مقاله‌ی پژوهشی

ارائه مدلی برای تخصیص بهینه منابع انسانی به فرآیندهای عملیاتی با استفاده از مدل مارکویتز: مطالعه موردی در واحد اورولوژی یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه

بختیار استادی*

(نویسنده مسئول) دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. bostadi@modares.ac.ir،

مهناز ابراهیمی صدرآبادی

دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران،

mahnaz.enrahimi@modares.ac.ir

علی حسین زاده کاشان

دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

محمد مهدی سپهری

استاد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده: آنالیز فرآیند ارتباط تنگاتنگی با بهینه‌سازی فرایند دارد و درآن بحث منابع نقش اصلی دارد. از آنجا که مجموعه‌ی بهینه منابع به ویژه در شرایط رخداد حوادث غیر منتظره دارای اثرات متغیر در ریسک، عملکرد فرآیند و بازدهی آن است می‌تواند مشابه مدل انتخاب سبد بهینه سهام تعریف شود. هدف این مقاله، ارائه مدلی ریاضی برای تخصیص منابع انسانی با استفاده از مدل مارکویتز بر اساس مهارت‌ها و هزینه‌ها و با هدف مینیمم کردن ریسک و ماکسیمم کردن بازده منابع است. مدل ارائه شده شامل ترکیبی از ارزیابی ریسک و بازده جهت پیدا کردن بهترین سبد ترکیب منابع در شرایط بحرانی است و روش حل محدودیت اپسیلون است. از جمله نوآوری‌ها، مدل مارکوئیتز برای بهینه‌سازی تخصیص منابع و تخصیص مبتنی بر ریسک منابع در فرآیند است. مدل پیشنهادی در یک مطالعه موردی واحد اورولوژی یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه استفاده شده است. نتایج نشاندهنده تخصیص منابع با بازده وریسک بهینه و بیشترین میزان خروجی در شرایط بحرانی باشد.

واژگان کلیدی تخصیص منابع، مدل مارکویتز، فرآیندهای عملیاتی، ریسک و بازده.

۱- مقدمه

در دنیای پرمخاطره و متغیر کنونی، تخصیص بهینه منابع از اهمیت زیادی برخوردار است، که در صورت تخصیص نادرست منابع، باعث خسارات فراوان به سازمان‌ها می‌گردد. تصمیم‌گیری پیرامون تخصیص منابع مسأله‌ای است که همه‌روزه با آن مواجه می‌شویم. سازمان‌ها به دنبال استفاده مطلوب از منابع موجود در در شرایط بحران هستند و با مصرف منابع موجود اهدافی را دنبال می‌کنند. سازمان‌ها با تخصیص بهینه منابع به ابزاری برای اجرای استراتژی‌ها و برنامه‌های خود دست می‌یابند، که چگونگی تخصیص منابع، میزان دست‌یابی به اهداف را مشخص می‌کند. دستیابی به حداکثر خروجی از اصلی‌ترین تلاش‌های سازمان بوده که این تمایل را می‌توان با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی دست یافت. در تدوین و تخصیص منابع، مدلسازی ابزاری منظم است که میتواند اطلاعات لازم برای تصمیمات

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

دوره ۱۱/ شماره ۱

صفحات ۷۷-۸۷

*(Corresponding author): bostadi@modares.ac.ir

جهت دستیابی به اهداف را فراهم کند. مسئله تخصیص منابع به تخصیص بهینه منابع موجود بین تعدادی فعالیت گفته می‌شود. منظور از بهینگی در تخصیص، ماکزیمم کردن تعداد خروجی و سود و مینیمم کردن ریسک، هزینه و یا هر هدف دیگری است که با توجه به شرایط مسئله تعریف می‌شود. از آنجا که مسئله تخصیص منابع در زمینه‌های مختلف کاربردهای فراوان و وسیعی دارد، جهت فرموله کردن این مسئله از روش‌های مختلفی استفاده می‌گردد. به علت آنکه با توجه به شرایط خاص حاکم بر هر مسئله باید محدودیت‌های خاصی بر نحوه استفاده از منابع اعمال شود.

برای تخصیص منابع روش‌های گوناگونی در ادبیات ارائه شده است، برای مثال مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها [۱۲]، ارائه چارچوب‌های مفهومی[۲۷]، مدل‌های بهینه‌سازی [۲۵]، [۲۰]، [۵]، [۲]، [۱۹] و [۶]، منطق فازی[۲۱]، مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد[۱۶]، مدل برنامه‌ریزی پویا [۱]، شبکه پتری رنگین [۳۲].

تاکنون مطالعات بسیاری برای تخصیص منابع انجام شده است، اما هیچ یک از مطالعات ترکیب‌های مختلف در تخصیص جهت پیدا کردن بهترین ترکیب را در نظر نگرفته است، در این مقاله با استفاده از مدل مارکوئیتز بهترین سبد ترکیبی از تخصیص منابع بدست می‌آید. همچنین در مقالات گذشته در تخصیصات ریسک دیده شده ولی این ریسک با توجه به بازده‌ای که می‌تواند در تخصیص اتفاق بیفتد و با توجه به اینکه از زاویه دید تقسیم ماهیت منبع باشه دیده نشده است. در این گونه مقالات ریسک‌های مترتب بر منابع با توجه به نوع منابع در نظر گرفته نشده است. در تحقیقات قبلی مشابه، بحث تخصیص در مدلسازی ماهیت عملیات و فعالیت‌ها دیده نشده است. درواقع فرض‌های پیش‌نیازی و همزمانی فعالیت‌ها را در نظر نگرفته‌اند.

در پژوهش حاضر از مدل مارکوئیتز برای تعیین ترکیب بهینه تخصیص منابع استفاده شده است. درواقع فرآیندهای سازمان‌ها از منابع بسیاری برای تولید خروجی‌ها استفاده می‌کنند و با توجه به عوامل غیرمنتظره مترتب بر فرآیندها هر سناریوی ترکیب منابع برای ایجاد خروجی ریسک و بازدهی متناسب با خروجی‌های مدنظر به همراه خواهد داشت. بنابراین، تخصیص منابع در ترکیب‌های مختلف نقش یک سبد دارند. لذا سبد مورد نظر یعنی درصدی از هر منبع که به محصول یا فعالیتی تخصیص داده می‌شود. در این مدل سناریوهای مختلفی از این درصدها وجود دارد، که مدل باید پیدا کند کدام بهینه است. بنابراین در این مقاله پیکره‌بندی مدلسازی ریاضی با توجه به نکات فوق برگرفته از مدل مارکوئیتز خواهد بود.

نوآوری مقاله حاضر را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- کاربرد مدل مارکوئیتز برای بهینه‌سازی تخصیص منابع
- تخصیص مبتنی بر ریسک منابع در فرآیند

بخش‌های بعدی مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است: بخش ۲ مبانی نظری را توضیح می‌دهد. در بخش ۳ ایده تحقیق مورد بحث قرار می‌گیرد. در بخش ۴ روش تحقیق و مدل پیشنهادی ارائه داده می‌شود. در بخش ۵ مطالعه موردی برای اثبات کاربردی بودن مدل ارائه شده آورده شده است. سرانجام ، بخش ۶ به بیان نتیجه‌گیری می‌پردازد.

جدول ۱- خلاصه مقالات مطالعه شده

هدف تحقیق	حوزه تحقیقاتی	Main tools & theories	Year	Author(s)
ارائه کاربردی از تحلیل پوششی داده‌ها برای تحلیل عملکرد تعدادی از شهرداری‌های اسپانیا از نظر میزان بازیافت شیشه و تخصیص مناسب ظروف شیشه‌ای به هر شهر با هدف ماکزیمم کردن تعداد کل شیشه‌های بازیافت شده	resource allocation	مدل تحلیل پوششی داده‌ها	2004	Lozano etal [۱۲]
ارزیابی تأثیر تخصیص منابع در بیمارستان‌های دولتی با هدف به حداقل رساندن مرگ و میر	resource allocation	ارائه رویکرد احتمالی	2007	Withanachchi, N., etal [31]
توسعه یک روش جدید برای تأمین منابع مورد نیاز در پاسخ به ریسک	Organization	ارائه چارچوب مفهومی	2016	Torabi etal [۲۷]
ارائه یک مدل تخصیص منابع برای چارچوب تداوم کسب و کار یکپارچه و طرح‌ریزی بازیابی از فاجعه و تخصیص بهینه منابع داخلی و خارجی سازمان با هدف افزایش تاب‌آوری سازمان	Resource allocation	مدل بهینه‌سازی	2015	Sahebjamnia etal [۲۵]
ارزیابی زمان انتظار بیماران در یک درمانگاه در ویتنام/ تأکید به ارتقاء و توزیع منابع انسانی در درمانگاه و ساده کردن اقدامات اداری مربوط به بیماران دارای بیمه خدمات درمانی	Resource allocation	مطالعه مقطعی / تحلیل آماری	2017	Tran, T. D., etal [28]
مطالعه ظرفیت، منابع و زمان انتظار بیماران/ ارائه مدلی جهت تخصیص منابع بیمارستانی	Resource allocation	تئوری صف	2018	Firouzi, J. F., & Aghajannejad, A [7]
ساخت مدل‌های تخصیص با استفاده از یک رویکرد برنامه‌نویسی چندهدفه در یک شبکه بزرگ بیمارستان خصوصی در تایلند/ تخصیص پزشک برای تأمین نیاز بیمارستان با هدف مینیمم کردن هزینه‌ها	Resource allocation	مدل بهینه‌سازی	2018	Suppapitnarm, N., & Pongpirul, K. [26]
تعیین تعداد بهینه ماشین‌آلات و نیروی انسانی و تخصیص آن‌ها به فرآیندهای عملیاتی	Resource allocation	منطق فازی	2018	Ostadi etal [21]

Author(s)	Year	Main tools & theories	حوزه تحقیقاتی	هدف تحقیق
Mokhtarian Daloie etal [16]	2019	مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد	Health	ارائه یک مدل شبیه‌سازی با هدف کاهش زمان انتظار بیماران و همچنین تخصیص تکنسین‌ها با مهارت‌های مختلف به شیفت‌ها در یک مرکز فوق تخصصی کلیه
Bozejko, Wojciech, etal [۵]	2019	مدل بهینه‌سازی	resource allocation	ارائه یک الگوریتم بهینه‌سازی با هدف به حداقل رساندن تعداد کارمندان لازم برای فعالیت در مراکز کار و به حداکثر رساندن ظرفیت فرآیند تولید
Seyed Ebrahim and Karamad [2]	2019	مدل بهینه‌سازی	resource allocation	تخصیص بهینه بودجه سالانه برای کاهش یا حذف ریسک نقاط در معرض حوادث و دستیابی به بالاترین بازده در کاهش تعداد و شدت حوادث
Najarian & Lim [۱۹]	2020	مدل بهینه‌سازی	Network	ارائه یک مدل ریاضی با هدف بهینه‌سازی تاب‌آوری زیرساخت‌ها و تخصیص بهینه بودجه به مولفه‌های زیرساختی
Yu, Wangyang, etal [32]	2020	Timed Colored Petri net	resource allocation	تخصیص بهینه منابع انسانی و ماشین‌آلات به برخی از فعالیت‌های بیمارستان با هدف بهبود کارآیی تخصیص منابع پزشکی
Alkaabneh etal [۱]	2020	dynamic programming model	resource allocation	ارائه چارچوبی برای بهینه‌سازی تخصیص منابع توسط بانکهای مواد غذایی در بین آژانس‌ها/ توسعه یک مدل برنامه‌نویسی پویا جهت تصمیم‌گیری مقدار تخصیص از هر محصول به آژانس‌ها
Deng, Yu-Jing, etal [6]	2020	بهینه سازی	resource allocation	ارائه یک مدل تخصیص بهینه منابع دفاعی جهت تخصیص منطقی منابع دفاعی و به حداقل رساندن ریسک شبکه
Msengwa, A. S., etal [18]	2020	مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد	resource allocation	تخمین میانگین زمان انتظار بیماران و ارائه بهترین سناریو در کاهش زمان انتظار بیماران هنگام افزایش تقاضا و کمبود متخصصان/ نتایج شبیه‌سازی موجب تخصیص دو پرسنل (پزشک و کارمند) به درمانگاه که باعث کاهش زمان انتظار ۴ برابر کمتر از وضعیت فعلی شد
Ketabi, S., etal[10]	۲۰۲۰	تحلیل پوششی داده‌های متمرکز	Resource allocation	تحلیل کارایی و تخصیص منابع در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های متمرکز/ تخصیص تخت به ۳۱ بخش درمانی
Ostadi etal [۲۰]	2021	مدل بهینه‌سازی	Resource allocation	تخصیص بهینه منابع داخلی و خارجی سازمان پس از رخداد حوادث ناگوار با در نظر گرفتن تابع هدف تاب‌آوری و تداوم کسب و کار
Ostadi etal [22]	2020	ترکیبی از مدل مارکوویز و الگوریتم ژنتیک(GA)	power market	ارائه یک مدل ترکیبی برای به حداقل رساندن ریسک پذیرش الگوی مناقصه و به حداکثر رساندن سودآوری در بازار برق
Li etal [11]	2018	job safety analysis (JSA) and a revised Petri net	chemical plant	ارزیابی ریسک فرآیند عملیات غیرروتین صنعتی با استفاده از آنالیز ایمنی شغلی و شبکه پتری
Marhavilas & Koulouriotis [15]	2012	PRAT[1], TSP[2],SRE[3]	power provider industry	استفاده ترکیبی از روش‌های ارزیابی ریسک PRAT-TSP-SRE به منظور دستیابی به یک مدل پیش‌بینی و تخمین ریسک
Abdalla [3]	2002	the Lorenz curve, and the Gini index	Transportation	ارزیابی ریسک مرگ و میر ناشی از تصادفات در امارات دبی و شناسایی عواملی که باعث بالا رفتن ریسک تصادفات می‌شود/ محاسبه ریسک تلفات ترافیکی در امارات دبی نسبت به کشورهای توسعه با توجه به ملیت، گروه سنی و جنسیت رانندگان
Khakzad etal [8]	2012	پاپیون	manufacturing industry	ارزیابی ریسک پویا با استفاده از تکنیک پاپیون توسعه داده شده که در آن احتمال وقوع عواقب حادثه متغیر است
Kalantarnia etal [9]	2009	*نظریه بیزی *مدل درخت رویداد	No specific area	ارزیابی ریسک کمی با استفاده از نظریه بیزی و کاربرد آن در ارزیابی ریسک پویا برای جلوگیری از حوادث و تقویت عملکرد کلی سیستم
Wu etal [30]	2018	بهینه سازی	No specific area	ارائه یک روش بهینه‌سازی با در نظر گرفتن اثرات تقابلی ریسک برای کمک به پزشکاندر ایجاد یک طرح عملی پاسخ به ریسک
Rezaie etal [24]	2007	شبیه‌سازی مونت‌کارلو	No specific area	ارائه یک روش شبیه‌سازی برای بهبود مدیریت ریسک با در نظر گرفتن روابط بین عدم‌قطعیت‌ها
Mutlu & Altuntas [13]	2019	Integration of FMEA[4], FTA[5] and BIFPET[6] methods	production systems	تحلیل ریسک برای ایمنی و بهداشت شغلی در صنعت نساجی/ ادغام روش‌های FTA, FMEA و BIFPET
Mashayekhi, Z., & Omrani, H [۱۴]	2016	Markowitz and DEA cross-efficiency models	stock exchange market	ارائه یک مدل چند منظوره یکپارچه تحلیل پوششی داده‌ها و مارکوئیتز برای انتخاب پورتفوی با در نظر گرفتن همزمان بازده و ریسک و کارایی پورتفوی
Ostadi &Abbasi Harofteh [23]	2020	شبیه سازی مونت‌کارلو	chemical plant	ارئه یک رویکرد جدید مبتنی بر شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای ارزیابی ریسک با در نظر گرفتن هم‌رخدادی عوامل ریسک

[1] proportional quantitativerisk- assessment technique
[2] time-series stochastic process
[3] Societal-risk-estimation
[4] Failure mode and effect analysis
[5] fault tree analysis
[6] belief in fuzzy probability estimations of time

۲-مبانی نظری

۲-۱- مدل مارکوئیتز

انتخاب پورتفولیو برای مدیریت استراتژیک در بسیاری از سازمان‌ها کاری بسیار حیاتی است. هری مارکوئیتز در سال ۱۳۵۲ مسئله انتخاب پورتفوی را به صورت کمی مطرح کرده که به معنی انتخاب پورتفولیویی از دارایی‌ها می‌باشد که ریسک را با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی برای رسیدن به سطح معینی از بازده کمینه می‌کند. پورتفولیو فرآیندها در حقیقت مجموعه‌ای از فرآیندها می‌باشد که تحت نظر مدیریت یک سازمان به جهت بهبود و بهینه‌سازی فرآیندهای یک سازمان مورد تغییر و تحول قرار می‌گیرند که با یکدیگر برای منابع محدود در اختیار سازمان همواره به رقابت می‌پردازند [۱۷]. مارکوئیتز نخستین مدل ریاضی انتخاب سبد سرمایه‌گذاری را با در نظرگیری دو معیار ریسک و بازده در قالب مدل برنامه‌ریزی درجه دو ارائه داد. درواقع مدل مارکوئیتز به دنبال ساخت یک سبد بهینه سهام از میان دارایی‌ها می‌باشد. مارکویتز کسی بود که با معرفی تنوع‌بخشی در سبد سهام نشان داد که با تنوع‌بخشی در سبد سرمایه، ریسک آن را برای سرمایه‌گذار کاهش می‌دهد[۲۹].

مدل مارکوئیتز به صورت زیر فرموله می‌شود:

$$\text{MAX} \quad \mu_p \qquad (۱)$$

$$\text{MIN} \quad \frac{1}{2}\sigma_p^2 \qquad (۲)$$

که در آن μ_p و δ_p^2 به ترتیب به عنوان بازده مورد انتظار پرتفو و ریسک پرتفو در نظر گرفته می‌شود و از معادلات ذیل محاسبه می‌گردند.

$$\mu_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \mu_i \qquad (۳)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j<i} x_i x_j \; Cov\,(i,j) \qquad (۴)$$

در این مدل μ_i به‌عنوان بازده مورد انتظار iامین دارایی و σ_i^2 به‌عنوان ریسک دارایی iام، x_i بیانگر وزن مربوط به iامین دارایی می‌باشد،که $\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$ و COV هم بیانگر کوواریانس میان ریسک دو دارایی می‌باشد.

۲-۲- ارزیابی ریسک

هری مارکویتز[۷]نخستین کسی بود که ریسک را کمی کرد. وی معتقد بود که تصمیم‌های مالی باید براساس ریسک بازده انجام شود. یعنی در یک سطح مشخص بازده، کمترین ریسک و در یک سطح مشخص ریسک، بیشترین بازده وجود داشته باشد. درواقع ریسک، یک عدم قطعیت است که قابل اندازه‌گیری می‌باشد. Brindley، ریسک را ترکیبی از احتمال وقوع حادثه خطرناک و پیامدهای آن بیان کرده است. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری ریسک وجود دارد، که یکی از این روش‌ها به صورت زیر است:

ریسک = احتمال وقوع یک پیشامد * اثر(شدت) وقوع (۵)

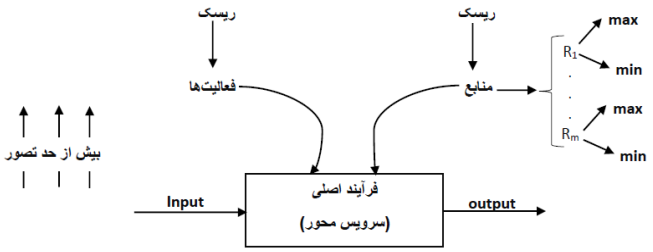
طبق نظر **Brindley**، در اندازه‌گیری ریسک باید دو مفهوم احتمال وقوع و دیگری پیامد آن باید درنظرگرفته شود. که در معادله (۵)، میزان احتمال وقوع یک پدیده بر اساس شدت اثری که می‌تواند داشته باشد اندازه گرفته می‌شود [۴]. در این مقاله از معادله (**5**) برای محاسبه ریسک موجود در تخصیص منابع استفاده می‌شود.

۳- ایده تحقیق

با توجه به شکل (۱) یک فرآیند اصلی که سرویس محور است، وجود دارد. که در حالت عادی سرویس‌گیرنده درخواست سرویس می‌کند و بعد از انجام عملیات خارج می‌شود. ولی در صورتی که ورودی بیش از حد مجاز شود باعث بوجود آمدن بحران می‌شود، که این باعث می‌شود برخی از فرآیندها نتوانند به آن ورودی‌ها پاسخ دهند و یک عدم برنامه‌ریزی در فرآیند رخ دهد. بنابراین فرآیند باید توانایی پاسخگویی به درخواست‌های سرویس را داشته باشد. همچنین در این فرآیند یک سری فعالیت وجود دارد، که کارکرد آن‌ها بر اساس تخصیص منابع است. هر منبع یک حداقل و حداکثر مقدار و منابع موجود و بیرونی دارد. اگرفرآیند، ورودی خیلی زیادی داشت قاعدتاً باید از منابع بیرون تأمین کند. همچنین فعالیت‌ها و منابع با ریسک همراه هستند. لذا ضروری است که در فرآیند کاری کرد که منابع طوری تخصیص داده شوند که فرآیند در شرایط مختلف عملکرد بهینه خود را داشته باشد. بنابراین یک سری عوامل غیرمنتظره در فرآیند می‌تواند اتفاق بیفتد مثل ورودی بیش از حد انتظار که نتوان با استفاده از منابعی که وجود دارد به تناسب پاسخگو باشیم و همه خروجی‌ها را متوازن ایجاد کنیم. لذا مدلی نیاز است که بتوان با توجه به آن ورودی‌های کثیری که به یک فرآیند ورود پیدا می‌کند و با توجه به مقدار منابع و ریسکی که آن منابع دارد بتوانیم حداکثر

[7] Markowitz

خروجی را ایجاد کنیم (حداکثر خروجی مورد نیاز و مورد انتظار). بنابراین نحوه تخصیص منابع با توجه به محدودیت منابعی که وجود دارد، اینکه چه درصدی وجود داشته باشد یک ریسک و بازده‌ای دارد که باید منابع را به درستی تخصیص داد که بیشترین کارایی و اثربخشی را داشته باشیم.

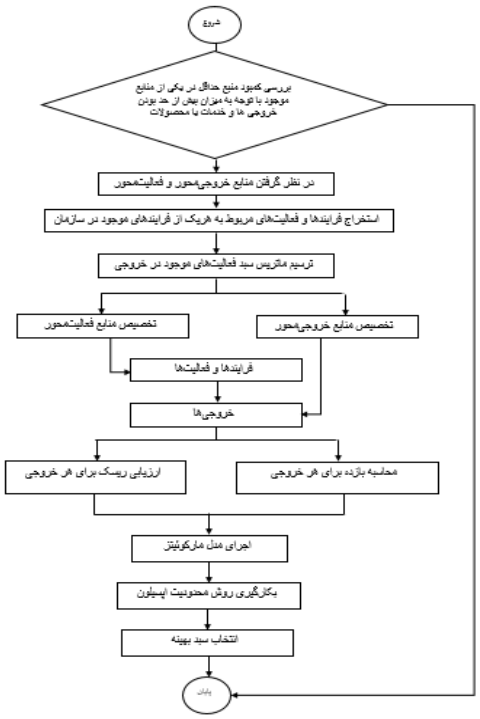


شکل ۱: چارچوب مفهومی تحقیق

همچنین وقتی منابع به فعالیت‌ها و خروجی‌ها تخصیص داده می‌شود، در هر شرایطی یک ریسک و یک بازده دارد. یک سری منابع وجود دارد که می‌خواهد به محصول تخصیص داده شود که در اینجا برای اینکه دقت تخصیص بالا رود، فعالیت‌ها آورده شده که منابع از طریق فعالیت‌ها تخصیص داده می‌شود. همچنین برای هر منبع یک عامل موجد مصرف[8]وجود دارد. دو نوع منبع داریم:

۱. منابع فعالیت محور: بعضی از منابع بر اساس ماهیت فعالیت هستند (زمان فعالیت) = RA
۲. منابع خروجی محور: برخی بر اساس تعداد خروجی o هستند (مثل مواد) = RO

که منابع خروجی محور منابعی است که به ازای هر محصول است و ربطی به فعالیت ندارد، درسته در فعالیت خرج می‌شود ولی وابستگی به محصول دارد، درواقع منابع خروجی‌محور مستقیماً بر خروجی‌ها اثر می‌گذارند ولی منابع فعالیت‌محور از طریق فعالیت‌ها بر خروجی اثرشان را نشان می‌دهند. همچنین مجموعه‌ای از فرآیندها در سازمان وجود دارد که یک ورودی می‌آید و یک خروجی می‌گیرد و در هر فرآیند مجموعه‌ای از فعالیت‌ها وجود دارد. این خروجی در صنایع مختلف متفاوت می‌باشد، به عنوان مثال در صنعت نساجی محصول و در بانک یا کیس‌های خدماتی نیز سرویس می‌باشد. همچنین Output ترکیبی از فعالیت‌ها است. یعنی با توجه به هر خروجی مجموعه‌ای از فعالیت‌ها انجام می‌شود که ممکن است این فعالیت‌ها از یک فرآیند یا چندین فرآیند باشد، که با ماتریس نشان داده می‌شود. در واقع در این ماتریس با توجه به خروجی مورد نظر اگر فعالیتی در آن فرآیند درگیر باشد مقدار یک در غیر اینصورت صفر می‌شود. همچنین می‌خواهیم بدانیم خروجی و فعالیت مورد نظر چقدر از منابع مختلف می‌خواهد. یعنی در این فعالیت مقداری که از منبع $\{1,2, \ldots,k\}$ می‌خواهد چقدر است. پس اینجا باید یک نرخ مصرفی وجود داشته باشد. نرخ مصرف یعنی به ازای هر یک واحد خروجی چه مقدار r_{ijok} از منبع لازم است. در این موضوع در نرخ‌ها یا ACT ها ریسک در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۲- مدل پیشنهادی تخصیص بهینه منابع به فرآیندها با استفاده از مدل مارکوئیتز

[8] Resource Drivers

بنابراین داریم:

اندیس‌ها

O	اندیس خروجی (o=1,2,…,O)
K	اندیس نوع منابع (k=1,2, …,k)
I	اندیس فرآیند (i=1,2,…,m)

پارامترها

P_o	تعداد بیماران مراجعه کننده در خروجی oام
P_k	تعداد بیماران درمان شده توسط تکنسین kام
C_k	هزینه منبع K
R_o	درآمد حاصل از خروجی o

متغیرها

M_{koi}	اگر تکنسین k به فرآیند i از خروجی o تخصیص داده شود، مقدار ۱ و در غیر اینصورت مقدار صفر

تابع هدف اول ریسک را مینیمم می‌کند. منظور از ریسک این است که ممکن است یک سری اتفاقات بیفتد که نتوان به مشتری پاسخ داد یا آن تخصیص جواب بدهد. در اینجا $\hat{x}$ مقدار منبع مورد نیاز است که در مدل فرض شده است نمی‌توان این مقدار را تخصیص داد، حال هرچقدر مقدار تخصیص داده شده از مقدار مورد نیاز فاصله بگیرد قسمتی از فرمول ریسک (شدت اثر) حاصل می‌شود. برای احتمال وقوع از تابع چگالی احتمال یک توزیع یکنواخت پیوسته استفاده شده است. در این مطالعه ریسک حالت سری دارد و ریسک‌ها روی هم اثر می‌گذارند، بدین علت در معادله (9) بین آن‌ها حاصلضرب استفاده شده است. این ریسک‌ها برمی‌گردد به ریسک‌هایی که از طریق فعالیت‌ها یعنی با نگاه فعالیت‌محوری منابع و دیگر با نگاه خروجی‌محور منابع می‌تواند اتفاق بیفتد. تابع هدف (10) بازده را ماکسیمم می‌کند، در بازده هدف بدست آوردن ماکسیمم پاسخ به تقاضا می‌باشد. محدودیت (*11*) که محدودیت فعال بودن تکنسین است درواقع تضمین می‌کند که هر شیفت دارای یک تکنسین است. محدودیت (*12*) تضمین می‌کند که هر تکنسین با مهارت‌های مختلف در یکی از شیفت‌ها فعال است.

$$Min\ f_o = \prod_{k=1}^{k}\prod_{i=1}^{m}\frac{P_o-(P_k\times M_{koi})}{P_o}\times Pr_o(P_k\times M_{koi}<P_o)\quad \forall o \qquad (۹)$$

$$Max\ n_o=\frac{R_o-(\sum_{k=1}^{k}\sum_{i=1}^{m}M_{koi}\times C_k)}{R_o}\quad \forall o \qquad (۱۰)$$

s.t:

$$\sum_{k=1}^{k}M_{koi}=1 \qquad \forall(o,i) \qquad (۱۱)$$

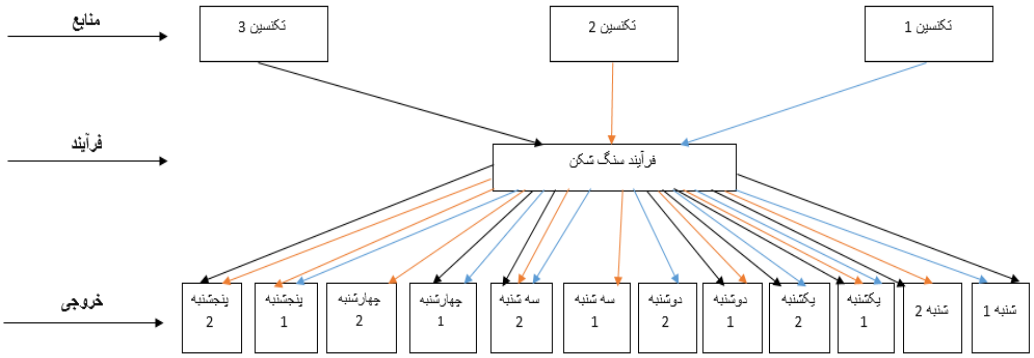
$$\sum_{o=1}^{O}M_{koi}\geq 1 \qquad \forall(K,i) \qquad (۱۲)$$

هنگام مطالعه ادبیات همانطور که گفته شد، هنگام تخصیص ریسک‌های مترتب بر منابع با توجه به نوع منابع درنظر گرفته نشده همچنین ترکیب‌های مختلف در تخصیص برای دستیابی به تخصیص بهینه با بالاترین بازده و کمترین ریسک در نظر گرفته نشده است. به عنوان مثال در مقاله [۱۴] یک مدل شبیه‌سازی گسسته پیشامد برای بهبود کیفیت خدمات ارائه داده‌اند که به کاهش زمان انتظار، نرخ کنسلی بیماران و تخصیص تکنسین‌ها با مهارت‌های مختلف به روزهای هفته پرداخته شده است. در این مقاله به هنگام تخصیص ریسک‌هایی که به هنگام تخصیص ممکن است وجود داشته باشد را در نظر نگرفته شده ولی در مطالعه حاضر تکنسین‌ها با توجه به مهارت و هزینه‌ای که وجود خواهد داشت، تخصیص داده شده و ریسک‌های مترتب هنگام تخصیص به شیفت‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین در مقاله‌ای دیگر [۲۱] به تخصیص ماشین‌آلات و نیروی انسانی در صنعت نساجی پرداخته شده است، که در این مقاله هم ریسک‌هایی که به هنگام تخصیص ممکن است وجود داشته باشد، در نظر گرفته نشده و به هنگام تخصیص ماهیت منابع (خروجی‌محور و فعالیت‌محور) دیده نشده است، ولی در مقاله حاضر به این نکات هم توجه شده است.

۴- مطالعه موردی

در این بخش، کاربرد روش پیشنهادی در مطالعه موردی واحد اورولوژی یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه در ایران آمده است. در این مطالعه، مدلی برای تخصیص بهینه منابع نیروی انسانی (تکنسین‌ها) بر اساس مهارت‌ها و هزینه‌ای که دارند، در شرایط بحرانی با توجه به فرآیندهای عملیاتی ارائه شده است. تکنسین ۱ با مهارت‌ترین، تکنسین ۲ با مهارت متوسط و تکنسین ۳ با مهارت کمتر است. در شکل (۳) نحوه تخصیص منابع ارائه شده است.

ابتدا فرآیند عملیاتی در بیمارستان شناسایی شده است. در جدول (۲) برنامه زمانبندی تکنسین‌های سنگ شکنی در روزهای مختلف هفته نشان داده شده است. با توجه به موارد ذکر شده اطلاعات مربوط به، تعداد بیماران درمان شده توسط تکنسین kام، هزینه منبع K، درآمد حاصل از خروجی o و تعداد بیماران مراجعه کننده در خروجی oام در جدول (۳، ۴، ۵، ۶) داده شده است.



شکل۳: شمای کلی تخصیص منابع به روزهای هفته

جدول ۲- برنامه زمانبندی تکنسین‌های سنگ‌شکنی در روزهای مختلف هفته

	شنبه شیفت ۱	شنبه شیفت ۲	یکشنبه شیفت ۱	یکشنبه شیفت ۲	دوشنبه شیفت ۱	دوشنبه شیفت ۲	سه‌شنبه شیفت ۱	سه‌شنبه شیفت ۲	چهارشنبه شیفت ۱	چهارشنبه شیفت ۲	پنجشنبه شیفت ۱	پنجشنبه شیفت ۲
تکنسین ۱	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	
تکنسین ۲		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓
تکنسین ۳	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓

جدول ۳- تعداد بیماران درمان شده توسط تکنسین kام

P_k		
K =1	K =2	K =3
۱۰	۸	۶

جدول ۴- هزینه منبع K

C_k		
K =1	K =2	K =3
۱۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۶۰۰۰۰

جدول ۵- درآمد حاصل از خروجی o

R_o												
O=۱	O=۲	O=۳	O=۴	O=۵	O=۶	O=۷	O=۸	O=۹	O=۱۰	O=۱۱	O=۱۲
۲۰۰۰۰۰	۲۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۳۴۰۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰	۲۰۵۰۰۰	۱۶۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰	۱۸۵۰۰۰	۱۹۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰

جدول ۶- تعداد بیماران مراجعه کننده در خروجی oام

P_o												
O=۱	O=۲	O=۳	O=۴	O=۵	O=۶	O=۷	O=۸	O=۹	O=۱۰	O=۱۱	O=۱۲
۱۲	۱۱	۱۳	۱۱	۱۴	۱۱	۱۳	۱۲	۱۲	۱۱	۱۲	۱۴

بعد از حل مدل در نرم افزار GAMS خروجی‌های مدل در جداول (۷) آورده شده است.

جدول ۷- ریسک و بازده تخصیص منابع به روزهای هفته

خروجی	ریسک	بازده	تخصیص تکنسین
شنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۱۰۰	۱
شنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۷۲۷	۳
یکشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۰۴۰	۰.۸۰۰	۳
یکشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۸۲۴	۳
دوشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۴۶۲	۰.۶۸۴	۳
دوشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۵۲۴	۱
سه شنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۰۴۰	۰.۶۱۰	۲
سه شنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۶۲۵	۳
چهارشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۶۴۷	۳
چهارشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۵۶۸	۲
پنجشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۵۷۹	۲
پنجشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۴۴۶۲	۰.۷۰۰	۳

پس از اجرای مدل در گمز و گرفتن خروجی، نتایج حاصل از مقاله حاضر با مقاله [۱۴] در جدول ۸ مقایسه شده است. خروجی حاصل از مقاله حاضر با در نظر گرفتن ریسک و بازده تخصیص تکنسین‌ها به شیفت‌ها می‌باشد که دارای دقت بیشتری نسبت به مقاله [۱۴] می‌باشد.

جدول ۸- مقایسه خروجی حاصل از مقاله حاضر با مقاله[۱۴]

خروجی	تخصیص تکنسین ۱ (خروجی حاصل از مقاله حاضر)	تخصیص تکنسین ۲ (خروجی حاصل از مقاله [۱۴])
شنبه شیفت ۱	۱	۱
شنبه شیفت ۲	۳	۲
یکشنبه شیفت ۱	۳	۲
یکشنبه شیفت ۲	۳	۱
دوشنبه شیفت ۱	۳	۲
دوشنبه شیفت ۲	۱	۲
سه شنبه شیفت ۱	۲	۲
سه شنبه شیفت ۲	۳	۳
چهارشنبه شیفت ۱	۳	۲
چهارشنبه شیفت ۲	۲	۳
پنجشنبه شیفت ۱	۲	۲
پنجشنبه شیفت ۲	۳	۲

جهت اعتبارسنجی مدل از تحلیل حساسیت استفاده شده است. درواقع تحلیل حساسیت ابزاری برای بررسی مدل و تعیین میزان اثر متغیرهای ورودی بر روی پاسخ‌های خروجی مدل می‌باشد. در این مطالعه با افزایش هزینه تکنسین ۳، انتظار می‌رود به تعداد شیفت‌های کمتری تخصیص داده شود. بدین ترتیب با تغییر C_3 از ۶۰۰۰۰ به ۹۰۰۰۰ نتایج زیر از طریق نرم‌افزار گمز بدست آمد:

جدول ۹- ریسک و بازده تخصیص منابع به روزهای هفته با تغییر C_3

خروجی	ریسک	بازده	تخصیص تکنسین
شنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۱۰۰	۱
شنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۶۳۶	۲
یکشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۰۴۰	۰.۷۳۳	۲
یکشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۷۳۵	۳
دوشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۴۶۲	۰.۵۷۹	۲
دوشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۵۲۴	۱
سه شنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۴۰۴۰	۰.۶۱۰	۲
سه شنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۵۰۰	۲
چهارشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۴۷۱	۳
چهارشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۱۸۶۳	۰.۵۶۸	۲
پنجشنبه شیفت ۱	۰.۰۰۰۳۲۱۵	۰.۵۷۹	۲
پنجشنبه شیفت ۲	۰.۰۰۰۴۴۶۲	۰.۶۰۰	۲

همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود مطابق با انتظار تخصیص تکنسین ۳ از ۷ شیفت به ۲ شیفت کاهش داده شده است.

۵-نتیجه‌گیری

دراین مقاله ابتدا با توجه به حوزه تحقیقی به مطالعه ادبیات پرداخته شد، سپس طی تحقیقات صورت گرفته و با توجه به مطالعات انجام شده، ایده‌ای خلق شد که با توجه به آن خلأهای تحقیقاتی عبارتند از:

- در تخصیصات ریسک دیده شده ولی این ریسک با توجه به بازده‌ای که می‌تواند در تخصیص اتفاق بیفتد و با توجه به اینکه از زاویه دید تقسیم ماهیت منبع باشه دیده نشده است. در این گونه مقالات

ریسک‌های مترتب بر منابع با توجه به نوع منابع در نظر گرفته نشده است.

- در نظر نگرفتن ترکیب‌های مختلف در تخصیص (سبدهای ترکیبی از تخصیص منابع) و تأکید آن بر عملکرد سازمان یا فرآیند

بعد از مرور ادبیات و شناسایی خلأهای موجود، هنگام مدلسازی نیز خلأهایی که در تحقیقات قبلی وجود داشته در نظر گرفته شده است و منابع مورد نیاز در فرآیندهای عملیاتی با توجه به گذر زمان چرخه حیات فرآیندها به صورت بهینه تخصیص داده شده به گونه‌ای که فرآیند، عملکرد بهینه و قابل قبول داشته باشد. برای اثبات کاربردی بودن مدل پیشنهادی، یک مطالعه موردی در واحد اورولوژی یک مرکز فوق‌تخصصی کلیه در نظر گرفته شده و مدل مورد نظر درآن پیاده‌سازی شده است.

منابع در ترکیب‌های مختلف نقش یک سبد دارند، لذا سبد مورد نظر یعنی درصدی از هر منبع که به محصول یا فعالیتی تخصیص داده می‌شود. در مدل مذکور سناریوهای مختلفی از این درصدها وجود دارد، که مدل باید پیدا کند کدام بهینه است. درواقع در این مقاله یک مدل ریاضی جدید براساس مدل مارکوئیتز ارائه شده که منابع موجود را با توجه به شرایط بحرانی به طور بهینه تخصیص می‌دهد تا میزان بازده را حداکثر و میزان ریسک را به حداقل برساند. دو پارامتر ریسک و بازده با روش‌های ریاضی برآورده شده است. از روش استفاده شده می‌توان برای تعیین استراتژی پیشنهاد بهینه منابع، ارزیابی ریسک و ارزیابی بازده استفاده کرد. هدف از این مقاله، تخصیص بهینه تکنسین‌های با سطح مهارت‌های (دارای مهارت بالا، مهارت متوسط و مهارت کمتر) به شیفت‌های روزهای هفته با درنظر گرفتن درآمد و هزینه و با بهره‌گیری از مدل مارکوئیتز است. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد پیشنهادی الگوی مناسبی برای حل مسئله بهینه‌سازی استراتژی پیشنهاد مقدار منبع قابل تخصیص در شرایط بحرانی با استفاده از مدل مارکوئیتز است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در نظر گرفتن ریسک‌ها، وقوع‌پذیری ریسک‌ها و میزان منابعی که ریسک بیشتری دارند در این مدل تخصیص، بیشتر می‌تواند مورد تحلیل قرار بگیرد. در واقع سازمان‌ها با استفاده از این مدل می‌توانند در شرایط بحران با توجه به کمبود منابع، منابع را طوری تخصیص دهند که با توجه به مهارت کارکنان، هزینه، درآمد، ریسک و بازده آن‌ها بیشترین میزان خروجی را داشته باشند.

از آنجا که حوزه تحقیقاتی رساله حاضر در دسته تحقیقات تخصیص منابع در بهینه‌سازی فرآیند جای می‌گیرد و در این راستا انتخاب مجموعه‌ی بهینه از منابع با هدف بیشینه سازی تاب‌آوری و تداوم فرآیند و کمینه‌سازی ریسک‌های فرآیند موضوعیت پیدا می‌کند. بنابراین در تحقیقات آتی سعی برآن است که دو مفهوم تاب‌آوری و تداوم فرآیند در مدل مذکور مورد استفاده قرار بگیرد. لذا با سوالات زیر مواجه می‌شویم، که منجر به شکل‌گیری مطالعات آتی می‌گردد:

- در فرآیندهای عملیاتی چناچه ریسک‌های فرآیندی قابل توجه باشند، خروجی‌های فرآیند و تداوم سرویس‌دهی فرآیند را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چگونه می‌توان با تخصیص بهینه منابع، تداوم سرویس‌دهی فرآیند را در چنین شرایطی به حداکثر ممکن رساند؟
- چنانچه یک فرآیند با ارائه خروجی‌های زیاد و خارج از عرف و یا با کمبود در منابع فرآیندی مواجه شود، چگونه می‌توان فرآیند را با حداکثر ممکن تاب‌آوری نگه داشت؟

۶-منابع

[1] Alkaabneh, Faisal, Ali Diabat, and Huaizhu Oliver Gao. Unified Framework for Efficient, Effective, and Fair Resource Allocation by Food Banks: Approximate Dynamic Programming Approach. Omega, 2020. 102300.

[2] Abdolmanafi, Seyed Ebrahim, and Sina Karamad. A new approach for resource allocation for black spot treatment (case study: The road network of Iran). Journal of Safety Research, 2019. 69. 95-100.

[3] Abdalla, I. M. Fatality risk assessment and modeling of drivers responsibility for causing traffic accidents in Dubai. Journal of safety research. 2002. 33(4), 483-496.

[4] Brindley, C. (Ed.). Supply chain risk. 2017. Taylor & Francis.

[5] Bozejko, Wojciech, et al., Optimization of production process for resource utilization. Archives of Civil and Mechanical Engineering ,2019. 19 . 1251-1258.
[6] Deng, Yu-Jing, et al., Optimal defense resource allocation for attacks in wireless sensor networks based on risk assessment model. Chaos, Solitons & Fractals, 2020. 137. 109780.
[7] Firouzi, J. F., & Aghajannejad, A. A Model to Improve the Allocation of Hospital Resources Using Queuing Theory. 2018.
[8] Khakzad, N., Khan, F., & Amyotte, P. Dynamic risk analysis using bow-tie approach. Reliability Engineering & System Safety, 2012. 104, 36-44.
[9] Kalantarnia, M., Khan, F., & Hawboldt, K. Dynamic risk assessment using failure assessment and Bayesian theory. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2009 . 22(5), 600-606.
[10] Ketabi, S., Ghandehari, M., & Bolandi, D. Efficiency Analysis and Hospital Resource Allocation Using Centralized Data Envelopment Analysis. Journal of Production and Operations Management, 2020. 11.3: 1-16.
[11] Li, W., Cao, Q., He, M., & Sun, Y. Industrial non-routine operation process risk assessment using job safety analysis (JSA) and a revised Petri net. Process Safety and Environmental Protection, 2018. 117. 533-538.
[12] Lozano, S., Gabriel Villa, and B. Adenso-Dıaz. Centralised target setting for regional recycling operations using DEA. Omega, 2004. 32.2. 101-110.
[13] Mutlu, N. G., & Altuntas, S. Risk analysis for occupational safety and health in the textile industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET methods. International Journal of Industrial Ergonomics, 2019. 72, 222-240.
[14] Mashayekhi, Z., & Omrani, H. An integrated multi-objective Markowitz–DEA cross-efficiency model with fuzzy returns for portfolio selection problem. Applied Soft Computing, 2016. 38, 1-9.
[15] Marhavilas, P. K., & Koulouriotis, D. E. A combined usage of stochastic and quantitative risk assessment methods in the worksites: Application on an electric power provider. Reliability Engineering & System Safety, 2012. 97(1), 36-46.
[16] Mokhtarian Daloie. R, Ostadi. B. Developing a discrete-event simulation model for improving the quality of services: A case study in urology unit at a kidney center. Journal of Engineering and Quality Management, 2019. 9(3), 244-260, Persian.
[17] Markowitz, H. Portfolio Selection. The Journal of Finance, 1952. Vol 7: 77-91.
[18] Msengwa, Amina S.; Rashidi, Jumanne; Mniachi, R. A. Waiting time and Resource Allocation for Out-patient Department: A case of Mwananyamala Hospital in Dar es Salaam, Tanzania. Tanzania Journal for Population studies and Development, 2020. 27.1.
[19] Najarian, M., & Lim, G. J. Optimizing infrastructure resilience under budgetary constraint. Reliability Engineering & System Safety, 2020. 198, 106801.
[20] Ostadi B, Seifi M.M., Husseinzadeh Kashan A. A multi-objective model for resource allocation in disaster situations to enhance the organizational resilience and maximize the value of business continuity with considering events interactions. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, 2021. February. doi:10.1177/1748006X21991027
[21] Ostadi, B, Ghorbani, & Mokhtarian Deloui. Modelling the estimation of the optimum number of required equipment and manpower for operational processes under uncertainty conditions (case study: Textile industry). Journal of Industrial Engineering, 2018. 52 (4), 509-521, Persian.
[22] Ostadi, B., Sedeh, O. M., & Kashan, A. H. Risk-based optimal bidding patterns in the deregulated power market using extended Markowitz model. Energy, 2020. 191, 116516.
[23] Ostadi, B & Abbasi Harofteh, S. A novel risk assessment approach using Monte Carlo simulation based on co-occurrence of risk factors: A case study of a petrochemical plant construction. Scientia Iranica: Transactions on Industrial Engineering (E), 2020. doi: 10.24200/sci.2020.55513.4258.
[24] Rezaie, K., Amalnik, M. S., Gereie, A., Ostadi, B., & Shakhseniaee, M. Using extended Monte Carlo simulation method for the improvement of risk management:

Consideration of relationships between uncertainties. Applied Mathematics and Computation, 2007. 190(2), 1492-1501.
[25] Sahebjamnia, N., Torabi, S. A., & Mansouri, S. A. Integrated business continuity and disaster recovery planning: Towards organizational resilience. European Journal of Operational Research, 2015. 242(1), 261-273.
[26] Suppapitnarm, N., & Pongpirul, K. Model for allocation of medical specialists in a hospital network. Journal of healthcare leadership, 2018. 10: 45.
[27] Torabi, S. A., Giahi, R., & Sahebjamnia, N. An enhanced risk assessment framework for business continuity management systems. Safety science, 2016. 89, 201-218.
[28] Tran, T. D., Nguyen, U. V., Nong, V. M. and Tran, B. X. Patient waiting time in the outpatient clinic at a central surgical hospital of Vietnam: Implications for resource allocation. F1000Research, 2017. 6:454, 1-12
[29] Vercher, E. & Bermudez, J. Portfolio optimization using a credibility meanabsolute semi-deviation model. Expert Systems with Applications, 2015. 42(20), 79–90.
[30] Wu, D., Li, J., Xia, T., Bao, C., Zhao, Y., & Dai, Q. A multiobjective optimization method considering process risk correlation for project risk response planning. Information Sciences, 2018. 467, 282-295.
[31] Withanachchi, N, Uchida, Y., Nanayakkara, S., Samaranayake, D. and Okitsu, A. Resource allocation in public hospitals: Is it effective?. Health Policy, 2007, 80 (2), 308-313.
[32] Wangyang, Y., Menghan, J., Xianwen, F., Yao, L. and Jianchun, X. Modeling and analysis of medical resource allocation based on Timed Colored Petri net. Future Generation Computer Systems, 111, 2020, 368-374