International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2013)

February 2013, Volume 23, Number 4
pp. 431-445

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

A Problem Solving Algorithm for Organizing Agent Post-Studio Fashion of Filmmaking Projects

A. R. Tahsiri* & N. kheiri

Ahmad Reza Tahsiri, *PhD, Systems and Control Engineering Dept, KNT University of Technology,*
Najme Kheiri, *MS of industrial engineering, KNT University of Technology, najme.kheiri@gmail.com*

Keywords

Independent filmmaking,
Assignment problem,
Genetic algorithm,
Fuzzy numbers, Linguistic variable,
Possibility theory

ABSTRACT

As a consequence of recent enormous changes in all aspects of business and production environments a new requirements has been uprising within the filmmaking environment as well. In respect of such a condition, a new framework for managing the production of films was introduced to filmmaking industries, named post- studio method of filmmaking. While this framework has been widely accepted by the pioneers in Hollywood and the other related centers, it would be in need of some new complementary tools. These tools as a core competency of the organizing approach of the post studio filmmaking projects must be capable of responsively assisting the managers so that they can be able to assign a quantified agent to a specified task in an optimum way. This research is one of many attempts that occurred within the last decade to provide a set of consistent methodologies by which managers and producers be able to optimize the procedure of assignment of skilled human resource into the different tasks and activities within different steps of the production processes.

The main outcome of this study is an innovative problem solving algorithm (PSA) in a fuzzy – genetic environment which integrates the features from a number of disciplines for;

- *hierarchical searching the choices of decision and enumerating a number of pair "task- person" as possible options,*
- *mathematical modeling of the options, responsively in a fuzzy environment,*
- *delineating an optimum collection of options by solving the mathematical model with applying an integration of a fuzzy genetic algorithm into the theory of possibility,*
- *designing a hierarchical fuzzy solutions environment in which the collection of optimum solutions are weighted based on their priority, and then, designating some necessary modules in MATLAB software environment to allow the managers to apply the problem solving algorithm (PSA)in a user friendly situation.*

© 2013 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 23, No. 4, All Rights Reserved

* **Corresponding author. Ahmad Reza Tahsiri**
Email: *Tahsiri@kntu.ac.ir*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــــریت تولیـــد

شمـــــاره ۴، جلـــــد ۲۳، اسفند ۱۳۹۱
صفحـــــه ۴۴۵-۴۳۲

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید دانشگاه علم و صنعت ایران

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

طراحی یک الگوریتم حل مسأله برای سازماندهی عوامل تولید در روش فیلم‌سازی مستقل تحت شرایط غیر قطعی

احمدرضا تحسیری* و نجمه خیری

کلمات کلیدی

الگوریتم ژنتیک، محیط‌های فازی، نظریه امکان، تصمیم‌گیری، مسأله‌ی تخصیص، سازماندهی عوامل تولید فیلم، فیلم‌سازی مستقل

چکیده:

همزمان با تغییر و تحولات ساختاری محیط‌های تجاری و صنعتی که در قرن بیستم آغاز شد، صنعت فیلم‌سازی، بعنوان بخشی مهم در گردش اقتصادی کشورهای توسعه یافته، نیز مواجه با ضرورت‌های جدیدی گردید. بگونه‌ای که امروزه، تهیه‌کنندگان، ناچار به استفاده از روش‌هایی برای سازماندهی یک پروژه تولید فیلم هستند که قادر باشد سازگار با شرایط و ماهیت عدم قطعیت و تنوع کمی و کیفی نهاده‌های تولید، امکان ارائه‌ی اقتصادی محصولات خود را در یک فضای رقابتی داشته باشند. در مقاله حاضر، ضمن بررسی تحلیلیِ روند تاریخی توسعه‌ی روش‌های تولید فیلم، مدل "فیلم‌سازی مستقل" که بر پایه‌ی انعطاف‌پذیری ساختاری شکل گرفته است، به عنوان شیوه‌ای سازگار با تغییرات سریع بازار و تنوع تقاضای مشتریان مورد توجه قرار گرفته است. مسأله محوری در سازماندهی روش فیلم‌سازی مستقل برای یک پروژه تولید فیلم چگونگی انتخاب نیروی انسانی ماهر از بین افراد متخصصِ در دسترس، سازگار با ماهیت وظیفه‌ای که باید انجام دهند، می‌باشد. از این‌رو، با توجه به نیازمندی‌های متفاوت و سطوح متعدد کیفیت تخصصی جهت انجام یک فعالیت مشخصِ تعریف شده، ضرورت طراحی یک روش مهندسی برای اختصاص مناسب‌ترین فرد از مجموعه افراد متخصصِ قابل دسترس در محدوده‌ی جغرافیایی مورد عمل، به عنوان مسأله اصلی تحقیق در این مقاله تعریف گردیده است. نتیجه‌ی نهایی؛ توسعه یک الگوریتم حل مسأله مبتنی بر یک مدل ریاضی با ضرایب فازی است، که طی آن از یک روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و الگوریتم ژنتیک فازی برای پیکربندی تمامی گزینه‌های ممکن "فرد- فعالیت" و سپس مدل‌سازی ریاضی مسأله و حل مدل در محیطی توأم با عدم قطعیت استفاده شده است. فضای پاسخ، با استفاده از نظریه امکان جهت محاسبه برتری نسبی اعداد فازی و ارائه مجموعه جواب‌های بهینه به صورت رجحان نسبی گزینه‌های فازی طراحی شده است. در پایان کاربرد الگوریتم توسعه داده شده در شرایط واقعی و همچنین نحوه حل مدل ریاضی و تحلیل پاسخ‌های بدست آمده، با استفاده از روش شبیه‌سازی عددی نشان داده شده است..

۱. مقدمه

امروزه سرعت فعالیت‌های تجاری افزایش پیدا کرده است، بازارها اغلب به سرعت پدیدار شده و ناپدید می‌شوند. برای پاسخ‌گویی به این تغییرات، به نگرش‌های متفاوتی در امر سازمان‌دهی، برنامه-ریزی و مدیریت، نسبت به قبل، نیاز است. پیشرفت در تکنولوژی اطلاعات، به سرمایه‌گذاران این توانایی را می‌دهد، تا تجربه‌های کاری، ساختارهای سازمانی جدید، و حتی سبک‌های مدیریتی نوین را به فاصله‌ی کمی بعد از معرفی، در اختیار داشته باشند و در نتیجه، کسب و کارشان را به‌سرعت توسعه دهند[۱].

در این فضا یکی از بارزترین صنایعی که با پشت سر گذاشتن موانع و مشکلات اولیه، توانسته خود را با شرایط جدید هماهنگ نماید، صنعت فیلم‌سازی است. این صنعت یکی از مهمترین بخش‌های اقتصاد در کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد. به طور مثال

تاریخ وصول: ۸۹/۸/۱۳
تاریخ تصویب: ۹۰/۶/۱۳

*نویسنده مسئول مقاله: دکتر احمدرضا تحسیری، عضو هیئت علمی گروه مهندسی کنترل و سیستم، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، tahsiri@kntu.ac.ir

نجمه خیری، کارشناسی ارشد از دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، najme.kheiri@gmail.com

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

صنعت سینما در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۸، بالغ بر ۱۵/۷ بیلیون دلار درآمد مالیاتی برای این کشور به همراه داشته-است [۲].

چگونگی مدیریت سازگار صنعت فیلم‌سازی در شرایط جدید، نه تنها در انجمن‌های علمی و صنفی بلکه در محیط‌های دانشگاهی نیز با چالش همراه بوده و توجه محققان و تحلیل‌گران متعددی را در سال‌های اخیر به خود جلب کرده است. حاصل مطالعات و نتایج تجربی موجب تغییر پایه‌ای درساختار روش‌های مورد استفاده برای تولید فیلم شده است، گذار از مدل استودیویی اولیه (سرمایه‌گذاری تولیدی بزرگ و مجتمع شده) به مدل فیلم‌سازی مستقل (شبکه‌های عملیاتی با اتصال آزاد)، از این دست توجهات است.

در حال حاضر نحوه‌ی سازماندهی به شیوه فیلم‌سازی مستقل به نمونه‌ای منحصربه‌فرد در صنعت سینما تبدیل شده و مطالعات قابل توجهی برای حل مسائل متفاوت این شیوه در جریان است [۳- ۵].

کاربرد شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل (در مقابل شیوه‌ی استودیویی)، بدلیل توانایی در ایجاد نوآوری، خلاقیت و رعایت اصول اقتصادِ محصول، و سازگاری با شرایط محیطی، مورد توجه روز افزون قرار گرفته [۷]، به طوری که میزان تولید فیلم به روش مستقل در ایالات متحده آمریکا بین سال‌های ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۵ از ۳۰٪ به ۶۵٪ رشد نموده است [۷]. این رشد فزاینده‌ی تولیدات مستقل در طول سه دهه، حاکی از موفقیت تجاری این شیوه نیز می-باشد[۸].

محیط سازمانی در روش فیلم سازی مستقل، شامل شبکه‌هایی با مقیاس کوچک از متخصصین بوده، که با هم در ارتباط هستند و بر اساس اصول ذیربط، به طور موقت گرد هم می‌آیند و در یک پروژه‌ی واحد در حالی که هر فرد وظیفه کاملاً معینی به عهده دارد، متمرکز می‌شوند. این گروه‌های نسبتاً مستقل، تا دست‌یابی به محصول مشخص، در کنار یکدیگر باقی خواهند ماند و پس از اتمام پروژه، متفرق شده و هر یک به سمت پروژه‌های دیگر می-روند [۹، ۱، ۱۰]. امروزه بیش از ۹۵۰۰۰ بنگاه در شبکه‌ی سراسری صنعت تولید فیلم ایالات متحده آمریکا مشغول به کارند، که ۹۵٪ از این بنگاه‌ها، کمتر از ۱۰نفر کارمند ثابت دارند[۲].

بر اساس نتایج مطالعات Ferriani، Cattani و Baden-Fuller که در سال ۲۰۰۵ میلادی منتشر شد؛ بر مبنای عملکرد صنعت تولید فیلم ایالات متحده آمریکا به عنوان بزرگترین و پیشرفته ترین صنعت فیلم‌سازی در دنیا، برای دوره‌ی زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۳، موارد زیر به عنوان پیش فرض‌های پذیرفته شده برای سازماندهی و مدیریت تولید فیلم در محیط‌های مدرن اعلام گردید:

۱.در صنعت فیلم‌سازی کنونی کیفیت نیروی انسانی نه تنها در ایجاد یک اثر خلاق، مؤثر است، بلکه در رسیدن به سطوح بالاتر موفقیت‌های تجاری نیز تأثیرگذار است.

۲.منابع و امکانات، موفقیت‌های تجاری کمپانی‌های تولید فیلم را تسهیل می‌کنند؛ اما به نظر می‌رسد بر روی راندمان هنری کار اثری ندارند.

۳.موفقیت تجاری کمپانی‌های تولید فیلم وابستگی بسیار بیشتری به کیفیت نیروی انسانی دارد تا منابع و امکانات[۱۱].

همچنین Angus Finney بر این عقیده است که در صنعت فیلم‌سازی، تهیه‌کننده به عنوان رهبر پروژه، کنترل بسیار کمی روی نتیجه کار دارد و لذا نقش عوامل تولید به عنوان کسانی که فیلم را می‌سازند، پر رنگ‌تر می‌شود[۱۲].

در سال‌های اخیر اغلب تهیه‌کنندگانی که به روش مستقل تولید فیلم روی آوردند برای انتخاب و سازماندهی عوامل تولید فیلم از روش‌های سعی و خطا مبتنی برتجربه استفاده کرده و در این بین بعضاً با افزایش هزینه‌های مالی و عدم مطلوبیت در نتیجه‌ی فعالیت‌های خود نیز روبرو بوده‌اند [۱۳-۱۵]

بدین‌رو، سوال مرکزی در تحقیق حاضر؛ چگونگی سازماندهی بهینه‌ی نیروی انسانی، به عنوان یکی از پایه‌های اساسی مدیریت تولید در روش فیلم‌سازی مستقل، برای وظیفه‌ای که هر یک باید در جریان تولید انجام دهد، قرار داده شد.

به منظور تشریح زمینه‌ی پاسخ‌گویی به این سؤال و تبین شرایط پایه محیطی در تعریف مسأله‌ی تحقیق، نحوه سازماندهی عوامل تولید در شیوه فیلم‌سازی مستقل در بخش ۲ این مقاله مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

در نتیجه، به دلیل اینکه:

۱- در فیلم‌سازی مستقل، تأمین نیروی انسانی متکی به منابع داخلی نیست؛

۲- تنوع و مشخصه‌های مهارتی نیروی انسانی در صنعت فیلم-سازی در مقایسه با سایر بنگاههای تجاری (که عموماً به سطوح و کیفیت تکنولوژی، منابع و ماشین آلات وابستگی دارند) از اهمیت بالاتری برخودار است،

۳- مولفه‌های تصمیم‌گیری ناشی از پارامترهای متعددی نظیر؛ سطوح کیفیِ متفاوت تخصصی در افراد، تعدد تخصص و مهارت در یک فرد و وجود استعدادهای محلی و غیر محلی است،

۴- هر وظیفه دارای سطوح متفاوت نیازمندی‌های مهارتی کیفی و کمی است، و همچنین

۵- تعاملات انسانی (فردی و احساسی، اجتماعی، فرهنگی) بین عوامل تولید در طول فرآیند، دارای اثر قابل توجه در محصول هنری است.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

مسأله انتخاب یک فرد مناسب جهت انجام یک فعالیت مشخص با پیچیدگی همراه است. لذا لزوم استفاده از ابزارهای علمی و سیستماتیک برای پاسخگویی به این که تهیه‌کننده چه کسانی را از بین افراد متخصص قابل دسترس در محدوده‌ی جغرافیایی مورد عمل خود، انتخاب کند تا بتواند یک تیم سازگار متناسب با نیازمندی‌های کمی و کیفی برای انجام فعالیت‌های تعیین شده و مشخص در تولید فیلم، داشته باشد، ضروری می‌باشد.

تبیین مسأله‌ی مذکور و ارائه راه حل سازگار برای پیکربندی گزینه‌های ممکن فرد- فعالیت و انتخاب بهینه‌ی عوامل تولید فیلم به عنوان مسأله تحقیق در این مقاله تعریف گردید، حاصل کار به طراحی یک الگوریتم حل مسأله مبتنی بر یک مدل ریاضی توسعه داده شده در فضای فازی- ژنتیک، و ارائه یک الگوریتم ترکیبی برای حل مدل منجر شد.

در مدل تخصیص استاندارد که به منظور انتخاب n فرد به n فعالیت به کار می‌رود، کارایی هر فرد برای هر کار تعیین می شود، (بدون در نظر گرفتن محدودیت) لذا تخصیص بهینه متعلق به جوابی است که بیشترین مقدار مجموع کارایی را داشته باشد. شرایط فضای تعریف و همچنین حل این مدل در اغلب مواقع با ماهیت مسائل واقعی منطبق نمی‌باشد[۳۱]، به علاوه با توجه به پیش فرض‌های مدل تخصیص استاندارد، مبنی بر قطعیت در عوامل، مدل و روابط بین آنها، محدودیت‌هایی برای بکارگیری در فضای دینامیک و غیر قطعی فعلی وجود دارد و نتایج حاصل از چنان مدل‌هایی قابلیت اطمینان در شرایط موجود را ندارد [۱۶].

Antonella Certa و همکارانش در سال۲۰۰۷ به منظور توسعه یک مدل تخصیص نیروی انسانی چند هدفه، مدل‌های تخصیص نیروی انسانی در مطالعات اخیر را بررسی و دسته‌بندی نموده‌اند. در این مطالعه، مدل‌هایی با سطوح تخصصی متفاوت افراد و همچنین مدل‌هایی نیز که متمرکز روی روابط بین افراد هستند، طراحی و حل شده‌اند. [۳۲] در این میان دو مدل Shen و Herarra به فضای مورد نظر در مسأله تحقیق حاضر نزدیک‌تر است. shen مدل تخصیص چند معیاره را با درنظر گرفتن سه معیار توانایی، روابط بین کارکنان و روابط بین فعالیت ها توسعه داده [۳۳] و مدل تخصیص Herrara و Lopez محدودیت روابط بین کارکنان و شدت رابطه فعالیت ها را درنظر گرفته است. این - مدل‌ها در یک فضای عمومی طراحی شده‌اند[۲۹] و بالتبع برخی از محدودیت های خاص مربوط به فضای واقعی، در آنها اعمال نشده است.

در مقاله حاضر پارامترهای مسأله با توجه به شرایط و خصوصیات فضای مسأله و مشخصات سازماندهی نیروی انسانی در فیلم‌سازی مستقل توسعه داده شده اند. و لذا مدل ریاضی توسعه داده شده در الگوریتم حل مسأله در این مقاله، با توجه به؛

- لحاظ نمودن پیش‌فرض‌های مسأله در خصوص رفتار غیر قطعی پارامترهای اصلی مسأله،
- استفاده از متغیرهای توصیفی[1]، در فضای فازی، و همچنین
- استفاده از شکل مثلثی تابع عضویت جهت تبدیل متغیرهای توصیفی به اعداد فازی.

قادر است به عنوان یک مسأله تخصیص، پاسخ‌های سازگار و مناسب با شرایط محیطی و چارچوب روش تولیدی منظور شده در الگوریتم حل مسأله تولید کند.

بدلیل غیر خطی و فازی بودن تابع هدف، مسأله NP-Hard بوده [۱۷، ۱۸] و لذا به علت پیچیدگی حاصل، از الگوریتم ژنتیک به منظور دستیابی به یک انتخاب بهینه استفاده گردیده است.

در نتیجه فازی بودن متغیرها و پارامترهای مسأله، تابع برازش خود مقداری فازی پیدا خواهد کرد، و لذا یافتن بهترین مقادیر تابع برازش، جهت انتخاب برترین جواب‌ها، مورد توجه تکنیکی در روش بکار گرفته شده برای حل مدل است. به دلیل حفظ ماهیت غیرقطعی فضای مسأله و تامین فضای فازی (حل) تصمیم‌گیری برای دسترسی به پاسخ برتر، از نظریه امکان[2] بهره گرفته شده است.

نظریه امکان، راهکاری جهت حفظ عدم قطعیت، هنگام مقایسه‌ی اعداد فازی (خصوصا در مواقعی که همپوشانی دارند)، فراهم می-آورد (پیوست۱). این نظریه اولین بار توسط پروفسور لطفعلی عسکرزاده در سال ۱۹۷۸ میلادی در امتداد نظریه مجموعه‌های فازی و منطق فازی ارائه شد[۲۰، ۱۹].

بنابراین الگوریتم حل مسأله مبتنی بر این مدل قادر است در فضای فازی راه حل فرا ابتکاری برای جستجوی احتمالی پاسخ‌ها ارائه دهد، که با توجه به ماهیت متغیرهای توصیفی استفاده شده در مدل، ابزاری مناسب در اختیار تهیه‌کنندگان فیلم برای تصمیم‌گیری بهینه در جریان سازماندهی عوامل تولید، قرار خواهد داد.

در مدل ریاضی توسعه داده شده به دلیل بهره‌گیری از نظریه امکان و محاسبه درجه امکان‌پذیری، نتیجه‌ی حاصله به صورت مجموعه‌ای رتبه‌بندی شده از حل‌های بهینه است. این روش به تهیه‌کننده این امکان را می‌دهد که جواب مطلوب خود را از میان مجموعه جواب حاصله انتخاب نماید؛ بنابراین نتیجه نهایی مدل، با شرایط محیطی فیلم‌سازی مستقل (انعطاف‌پذیری و عدم قطعیت) سازگاری دارد.

با توجه به مطالعات شبیه‌سازی انجام گرفته در این مقاله، نتایج حاصل از مدل در محدوده‌ی عملکرد خود قابل اطمینان است و

[1] -*Linguistic variable*
[2] -*Possibility theory*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

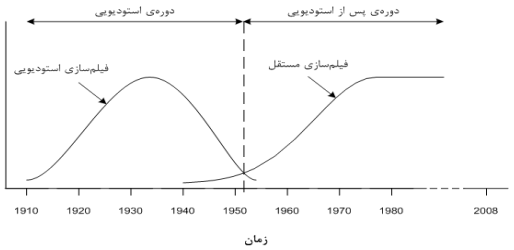
می‌توان انتظار داشت به طور سازگار نظرات و اهداف تهیه‌کننده را ارضاء نماید.

در بخش دو این مقاله روش سازماندهی در فیلم‌سازی مستقل شرح داده شده است، در بخش سه مسأله‌ی انتخاب عوامل تولید فیلم در فیلم‌سازی مستقل به طور کامل تحلیل و تشریح می‌گردد. مدلی ریاضی سازگار به عنوان پایه‌ی الگوریتم حل مسأله، در بخش چهار طراحی شده است. در بخش پنج به حل مدل مذکور توسط الگوریتم ژنتیک پرداخته می‌شود. ارزیابی عملکرد مدل با استفاده از شبیه‌سازی عددی در بخش ششم ارائه شده و نتیجه‌گیری در بخش هفتم آورده شده است.

۲. سازماندهی عوامل تولید در فیلم‌سازی مستقل

۲-۱. روند تاریخی تحول سازماندهی در صنعت فیلم‌سازی

متناسب با تغییر روند اقتصادی و اجتماعی، دوره‌های مختلف تولید، سازماندهی و مدیریت تولید فیلم ظهور کردند. از شاخص‌ترین دوره‌ها در صنعت فیلم‌سازی، دوره‌ی استودیویی[1] با شیوه‌ی تولید استودیویی و پس از استودیویی[2] با شیوه‌ی تولید مستقل می‌باشد. در نمودار۱ دوران تاریخی هر یک از این شیوه‌ها نشان داده شده است.



نمودار ۱. شیوه‌های فیلم‌سازی در دوره‌های مختلف.

در دهه‌ی ۱۹۵۰ صنعت فیلم، دستخوش تغییرات شد. اندازه‌ی نیروی کاری کاهش یافت، اغلب کارها به پیمان‌کاران سپرده شد (برون‌سپاری) و شرکت‌های تولید فیلم ناچار به فعالیت، در محیط‌های رقابتی توأم با عدم قطعیت بودند [۲۱]. در طی دو دهه از ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰، نحوه‌ی برنامه‌ریزی‌های تولید فیلم، بتدریج از شیوه‌ی سلسله‌مراتبی به روش برنامه‌ریزی تیمی تبدیل شد که در آن بطور عمده، تأمین نیروی انسانی مورد نیاز صرفاً متکی به منابع داخلی نبود و تهیه‌کننده با گزینه‌های متفاوتی که بصورت شبکه‌ای از افراد حقیقی مرتبط طراحی شده بودند، روبرو بود [۲۲-۲۵]. این روش که به"روش فیلم‌سازی مستقل[3]" شناخته شده است، تا اواسط دهه ۱۹۸۰ به رشد خود رسید و هم اکنون مراحل تکوین محتوایی خود را طی می‌کند.

۲-۲. مدل‌های سازماندهی

به طور کلی مدل‌های سازماندهی و مدیریت را می‌توان به سه مدل[4] متفاوت دسته‌بندی نمود: مدل‌های "فرد محور"، بر توانایی‌های فردی کارکنان تأکید دارد (ساخت و تولید کارخانه‌ای). درحالی که تأکید مدل‌های "پروژه محور" عمدتاً بر تکنولوژی می‌باشد (برنامه‌ریزی مبتنی بر تکنولوژی در پروژه‌های اجرایی)، مدل‌های "تیم محور" بر سازمان‌دهی افراد تأکید دارند.

جدول ۱. مقایسه مدل‌های سازمان‌دهی

مدل سازماندهی	فرد محور	پروژه محور	تیم محور
نمونه کسب و کار	کارخانه	پروژه	فیلم‌سازی مستقل
تأکید	افراد	تکنولوژی-تیم پروژه	سازمان‌دهی-تیم‌های تیم‌ها
نوع همکاری	Coordination	Cooperation	Collaboration
نمونه ورزشی	بیسبال	فوتبال	المپیک بسکتبال

در جدول ۱ تفاوت بین مدل‌های سازماندهی و همچنین نوع همکاری بین افرادِ هر مدل آورده شده است. در مدل سازماندهی فرد محور، کافی است بین افراد سازمان هماهنگی[5] وجود داشته باشد و نیازی به اشتراک گذاردن ارزش‌ها و حتی درک اهداف و چشم‌اندازها نیز وجود ندارد. در مدل‌های پروژه محور، افراد با هم تعاون[6] داشته و اطلاعات و دانشی که بی‌واسطه از قبل و یا بعد از یک فعالیتِ دسته جمعی می‌آیند، به اشتراک گذاشته می‌شوند، اما در مدل‌های سازماندهی تیم محور افراد سازمان با یکدیگر همکاری[7] داشته و تمامی افراد نسبت به پست‌ها و نقش‌هایی که در کل مراحل کار وجود دارد، درک کاملی دارند، تا بتوانند در قالب یک تیمِ هماهنگ و موفق عمل کنند. در این مدل توافق مشترک روی استراتژی کلی به اشتراک گذاشته می‌شود.

شیوه‌ی مدیریتی در فیلم‌سازی مستقل نمونه‌ی شفاف و منحصر به فرد از مدل سازماندهی تیم محور است. این مدل، نه تنها از مدل "مدیریت پروژه" پیروی نکرده، بلکه از مدل" مدیریت

[1] - *Studio*
[2] -*Post Studio*
[3]- *Independent filmmaking*

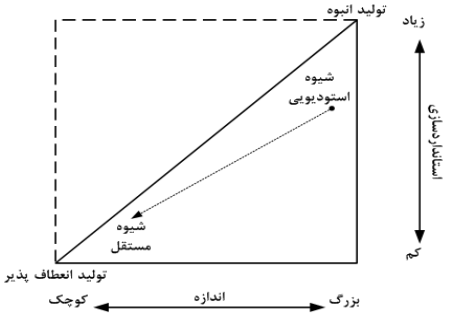
[4] - این سه مدل بترتیب Teleworkers، Virtuality و Hollywood نام گذاری شده است (Grantham, 2004).

[5] - *Coordination*
[6] - *Cooperation*
[7] - *Collaboration*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

تیم"، استفاده می‌نماید، مدلی که افراد برای همکاری هرچه بیشتر، پاداش دریافت می‌کنند [۱].

شیوه‌های تولیدی مدرن معمولاً بر حسب اندازه‌ی عناصر تشکیل دهنده‌ی آن و استانداردسازی (تغییرپذیری) خروجی‌هایش دسته-بندی می‌شود، همانگونه که در نمودار۲ نشان داده شده است، از نظر اندازه و استانداردسازی، شیوه‌ی تولید استودیویی به تولید انبوه بسیار نزدیک بوده و شیوه تولید مستقل به تولیدات انعطاف پذیر شباهت‌های بسیاری دارد [۲۶].



نمودار۲. مقایسه سازماندهی روش‌های استودیویی و مستقل از نظر اندازه و استانداردسازی

در جدول ۲ مقایسه‌ای بین فیلم‌سازی به شیوه‌ی استودیویی و مستقل با شرایط کسب و کار در عصر حاضر انجام شده‌است.

جدول ۲. مقایسه روش فیلم‌سازی استودیویی و مستقل با شرایط عصر حاضر.

موضوع	فیلم‌سازی استودیویی	فیلم‌سازی مستقل	شرایط عصر حاضر
تأکید	فرآیند	محصول	توجه به رضایت مشتری
قطعیّت	قطعی	غیر قطعی	عدم قطعیت
نوع استخدام	بلند مدت	کوتاه مدت	برون سپاری
سازماندهی	سلسله‌مراتبی	غیر سلسله‌مراتبی	تغییرات شرایط بازار
تنوع تولید	کم	زیاد	تغییرات تقاضای مشتریان
خلاقیت	کم	زیاد	تنوع بازار

بنابر مقایسه‌ی صورت گرفته، به وضوح می‌توان مشاهده نمود که شیوه‌ی استودیویی با شرایط و نوع کسب و کار در قرن کنونی سازگاری نداشته و فیلم‌سازان برای بقا در این بازار رقابتی ناچار به بکارگیری شیوه‌ی جدیدتر، انعطاف‌پذیرتر و پویاترِ فیلم‌سازی مستقل هستند[۱].

۳. شرح مسأله‌ی تحقیق برای انتخاب عوامل تولید فیلم در شیوه فیلم‌سازی مستقل

۳-۱. فضای مسأله تحقیق

پیش فرض‌هایی که از ساختار عملیاتی تولید فیلم به روش مستقل، استخراج شده و در جریان مدل‌سازی، فضای مسأله‌ی تحقیق را تعریف می‌کنند در ذیل آورده شده است:

- افراد حقیقی و یا حقوقی، از طریق یک قرارداد کوتاه مدت به‌کار گرفته می‌شوند و پس از انجام پروژه و یا کار مورد نظر، به سمت کارها و پروژه‌های فیلم‌سازی دیگر می‌روند.
- اغلب افراد دردسترس، تک تخصصی نبوده و در انجام بیش از یک فعالیت توانا هستند، ولی سطح توانایی افراد در انجام یک فعالیت متفاوت است.
- از استعدادهای (افراد) محلی و حتی خارجی برای انجام فعالیت‌های تولید فیلم، می‌توان استفاده نمود. به عبارت دیگر محدودیت جغرافیایی برای استفاده از افراد (استعدادها) وجود ندارد.
- انتخاب افراد همسو و هماهنگ مورد تأکید است؛ لذا به-کارگیری افرادی که قبلاً کار مشترک و موفق داشته‌اند و یا رابطه‌ی کاری و اجتماعی خوبی با یکدیگر دارند، اولویت بیشتری دارد.
- برای انجام هر فعالیت یک نفر و همچنین هر نفر، برای انجام یک فعالیت در نظر گرفته می‌شود.
- فعالیت‌ها و یا پست‌ها در فرآیند تولید فیلم، دارای اهمیتی متفاوت می‌باشند.
-

۳-۲. ابعاد مسأله تحقیق

دو بعد "توانایی" و "ارتباط" افراد در مسأله‌ی تحقیق مورد توجه است. بنابراین ضروری است، برای فعالیت مهم‌تر، فردی که درانجام آن فعالیت، توانایی بالاتری دارد انتخاب گردد. اگر برای تمامی فعالیت‌ها افراد با سطح توانایی مطلوب قابل دسترس باشند، بهترین حالت رخ داده است.

همچنین، با توجه به اینکه، انتخاب افراد در قالب یک تیمِ هماهنگ و همسو حائز اهمیت می‌باشد، بنابراین باید افراد با رابطه‌ی بهتر، برای فعالیت‌هایی که در طول انجام پروژه دارای شدت ارتباط بیشتری هستند، انتخاب گردند. اگر تمامی افراد انتخابی، قبلاً با هم کار مشترک و موفقی را انجام داده باشند و یا رابطه‌ی کاری خوبی داشته باشند، مطلوب‌ترین حالت رخ داده است.

علاوه بر این‌که ارتباطات بین افراد در تیم می‌بایست، مطلوب باشد، رابطه‌ی بین افراد تیم و تهیه کننده نیز مورد توجه است.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

۳-۳. اهداف مسأله تحقیق

با توجه به ابعاد مسأله‌ی تحقیق که در قسمت قبل بررسی گردید، و همچنین شرایط مسأله در روش تولید مستقل فیلم، هدف اصلی مسأله مبنی بر سازماندهی سازگار عوامل تولیدی، به هر شیوه‌ای که انجام شود، بایستی دربرگیرنده دو مولفه‌ی زیر باشد:

۱. انتخاب افراد با توانایی بالاتر برای فعالیت‌ها، به ترتیب اهمیت هر فعالیت در فرآیند تولید فیلم. معیارهای تعیین اهمیت توسط تهیه‌کننده مشخص می‌شود.
۲. انتخاب افراد برای فعالیت‌های متفاوت، با لحاظ نمودن درجه اهمیت هماهنگی و همسویی افراد متناسب با ترتیب شدت ارتباط فعالیت‌ها.

بدین‌رو، طراحی یک الگوریتم حل مسأله که قادر باشد در فضای فازی موارد فوق را به طور سازگار و یکپارچه در چارچوب شرایط تولیدی فیلم‌سازی مستقل انجام دهد، هدف اساسی این تحقیق است. اجزای هدف مذکور در این مقاله توسعه روش سیستماتیک علمی متناسب برای انجام موارد زیر تعیین شده است:

۱- تعریف حدود مسأله در یک محیط تولیدی و تعیین سیستماتیک تمامی گزینه‌های ممکن برای تخصیص فرد به فعالیت
۲- تعیین پارامترهای تعریف کننده گزینه‌ها، شرایط محیطی و روابط آن‌ها
۳- مدل سازی ریاضی مسأله
۴- حل سازگار مسأله در فضای فازی و تحلیل جواب‌ها برای تصمیم سازی بهینه

۴-۳. وضعیت‌های خاص در مسأله تحقیق

با توجه به شرایطی که در فضای مسأله بیان شد؛ ممکن است تعداد نیروی انسانی قابل دسترس در محدوده‌ی جغرافیایی مورد عمل، بیشتر یا حداقل مساوی تعداد پست‌های موجود باشد، متناسب با آن، با یکی از دو حالت تخصیص یا انتخاب در فضای مسأله برای مدل نمودن مواجه می‌باشیم.

- **مسأله‌ی تخصیص**[1]

در این مسأله، فرض بر این است که تعداد افراد با تعداد پست‌ها برابر است و مسأله اصلی تخصیص افراد به پست‌ها می‌باشد، بگونه‌ای که هیچ فردی نباشد که برای انجام فعالیتی انتخاب نشده باشد.

- **مسأله‌ی انتخاب**[2]

در این گونه از مسائل، تعداد افراد قابل دسترسی از تعداد پست‌ها بیشتر است. و در این جا انتخاب افراد مناسب و سپس تخصیص آن‌ها به فعالیت‌ها، مورد نظر است.

۴. مدل ریاضی

مدل انتخاب عوامل تولید فیلم برای شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل، ارئه شده در این مقاله، دارای ۱۰ پارامتر اصلی منطبق با شرایط مسأله است که هر یک از آن‌ها در سطوح متفاوتی نیاز به اطلاعات ورودی دارند، در جدول ۳ متغیر و پارامترها، و در ذیل، نحوه‌ی ارتباط آن‌ها با همدیگر در تشکیل ساختار کلّی مدل تشریح شده است.

۱-۴. تعریف متغیرهای مسأله و پارامترهای فازی متناظر

- به منظور امکان قبول یا رد فرد i ام برای فعالیت j ام متغیر x_{ij} به صورت صفر یا یک در نظر گرفته شده است. کمیت متناظر متغیر صفر یا یک در هر مورد از تخصیص در مدل با اعمال ضرائب فازی که در زیر تعریف می‌شود، موقعیت فضای مسأله را مشخص می‌کند.
- مبنای امتیازدهی به دو عامل اصلی توانایی افراد ($\widetilde{P}_c$) و ارتباط بین افراد ($\widetilde{P}_r$) بر اساس نظر تهیه‌کننده خواهد بود.
- نظر به اینکه در شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل، افراد تک تخصصی نیستند، پارامتر (LU_{ij}) برای تعیین توانایی هر فرد در هر فعالیت طراحی شده است. به علاوه در این محیط افراد در تخصص‌های مختلف توانایی‌های متفاوتی دارند، لذا پارامتر ($\widetilde{PL}_{ij}$) به منظور ثبت امتیاز توانایی هر فرد در هر فعالیت به طور ماتریسی در نظر گرفته شده است.
- در صنعت فیلم‌سازی فعالیت‌های مختلف در تولید یک اثر موفق اهمیت‌های متفاوت دارند، بنابراین در این مدل تهیه‌کننده قادر است، فعالیت‌ها را بر حسب درجه‌ی اهمیت‌شان ($\widetilde{PU}_j$) امتیازدهی نماید.
- از آنجایی که در شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل افراد به طور تیمی و با تعاملات بسیار با تهیه‌کننده کار می‌کنند، نظر تهیه‌کننده در مورد افراد و میزان ارتباطی که با هر کدام می‌تواند برقرار کند ($\widetilde{\alpha}_i$)، به عنوان یک پارامتر در مدل آورده شده است.
- در شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل تعاملات و ارتباطاتی که فعالیت-ها در طول فرایند تولید با یکدیگر دارند، زیاد ولی شدت آنها

[1] - *Assignment*

[2] - *Selection*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

متفاوت است و لذا پارامتر شدت رابطه فعالیت‌ها ($\widetilde{RU}_{jk}$) به منظور انتخاب افراد با ارتباط قوی‌تر برای فعالیت‌هایی که ارتباطات بیشتری با هم دارند، تعریف شده است.

- همچنین میزان رابطه افراد با یکدیگر به صورت پارامتر ($\widetilde{RL}_{is}$) در مدل آورده شده است.

۲-۴. مدل‌سازی ریاضی در فضای فازی

مدل زیر با توجه به مؤلفه‌های شرایط عدم قطعیت و همچنین چارچوب‌های تعریف شده برای محیط‌های تولیدی مورد نظر، یک نمایش ریاضی از پارامترهای مسأله و شرایط و روابط فازی بین‌آنها را فرموله نموده است. حل سازگار این مدل در فضای مسأله (در قسمت ۵ آمده است) می‌تواند تخصیص بهینه‌ی فرد- فعالیت مورد نیاز یک محیط تولیدی فیلم سازی مستقل را فراهم آورد.

$$Maximum\ \tilde{f}(X) = \tilde{P}_c\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\widetilde{PL}_{ij} * \widetilde{PU}_j * \tilde{\alpha}_i * x_{ij}\right) + \tilde{P}_r\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{s=i+1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=j+1}^{m}\widetilde{RU}_{jk} * \widetilde{RL}_{is} * x_{ij} * x_{sk}\right) \quad (۱)$$

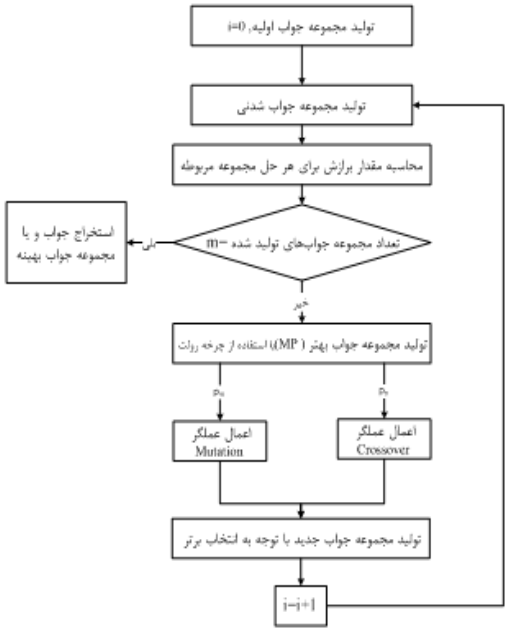
Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} LU_{ij} * x_{ij} = 1 \qquad \forall j = 1,2,\dots,m \quad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \le 1 \qquad \forall i = 1,2,\dots,n \quad (۳)$$

۵. حل مدل انتخاب عوامل تولید فیلم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک، به منظور جستجوی کلی، از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید کرده و بر روی یکسری از جواب‌های مسأله به امید بدست آوردن جواب‌های بهتر، قانون بقای بهترین را اعمال می‌نماید. این الگوریتم به کمک فرآیند انتخابی متناسب با ارزش جواب‌ها در هر نسل، و تولید مثل جواب‌های انتخاب شده با توجه به عملگرهایی که از ژنتیک طبیعی تقلید شده‌اند، تقریب-های بهتری از جواب نهایی بدست می‌آورد و این فرآیند باعث می‌شود که نسل‌های جدید با شرایط مسأله سازگارتر باشند [۲۷، ۲۸]. چگونگی استفاده از الگوریتم ژنتیک نمودار۳، ارائه شده است.



نمودار۳ . روش الگوریتم ژنتیک به کار گرفته شده.

- **تولید مجموعه جواب اولیه**

در مسأله‌ی مذکور، بردار $S^t=(S_1^t,S_2^t,\dots,S_m^t)$ مبین یکی از نحوه‌های تخصیص افراد به فعالیت‌ها است. $S_j^t = i$ نشان‌دهنده‌ی این امر است که در t امین جواب تولید شده، برای انجام فعالیت jام، فرد iام انتخاب شده است. بنابراین طول بردار S^t به اندازه‌ی تعداد فعالیت‌ها (m) می‌باشد و مقادیری که هر درآیه از بردار به خود می‌گیرد، یکی از اعداد ۱ تا n (تعداد افراد) است. در این مرحله به تعداد NP، بردار حل به طور تصادفی تولید می‌شود.

- **تولید مجموعه جواب شدن**

در این مسأله دو شرط ذیل برای شدنی بودن جواب می‌بایست لحاظ گردد. در صورتی که جواب مورد نظر حداقل یکی از شروط را دارا نباشد، بردار جواب مورد نظر اصلاح می‌گردد.

۱. در بردار S تمامی S_j ها می‌بایست مقادیر متفاوتی داشته باشند.

۲. اگر $S_j = i$ باشد، می‌بایست $LU_{ij}=1$ باشد.

- **محاسبه‌ی مقدار برازش**

میزان برازش هر جواب نشان‌دهنده میزان خوبی آن جواب است، لذا در این مقاله به منظور تعیین مقدار برازش از همان تابع هدف ارائه شده در بخش ۴ استفاده شده است. در این صورت برای هر بردار s شدنی، مقدار زیر قابل محاسبه می‌باشد.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

جدول ۳. متغیر و پارامترهای مدل

متغیر / پارامتر	شرح
x_{ij}	۱ فرد iام برای انجام فعالیت jام انتخاب شود. ۰ درغیر این صورت.
n	تعداد افراد در دسترس در محدوده‌ی جغرافیایی مورد نظر.
m	تعداد فعالیت‌های مورد نظر برای تولید فیلم.
$\tilde{P}_c$	درجه اهمیت عامل توانایی.
$\tilde{PL}_{ij}$	امتیاز توانایی فرد iام در انجام فعالیت jام.
$\tilde{PU}_j$	درجه اهمیت فعالیت jام.
$\tilde{\alpha}_i$	ضریب مطلوبیت فرد iام.
$\tilde{P}_r$	درجه اهمیت عامل ارتباط.
$\tilde{RU}_{jk}$	شدت رابطه فعالیت jام با فعالیتkام.
$\tilde{RL}_{is}$	میزان رابطه فرد iام با فرد sام.
LU_{ij}	۱ فرد iام در انجام فعالیت jام توانا است. ۰ درغیر این صورت.

$$\tilde{f}_s = \tilde{P}_c(\sum_{j=1}^{m} \tilde{PL}_{Sj} * \tilde{PU}_j * \tilde{\alpha}_S) + \tilde{P}_r(\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=j+1}^{m} \tilde{RU}_{jk} * \tilde{RL}_{Sjsk}) \quad (۴)$$

- **تولید مجموعه جواب بهتر (MP[1])**

از آنجایی که در این مرحله می‌بایست، بردارهایی با مقدار برازش بزرگ‌تر انتخاب و وارد MP شوند. نحوه‌ی محاسبه‌ی مقدار Pt به منظور استفاده در چرخه‌ی رولت، حائز اهمیت است. دو مشخصه برای Pt مورد توجه است، یکی این‌که هر چه مقدار برازش مطلوب‌تر باشد، مقدار Pt باید بزرگتر بوده و دیگر اینکه، جمع آن‌ها برابر ۱ باشد. با توجه به این‌که، مقدار برازش بردارها، عدد فازی مثلثی است، به منظور محاسبه‌ی مقدار Pt در این تحقیق از روش رتبه‌بندی اعداد فازی مثلثی با تکیه بر نظریه امکان، (پیوست ۱)، استفاده گردیده است. در این صورت مقدار برازشِ با رتبه‌ی بالاتر، مقدار Pt بالاتری دارد و شانس انتخاب آن بردار برای ورود به MP، پس از گذر از چرخه‌ی رولت، بیشتر است.

- **اعمال عملگرها**
  - **عملگر Crossover (C)**

پس از انتخاب دو بردار حل با احتمال p_c (احتمال Crossover) عملگر C به یکی از دو صورت ذیل اعمال می‌گردد.

-اگر $n=m$: در این حالت مثل حالت عادی عملگر C تک نقطه‌ای عمل می‌شود، لازم به ذکر است که پس از اعمال عملگر، بردارهای نشدنی می‌بایست اصلاح گردند.

-اگر $n>m$: از روشی که(۱۹۹۹) Herrera و Lopez ارائه داده‌اند، استفاده شده است. در این روش علاوه بر نگه‌داشتن درآیه‌های مشترک در دو حل، درآیه‌های نظیر نیز باقی خواهند ماند، مابقی درآیه‌ها از بین اعداد انتخاب نشده، به طور تصادفی انتخاب و تخصیص می‌یابد.

  - **اعمال عملگر Mutation (M)**

اعمال این عملگر برای ایجاد تنوع و تفاوت در حل می‌باشد. در مورد این عملگر نیز، دو وضعیت مطرح است.

-اگر $n=m$: در این حالت پس از انتخاب بردار حل با احتمال P_m (احتمال Mutation)، دو عنصر آن بردار به صورت تصادفی انتخاب و مقادیرشان با هم عوض می‌شود. در نهایت اگر بردار نشدنی بود، اصلاح می‌گردد.

-اگر $n> m$: Herrera و Lopez دو روش برای اعمال عملگر M در این مسأله، پیشنهاد کرده‌اند. یکی از روش‌ها همان شیوه‌ای است که برای $n=m$ شرح داده شد. و روش دیگر به این صورت است، که یک بردار حل با احتمال P_m انتخاب و سپس یکی از عناصر آن به طور تصادفی انتخاب و تغییر داده می‌شود. Herrera و Lopez پیشنهاد کرده‌اند ، به طور تصادفی از یکی از عملگرهای M در این حالت استفاده گردد [۲۹].

- **انتخاب برتر**

به منظور نگه‌داشت جواب‌های برتر در هر مرحله‌ی تولید جواب، در مرحله‌ی انتخاب بردار حل برای MP ابتدا جواب یا جواب‌های بهتر (آن جوابی که بالاترین رتبه را دارد) به طور مستقیم به MP وارد و مابقی از روش چرخه‌ی رولت انتخاب می‌شوند. لازم به ذکر است که در این مرحله نیز به منظور مقایسه جواب‌ها از نظریه امکان استفاده شده است.

- **شرط توقف**

در این مقاله شرط توقف، تولید تعداد معینی نسل، در نظر گرفته شده است.

- **استخراج جواب نهایی**

این‌گونه انتظار می‌رود که جواب بهینه و یا نزدیک بهینه در نسل آخر مجموعه بردارهای تولید شده توسط روش الگوریتم ژنتیک، واقع است. از آنجایی که مسأله در فضایی توأم با عدم‌قطعیت‌ها مطرح می‌شود. در این مقاله، بهتر دانسته‌شد، مقادیر برازش مجموعه‌ی بردار پایانی، رتبه‌بندی شده و نتایج در اختیار تهیه‌کننده قرار گیرد. در واقع این مدل سعی دارد، به جای یک بردار و یا نحوه‌ی تخصیص خاص، چند نوع تخصیص را به تهیه‌کننده پیشنهاد نماید (البته با اولویت‌های متعدد).

۶. ارزیابی عملکرد الگوریتم حل مسأله

به منظور نشان دادن چگونگی کاربرد الگویتم حل مسأله و مدل ریاضی طراحی شده و همچنین روش حل مدل، در این مقاله یک

[1] -Mating pool

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

مورد کاربردی مورد مطالعه قرار گرفته است و مقادیر پارامترها با استعانت به اطلاعات استخراجی از متون، معین شده. پس از جمع آوری اطلاعات اولیه، و پیکر بندی اطلاعات به منظور مدل‌سازی ریاضی، مدول‌های مورد نیاز در محیط نرم‌افزار Matlab برای پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک و حل مدل طراحی شده و نتایج حاصل از حل مورد تحلیل قرار گرفته است.

فرضیات موردنظر:

- تولید یک فیلم به روش فیلم سازی مستقل، با تشکیل تیمی با حداکثر ممکن توانایی مؤثر و ارتباطات قوی از بین افراد دردسترس مدنظر یک تهیه کننده است.
- فعالیت‌های مورد نظر تهیه‌کننده شامل ۹ فعالیت اصلی فیلم-سازی: کارگردانی، نویسندگی، فیلم‌برداری، چهره‌پردازی، طراحی تولید، صدابرداری، نورپردازی، آهنگسازی و تدوین‌گری می‌باشد.
- به دلیل اینکه تهیه‌کننده قادر است، از متخصصین محلی و یا خارجی برای فعالیت‌های خود استفاده نماید، در این مرحله تهیه-کننده، محدوده‌ی جغرافیایی جستجوی خود را تعیین کرده است.
- پس از بررسی اطلاعات افراد متخصص و مرتبط با فعالیت‌های فیلم‌سازی، در محدوده‌ی جغرافیایی مورد نظر، ۱۵ نفر در دسترس بوده‌اند.

۱-۶. تعیین پارامترهای مدل

به منظور حل، ابتدا پارامترها مسأله تعیین گشته و سپس متغیرهای توصیفی طبق جدول ۵ و نمودار۴ به اعداد فازی مثلثی تبدیل شده.

جدول ۴. متغیرهای توصیفی طراحی شده

W1	W2	W3
بسیار مهم	خیلی زیاد	بسیار مطلوب
مهم	زیاد	مطلوب
متوسط	متوسط	متوسط
بی اهمیت	کم	نامطلوب
بسیار بی اهمیت	خیلی کم	بسیار نا مطلوب

جدول ۵. تبدیل متغیرهای توصیفی به اعداد فازی مثلثی

W1	W2	W3	تعداد دفعاتی که دو نفر با هم همکاری داشتند (X)	حد پایین	حد متوسط	حد بالا
بسیار مهم	خیلی زیاد	بسیار مطلوب	x >15	0.75	1	1
مهم	زیاد	مطلوب	10 < x <= 15	0.5	0.75	1
متوسط	متوسط	متوسط	5< x <= 10	0.25	0.5	0.75
بی اهمیت	کم	نامطلوب	x <=5	0	0.25	0.5
بسیار بی اهمیت	خیلی کم	بسیار نا مطلوب	0	0	0	0.25

جدول ۶. RU: شدت رابطه‌ی فعالیت‌ها به صورت توصیفی

کد فعالیت	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
U1		خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد
U2	خیلی زیاد		متوسط	خیلی کم	متوسط	کم	خیلی کم	متوسط	خیلی کم
U3	خیلی زیاد	متوسط		زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	کم	خیلی کم
U4	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد		زیاد	خیلی کم	کم	کم	زیاد
U5	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	زیاد		زیاد	زیاد	خیلی کم	خیلی کم
U6	خیلی زیاد	کم	متوسط	خیلی کم	زیاد		زیاد	خیلی کم	خیلی کم
U7	خیلی زیاد	خیلی کم	زیاد	کم	زیاد	زیاد		خیلی کم	خیلی کم
U8	خیلی زیاد	متوسط	کم	کم	خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم		زیاد
U9	خیلی زیاد	خیلی کم	خیلی کم	زیاد	خیلی کم	خیلی کم	خیلی کم	زیاد	

براساس نظر تهیه‌کننده میزان اهمیت هر فعالیت طبق جدول۴ و بر حسب متغیر توصیفی W_1، تعیین می‌گردد، نتایج در جدول ۸ آورده شده است.

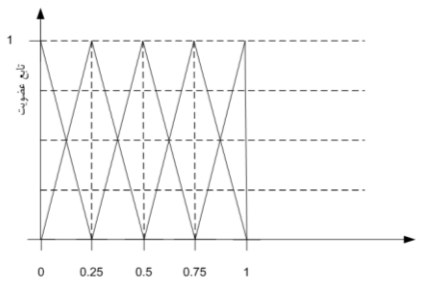
همچنین ضریب مطلوبیت افراد، بر حسب متغیر توصیفی W_3 توسط تهیه‌کننده امتیازدهی شده و نتایج در جدول ۷ آورده شده است. شدت رابطه‌ی فعالیت‌های مذکور با توجه به نظر خبرگان، دست‌اندرکاران و تهیه‌کننده، بر حسب متغیر توصیفی W_2 تعیین شده که جدول ۶ نمونه‌ای از این دست است.

از آنجایی که رابطه بین افراد و شدت آن به سادگی و توسط تهیه‌کننده قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد، لذا در این مقاله، برای تعیین رابطه‌ی بین افراد از شاخص تعداد کارهای مشترک استفاده شده است.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

فرض بر این است اطلاعات جدول ۹ از بانک اطلاعاتی متخصصان فیلم‌سازی استخراج شده و تعداد کارهای مشترکی که این افراد در پروژه‌های گذشته داشته‌اند، در این جدول درج شده است. با مراجعه به سابقه و تخصص افراد در بانک اطلاعاتی متخصصان، توانایی افراد در فعالیت‌های مذکور تعیین می‌گردد. جدول ۱۰ مبین این امر است.

با توجه به چند تخصصی بودن افراد، امکان دارد هر فرد در انجام چند فعالیت تخصص داشته باشد. البته به میزان‌های متفاوت که در جدول ۱۱ آورده شده است. از آنجایی که میزان توانایی هر فرد به عوامل متعددی بستگی دارد.



نمودار۴. نمودار تبدیل متغیرهای توصیفی به اعداد فازی مثلثی

جدول ۷. $\tilde{\alpha}$: ضریب مطلوبیت افراد

افراد	L1	L2	L3	L4	L5
درجه مطلوبیت	بسیار مطلوب	مطلوب	نامطلوب	بسیار مطلوب	مطلوب
افراد	L6	L7	L8	L9	L10
درجه مطلوبیت	مطلوب	بسیار مطلوب	مطلوب	متوسط	نامطلوب
افراد	L11	L12	L13	L14	L15
درجه مطلوبیت	بسیار مطلوب	مطلوب	مطلوب	بسیار مطلوب	مطلوب

جدول ۸. PU: درجه‌ی اهمیت فعالیت‌ها

نام فعالیت	کد فعالیت	میزان اهمیت
کارگردانی	U1	بسیار مهم
نویسندگی	U2	مهم
فیلمبرداری	U3	بسیار مهم
صدابرداری	U4	مهم
طراحی تولید	U5	مهم
چهره‌پردازی	U6	متوسط
نورپردازی	U7	مهم
تدوین‌گری	U8	بسیار مهم
آهنگسازی	U9	متوسط

جدول ۹.

افراد	U5			U6			U7			U8			U9		
L1	0	0	0	0	0	0	3.33	0.24	0.02	0	0	0	0	0	0
L2	1.65	0.13	0.02	0	0	0	0	0	0	2.67	0.16	0.01	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	0	4.16	0.34	0.03	0	0	0	4.21	0.34	0.04
L4	0	0	0	4.21	0.3	0.04	0	0	0	1.74	0.12	0.01	0	0	0
L5	2.51	0.19	0.02	0	0	0	0	0	0	2.92	0.23	0.02	3.12	0.25	0.02
L6	1.46	0.1	0.01	0	0	0	1.22	0.09	0.01	0	0	0	0	0	0
L7	1.42	0.1	0.01	2.44	0.19	0.02	0	0	0	2.76	0.22	0.02	0	0	0
L8	0	0	0	0	0	0	1.68	0.13	0.01	0	0	0	0	0	0
L9	0	0	0	3.18	0.23	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L10	1.86	0.14	0.01	0	0	0	0	0	0	1.82	0.13	0.01	0	0	0
L11	2.49	0.21	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L12	1.59	0.13	0.01	0	0	0	2.24	0.21	0.03	0	0	0	0	0	0
L13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.35	0.18	0.02
L14	0	0	0	3.31	0.28	0.02	0	0	0	1.91	0.15	0.02	0	0	0
L15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.39	0.24	0.02

در این مقاله، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی[1] در محیط فازی به منظور امتیازدهی میزان توانایی، استفاده شده است. پس از تعیین ساختار سلسله مراتبیِ شاخص‌های ارزیابی توانایی فرد در انجام فعالیت‌های تولید فیلم (پیوست ۲) برای هر فعالیت مقایسات زوجی مورد نیاز، سازگاری داده‌ها و محاسبات مربوطه انجام شده و نتیجه‌ی نهایی در جدول ۱۱ آورده شده است.

لازم به ذکر است که در کلیه‌ی مراحل از عملیات مربوط به اعداد فازی مثلثی استفاده شده است.

در نهایت در این مدل تهیه‌کننده قادر است به هر کدام از اهداف طبق جدول ۴، و بر حسب متغیر توصیفی W_1، امتیاز دلخواه را بدهد. در این مورد، ارزش هدف اول (P_c) "خیلی مهم" و هدف دوم (P_r)، "مهم" درنظر گرفته شده است.

[1]. *AHP*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

جدول ۱۰. LU: توانایی افراد در پست‌ها

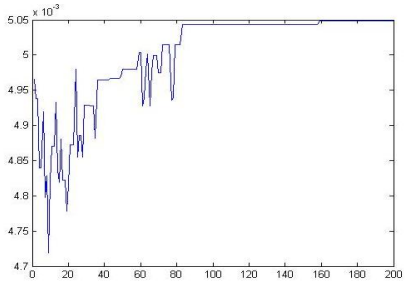
افراد	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
L1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
L2	1	1	0	0	1	0	0	1	0
L3	0	0	0	1	0	0	1	0	1
L4	1	1	1	1	0	1	0	1	0
L5	0	1	0	0	1	0	0	0	0
L6	1	0	1	0	1	0	1	0	0
L7	1	0	0	0	1	1	0	1	0
L8	0	0	1	1	0	0	1	0	0
L9	0	0	0	0	0	1	0	0	0
L10	1	0	0	0	1	0	0	1	0
L11	0	0	1	0	0	0	0	0	0
L12	0	0	1	1	1	0	0	0	0
L13	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L14	0	0	0	0	0	1	0	1	0
L15	0	0	0	0	0	0	1	0	1

۲-۶. حل مدل با استفاده از الگوریتم ژنتیک:

پس از جمع آوری داده‌های مسأله و پیاده‌سازی روش حل براساس الگوریتم ژنتیک، با استفاده از نرم‌افزار MATLAB و با در نظر گرفتن پارامترهای الگوریتم ژنتیک موجود در جدول ۱۲، در نتیجه اجرای برنامه، سه نوع تخصیص پیشنهاد شده است (جدول ۱۳).

جدول ۱۱. PL: امتیاز توانایی افراد در فعالیت‌ها

افراد	U1			U2			U3			U4		
L1	0	0	0	0.33	0.03	4.26	0.17	0.03	2.36	0.28	0.03	3.34
L2	1.81	0.16	0.02	0.2	0.02	2.43	0	0	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.02	1.62
L4	1.35	0.12	0.01	0.16	0.02	2.23	0.36	0.03	4.47	0.18	0.02	2.45
L5	0	0	0	0.17	0.02	1.66	0	0	0	0	0	0
L6	2.64	0.25	0.03	0	0	0	0.2	0.02	2.79	0	0	0
L7	2.99	0.28	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L8	0	0	0	0	0	0	0.14	0.01	1.89	0.12	0.01	1.44
L9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L10	2.93	0.2	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L11	0	0	0	0.14	0.02	1.65	0	0	0	0	0	0
L12	0	0	0	0	0	0	0.12	0.01	1.77	0.12	0.01	1.78
L13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.01	1.72



نمودار ۳. روند بهبود جواب در طول اجرای مدل

جدول۱۲. پارامترهای الگوریتم ژنتیک

تعداد جامعه	*50*
تعداد نسل	*200*
Crossover *احتمال*	*0.9*
Mutation *احتمال*	*0.1*

جدول۱۳. نتایج حاصل از حل مدل کاربردی

کد فعالیت	1	2	3	4	5	6	7	8	9	مقدار برازش (فازی)			اولویت
کد افراد تخصیص یافته	7	2	4	12	6	14	8	10	13	40.5196	9.8667	2.1969	1
	7	2	4	12	10	14	8	5	13	40.4946	8.9935	1.8266	2
	10	4	1	12	6	14	8	7	13	36.5349	7.8233	1.3485	3

۷. خلاصه و نتیجه‌گیری

صنعت فیلم‌سازی در سال‌های اخیر برای حفظ توانایی خود در پاسخگویی سازگار به شرایط عدم قطعیت و تغییرات سریع بازار مواجه با تحولاتی در شیوهٔ سازماندهی فرآیند تولید فیلم شده است، و از این رو توانسته سهم قابل توجهی در گردش اقتصادی کشورهای توسعه یافته بدست آورد. شیوه‌ی فیلم‌سازی مستقل، که توسط هالیوود و سایر مراکز مهم تولید فیلم به عنوان شالوده روش جدید سازماندهی عوامل تولید فیلم شناخته شده است، به

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

واسطه تناسب‌های ساختاری و محیطی می‌تواند مثالی قابل توجه برای سایر کسب و کارهایی که نحوه سازماندهی آن‌ها در طی سال‌های اخیر تغییرکرده و از روش سرمایه گذاری‌های بزرگ و متمرکز با ساختار عمودی به فعالیت‌های مدولار با ساختار شبکه-های عملیاتی آزاد، تبدیل شده‌اند، نیز باشد.

در این مقاله ضمن بررسی تحلیلی روند فرآیند تولید فیلم، چارچوب روش فیلم‌سازی مستقل از منظر سازماندهی عوامل تولید مورد تحلیل واقع شده و پیش فرض‌های مسأله تحقیق برای حل سازگار مسأله تبین شده است.

تحت آن شرایط، چگونگی انتخاب نیروی انسانی ماهر متناسب با نیازمندی‌های تخصصی و مهارتی فعالیت‌های متعددی که در مراحل تولید فیلم باید تحقق یابد، به عنوان پرسش اصلی این مقاله مورد توجه قرارگرفت. حاصل کار، توسعه یک الگوریتم حل مسأله در فضای فازی- ژنتیک می‌باشد، که شامل سه گام اساسی برای حل مسأله به شرح زیر است:

۱- بررسی حدود مسأله و تعریف پارامتر های مداخله‌گر و پیکربندی اطلاعات برای معرفی همه‌ی گزینه‌های ممکن (فرد- فعالیت) با توجه به شرایط محیطی مسأله،

۲- مدل‌سازی ریاضی در فضای فازی،

۳- حل ژنتیکی- فازی مدل و استخراج مجموعه‌ی پاسخ‌های آن

حل مدل از طریق یک روش ترکیبی الگوریتم ژنتیک و نظریه امکان صورت می‌پذیرد، بگونه‌ای که الگوریتم حل مسأله یک مجموعه جواب‌های بهینه از جفت‌های سازگار "فرد-فعالیت" با رجحان نسبی در اختیار تهیه کننده قرار می‌دهد. طراحی مدول-های مورد نیاز در فضای نرم‌افزار MATLAB نیز امکان کاربرد عملیاتی الگوریتم مذکور را در شرایط واقعی تسهیل نموده است.

الگوریتم حل مسأله توسعه داده شده در این مقاله علاوه بر معرفی یک ابزار تصمیم‌گیری یکپارچه و سیستماتیک برای انتخاب و سازماندهی عوامل تولید فیلم تحت شرایط روش فیلم-سازی مستقل، حاوی نوآوری‌های علمی در مبحث مهندسی سیستم‌ها برای سازماندهی عوامل تولید در محیط‌های تولیدی با ساختار پروژه‌ای، مدولار و شبکه‌ای نیز است، که به طور عمده عبارت است:

- تعیین پارامتر ضریب مطلوبیت برای انتخاب افراد در مدل به منظور امکان اعمال مطلوبیت مورد نظر تهیه کننده در هر تخصیص،
- توجه به تناسب حوزه تخصصی و تجربی افراد در قبول یا رد آن‌ها برای فعالیت‌ها از طریق تعریف ماتریس توانایی فرد در فعالیت که به عنوان محدودیت در مدل طراحی شده است، در الگوریتم حل مسأله توسعه داده شده در این مقاله، پیکربندی- جمع‌آوری و محاسبه - داده‌های مسأله از یک الگوی سیستماتیک و متناسب با فضای مدل تبعیت می‌کند. لذا به دلیل تناسب فضای تعریف مسأله با فضای حل مدل، انتظار می‌رود پاسخ‌های تولید شده توسط الگوریتم، در شرایط واقعی قابل اتکا باشد.

اطلاعات مربوط به ماتریس امتیاز توانایی هر فرد در هر فعالیت از طریق بکارگیری روش تحلیل سلسله‌مراتبی در فضای فازی و با استفاده از اعداد مثلثی محاسبه شده است. این روش با توجه به مقایسات زوجی شاخص‌ها و افراد در فضایی سازگار با فضای مسأله اصلی، جواب واقعی بدست می‌دهد.

مراجع

[۱] شایسته، مرتضی.، تهیه‌کننده و سرمایه‌گذار، مؤسسه هدایت فیلم، نحوه‌ی سازماندهی نیروی انسانی در فرآیند تولید فیلم در ایران،۱۳۸۶.

[۲] اسماعیلی، عزیز الله.، تهیه‌کننده، کارگردان و برنامه‌ساز تلوزیون، صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران، سازماندهی و مدیریت نیروی انسانی در برنامه‌سازی تلوزیون و سینما، ۱۳۸۵.

[3] Grantham, Charles E., *Hollywood: A Business Model for the Future*, 2004.

[4] Alony, Irit, Whymark, Greg, Jones, Michael, *Sharing Tacit Knowledge: A Case Study in the Australian Film Industry*, Informing Science Journal, Volume 10, 2007.

[5] The Motion Picture & Television Industry contribution to the U.S. Economy, Supplementary Report, April 2010.

[6] Bordwell, D., Staiger, J., Thompson, K., *The Classical Hollywood Cinema: Film Style and Mode of Production to 1960*, Columbia University Press, New York NY, 1985.

[7] Lewis, J., *Whom God Wishes to Destroy - Francis Coppola and the New Hollywood*, Duke University Press, 1985.

[8] Zuckerman, Ezra, w., *Typecasting and Generalism in Firm and Market: Genre-Based Career Concentration in the Feature Film Industry, 1933-1995*, Research in the Sociology of Organizations, Volume 23: 173-216, 2005.

[9] Collin, Audrey, Anthony Young, Richard, *The Future of Career*, Cambridge University Press, 2000.

[10] The Economic Impact of the Mot ion Picture & Television Product ion Industry on the United States, Report, 2006.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

[11] Prince, S., A *New Pot of Gold: Hollywood Under the Electronic Rainbow, 1980-1989*, New York: Charles Scribner's Sons, 2000.

[12] Hagel, J., Armstrong, A., *Net Gain*, Harvard Business School Press, Boston, MA, 1997.

[13] Palmer, Lan, Dunford, Richard, Rura-Polley, Thekla, Baker, Ellen, *Changing Forms of Organizing: Dualities in using Remote Collaboration Technologies in Film Production*, Organizational Change Management, Vol. 14 No. 2, 2001.

[14] Ferriani, Simone, Cattani, Gino, Baden-Fuller, Charles, *Fitness Determinants in Creative Industries: A Longitudinal Study on the Hollywood Film-Making Industry, 1992-2003*, 2005.

[15] Finney, Angus, Learning *from Sharks: Lessons on Managing Projects in the Independent Film Industry*, Long Range Planning 41, 2008, 107e115.

[16] Wagner, H.M., *Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions*, 2nd ed, Prentice Hall, Englewood Cli€s, NJ, 1975.

[17] Shang, Yi, *Global Search Methods for Solving Nonlinear Optimization Problem*, Department of Computer Science University of Illinois at Urbana-Champaign, thesis for the degree of Doctor of philosophy, 1997.

[18] Takahashi, M.T., Yamakami, A., *The Assignment Problem with Fuzzy Weights*, Fuzzy Information, Processing NAFIPS '04, IEEE, 2004.

[19] Dell'orco, Mauro, *An Alternative Approach for Choice Models in Transportation: use of Possibility Theory for Comparison of Utilities*, Yugoslav Journal of Operations Research, 14, 2004, Number 1, 1-17.

[20] Zimmermann, H.J., *Fuzzy Set Theory and its Application*, Kluwer Academic Publisher, Third edition, 1996.

[21] Balio, Tino T., *American Film Industry*, Univ of Wisconsin Press, 1985.

[22] Reich, R., *The Work of nations*, New York: Alfred Knopf, 1991.

[23] Powell, W.W, *Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organizing*, IN B. Staw & L.L. Cummings (Eds.), Research in organizational behavior: 295-336, Greenwich, CT: JAI, 1990.

[24] Hirsch, P.M., *Processing Fads and Fashions: An Organization-set Analysis of Cultural Industry Systems*, American Journal of Sociology, 77: 639-659, 1972.

[25] Miles, R.E., Snow, C., *Organizations: New Concepts for New Forms*, California Management Review, 28(3): 62-73, 1986.

[26] Scott, Allen J., *A New Map of Hollywood on the World*, National Science Foundation, 2002.

[27] Harper, Paul R., Senna, Valter, *A Genetic Algorithm for the Project Assignment Problem*, Computer & Operation Reaserch, Elsevier, 2003.

[28] Toroslu, Ismail H., Arslanoglu, Yilmaz, *Genetic Algorithm for the Personnel Assignment Problem with Multiple Objectives*, Information Sciences 177, 2007, pp. 787–803.

[29] Herrera, Francisco, Lopez, Enrique, Mendana, Cristina, Rodriguez, Miguel A., *Solving an Assignment±Selection Problem with Verbal Information and using Genetic Algorithms*, European Journal of Operational Research, vol 119, Elsevier, 1999.

[30] Bozbura, F., Tunc, Beskese, Ahmet, Kahraman, Cengiz, *Prioritization of Human Capital Measurement Indicators using Fuzzy AHP*, Expert Systems with Applications 32, 2007, pp.1100–1112.

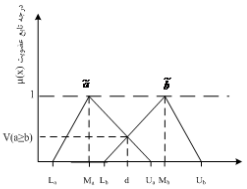
[31] Munkers, James, *Algorithms for the Assignment and Transportation Problems*, Journal of the Society for Indastrial and Applied Mathematics, JSTOR, 2006.

[32] Certa, Antonella, Enea, Mario, Galante, Giacomo, La Fata, Concetta Manuela, *Multi-Objective Human Resources Allocation in R&D Projects Planning*, International Journal of Production Research, 2007.

[33] Shen, M., Tzeng, G.-H., Liu, D.-R., *Multi-Criteria Task Assignment in Workflow Management Systems*, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences, Big Island, Hawaii, USA, January 6–9 2003, 202–210.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

پیوست۱. مقایسه اعداد فازی -نظریه امکان



نمودار۵. فصل مشترک بین دو عدد فازی a و b

درجه‌ی امکان پذیری اینکه عدد $\tilde{a}$ از عدد $\tilde{b}$بزرگ‌تر باشد (نمودار۵)، مدنظر قرار می‌گیرد، که به صورت روابطه زیر تعریف می‌گردد.

$$V(\tilde{a} \geq \tilde{b}) = \sup_{x \geq y}[\min(\mu_a(x), \mu_b(y))] \qquad (۵)$$

پیوست ۲. شاخص‌های تعیین میزان توانایی فرد در فعالیت‌های تولید فیلم

$$V(\tilde{a} \geq \tilde{b}) = hgt(\tilde{a} \cap \tilde{b}) = \mu_a(d) = \begin{cases} 1, & if M_a \geq M_b \\ 0, & if L_b \geq U_a \\ \dfrac{L_b - U_a}{(M_a - U_a) - (M_b - L_b)} & otherwise \end{cases} \qquad (۶)$$

در حالی که d نقطه‌ی حداکثر فصل مشترک μ_a و μ_b می‌باشد، به منظور مقایسه‌ی $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ به دو مقدار $V(\tilde{b} \geq \tilde{a})$ و $V(\tilde{a} \geq \tilde{b})$ نیاز است.

حال اگر تعداد اعداد فازیی که با هم مقایسه می‌شوند، بیشتر از دو تا باشد، در این صورت از رابطه ذیل استفاده می‌گردد. درجه‌ی امکان‌پذیری برای یک عدد فازی محدب، برای اینکه بزرگتر از k عدد فازی محدب a_i باشد، به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$V(a \geq a_1, a_2, \ldots, a_k) = V[(a \geq a_1) \ \& \ (a \geq a_2) \ \& \ \ldots \ (a \geq a_k)]$$
$$= \min V(a \geq a_i) \quad i = 1, 2, \ldots, k \qquad (۷)$$

اگر مسأله‌ی رتبه‌بندی بین چند عدد فازی مطرح باشد، می‌بایست ابتدا برای هر عدد فازی، درجه امکان‌پذیری اینکه این عدد از اعداد دیگر بزرگتر باشد محاسبه گردد. در این صورت برای هر عدد فازی یک مقدار w_i' بدست می‌آید.

$$W' = (w'_1, w'_2, \ldots, w'_k)$$

برای بدست آوردن رتبه‌ی هر عدد فازی، کافی است بردار W' نرمال شود. بردار $W = (\frac{w'_1}{\sum w'_i}, \frac{w'_2}{\sum w'_i}, \ldots, \frac{w'_k}{\sum w'_i}) = (w_1, w_2, \ldots, w_k)$ نشان دهنده‌ی وزن نرمال شده‌ی اعداد فازی مذکور می‌باشد، وزن بیشتر نشان‌دهنده‌ی رتبه‌ی بالاتر است [۳۱، ۲۱].

نمودار ۶. ساختار سلسله مراتبی شاخص‌های برای ارزیابی توانایی فرد در انجام فعالیت

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-12-26]