارند. در این مطالعه ، اپراتورهای ناهمگن را با معیارهای عملکرد پویا در نظر گرفته و یکپارچه سازی تکالیف رزمی ، و مشکلات زمانبندی چرخش شغل ، با توازن و توالی تولید در یک سلول تولیدی U شکل می گیریم. یک مدل ریاضی عدد صحیح غیر خطی چند دوره ای ارائه شد تا در یک افق برنامه ریزی محدود ، انحرافات از زمان و تعداد اپراتورها را به حداقل برساند. یک روش کارآمد فراابتکاری برای حل مسئله ایجاد شده است و نتایج با یک پرونده ایستا که هیچ عامل انسانی در آن وجود ندارد مقایسه شد. نتایج محاسباتی نشان می داد که معیارهای وابسته به اپراتور می تواند عملکرد طراحی سلول را بهبود بخشد. (آیوق و زندیه و فرهادی،۲۰۲۰)

ویلکینسون و ادواردز نشان داده اند که گردش کار در یک سیستم دو نفره به عملکرد بالاتر نسبت به یک سیستم سه نفره بدون اجرای گردش شغلی انجامیده است (اسکینرو کرت۲۰۰۸) پاول و همکارانش (۱۹۹۹)با انجام یک تحقیق موردی به این نتیجه رسیده اند که گردش شغلی به کاهش بار کار اپراتورها منجر شده است . گیرفین در تحقیقات خود ، موفقیت گردش شغلی را در ارتقای سطح انگیزش و رضایت رزمی نامناسب ارزیابی کرده است (بهادری و رادویلسکی۲۰۰۶) . بنابر گزارش بهادری و رادویلسکی (۲۰۰۶) از نتایج تحقیقات کانینگام و ابرل و همچنین دیویس و تیلور ، اگر چه گردش شغلی سبب ارتقای سطح رضایت رزمی شده لیکن منجر به بهبود عملکرد نشده است.

علیرغم علاقه محققان به مطالعه اثرات گردش شغلی ، تا کنون تحقیقات اندکی برای توسعه و حل مدل های زمان بندی گردش شغلی صورت گرفته است مسئله زمانبندی گردش شغلی اولین بار توسط کراناهان و همکارانش (۲۰۰۰) مدل سازی و حل شده است . این محققین مدل تخصیص چند دوره ای که با متغیرهای عدد صحیح برنامه ریزی می شود را طراحی وسپس با استفاده ازالگوریتم ژنتیک راه حل آن را ارائه نموده اند. این مدل با وارد کردن پیش فرضیات مسئله زمانبندی تورهای کاری از الگوریتم های شبیه سازی تبرید(SA) و

1 Ayough Ashkan, Zandieh Mostafa, Farhadi Farbod

کلونی مورچگان (ACO)حل شده است . همانگونه که اشاره شد با وجود توسعه این مدلها ، مسئله اصلی این است که مدلهای مورد استفاده در عمل عملکرد مطلوبی در بهبود بهره وری فردی نداشته اند. به اعتقاد بهادری ورادویلسکی (۲۰۰۶) این موضوع به شیوه های زمان بندی کارها باز می گردد. این محققین معتقدند ضعف مدل های کنونی ، استفاده از قواعد بسیار ساده و غیر ابتکاری برای تعیین نحوه گردش وظایف است. همچنین می توان چنین استدلال کرد که مدل سازی منابع ایجاد هزینه های فرصت علاوه بر اینکه نیازمند خلاقیت در تعریف تابع مدل است چند هدفه بودن مدل زمان بندی گردش شغلی ، تطابق بیشتر با واقعیات را موجب می شود.

در این راستا بهادری و رادویلسکی (۲۰۰۶) سه مدل تخصیص چند دوره ای و دو هدفه و چند روش ساده ابتکاری برای بدست آوردن جوابهای موجه مطلوب ارائه داده اند و مدعی شده اند که سه مدل مذکور نسبت به مدل های پیشین ازاثر بخشی بالاتری برخوردار بوده وبه واقعیت نزدیکتر هستند. اهدافی که بهادری و رادویلسکی(۲۰۰۶) در مدلهای ارائه شده گنجانده اند شامل کمینه سازی هزینه های انجام کار و کمینه سازی روحیه منفی ناشی از تخصیص کارهای یکسان طی دوره برنامه ریزی به هر اپراتور است. این مقاله به توسعه مفهوم روحیه منفی و مدل زمانبندی گردش شغلی پیشنهادی بهادری و ورادویلسکی (۲۰۰۶) پرداخته و الگوریتم های ابتکاری کارا برای حل آن پیشنهاد شده است.

روش تحقیق :

روش تحقیق از حیث هدف از نوع کاربردی واز حیث روش از نوع توصیفی ریاضی است و محقق درصدد است ابتدا یک مسئله گردش شغلی را مدلسازی کند سپس با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری ذوب شبیه سازی شده آن را حل کند.روش تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از مبانی الگوریتم تبرید شبیه سازی شده وبا استفاده از نرم افزار مطلب انجام شد.

تبیین ساختار ومدل سازی مسئله:

همانطور که دربخش قبل اشاره شد اساس مدلهایی که تا کنون برای مسئله زمانبندی گردش شغلی پیشنهاد شده ا ست ، مدل تخصیص چند دوره ای می باشد. تابع هدف در این مدل از نوع کمینه سازی هزینه کل ناشی از تخصیص و متغیرهای تصمیم از نوع عدد صحیح (صفرو یک) می باشد. در این مقاله با افزودن مفروضات وارائه تعاریف جدید از روحیه منفی ، ساختارمدل تخصیص چند دوره ای برای فرموله کردن مسئله زمانبندی گردش شغلی مبتنی برتخصیص کارها به اپراتورها طی چند دوره برنامه ریزی با هدف کمینه نمودن کل هزینه های تخصیص بسط داده شده است .

مفروضات مدل

مفروضاتی که برای مدلسازی مسئله گردش شغلی بکار گرفته شده اندعبارت است از :تعداد کارها از تعدا د اپراتورها بیشتر است لذا به هر اپراتور در هر دوره برنامه ریزی حداقل یک کار تخصیص می یابد.هر کار درهر دوره برنامه ریزی تنها باید به یک اپراتور تخصیص یابد.هر کار در هر دوره برنامه ریزی تنها باید یکبار انجام شود .تعداد دوره های برنامه ریزی از قبل مشخص و بیش از یک دوره است.تعداد اپراتورها و کارها در هر یک از دورهای برنامه ریزی ثابت می ماند.برای انجام تمامی کارها دریک دوره برناه ریزی ، تعداد اپراتور در دسترس کفایت می نماید.مجموعه تمامی کارها باید درهر دوره برنامه ریزی برای انجام تخصیص داده شوند و انجام هیچ کاری به دوره بعد موکول نخواهد شد.محدودیت زمان برای انجام مجموعه کارها در هر دوره برنامه ریزی وجود ندارد.محدودیتی برای زمان در دسترس بودن هر اپراتوردر هر دوره برنامه ریزی وجود ندارد.تخصیص کارهای

مشابه در هر دوره برنامه ریزی مطلوب و در چند دوره برنامه ریزی نامطلوب ارزیابی می شود.تمامی پارامترها و داده های مسئله قطعی و در هر دوره برنامه ریزی ثابت است.

تعاریف ونمادهای مدل:

در صورتی که تعداد دوره های برنامه ریزی (بدون از دست رفتن عمومیت هر دوره از این پس یک روز کاری فرض میشود) برابر K ، تعداد اپراتورها برابر I و تعداد کارها برابر J در نظر گرفته شود ، اندیس های شمارنده پارامترها و متغیرهای تصمیم مسئله و پارامترها به شرح زیر نماد گذاری می شود.

اندیس ها :

i: شمارنده اپراتور (i=1 ,2, ... I)

j: شمارنده کار (j=1 , 2 ,.....J)

K:شمارنده روز(K=1 ,2 ,..... k)

پارامترها:

C_{ij}^{k} : هزینه انجام کارj توسط توسط اپراتور i در روز k

$p_{j,j}$: میزان یا درجه شباهت[e] دو کار j وj'به نحوی که :

[e]DOR : تعداد روزهایی که طی آن درجه شباهت کارهای اختصاص داده شده به هر اپراتورمحاسبه میشود . یعنی اگر هدف محاسبه درجه شباهت کارهای اختصص داده شده به اپراتور i تا روز kام باشد ، باید روزهای K-DOR+1 تا K در نظر گرفته شود . مشخصا DOR از K کوچکتر می شود.

a_1: هزینه ناشی از روحیه منفی روزانه اپراتور i که در اثر تخصیص کارها طی کل دوره برنامه ریزی احساس شده است.

متغیرهای تصمیم :

x_{ij}^{k} : در صورتی که کار j به اپراتور i در روز k اختصاص یابد برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر خواهد بود.

z_1: درصورتی که مقدار روحیه منفی کل اپراتور منفی شود برابر صفر و درغیر این صورت برابر یک است

در ادامه تعاریفی که منجر به محاسبه هزینه روحیه منفی ناشی از تخصیص کارهای مشابه طی دوره های برنامه ریزی به هر اپراتور خواهد شد ، ارائه میشود.

روحیه منفی مثبت

برای هر اپراتور در هر روز (i , k) B^{+} به سبب شباهت کارهای تخصیص داده شده به او در آنروز ایجاد می گردد. اگر به اپراتور تناهی کی کار در یک روز به خصوص تخصیص داده شود روحیه منفی مطلوب بری او معادل یک است.

(معادله ۱)

$$\forall\, k = 1,2, \dots . , k;\ \forall\, i = 1,2, \dots I$$

$$B^{+}(i,k) = \sum_{j=1}^{j-1} \sum_{u=1}^{J-j} x_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} . x_{\mathrm{ij+u}}^{\mathrm{k}} + \mathrm{P}_{\mathrm{jj+u}}$$

روحیه منفی منفی (نامطلوب)

برای هر اپراتور در هر روز $B^{-}(\mathrm{i,\ k})$بر اساس شباهت کارهی تخصییص داده شده ازروز kام تا DOR-1 روز قبل از آن محاسبه می شود

$$\forall\, k = 1,2, \dots . , k;\ \forall\, i = 1,2, \dots I$$

$$B^{+}(i,k) = \sum_{t=1}^{Min\{k-1, DAYS-OFF-ROTIN-1\}} \sum_{j=1}^{j-1} \sum_{u=0}^{J-j} x_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} . x_{\mathrm{ij+u}}^{\mathrm{k}} + \mathrm{P}_{\mathrm{jj+u}}$$

روحیه منفی کل اپراتور BORIN (i)

روحیه منفی ای است که اپراتور در طی پریود برنامه ریزی احساس می کند و برابر با تفاوت سهم هر وز از حداکثر روحیه منفی ناشی از شباهت کارهای تخصیص داده شده در DOR روز متوالی وحداقل روحیه منفی مطلوب به جهت تخصیص کارهای مشابه است. (معادله ۵)

$$\forall\, k = 1,2, \dots . , k;\ \forall\, i = 1,2, \dots I$$

$$BORNING\ (i) = \frac{Max_k\{B^{-}(i,k)\}}{DOR}\ MIN_k\{B^{+}(i,k)\} \rightarrow BORNING\ (i) = \frac{B^{-}(i)}{DOR} B^{+}(i)$$

درصورتی که مقدار روحیه منفی کل اپراتور منفی شود هزینه ای نخواهد داشت .

مدل پیشنهادی

با توجه به مفروضات و تعاریف ارائه شده در قسمت قبل ، ساختار مدل تخصیص چنددوره ای برای فرموله کردن مسئله زمانبندی گردش شغلی به شکل زیر توسعه داده می شود . تابع هدف در این مدل (معادله ۶)از دو عبارت تشکیل شده که عبارت اول هزینه کل انجام کار توسط هر تخصیص و عبارت دوم جمع هزینه روحیه منفی هر اپراتور ناشی از احسای روحیه منفی او به دلیل اختصاص کارهای مشابه در طی افق برنامه ریزی بوده که به صورت غیر خطی فرموله شده ست .

$$Min\ \ Z = \sum_{t=1}^{i} \sum_{j=1}^{j} \sum_{k=1}^{k} c_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} . x_{\mathrm{ij+u}}^{\mathrm{k}} + \mathrm{z_i} \sum_{i}^{i} BORINIG\ (i); s, t \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{I} x_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} = 1\ \ \forall\, k = 1,2, \dots . , k;\ \forall\, i = 1,2, \dots I \quad (7)$$

$$\sum_{J=1}^{J} x_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} \geq 1 \ \forall\, k = 1,2,\ldots.,k;\ \forall\, i = 1,2,\ldots I \qquad (8)$$

$$x_{\mathrm{ij}}^{\mathrm{k}} = 0,1 \qquad (9)$$

$$\mathrm{z_i} = 0,1 \qquad (10)$$

$$(I - \mathrm{z_i})\mathrm{M} + \mathrm{BORNING\ (i)} \geq 0 \quad \forall\, i = 1,2,\ldots.,k \qquad (11)$$

$$-\mathrm{z,M} + \mathrm{BORNING\ (i)} \leq 0 \quad \forall\, i = 1,2,\ldots.,k \qquad (12)$$

معادل (۷) بر اساس فرض(۲) و نامعادله (۸) مستقیما ارضا کننده فرض (۱) معادلات (۹) و (۱۰) بیان کننده عدد صحیح (از نوع صفر و یک) بودن مدل می باشد . نامعادلات (۱۱) و(۱۲) نیز محدودیت مثبت بودن روحیه منفی اپراتور جهت محاسبه هزینه مرتبط را عملیاتی می نمایند.

طراحی الگوریتم

تبرید شبیه سازی شده از تکنیک های فراابتکاری جستجوی شناخته شده ای است که در مسائل بهینه سازی پیوسته وگسسته متعددی به کار گرفته شده است.مشخصه کلیدی تبرید شبیه سازی شده این است که به وسیله حرکات مشابه صعود به ارتفاع و سقوط از ارتفاع(فرازوفرود) ابزاری را برای جستجوی محلی فراهم می کند به این امید که جواب بهینه حاصل گردد. الگوریتم شبیه سازی تبرید هم به عنوان یک الگوریتم فراابتکاری و هم به عنوان رویکردی جهت بهبود عملکرد سایر الگوریتم های فراابتکاری به وفور مورد استفاده قرار گرفته است.

به عبارت دیگر تبرید شبیه سازی شده یک تکنیک جستجوی تصادفی برای مسائل بهینه سازی سراسری است که در آن از فرآیند تولید کریستال جامد از مواد مذاب به وسیله سرد کردن مذاب الگوبرداری شده است. هرچه نرخ کاهش دما در ماده مذاب آهسته تر باشد بلورهای جامد با سرعت کمتر و با نظم بیشتری تشکیل می شوند در نتیجه ماده جامد حاصل شده تخلخل (حفره) کمتری خواهد داشت و بلور جامد از نظر مقاومت به ضربه در وضعیت بهتری قرار می گیرد بنابراین فرآیند تبرید دربرگیرنده کنترل دقیق دما و نرخ سرمایش است.

همچنین می توان گفت عملکرد الگوریتم شبیه سازی تبرید معادل با انداختن چند توپ پرجنب و جوش در یک سطح ناهموار است. همین طور که توپ ها به این طرف و آن طرف می پرند و انرژی از دست می دهند نهایتا در برخی مینیمم های محلی متمرکز می شوند. اگر توپ ها اجازه داشته باشند که به اندازه کافی به اطراف بپرند یعنی به اندازه کافی و به آرامی انرژی از دست بدهند سرانجام تعدادی از توپ ها به داخل پایین ترین مکان سراسری (مینیمم سراسری) خواهند افتاد. بنابراین مینیمم سراسری بدست خواهد آمد.

۱- تعریف تابع هدف و تنظیم پارامترهای الگوریتم

تعریف دمای اولیه Tو مقدار اولیه $x^{(0)}$

تعریف دمای نهایی Tو تعداد تکرار N

تعریف نرخ کاهش دمای α

۲- تا زمانی که$(n < N,\ T > T_F)$

جابه جایی تصادفی به مکان جدید(انجام تغییراتی در جواب جاری برای جستجوی تصادفی):

$$x_{n+1} = x_n + rand$$

محاسبه$\Delta f = f_{n+1}(x_{n+1}) - f_n(x_n)$

۳-اگر جواب جدید بهتر باشد پذیرفته می شود

در غیر این صورت

یک عدد تصادفی r تولید می شود

اگر $p = exp\left[-\frac{\Delta f}{T}\right] > 7$ جواب جدید پذیرفته می شود

اتمام حلقه

بروز کردن x^*f^*

N=n+1

اتمام حلقه

تنظیم پارامترهای اولیه:

در ابتدا پارامترهای الگوریتم SA را مشخص میکنیم که این پارامترها براساس تنظیم پارامتر و سعی و خطا چک شده و این اعداد بدست آمده است که عبارتند از:

تعداد جمعیت=۲۰

popsize=20;

تعداد تکرار=۱۰۰

maxiter=100;

دمای اولیه =۱۰۰

T0=100;

دمای نهایی =۱

Tf=1;

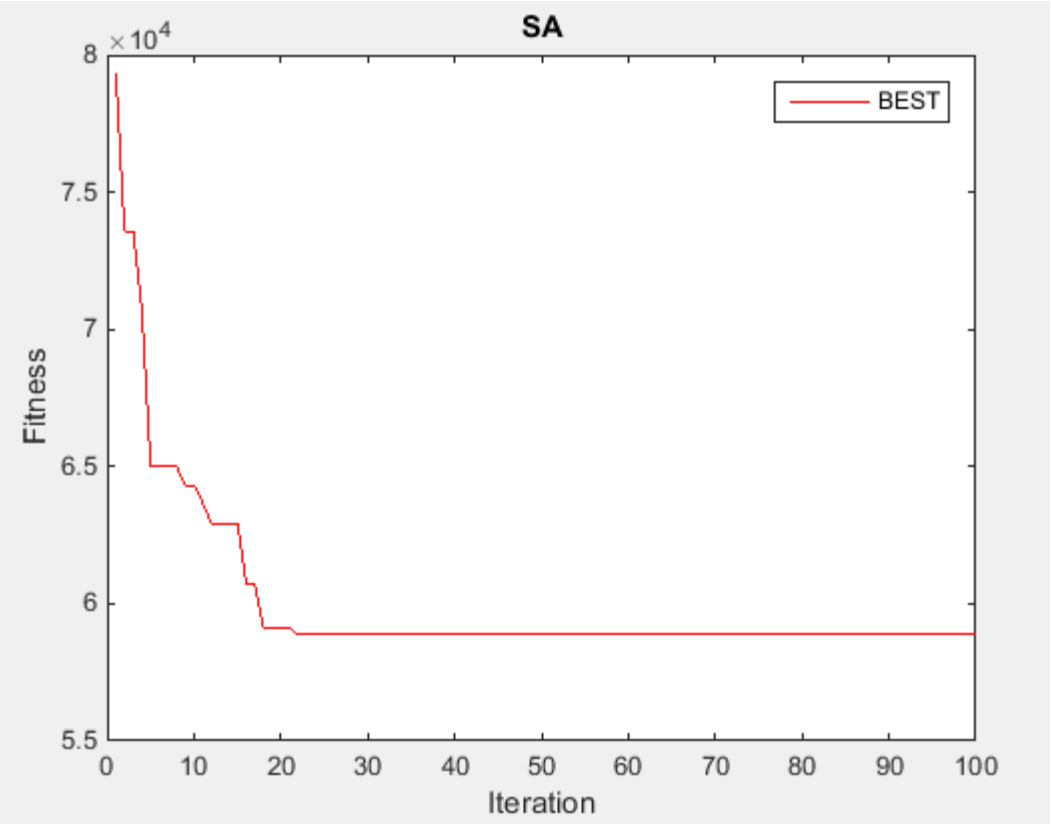
نمودار سردسازی=خطی

Tdamp=((T0-Tf)/maxiter);

تعداد همسایه=۵

nn=5; % number of neighborhood

نمودار ۱:عملکرد الگوریتم شبیه سازی تبرید برای زمانبندی نیروی انسانی



همانگونه که در نمودار یک مشاهده میشود روحیه منفی از تکرار(iteration)۲۰ مقدار ثابتی داشته و میتوان نتیجه گرفت که هزینه روحیه منفی از این تکرار به بعد بهینه شده است.

حال جواب نهایی را بررسی می کنیم که iنشان دهنده تعداد اپراتورها و jنشان دهنده تعداد کارها شامل وظیفه های مختلف یگان وk نشان دهنده تعداد روزهای کاری است:

k5	k4	k3	k2	k1	j	i
0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	2	1
0	1	1	0	1	3	1
1	0	0	0	0	4	1
1	0	0	0	0	1	2
0	0	1	0	0	2	2
0	0	0	1	0	3	2
0	1	0	1	1	4	2
0	0	1	1	1	1	3
0	1	0	0	0	2	3
1	0	0	0	0	3	3

0 0 1 0 0 4 3

از نتایج حل مدل می توان نتیجه گرفت که اپراتور ۱ کار ۱ در روز ۴ انجام میدهد و و اپراتور ۱کار ۲در روز ۲ انجام میدهد و به همین صورت بهترین برنامه زمانبندی نیروی انسانی با کمترین روحیه منفی بدست آمد.

نتیجه گیری

در این مقاله با توسعه مفهوم روحیه منفی ناشی از کارهای یکسان به دو نوع روحیه منفی مثبت(مطلوب) و منفی(نامطلوب) ناشی از انجام کارهای مشابه و نه صرفا یکسان مدل جدید و منعطفی ارائه شد که با استفاده از آن می توان در شیوه زمانبندی کارهای تخصیص داده شده به هر اپراتور طی دوره های برنامه ریزی (که مسئله زمانبندی گردش شغلی نامیده می شود) نسبت به مدل های دیگر تحول ایجاد کرد.

همچنین الگوریتم های فرا ابتکاری کارائی برای غلبه بر پیچیدگی الگوریتمی مسئله زمانبندی گردش شغلی پیشنهاد شد و کیفیت الگوریتم SA در این مسئله تایید شد که می تواند محققین دیگر را در بکارگیری این الگوریتم دست کم برای حل مدلهای تخصیص چند دوره ای که کاربردهای متنوعی دارد ترغیب نماید. از آنجا که مدل پیشنهادی مفاهیم جدید و منعطفی برای طراحی مسئله زمانبندی گردش شغلی ایجاد می کند باز تعریف و تعمیق مفهوم شباهت دو کار و هزینه های ناشی از روحیه منفی و غیره می تواند موارد کاربرد بیشتر و واقعی تری به مدل بیافزاید. همچنین نتایج حاصل از تحقیق:

شماره مسئله	K تعداد روزها	Jتعداد کارها	Iتعداد اپراتور	DOR درجه شباهت کارها	BEST FITNESS تابع هدف	TIME زمان
۱	۳	۳	۲	۲	۵۰۸۲۸	۶.۳۶۵
۲	۵	۳	۲	۲	۷۲۶۰۰.۷۱	۶.۹۸۶
۳	۵	۳	۲	۳	۶۵۲۶۹.۴۹	۶.۷۰۹
۴	۵	۵	۳	۲	۸۶۰۵۲.۲۱	۱۱.۸۹۹
۵	۵	۵	۳	۳	۷۳۲۱۶.۴۴	۱۱.۸۹۷

نتایج حاصل از بررسی مدل در مسائل با ابعاد بزرگتر در جدول فوق نشان میدهد که با مقایسه ردیف ۱ و ۲ به این نتیجه می رسیم که با افزایش روز زمان دستیابی به بهترین تابع هدف افزایش می یابد.با مقایسه ردیف ۲ و ۳ به این نتیجه می رسیم که با افزایش DORیعنی تعداد روزهایی که طی آن درجه شباهت کارهای اختصاص داده شده به هر اپراتور محاسبه می شود زمان دستیابی به بهترین تابع هدف کاهش می یابد.با مقایسه ردیف ۴ و ۵ به این نتیجه می رسیم که با افزایش DOR یعنی تعداد روزهایی که طی آن درجه شباهت کارهای اختصاص داده شده به هر اپراتور محاسبه می شود زمان دستیابی به بهترین تابع هدف کاهش می یابد. آزاد سازی فرض عدم وجود محدودیت زمانی و لحاظ کردن تاثیر روحیه منفی ها یا یادگیری بر زمان انجام کار توسط هر اپراتور از دیگر زمینه های توسعه این مدل می باشد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت که در فرآیند مدیریت نظام مردم پایه که در این مقاله چهار وظیفه مختلف یگان های نظامی مردم پایه مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه دست یافت که هر چقدر درجه شباهت این چهار

وظیفه بیشتر باشد هزینه روحیه منفی نیروی انسانی بیشتر میشود .بنابراین یگان های نظامی جهت تخصیص نیروی انسانی خود از بکارگیری افراد در وظایف مشابه جلوگیری کند و با توجه به اینکه این چهار وظیفه در بسیاری از بخش ها شباهت زیادی به هم دارند باید در جهت جلوگیری از روحیه منفی نیروی انسانی و فرسودگی رزمی از چرخش رزمی بین وظایف دیگر استفاده کند.

منابع

۱.توکلی مقدم،رضا،نوروزی،نرگس،کلامی،سید مصطفی،سلامت بخش،علیرضا، (۱۳۹۲)،الگوریتم های فراابتکاری مبانی نظری و پیاده سازی در متلب، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب،چاپ اول،تهران.

۲.توکلی مقدم رضا, ربانی مسعود, تقوی ، سیدمسعود ، (۱۳۸٤) ، حل مساله برنامه زمانبندی نیروی انسانی با استفاده از روش Simulated Annealing، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید (فارسی)(نشریه بین المللی علوم مهندسی) ، دوره ۱٦ , شماره ۲; ص ۱ الی ۱۱.

۳.رضائیان،جواد،شفیع پور، عمرانی،مسعود،عبداله پور،سنا، (۱۳۹۳) ، الگوریتم های فراابتکاری و کاربردهای آن ، انتشارات جهاد دانشگاهی،چاپ اول ،مازندران.

٤.صفوی،سید علی اکبر،پورجعفریان،نرگس،صفوی،سید علی، (۱۳۹۳) ، بهینه سازی بر پا یه الگوریتم های فراابتکاری، انتشارات نشر دانشگاهی،چاپ اول،تهران.

۵.طهماسبی حمزه،امین, محسنی ، مهشید، (۱۳۹۱) ، زمانبندی چند هدفه نیروی انسانی پلیس راه جاده ای، مطالعه موردی: پلیس راه گیلان، تحقیق در عملیات و کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی), دوره ۹ , شماره ٤ (پیاپی ۳۵); ص ۱۰۷ الی ۱۲۰

٦.عالم تبریز، اکبر، زندیه ، مصطفی، محمد رحیمی ، علیرضا ، (۱۳۷۸)، الگوریتم های فراابتکاری در بهینه سازی ترکیبی، چاپ اول، تهران: انتشارات صفار اشراقی.

1. Ayough, Ashkan, Zandieh, Mostafa, Farhadi, Farbod ,(2020), Balancing, sequencing, and job rotation scheduling of a U-shaped lean cell with dynamic operator performance. Computers & Industrial Engineering Volume 143, May 2020, 106363
2. Bhadury, J., Rdovilsky, Z., (2006), Job Rotation Using The Multi-period Assignment Model, International Journal of Production Research 44 (20),4431-4444
3. Burke, L., Moore, J.E., (2000), The Reverberating Effects of Job Rotation:A Theoretical Exploration of Nonrotaters' Fairness Perceptions, Human Resource Management Review 10 (2): 127-152.
4. Cunha Liliana, Silva Daniel, Santos Marta, Cláudia Pereir(2020)" Do we want to keep working in 12-h shifts? The follow-up of the work schedule change in a Portuguese industrial company" International Journal of Industrial Ergonomics Volume 77, May 2020, 102958
5. Carnahan, B.J., Redfern, M.S., Norman, B., (2000), Designing safe job rotation schedules using optimization and heuristic search, Ergonomics 43 543-560
6. Hochdörffer Jan, Hedler Marc ,Lanza Gisela(2018)" Staff scheduling in job rotation environments considering ergonomic aspects and preservation of qualifications" Journal of Manufacturing Systems Volume 46, Pages 103-114

7. Paul, P., Kuijer, F.M., Bart, K., (1999), Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department, Ergonomics 42 (9), 1167-1177
8. Sana Dahmen,Rekik Monia ,Soumis François, Desaulniers Guy(2019)" A two-stage solution approach for personalized multi-department multi-day shift scheduling" European Journal of Operational Research ,Volume 280, Issue 3, 1 February 2020, Pages 1051-1063
9. Sekiner, S.U., Kurt, M., (2007), A Simulated Annealing Approach To The Solution of Job Rotation Scheduling Problems, Applied Mathematics and Computation 188: 31-45.
10. Sekiner, S.U., Kurt, M., (2008), Ant colony optimization for the job rotation scheduling problem, Applied Mathematics and Computation 201: 149–160
11. Yang Songpo , Liao Feixiong , Wu Jianjun ,Harry J.P.Timmermans,Sun Huijun,Gao Ziyou "A bi-objective timetable optimization model incorporating energy allocation and passenger assignment in an energy-regenerative metro system" Transportation Research Part B: Methodological, Volume 133, March 2020, Pages 85-113