مدیریت فناوری اطلاعات
دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
دوره ۵، شماره ۳
پاییز ۱۳۹۲
صص ۲۲۲-۲۰۳

طراحی یک سیستم پشتیبان تصمیم برای تخصیص نیروی انسانی (مطالعه موردی: پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری)

علیرضا ناصر صدرآبادی[۱]، فائزه اسدیان اردکانی[۲]

چکیده: در تیم‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، نحوه تخصیص افراد به وظایف، تأثیر قابل توجهی بر چگونگی حصول اهداف مدیریت دارد. وجود یک سیستم پشتیبان تصمیم مناسب، می‌تواند در اتخاذ تصمیمات این حوزه به مدیران کمک کند. معمولاً در برنامه‌ریزی تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، اهداف متفاوت و حتی متضاد وجود دارند و روش تصمیم‌گیری باید به‌گونه‌ای باشد که دغدغه‌های مدیران را در فرآیند تصمیم‌گیری لحاظ کند. از این رو، پژوهش حاضر با ترکیب دو رویکرد مجموع موزون و برنامه‌ریزی آرمانی و به‌کارگیری آن در بستر برنامه‌ریزی پویا، روشی مناسب برای طراحی چنین سیستمی ارائه می‌دهد. روش‌شناسی این پژوهش از نوع گام‌به‌گام، تصمیم‌گرا و مدل‌گرا است. سیستم پشتیبان تصمیم پیشنهادشده در این پژوهش، برای هر معیار در هر مرحله آرمانی تعریف می‌کند که میزان انحراف از آرمان، ملاکی برای ارزیابی جواب‌ها است. مزیت سیستم‌های پشتیبان تصمیم در چگونگی ترکیب آرمان‌هایی است که در ماهیت خود متفاوت هستند. این الگوریتم در مقایسه با سایر روش‌های پیشنهادی برای حل این مسائل، نیاز به حجم محاسبات کمتر دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژه‌های کلیدی: ***سیستم پشتیبانی تصمیم، تخصیص منابع انسانی، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی پویا.***

۱. استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد، ایران
۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید، دانشگاه یزد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۲۳
نویسنده مسئول مقاله: فائزه اسدیان اردکانی
E-mail: faezehasadian@stu.yazd.ac.ir

مقدمه

فضای رقابتی حاکم بر کسب‌وکارها به‌همراه پیشرفت‌های فناوری، بیش از هر زمان دیگری مدیران را نیازمند دسترسی به داده‌ها و اطلاعات مربوط به فعالیت‌های درون‌سازمانی و دانش نهفته در آنها کرده است. اطلاعات و دانشی که ضمن ایجاد امکان تصمیم‌گیری‌های مناسب برای مدیران، به‌عنوان پشتیبان تصمیمات آنها نیز مورد استفاده قرار گیرند (فدایی نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). سیستم‌های پشتیبان تصمیم (DSS)[1]، می‌توانند در بسیاری از فرآیندهای مدیریتی نقشی حیاتی ایفا کنند. تصمیم‌گیری در مورد تخصیص منابع نیز باید به‌شکل مناسبی از چنین حمایتی برخوردار باشد.

تخصیص منابع، یعنی تقسیم منابع تولید بین هدف‌های مختلف، به‌طوری که حداکثر هدف‌ها تأمین شوند (کیانی ماوی، ۱۳۸۲). منابع شامل نیروی انسانی، دارایی، مواد اولیه یا سرمایه است که می‌توانند برای انجام هدف مورد استفاده قرار گیرند (Hendriks et al, 1999).

انتخاب و تخصیص کارکنان، ازجمله تصمیم‌های پیچیده سازمانی است که اگر به‌درستی انجام نشود، ممکن است با تشکیل تیمی نامناسب، عواقب زیادی برای سازمان در پی داشته باشد (Hendriks et al, 1999). مدیران پروژه باید اطمینان حاصل کنند که افرادی با مهارت‌های مناسب و در زمان مناسب به پروژه‌ها اختصاص یافته‌اند (Silva & Costa, 2013). با توجه به اینکه به‌تازگی شرکت‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری با افزایش تقاضای بازار برای محصولات و خدمات نرم‌افزاری روبه‌رو شده‌اند، در این پژوهش به مسئله تخصیص منابع انسانی به یک پروژه تدوین بسته‌های نرم‌افزاری پرداخته شده است. به‌طور معمول در پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، زمان‌بندی، برنامه‌ریزی و وظایف نظارتی، امری ضروری تلقی می‌شود. در این موارد نیاز به کنترل افراد، فرآیندها و تخصیص منابع برای دست‌یابی به اهداف مشخص، اهمیت دارد (Wen & Lin, 2008).

بخشی از مسئله زمان‌بندی پروژه، تصمیم‌گیری در این زمینه است که افراد چه وظایفی را در زمان اجرای پروژه‌ها برعهده دارند. در مسئله زمان‌بندی پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، باید چگونگی تخصیص منابع انسانی به هر وظیفه، مشخص شود. اگر مدت زمان انجام پروژه تمدید شود، به افراد کمتری نیاز خواهد بود و اگر هدف کاهش زمان انجام پروژه باشد، نیاز به استفاده از افراد بیشتری است. در بیشتر مطالعات، مسئله حداقل کردن مدت زمان دوره و هزینه مطرح شده است؛ حال آنکه در دنیای واقعی، مدیران درصدد برآورده‌کردن این دو هدف برای حداکثر کردن سود هستند (Wen & Lin, 2008). از این رو، ایجاد یک سیستم پشتیبانی

1. Decision Support System (DSS)

تصمیم برای تخصیص بهینه منابع انسانی به پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، ضروری به نظر می‌رسد. سیستم پشتیبان تصمیم پیشنهادشده در این پژوهش، می‌تواند اهداف متعددی را به‌طور همزمان در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ کرده و آرایشی مناسب برای تیم برنامه‌نویسی ایجاد کند. برای این امر، از تلفیق دو رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا استفاده شده است. بهره‌گیری از مزایای این دو رویکرد، به‌ندرت در ادبیات موضوع مشاهده شده است. انگیزه پرداختن به این موضوع، مطالعه کار پژوهشی ون و لین[1] (۲۰۰۸) است. این پژوهشگران استفاده از الگوریتم ژنتیک را برای حل چنین مسئله‌ای پیشنهاد کرده‌اند.

این پژوهش در پنج بخش تنظیم شده است. در بخش دوم چارچوب نظری پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش سوم روش پژوهش و مدل پیشنهادی بیان شده است. در بخش چهارم نیز برای اعتبارسنجی سیستم پشتیبانی تصمیم پیشنهادی، به پیاده‌سازی این سیستم با استفاده از یک مثال عددی پرداخته شده است. درنهایت بحث و نتیجه‌گیری در بخش پنجم ارائه شده است.

بیان مسئله

مسئله تخصیص منابع

مدیریت منابع انسانی، راهبردی مهم در تمام سازمان‌ها است. این مفهوم موجب موفقیت سازمان‌ها و کسب مزیت رقابتی برای آنها می‌شود (Huemann et al, 2007). در این زمینه مسئله تخصیص منابع انسانی نمود خاصی دارد. تخصیص منابع انسانی، به‌معنای به‌کارگماری افراد و تعیین وظایف و نقش‌های مختلف سازمانی آنهاست. در تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع انسانی، عوامل مختلف و گاه متضاد نقش دارند. وظایف محوله باید با مؤثرترین شیوه انجام شوند و مدیر می‌بایست مناسب‌ترین فرد را برای هر شغل در نظر بگیرد (ترابی و همکاران، ۱۳۸۷).

مسئله تخصیص منابع انسانی یک مدل تصمیم‌گیری چندمرحله‌ای است که شامل تخصیص بهینه برای حداقل‌کردن هزینه کل و حداکثر کردن سود است. در مسئله تخصیص منابع مرسوم تنها به یک هدف توجه می‌شود؛ در حالی‌که مسئله تخصیص باید به‌طور همزمان هزینه و سود کل را در محیط تصمیم‌گیری چندمرحله‌ای در نظر بگیرد (Silva & Costa, 2013).

تصمیم‌گیری در مورد تخصیص منابع برای پروژه‌ها، تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار می‌گیرد. این‌گونه تصمیم‌ها، معمولاً چندین هدف را دنبال می‌کنند که با یکدیگر در تضاد هستند (یزدان‌پناه، ۱۳۷۵). تخصیص منابع انسانی به پروژه‌ها امری پیچیده و با اهمیت است. چنانچه

1. Wen & Lin

فرآیند تخصیص منابع به‌درستی انجام نشود، مسائل زیادی پیش می‌آید که بر موفقیت پروژه‌ها تأثیر منفی دارد (Silva & Costa, 2013). آکانا[1] و همکاران (۲۰۰۶) نیز معتقدند، ازجمله موارد ضروری در پروژه‌ها، منابع انسانی تخصیص‌داده‌شده به پروژه‌ها، شناسایی وظایفی که در طول اجرای پروژه باید انجام شود و افرادی هستند که باید کارها به آنها واگذار شود. به‌گفته‌ای مدیران پروژه باید در ارتباط با اینکه چه کسانی را به پروژه تخصیص دهند، تصمیم‌گیری کنند. آنها باید اطمینان حاصل کنند که افراد مناسب با مهارت‌های قابل قبول و در زمان مناسب به پروژه‌ها تخصیص داده شده‌اند (Acuna et al , 2006).

مسئله مورد بررسی در این پژوهش چندهدفه است. برای حل این نوع مسائل روش‌های متفاوتی مانند مجموع وزنی، لکسیکوگراف و برنامه‌ریزی آرمانی وجود دارد (Marler & Arora, 2004). در این پژوهش از ترکیب دو روش میانگین وزنی و برنامه‌ریزی آرمانی برای بهره‌گیری از مزایای هر دو روش استفاده شده است. سپس این ایده در بستر برنامه‌ریزی پویا که برای حل مسائل چندمرحله‌ای مناسب است، به‌کار برده شده است. هدف اصلی این پژوهش طراحی و ساخت یک سیستم پشتیبان تصمیم برای حل مسائل چندهدفه و چندمرحله‌ای است.

برخی از مهم‌ترین پرسش‌هایی که این پژوهش در پی پاسخ‌گویی به آنهاست عبارتند از: کدام رهیافت‌های علمی و به چه ترکیبی می‌توانند تصمیم‌گیری در چیدمان تیم برنامه‌نویسی را تسهیل کنند؟ نحوه ترکیب مناسب این رهیافت‌ها کدام است؟ مسئله نهایی در کدام بستر بهینه‌سازی حل می‌شود؟

سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری

در دهه ۱۹۷۰، پیشگامان سیستم پشتیبانی تصمیم، کین، مورتن، اسپراگو و وینستون، مفهوم سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) را توسعه دادند (Tian et al, 2007). این سیستم از دانش و فرضیه‌های مختلفی مثل پژوهش، هوش مصنوعی، فرضیه تصمیم‌گیری، اقتصاد، دانش مدیریتی و مدل‌سازی ریاضی استفاده می‌کند (Kou et al, 2011). این سیستم مبتنی بر رایانه و تعامل انسانی است که با فرضیه تصمیم‌گیری قابل انطباق است و برای حل مسائل ساختاریافته و غیر ساختاریافته در مدیریت سازمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نه‌تنها، سبب دسترسی افراد به پایگاه داده و مدل‌های ایجاد شده می‌شود، بلکه به آنها برای اتخاذ تصمیم‌های مناسب یاری می‌رساند (He et al, 2011). به‌طورکلی یک سیستم پشتیبانی تصمیم براساس تقسیم‌بندی توربان، می‌تواند شامل پنج جزء اصلی زیر باشد که عبارتند از:

1. Acuna

۱. **زیرسیستم مدیریت داده‌ها:** شامل پایگاه داده و سیستم مدیریت پایگاه داده است. طبیعی است که هر سیستم پشتیبانی تصمیم برای انجام پردازش‌های خود نیاز به داده‌ها و اطلاعات دارد.
۲. **زیرسیستم مدیریت مدل:** مدل‌ها یکی از اجزای کلیدی بسیاری از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم هستند. این زیرسیستم می‌تواند شامل مجموعه‌ای از مدل‌های ریاضی و تحلیلی، مانند مدل‌های بهینه‌سازی، آماری و مالی باشد. کار پیشنهادی بخشی از این زیرسیستم است.
۳. **زیرسیستم مدیریت پایگاه دانش:** سیستمی متشکل از پایگاه دانش و ابزارهای مختلف هوش مصنوعی (مانند سیستم‌های خبره، شبکه‌های عصبی و بینایی کامپیوتری) که از دانش موجود در پایگاه دانش برای انجام استنتاج‌های مربوطه استفاده می‌کنند.
۴. **زیرسیستم رابط کاربر:** برای ارتباط با کاربر و گرفتن دستورها از او به‌کار می‌رود.
۵. **خود کاربر:** کاربر هم بخشی از سیستم درنظر گرفته می‌شود (شاهرضائی و همکاران، ۱۳۹۱).

این سیستم، قضاوت انسانی و توان فناوری رایانه را به‌گونه‌ای با هم ترکیب می‌کند که بتواند بدون کاستن از استقلال تصمیم‌گیرندگان، اثربخشی آنان را افزایش دهد. سیستم پشتیبانی تصمیم، تصمیم‌گیری نمی‌کند، بلکه به گرفتن تصمیم‌هایی که می‌توانند به‌وسیله رایانه تجزیه و تحلیل شوند، کمک می‌کند. به علت نیاز به انواع متفاوت و پیچیده دانش برای ساخت سیستم پشتیبان تصمیم، ساخت این سیستم اغلب زمان‌بر و پر هزینه است. با وجود این، به‌دلیل سودمندی‌های آن، ساخت این سیستم همواره مورد توجه بوده است (سلیمی‌فرد و بابایی‌زاده، ۱۳۹۰).

به‌طور کلی ادبیات موضوع DSS در حوزه طراحی و توسعه مشتمل بر تجربه‌های شخصی، مطالعه موردی، رویکردهای عمومی توسعه سیستم‌های اطلاعاتی و طیف متنوعی از دیدگاه‌های برنامه‌نویسان است (Power, 2002).

در بررسی ادبیات موضوع، می‌توان سیستم‌های پشتیبان تصمیم را در بسترهای اجرای مبتنی بر وب (Bhargava et al, 2007)، مبتنی بر رایانه (Fagerholt, 2004) و مبتنی بر ابزارهای سیار (Basole & Chao, 2004) مشاهده کرد.

روش‌شناسی‌های DSS در پارادایم، مدل‌ها و اهداف متفاوت هستند. پارادایم شیوه تفکر در مورد مسائل را توضیح می‌دهد؛ در حالی‌که مدل‌ها، روش‌های ذهنی ارائه واقعیت هستند. انواع متفاوتی از روش‌شناسی‌های سیستم پشتیبانی تصمیم وجود دارد (Savoiu, 2007):

۱. **روش‌شناسی‌های تصمیم‌گرا:** تمرکز این نوع روش‌شناسی بر تجزیه و تحلیل جامع فرآیند تصمیم‌گیری و حمایت و بهبود این فرآیند با استفاده از DSS است.
۲. **روش‌شناسی‌های فرآیندگرا:** عنصر مرکزی توسعه DSS، ارائه توانایی سیستم با استفاده از فرآیندها است.
۳. **روش‌شناسی‌های داده‌گرا:** تمرکز آن بر تعریف، طراحی، ایجاد و مدیریت پایگاه داده DSS است.
۴. **روش‌شناسی‌های سیستم‌گرا:** تجزیه و تحلیل عنصر داخلی DSS، بر پایه نظریه سیستم‌ها است.

در دسته‌بندی دیگری، روش‌شناسی‌های سیستم پشتیبانی تصمیم به‌شکل زیر بیان شده است (Savoiu, 2007):

۱. **روش گام‌به‌گام (مدل آبشاری):** مراحل این روش‌شناسی عبارتند از تعریف مسئله، تجزیه و تحلیل، طراحی، برنامه‌نویسی و اجرا.
۲. **تجزیه و تحلیل ROMC:** این روش را که اسپراگیو و کارلسون (۱۹۸۲) پایه‌گذاری کرده‌اند، بر اساس چهار موجودیت بازارائه (R)[1]، عملیات (O)[2]، اجزای حافظه (M)[3] و کنترل (C)[4] است.
۳. **روش تکاملی:** بر اساس این رویکرد، چهار فاز اساسی تجزیه و تحلیل، طراحی، ساخت و اجرا در یک مرحله ترکیب شده و به‌طور مرتب تکرار می‌شوند. اساس این رویکرد در این است که مدیران و برنامه‌نویسان روی یک زیرمسئله کوچک توافق کرده و سپس سیستمی را برای حمایت از آن توسعه می‌دهند و پس از مدتی کوتاه (برای مثال یک هفته)، سیستم ارزیابی شده و زیرمسئله‌های بعدی مدنظر قرار می‌گیرد.
۴. **نمونه آزمایشی:** این نوع روش‌شناسی در مواقعی کاربرد دارد که نیازمندی‌های سیستم از نگاه مدیران واضح نیست. یک نمونه اولیه از سیستم توسعه داده می‌شود و به‌تدریج تا رسیدن به سیستم نهایی توسعه می‌یابد.
۵. **کاربر نهایی:** نوعی از توسعه DSS است که در آن کاربر نهایی بدون همراهی متخصصان IT یا دریافت کمک محدودی از آنها نسبت به توسعه DSS اقدام می‌کند.

1. Representations
2. Operations
3. Memory aids
4. Control

هر یک از این روش‌شناسی‌ها دارای مزایا و معایبی هستند و موفقیت DSS بستگی به انتخاب صحیح روش‌شناسی با توجه به مسئله دارد (Savoiu, 2007). انواع DSS بر اساس نوع حمایت به‌صورت زیر دسته‌بندی شده است (سلیمی‌فرد و بابایی‌زاده، ۱۳۹۰):

۱. **مدل‌گرا:** تأکید بر دسترسی و اجرای مدل آماری، بهینه‌سازی، مالی، شبیه‌سازی؛
۲. **ارتباط‌گرا:** تأکید بر ارتباطات، همکاری و حمایت از تصمیم‌گیری؛
۳. **داده‌گرا:** تأکید بر دسترسی و به‌کارگیری داده‌ها؛
۴. **ملاک‌گرا:** مدیریت، بازیابی و استفاده از داده‌های ساختارنیافته؛
۵. **دانش‌گرا:** حل تخصصی مسائل با تکیه بر قواعد و رویه‌ها.

با توجه به مطالب ذکرشده روش‌شناسی پژوهش حاضر از نوع گام‌به‌گام، تصمیم‌گرا و مدل‌گرا است.

ادبیات تجربی

در زمینه طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم، به‌منظور تخصیص بهینه منابع، مطالعات اندکی انجام شده است. کیراس[1] (۱۹۸۹) دو مدل را در حمایت از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری ارائه داده است. مدل اول، مدل تخصیص دلار است. این مدل مقادیر بهینه خرید را برای تصمیم‌گیری‌های مربوط به خرید فراهم کرده است. این مدل در چارچوب DSS همچون ابزار تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع دلار به مدیران کمک می‌کند. مدل دوم، مدل تخصیص موجودی سرمایه است که بر بهینه‌سازی سطوح نیازمندی و مقادیر خرید برای طولانی‌مدت تمرکز دارد. این مدل می‌تواند با DSS ترکیب شود، اما بخش فعالی از آن نیست. این مدل‌های ریاضی برای چهار نوع کالاهای سخت‌افزار طراحی شده بود (Cyrus, 1989). تیان[2] و همکاران (۲۰۰۵) نیز یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری سازمانی را برای انتخاب پروژه R&D ارائه دادند. در این پژوهش برای طراحی ساختار سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری سازمانی، از روش مبتنی بر هدف استفاده شده است. این سیستم به‌منظور تسهیل در انتخاب پیشنهادیه‌های پروژه، در بنیاد علوم طبیعی چین مورد استفاده قرار گرفته است. سیستم طراحی‌شده از فرآیند انتخاب پروژه R&D در سطح سازمانی حمایت کرده و اطلاعات مفیدی برای تصمیم‌گیری در این فرآیند ارائه می‌دهد (Tian et al, 2005). آکتاس[3] و همکاران (۲۰۰۵)، سیستم پشتیبانی تصمیم مدیریت‌محور را برای کمک به مدیران سیستم‌های بهداشتی در بهبود کارایی سیستم‌شان ارائه دادند. در مرحله اول از این

1. Cyrus
2. Tian
3. Aktas

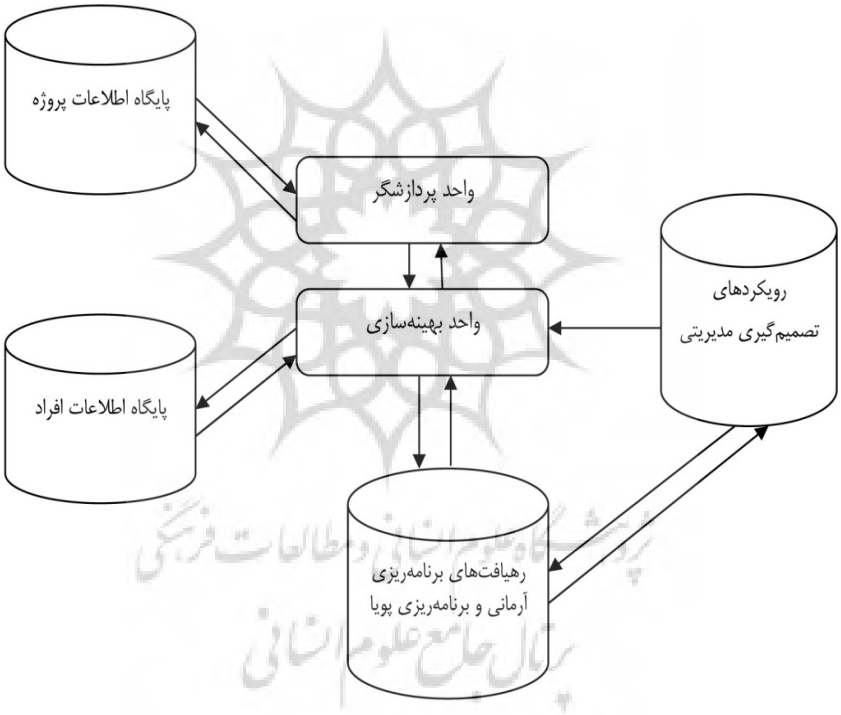
مدل، متغیرهای مؤثر بر کارایی سیستم و روابط علّی بین آنها از طریق نقشه‌های علّی، تعریف شده است. کارایی از طریق کل زمان صرف‌شده در سیستم محاسبه شده است. در مرحله دوم، شبکه‌های بیزین برای تعیین وابستگی‌های شرطی و عدم اطمینان مربوط به متغیرهای کلیدی به‌کار رفته‌اند. در مرحله سوم با استفاده از تجزیه و تحلیل حساسیت شبکه‌های بیزین، متغیرهای کلیدی مؤثر بر سیستم شناسایی شدند. سرانجام راهبردهای مناسب برای بهبود کارایی سیستم ارائه شده است. سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه‌شده در این پژوهش، در بخش رادیولوژی یک بیمارستان خصوصی در ترکیه به‌اجرا گذاشته شد (Aktas et al, 2007). سو (۲۰۰۷) نیز در پژوهشی، سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مناسبی را برای کمک به مدیران مالی در تخصیص منابع ارائه دادند. در این پژوهش از یک DSS دو مرحله‌ای ادغام‌شده بر مبنای AHP و برنامه‌ریزی عدد صحیح استفاده شده است. در مرحله اول، پروژه‌ها با توجه به مطلوبیت و میزان کارایی‌شان انتخاب شدند. سپس از برنامه‌ریزی عدد صحیح، برای ارزیابی مجدد پروژه‌های انتخابی استفاده شده است (Suh, 2007). کنداوتی و گنز (۲۰۰۹) یک سیستم پشتیبانی تصمیم را به‌منظور کمک به مدیران برای تصمیم‌گیری در موقعیت‌های بحرانی طراحی کردند. این سیستم منجر به پاسخ‌گویی مناسب سازمان‌ها در مواجه با شرایط بحرانی و برنامه‌ریزی صحیح منابع (مقدار و مکان منابع) می‌شود (Kandaveti & Ganz, 2009). برالدی و همکاران (۲۰۱۱) نیز یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری ارائه دادند. این سیستم روش‌های شبیه‌سازی را برای پیش‌بینی شرایط نامشخص بازار در آینده و مدل‌های بهینه‌سازی مصنوعی را بر مبنای برنامه‌ریزی تصادفی ادغام می‌کند. رویکرد ادغام شده در این پژوهش برای حمایت از عملگرهای مالی در فرآیند تخصیص دارایی راهبردی طراحی شده است (Beraldi et al, 2011).

ون و لین (۲۰۰۸) به‌منظور تخصیص منابع انسانی در پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، الگوریتم چند هدفه ژنتیک جدیدی را ارائه دادند. این الگوریتم بر مبنای روش، کدگذاری با طول ثابت نامیده است. این روش کدگذاری برای فرآیند برنامه‌ریزی، ساده و مؤثر است (Wen & Lin, 2008).

تعداد محدودی از پژوهش‌ها، ترکیبی از دو رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا را به‌کار برده‌اند. چارنز و همکاران (۱۹۸۹) در پژوهشی با استفاده از ترکیب این دو رویکرد، چارچوبی را برای برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری مشترک و دست‌یابی صنعت تولید مواد غذایی به کارایی، ارائه دادند. هدف مدل ارائه‌شده، پیش‌بینی تقاضا برای انواع مواد غذایی است. در این پژوهش از مثال عددی برای بررسی امکان‌پذیری مدل ارائه‌شده استفاده شده است (Charnes

et al, 1989). در پژوهش دیگری کنگ[1] و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی چندهدفه پویا، مدلی را برای ارزیابی ریسک ارائه دادند. آنها با استفاده از مثال عددی نشان دادند که مدل ارائه‌شده، می‌تواند ریسک ایجاد شده از سوی گروه مذاکره را ارزیابی کند (Kang et al, 2011). پال و مویترا[2] (۲۰۰۳) نیز در مطالعه خود به این موضوع پرداختند که چگونه برنامه‌ریزی آرمانی مرحله‌ای، می‌تواند در حل یک نوع از مسائل برنامه‌ریزی فازی با خصوصیت‌های برنامه‌ریزی پویا مورد استفاده قرار گیرد (Pal & Moitra, 2003).

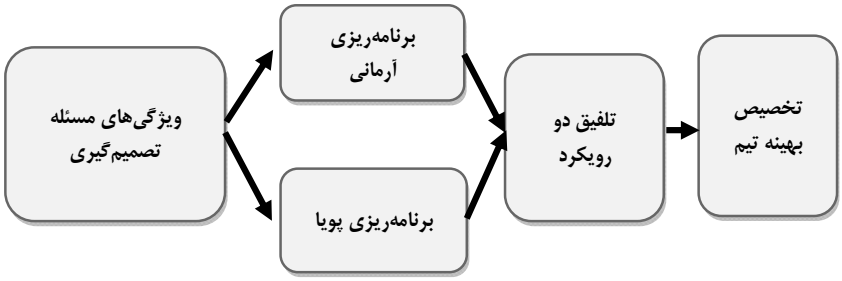
شکل شماره ۱، مدل مفهومی سیستم پشتیبانی تصمیم پژوهش حاضر را نشان داده است.



شکل ۱. مدل مفهومی سیستم پشتیبانی تصمیم پژوهش حاضر

1. Kang
2. Pal & Moitra

در شکل شماره ۲ نیز واحد بهینه‌سازی مشخص‌شده در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۲. واحد بهینه‌سازی

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به جایگاه ویژه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در سیستم‌های اطلاعاتی و نیاز اساسی به هوشمندی تجاری سازمان‌های امروز برای پاسخ‌گویی به تغییرات و مسائل محیطی، نبود سیستم پشتیبانی تصمیم مؤثر در فرآیند تخصیص با توجه به حجم بالای داده‌ها و اطلاعات موجود به‌عنوان ابزاری مدیریتی و هوشمندساز سازمانی مشهود است. بر این اساس در این پژوهش یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای تخصیص بهینه منابع انسانی به پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری پیشنهاد شده است. سیستم پشتیبان تصمیم پیشنهادشده در این پژوهش، می‌تواند اهداف متعددی را به‌طور همزمان در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ کرده و آرایشی مناسب برای تیم برنامه‌نویسی ایجاد کند. برای این امر، از تلفیق دو رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا استفاده شده است. همان‌طور که بیان شد روش‌شناسی پژوهش حاضر از نوع گام‌به‌گام، تصمیم‌گرا و مدل‌گرا است. تمرکز اصلی این مقاله بر واحد بهینه‌سازی سیستم پشتیبان تصمیم است؛ به‌گونه‌ای که انتظارات مدیران را در فرآیند تصمیم‌سازی لحاظ کند. جزئیات نحوه عمل واحد بهینه‌سازی در ادامه آمده است.

در پروژه‌های تدوین بسته‌های نرم‌افزاری، شش مرحله وجود دارد. این مراحل شامل تجزیه و تحلیل نیازها، طراحی معماری، طراحی جزئیات، کدنویسی، تست و نگهداری است. مراحل تجزیه و تحلیل نیازها و نگهداری، دارای زمان پردازش مجزا بوده و مربوط به مشتریان و سرمایه‌گذاران است. بنابراین نمی‌توان از روش‌های ریاضی برای برآورد هزینه و مدت زمان آنها استفاده کرد

(Wen & Lin, 2008). اما سایر مراحل را می‌توان به‌کمک روش برنامه‌ریزی آرمانی یا برنامه‌ریزی پویا در قالب مدل ریاضی بیان کرد.

روش برنامه‌ریزی آرمانی برای برنامه‌ریزی و تجزیه و تحلیل چندهدفه را چارنز و کوپر معرفی کرده‌اند (Pal & Moitra, 2003). برنامه‌ریزی آرمانی، روشی تحلیلی برای تعیین برقراری تعادل بین اهداف متفاوت و حتی متضاد است. این الگو به‌طور همزمان چند هدف را دربرمی‌گیرد و بر اساس حداقل‌کردن انحراف از هدف‌ها تنظیم می‌شود (عابدی، لگشایی، طبیبی و آریانژاد، ۱۳۸۶). در DSS پیشنهادی، ایده اصلی برنامه‌ریزی آرمانی برای تعریف آرمان‌ها استفاده می‌شود. اما مسئله در قالب مدل برنامه‌ریزی خطی انجام نمی‌گیرد.

بلمن در سال ۱۹۵۷، روش برنامه‌ریزی پویا را که روشی عمومی برای حداکثرکردن و حداقل‌کردن توابع ریاضی است، معرفی کرد. این روش در حل مسائل پیچیده با تعداد زیادی متغیر، دارای مزیت تجزیه مؤثر به یک سری مسائل فرعی است (مؤمنی و رضایی، ۱۳۸۷).

یک سیستم پشتیبان تصمیم مناسب برای تخصیص نیروی انسانی به تیم تدوین پروژه‌های نرم‌افزاری را می‌توان با تلفیق نقاط قوت دو روش برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا بنا کرد. در الگوریتم پیشنهادی این پژوهش، پس از تعریف آرمان‌ها و میزان انحراف از آنها، میزان انحراف‌های "بی‌مقیاس" شده و خروجی این مرحله، به ورودی‌های برنامه‌ریزی پویا تبدیل می‌شوند. گام‌های پیشنهادی برای ترکیب این توانمندی‌ها به شرح زیر است:

۱. تعیین آرمان برای هر یک از معیارها در هر مرحله از پروژه

در این مرحله، تصمیم‌گیرنده برای هر معیار در هر مرحله از پروژه، یک آرمان تعیین می‌کند. انحراف از این آرمان می‌تواند در هر دو جهت نامطلوب یا در یک جهت مطلوب و در جهت دیگر نامطلوب قلمداد شود. در صورت نامطلوب بودن هر دو نوع انحراف، جریمه انحراف از هر جهت می‌تواند برابر یا نابرابر باشد. ضمن اینکه جریمه یا اهمیت انحراف از آرمان می‌تواند در معیارهای متفاوت نیز اهمیت‌های نابرابر داشته باشد. از نماد G_{ij} برای نشان دادن آرمان معیار j در مرحله i استفاده می‌شود.

۲. محاسبه انحراف از آرمان برای هر یک از معیارها در هر مرحله از پروژه

اگر با تخصیص k نفر به مرحله i از پروژه، مقدار f_{ijk} برای معیار j حاصل شود، میزان انحراف از آرمان با استفاده از رابطه شماره ۱ به‌دست می‌آید:

$$e_{ijk} = f_{ijk} - G_{ij}$$ رابطه ۱)

در اینجا فرض شده است که اگر انحراف از آرمان مثبت باشد ($e_{ijk} > 0$)، یک وضعیت نامطلوب ایجاد می‌شود و چنانچه انحراف از آرمان منفی باشد ($e_{ijk} < 0$)، یک وضعیت مطلوب شکل می‌گیرد. اگر $e_{ijk} < 0$ مطلوب و $e_{ijk} > 0$ نامطلوب باشد، باید رابطه ۱ به‌شکل رابطه ۲ بازنویسی شود.

رابطه ۲) $$e_{ijk} = G_{ij} - f_{ijk}$$

و چنانچه انحراف از آرمان در هر جهت نامطلوب باشد، میزان انحراف با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

رابطه ۳) $$e_{ijk} = \left| f_{ijk} - G_{ij} \right|$$

۳. بی‌مقیاس‌سازی انحراف از آرمان

بی‌مقیاس کردن میزان انحراف از آرمان j در مرحله i به کمک رابطه شماره ۴ انجام می‌شود. این بی‌مقیاس‌سازی، راه‌حلی برای ترکیب معیارهایی از جنس‌های متفاوت است (Krohling & Souza, 2012).

رابطه ۴) $$n'_{ijk} = \frac{e_{ijk} - \min(e_{ijk})}{\max(e_{ijk}) - \min(e_{ijk})}$$

n'_{ijk} نشان‌دهنده مقدار بی‌مقیاس‌شده انحراف از آرمان j در مرحله i است. در این رابطه $\min(e_{ijk})$ بیانگر کوچکترین مقدار انحراف از آرمان j در مرحله i است. $\max(e_{ijk})$ نیز به‌شکلی مشابه تعریف می‌شود.

اگر میزان انحراف از آرمان در هر جهت دارای وزن‌های یکسان نباشد، می‌توان n'_{ijk} را در وزن مناسب ضرب کرد. مقدار موزون n'_{ijk} را با n_{ijk} نشان می‌دهیم. اگر وزن اختصاص‌یافته به انحراف از آرمان j در مرحله i برابر با w'_{ij} باشد، در این صورت مقدار n_{ijk} با کمک رابطه ۵ تعدیل می‌شود:

رابطه ۵) $$n_{ijk} = n'_{ijk} \times w'_{ij}$$

در صورت یکسان بودن وزن انحراف از آرمان نیز $n_{ijk} = n'_{ijk}$ خواهد بود.

۴. محاسبه مجموع موزون مقادیر بی‌مقیاس‌شده و ترکیب آرمان‌ها

آرمان‌ها ممکن است از اهمیت یکسانی برخوردار نباشند. در مرحله چهارم میزان بی‌مقیاس‌شده انحراف‌ها را به‌صورت موزون با یکدیگر ترکیب می‌کنیم. اگر وزن آرمان j در مرحله i برابر با w_{ij} باشد، از رابطه شماره ۶ استفاده می‌شود.

$$r_{ik} = \sum_{j} n_{ijk} \times w_{ij}$$ رابطه ۶)

در صورتی که به مرحله i از پروژه، k نفر اختصاص یابد، مقدار R_i برابر با r_{ik} خواهد بود. مقادیر R_i ورودی‌های مسئله برنامه‌ریزی پویا هستند و مجموع R_iها باید حداقل شود.

۵. حل مدل با استفاده از برنامه‌ریزی پویا

پس از ترکیب انحراف‌ها در قالب یک مقدار عددی، مسئله به‌کمک برنامه‌ریزی پویا برای حداقل شدن مقدار تابع هدف حل می‌شود. در ادامه هر یک از گام‌ها در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها با حل یک مثال عددی نشان داده شده است.

یافته‌های پژوهش

در این بخش برای پیاده‌سازی و تشریح سیستم پشتیبانی تصمیم پیشنهادی و چگونگی تلفیق دو رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا، یک مثال عددی ارائه شده است. در این مثال چهار مرحله از یک پروژه تدوین بسته‌های نرم‌افزاری که قابلیت مدل‌سازی دارند، در نظر گرفته شده است. هدف، تخصیص بهینه افراد به مراحل مختلف پروژه با در نظر گرفتن دو معیار مدت زمان اجرا و هزینه است. تعداد کل افراد قابل تخصیص به پروژه ۱۰ نفر است. جدول شماره ۱ اطلاعات لازم در مورد مدت زمان اجرای هر مرحله بر حسب ماه و به‌تفکیک تعداد نیروی به‌کارگرفته‌شده و جدول شماره ۲ هزینه ماهانه به‌کارگیری یک نیروی انسانی در هر مرحله را نشان می‌دهند. گفتنی است، هزینه با تعداد افراد تخصیص‌داده‌شده، رابطه مستقیم و خطی داشته و به مدت زمان اجرای هر مرحله بستگی ندارد. اطلاعات این مثال عددی برگرفته از کار پژوهشی ون و لین (۲۰۰۸) است.

جدول ۱. مدت زمان انجام در هر مرحله بر حسب تعداد افراد به کار گرفته شده در هر مرحله (f_{i1k})

نیروی انسانی / مرحله	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
طراحی معماری	۵/۲۲	۴/۰۷	۳/۲۸	۲/۷۲	۲/۲۹	۱/۹۷	۱/۷۱	۱/۵	۱/۱۳	۱/۱۹
طراحی جزئیات	۸/۳۵	۶/۵	۵/۲۵	۴/۳۵	۳/۶۶	۳/۱۵	۲/۷۴	۲/۴	۱/۸۱	۱/۹

کدنویسی	۱۱/۴۸	۸/۹۵	۷/۲۲	۵/۹۸	۵/۰۴	۴/۳۳	۳/۷۶	۳/۳	۲/۴۹	۲/۶۲
تست	۴/۱۸	۳/۲۶	۲/۶۲	۲/۱۸	۱/۸۳	۱/۵۸	۱/۳۷	۱/۲	۰/۹	۰/۹۵

جدول ۲. هزینه ماهانه به کار گیری یک نیروی کار در هر مرحله

مرحله / هزینه	طراحی معماری	طراحی جزئیات	کدنویسی	تست
هزینه هر ماه	۳۸۰۰	۳۵۰۰	۲۴۰۰	۲۲۰۰

با ضرب هر یک از اعداد جدول ۲ در تعداد کارکنانی که به هر مرحله اختصاص می‌یابد، مقادیر f_{i2k}، حاصل می‌شود. به هر یک از مراحل می‌توان از ۱ تا ۱۰ نفر اختصاص داد. مدت زمان اجرای آن مرحله به تعداد افراد اختصاص‌یافته بستگی دارد. برای مثال، اگر به مرحله "طراحی معماری"، یک نفر اختصاص یابد، این مرحله طی زمان ۵/۲۲ ماه انجام می‌شود، یا چنانچه دو نفر به همین مرحله اختصاص پیدا کند، مدت زمان تکمیل مرحله اول برابر با ۴/۰۷ ماه است. هزینه‌های تکمیل هر مرحله نیز تابعی از تعداد نفرات است؛ به‌طوری که اختصاص هر نفر به مرحله "طراحی معماری" هزینه‌ای برابر با ۳۸۰۰ دارد.

در مرحله اول از الگوریتم پیشنهادی، برای هر یک از مراحل پروژه آرمان‌هایی در نظر گرفته شده است. جدول شماره ۳، آرمان‌های مربوط به زمان (G_1) و هزینه (G_2) در هر مرحله را نشان می‌دهد. این آرمان‌ها را مدیر پروژه تعریف می‌کند. وزن انحراف از آرمان‌ها و وزن آرمان‌ها در تمام مراحل و برای هر دو آرمان، برابر با یک در نظر گرفته شده است.

جدول ۳. آرمان‌های مربوط به مدت زمان و هزینه در هر مرحله

آرمان / مرحله	آرمان زمان (G_1)	وزن آرمان زمان $(w'_{i1} = w_{i1})$	آرمان هزینه (G_{i2})	وزن آرمان هزینه $(w'_{i2} = w_{i2})$
طراحی معماری	۳	۱	۱۰۰۰۰	۱
طراحی جزئیات	۳	۱	۱۰۰۰۰	۱
کدنویسی	۳	۱	۵۰۰۰	۱
تست	۱	۱	۵۰۰۰	۱

در این مسئله فرض شده است که اگر انحراف از آرمان مثبت باشد، وضعیت نامطلوب برقرار است؛ یعنی اگر زمان یا هزینه بیش از مقدار آرمان باشد، مطلوب نیست.

جدول شماره ۴، محاسبات بی‌مقیاس‌سازی مرحله چهارم را برای معیار زمان نشان می‌دهد. در مرحله چهارم، مقدار آرمانی معیار شماره یک، یعنی زمان برابر با یک ماه است؛ یعنی $G_{۴۱}=۱$ است. همچنین مقدار آرمانی معیار شماره ۲ که هزینه است، برابر ۵۰۰۰ و بنابراین $G_{۴۲}=۵۰۰۰$ است. حداکثر و حداقل اختلاف از آرمان ۱، به‌ترتیب برابر با ۳/۱۸ و ۰/۱- است.

جدول ۴. مقادیر انحراف از آرمان و استاندارد شده مربوط به معیار مدت زمان در مرحله تست

تعداد افراد اختصاص‌یافته	مدت زمان (f_{41k})	آرمان (G_{41})	اختلاف از آرمان (e_{41k})	بی‌مقیاس‌شده (n'_{41k})	بی‌مقیاس‌شده موزون (n_{41k})
۱	۴/۱۸	۱	۳/۱۸	۱	۱
۲	۳/۲۶	۱	۲/۲۶	۰/۷۱۹۵	۰/۷۱۹۵
۳	۲/۶۲	۱	۱/۶۲	۰/۵۲۴۳	۰/۵۲۴۳
۴	۲/۱۸	۱	۱/۱۸	۰/۳۹۰۲	۰/۳۹۰۲
۵	۱/۸۳	۱	۰/۸۳	۰/۲۸۳۵	۰/۲۸۳۵
۶	۱/۵۸	۱	۰/۵۸	۰/۲۰۷۳	۰/۲۰۷۳
۷	۱/۳۷	۱	۰/۳۷	۰/۱۴۳۲	۰/۱۴۳۲
۸	۱/۲	۱	۰/۲	۰/۰۹۱۴	۰/۰۹۱۴
۹	۰/۹	۱	-۰/۱	۰	۰
۱۰	۰/۹۵	۱	-۰/۰۵	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۵۲

مجموع موزون مقادیر بی‌مقیاس‌شده انحراف از آرمان‌های زمان و هزینه، نشان می‌دهد که در صورت تخصیص k نفر به مرحله i، مقدار R_i برابر با چند خواهد بود. از آنجایی که وزن هر آرمان در تمام مراحل یکسان در نظر گرفته شده است، ضرایب تمام مقادیر برابر با یک است. برای مثال اگر به مرحله چهارم، دو نفر اختصاص یابد، مقدار R_4 برابر با ۰/۱۱۱۱+۰/۷۱۹۵=۰/۸۳ است.

جدول ۵. مقادیر r_{ik} برای استفاده در برنامه‌ریزی پویا

نیروی انسانی / مرحله	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
طراحی معماری	۱	۰/۸۲۹	۰/۷۴۷	۰/۷۲۲	۰/۷۲۸	۰/۷۶۰	۰/۸۰۸	۰/۸۶۸	۰/۸۸۸	۱/۰۱۴

طراحی جزئیات	۱	۰/۸۲۸	۰/۷۴۸	۰/۷۲۱	۰/۷۲۷	۰/۷۶۰	۰/۸۰۸	۰/۸۶۷	۰/۸۸۸	۱/۰۱۳
کدنویسی	۱	۰/۸۲۹	۰/۷۴۸	۰/۷۲۱	۰/۷۲۸	۰/۷۶۰	۰/۸۰۷	۰/۸۶۷	۰/۸۸۸	۱/۰۱۴
تست	۱	۰/۸۳۰	۰/۷۴۶	۰/۷۲۳	۰/۷۲۷	۰/۷۶۲	۰/۸۰۹	۰/۸۶۹	۰/۸۸۸	۱/۰۱۵

پس از محاسبه مقادیر r_{ik}، فرآیند حل مسئله با روش برنامه‌ریزی پویای بازگشتی دنبال می‌شود. گفتنی است که هر یک از مراحل چهارگانه، باید حداقل یک نفر نیروی انسانی را به‌کار گیرد. بنابراین از ۱۰ نفر نیروی انسانی باید چهار نفر را به مراحل چهارگانه اختصاص داد و در مورد تخصیص شش نفر باقی‌مانده تصمیم گرفت. مراحل چهارم و اول حل مسئله به‌کمک برنامه‌ریزی پویا در جداول ۶ و ۷ آمده است. در این جداول f_i^* و x_i^*، به‌ترتیب نشان‌دهنده بهترین مقدار تابع هدف و بهترین مقدار متغیر تصمیم در مرحله i هستند. برای مثال اگر در مرحله چهارم، دو نیروی کار باقی‌مانده باشند (وضعیت = ۲) بهترین تصمیم این است که هر دو نفر به این مرحله اختصاص یابند که در این صورت مقدار تابع هدف برابر با ۰/۷۴۶ است.

جدول ۶. مرحله چهارم مربوط به برنامه‌ریزی پویا

d_4 / وضعیت	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	f_4^*	d_4^*
۰	۱	–	–	–	–	–	–	۱	۰
۱	۱	۰/۸۳	–	–	–	–	–	۰/۸۳	۱
۲	۱	۰/۸۳	۰/۷۴۶	–	–	–	–	۰/۷۴۶	۲
۳	۱	۰/۸۳	۰/۷۴۶	۰/۷۲۳	–	–	–	۰/۷۲۳	۳
۴	۱	۰/۸۳	۰/۷۴۶	۰/۷۲۳	۰/۷۲۷	–	–	۰/۷۲۳	۳
۵	۱	۰/۸۳	۰/۷۴۶	۰/۷۲۳	۰/۷۲۷	۰/۷۶۲	–	۰/۷۲۳	۳
۶	۱	۰/۸۳	۰/۷۴۶	۰/۷۲۳	۰/۷۲۷	۰/۷۶۲	۰/۸۰۹	۰/۷۲۳	۳

جدول ۷. مرحله اول مربوط به برنامه‌ریزی پویا

d_1 / وضعیت	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	f_1^*	d_1^*
۶	۳/۲۴۲	۳/۱۵۱	۳/۱۵	۳/۲۰۹	۳/۳۸۵	۳/۵۸۸	۳/۸۰۸	۳/۱۵	۲

پس از تکمیل فرآیند حل مسئله، با لحاظ کردن اینکه حداقل یک نفر در هر مرحله باید حضور داشته باشد، به اولین مرحله پروژه، یعنی مرحله طراحی معماری سه نفر، به مرحله طراحی

جزئیات دو نفر، به مرحله کدنویسی دو نفر و به مرحله تست نیز سه نفر اختصاص می‌یابند. این تخصیص منجر به حداقل انحراف از دو معیار می‌شود که برابر با ۳/۱۵ است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

استفاده از مدل‌های ریاضی جایگاه ویژه‌ای در تحلیل، مدیریت و تخصیص منابع دارد. برنامه‌ریزی آرمانی می‌تواند چندین هدف را ب ترتیب اولویت تصمیم‌گیرنده در نظر بگیرد و از طرفی ساختار مسائل تخصیص نیروی انسانی در پروژه‌های نرم‌افزاری، به‌گونه‌ای است که می‌توان از برنامه‌ریزی پویا برای حل مسئله استفاده کرد. ترکیب دو رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی پویا برای طراحی یک DSS مناسب که چنین تصمیم‌گیری‌هایی را پشتیبانی کند، می‌تواند مزایای هر دو رویکرد را به‌طور همزمان به‌کار گرفته و نقاط ضعف یکی را با نقاط قوت دیگری پوشش دهد.

مسئله تخصیص بهینه منابع، به‌دلیل محدودیت منابع و نامحدود بودن نیازهای جامعه مطرح می‌شود. تخصیص بهینه منابع ، مهم‌ترین ابزار اجرای راهبرد و برنامه‌های بلندمدت در هر سازمان است. به‌بیان دیگر، سیاست‌ها و هدف‌های هر سازمان در تخصیص بهینه منابع به فعالیت‌ها انعکاس می‌یابد (آریانژاد و جمالی فیروزآبادی، ۱۳۸۳). استفاده از مدل‌های ریاضی در طراحی سیستم‌های پشتیبان تصمیم، می‌تواند کمک شایانی برای مدیران در برنامه‌ریزی پروژه‌ها باشد.

با توجه به ساختار مسائل تخصیص، می‌توان این مسائل را در قالب یک مسئله برنامه‌ریزی پویا حل کرد. مهم این است که اهداف مختلف و گاه متضاد با یکدیگر، به‌شکل مناسبی ترکیب شوند تا در سازوکار برنامه‌ریزی پویا به‌کار گرفته شوند. در این پژوهش، روشی برای تلفیق این اهداف پیشنهاد شده است. ایده اساسی این روش، بر تعریف آرمان برای هر مرحله و بی‌مقیاس‌سازی انحراف‌ها از آرمان و ترکیب موزون آنها استوار است. رویکردهای دیگری مانند استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری نیز در این حوزه وجود دارند. این رویکردها به فعالیت‌های برنامه‌نویسی و محاسبات زیادی نیاز دارند که می‌توان به کارهای لین و جن[1] (۲۰۰۸) و فیلهو[2] و همکاران (۲۰۱۲)، اشاره کرد. الگوریتم پیشنهادی در این پژوهش به‌شکلی کاراتر با حل این‌گونه مسائل روبه‌رو می‌شود؛ زیرا برخلاف الگوریتم‌های فراابتکاری، رسیدن به جواب بهینه تضمین شده و از نظر زمانی نیز به صرفه‌تر است.

1. Lin & Gen
2. Filho

استفاده از برنامه‌ریزی پویا برای حل مسائل چندمرحله‌ای بزرگتر، ممکن است فرآیند زمان‌بری باشد. از این رو توصیه می‌شود، روش ارائه‌شده در این پژوهش با رویکردهای فراابتکاری ترکیب شود. همچنین در بعضی از مسائل چندمرحله‌ای، ممکن است تعریف یک هدف برای هر مرحله شدنی نباشد. به سایر محققان پیشنهاد می‌شود روی DSSهایی کار کنند که آرمان به‌صورت کلی تعیین شود.

گاهی ممکن است نتوان اهداف را به‌صورت اعداد قطعی بیان کرد. بنابراین می‌توان در سایر پژوهش‌ها از برنامه‌ریزی آرمانی فازی استفاده شود. رویکرد پیشنهادی مختص به مسائل تخصیص نیست. پیشنهاد می‌شود این رویکرد در سایر مسائل چندهدفه و چندمرحله‌ای به‌کار برده شود.

منابع

آریانژاد، م.؛ جمالی فیروزآبادی، ک. (۱۳۸۳). مدل انتخاب تأمین‌کنندگان در حالت چند هدفه، *علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران*، ۱۵ (۴): ۱۰۷-۹۵.

ترابی، ح.؛ مالی، م.؛ دیانت، م. (۱۳۸۷). حسابداری جنبه‌های نامشهود دارایی‌های سازمان، *اولین کنفرانس مدیریت اجرایی*، ۲۱-۱.

سلیمی‌فرد، خ.؛ بابایی‌زاده، س. (۱۳۹۰). یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای زمان‌بندی کلاس‌های دانشگاه (مطالعه موردی دانشگاه خلیج فارس)، *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۳ (۷): ۹۲- ۷۷.

شاهرضائی، م.؛ سیف‌برقی، م.؛ احتشام رائی، ر. (۱۳۹۱). طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم برای انتخاب تأمین‌کننده در محیط تخفیفات چندگانه (مطالعه موردی شرکت امرسان)، *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۴ (۱۲): ۱۱۲- ۸۹.

عابدی، ق.؛ لگشایی، ب.؛ طبیبی، ج.؛ آریانژاد، م. (۱۳۸۶). ارائه مدل برنامه‌ریزی آرمانی جهت تخصیص منابع در بخش آموزشی، دانشگاهی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۱۷ (۵۷): ۸۷-۸۲.

فدایی نژاد، م.ا.؛ صادقی شریف، ج.؛ بناییان، ح. (۱۳۹۰). طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری جهت مدیریت بانکی از منظر تجهیز منابع، (مورد پژوهشی بانک کشاورزی)، *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۳ (۶): ۱۰۸- ۸۹.

کیانی ماوی، ر. (۱۳۸۲). *طراحی مدل ریاضی چند معیاره برای تخصیص منابع در شرکت فولاد آذربایجان*، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

مؤمنی، م. و رضایی، ن. (۱۳۸۷). مدل بهره‌برداری از مخزن سد ارس با استفاده از برنامه‌ریزی پویا، *مدیریت صنعتی*، ۱ (۱): ۱۵۲-۱۳۹.

یزدان‌پناه، ا. ع. (۱۳۷۵). *طراحی مدل‌های ریاضی تخصیص منابع مالی پروژه‌های عمرانی بخش فرهنگ و هنر*، پایان‌نامه دکترای مدیریت، دانشگاه تهران.

Acuna, S.T., Juristo, N., Moreno, A.M. (2006). Emphasizing human capabilities in software development. *IEEE Software*; 23 (2): 94-101.

Aktas, E., Ulengin, F., Sahin, S.O. (2007). A decision support system to improve the efficiency of resource allocation in healthcare management. *Socio-Economic Planning Sciences*, 41 (2): 130-146.

Basole R. C. & Chao R. O. (2004). Location-Based Mobile Decision Support Systems and Their Effect On User Performance, *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems, New York, 2870-2874.*

Beraldi, P., Violi, A., De Simone, F. (2011). A decision support system for strategic asset allocation. *Decision support systems*, 51 (3): 549-561.

Bhargava, H .K. Power, D. J & Sun, D. (2007), Progress in Web-based decision support technologies. *Decision Support Systems*, 43: 1083– 1095.

Charnes, A., Duffuaa, S., Al-Saffar, A. (1989). A dynamic goal programming model for planning food self-sufficiency in the Middle East. *Appl. Math. Modelling*, 13: 86-93, 1989.

Cyrus, M. (1989). Decision support system for resource allocation model. *Operations Research and Economic Analysis Office*, 1-24.

Fagerhalt, F. (2004). A computer-based decision support system for vessel fleet schedulingexperience and future research, *Decision Support Systems*, 37 (1): 35–47

Filho, C., Rocha, D., Costa, M., Pereira, W. (2012). Using Constraint Satisfaction Problem approach to solve human resource allocation problems in cooperative health services. *Expert Systems with Applications*, 39 (1): 385–394.

He, J., Wang, J., He, D., Dong, J., Wang, Y. (2011). The design and implementation of an integrated optimal fertilization decision support system. *Mathematical and Computer Modeling*, 54 (3/4): 1167-1174.

Hendriks, M.H.A., Voeten, B., Kroep, L. (1999). Human resource allocation in a multi-project R&D environment. *International Journal of Project Management*, 17(3): 181-188.

Huemann, M., Keegan, A., Turner, J-R. (2007). Human resource management in the project-oriented company: A review. *International Journal of Project Management*, 25 (3): 315-323.

Kandaveti, R., Ganz, A. (2009). Decision support system for resource allocation in disaster management. *31st Annual International Conference of the IEEE*, 3425-3428.

Kang, D., Jung, J., Bae, D.-H. (2011). Constraint-based human resource allocation in software projects. *Software Practice Experience*, 41 (5): 551–577.

Kou, G., Shi, Y., Wang, S. (2011). Multiple criteria decision making and decision support system. *Decision support systems*, 51 (2): 247-249.

Krohling, R., Souza, T. (2012). Combining prospect theory and fuzzy numbers to multi-criteria decision making. *Expert Systems with Applications*, 39 (13): 11487–11493.

Lin, C.M., Gen, M. (2008). Multi-criteria human resource allocation for solving multistage combinatorial optimization problems using multi objective hybrid genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 34 (4): 2480-2490.

Marler, R.T. & Arora, J.S. (2004). Survey of multi-objective optimization methods for engineering, *Struct Multidisc Optim*, 26 (6): 369-395.

Pal, B.B., Moitra, B.N. (2003). A goal programming procedure for solving problems with multiple fuzzy goals using dynamic programming. *European Journal of Operational Research*, 144 (3): 480–491.

Power, D. J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources and Managers*, Quorum Books division Greenwood Publishing.

Savoiu, G. (2007). Economic indicators used for EU projects, in other criteria of aggregation than national / regional, MPRA Paper, 881-884.

Silva, L.C., Costa, A. (2013). Decision model for allocating human resources in information system projects. *International Journal of Project Management*, 31 (1): 100–108.

Suh, C.K. (2007). An integrated two-phased decision support system for resource allocation. *Wseas transactions on business and economics*, 11 (4): 161-167.

Tian, J., Wang, Y., Li, H., Li, L., Wang, K. (2007). DSS development and applications in China. *Decision support systems*, 42 (4): 2060-2077.

Tian, Q., Ma, J., Liang, J., Kwok, R.C.W., Liu, O. (2005). An organizational decision support system for effective R&D project selection. *Decision support systems*, 39 (3): 403-413.

Wen, F., Lin, C-M. (2008). Multistage Human Resource Allocation for Software Development by Multiobjective Genetic Algorithm. *Applied Mathematics Journal*, 2 (1): 95-10.