

طراحی آزمایش‌های تاگوچی، رویکردی واقع‌بینانه به وزن‌دهی شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان

مهدی حاتمی منش¹، سید محمود زنجیرچی^{2*}

- 1- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران
2- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

پذیرش: 1393/6/8

دریافت: 1392/4/25

چکیده

ارزیابی عملکرد، پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌های حوزه منابع انسانی است که اجرای صحیح آن موجب کارآیی و اثربخشی مواردی چون بازخور کردن عملکرد، آموزش و توسعه، ارتقای کارکنان، برنامه‌ریزی منابع انسانی و ... می‌شود. در این بین تعیین وزن صحیح شاخص‌های ارزیابی با در نظر گرفتن نیروی هم‌افزایی و برهم‌کنش شاخص‌ها و نیز توجه به تفاوت اهمیت سطوح مختلف یک شاخص از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌تواند نتایج ارزیابی را تحت تأثیر قرار دهد.

در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از روش طراحی آمیشتات تاگوچی، وزن شاخص‌ها به صورت واقع‌بینانه‌ای و با در نظر گرفتن دو مورد ذکر شده تعیین شود. بر این اساس الگویی هشت مرحله‌ای ارائه شده و ضمن تدوین شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان برای واحد صندوق یک بانک، با طراحی پرسشنامه بر اساس جدول‌های متعامد پیشنهادی تاگوچی، از صاحب‌نظران حوزه بانکداری کمک گرفته شده تا با پاسخ به پرسشنامه‌های هر بعد، وزن هر یک از شاخص‌های آن بعد را تعیین کنند. نتایج بکارگیری الگوی پیشنهادی در قالب جدول آنوا نشان داد که روش طراحی



آزمایش‌های تاگوچی می‌تواند روشی مناسب در تعیین وزن شاخص‌ها باشد و با در نظر گرفتن مقدار عامل خطا می‌توان در مورد میزان پایایی نتایج به دست آمده تصمیم‌گیری کرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد کارکنان، تعیین وزن شاخص‌های ارزیابی عملکرد، طراحی آزمایشات تاگوچی، جدول آرایه‌های متعامد تاگوچی.

1- مقدمه

ارزیابی عملکرد یکی از مهم‌ترین مسائل موجود در حوزه منابع انسانی است که به عنوان فرآیند ارزیابی و برقراری ارتباط با کارکنان در نحوه انجام یک شغل و استقرار برنامه بهبود آن تعریف می‌شود. در این صورت ارزیابی عملکرد نه تنها به کارکنان اجازه می‌دهد که بدانند عملکرد آنها چگونه است بلکه بر سطح تلاش و مسیر آینده‌شان تأثیر می‌گذارد [1، ص 109]. ارزیابی عملکرد معمولاً با اهداف مختلفی از قبیل بازخور کردن عملکرد، آموزش و توسعه، ارتقای کارکنان، برنامه‌ریزی منابع انسانی و ... به اجرا در می‌آید و از این‌رو چون پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها است، اجرای صحیح آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است [2، ص 94]. یکی از مواردی که اغلب سازمان‌ها در اجرای صحیح ارزیابی عملکرد کارکنان با آن مواجه هستند، مربوط به نحوه تعیین وزن شاخص‌هایی است که برای ارزیابی عملکرد کارکنان مدنظر قرار می‌گیرند.

هرچند در بسیاری از پژوهش‌هایی که در زمینه ارزیابی عملکرد کارکنان صورت گرفته، روش‌های زیادی در تعیین وزن شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفته اما به نظر می‌رسد در بیشتر آنها، حداقل به یکی از دو مورد زیرتوجه نشده است. این دو مورد عبارتند از:

1- توجه به برهم‌کنش¹ و نیروی هم‌افزایی² بین شاخص‌ها: وقتی چندین شاخص در کنار یکدیگر برای یک کارمند مدنظر قرار می‌گیرند، می‌توانند با هم نیرویی را ایجاد کنند که از مجموع تک تک نیروها بیشتر است. به علاوه ممکن است یک یا چند شاخص در یک کارمند،

1. Interaction
2. Synergistic Force



شاخص‌های دیگر را تحت تأثیر خود قرار دهند و از میزان اهمیت و تأثیرگذاری آنها بکاهند و یا بر آن بیافزایند.

2- تفاوت اهمیت سطوح مختلف یک شاخص: یک شاخص می‌تواند در سطوح مختلفی از قبیل ضعیف، متوسط و یا قوی از سوی یک فرد ارائه شود. توجه به این موضوع، به سازمان این امکان را می‌دهد که وزن شاخص‌ها را با در نظر گرفتن سطح مورد نیاز خود تعیین کند. با توجه به دو مورد اخیر، یکی از بهترین تکنیک‌هایی که به وسیله آن می‌توان وزن واقع بینانه‌ای از اهمیت هر شاخص به دست آورد، طراحی آزمایشات به روش تاگوچی¹ است. این روش که به صورت گسترده برای بهینه‌سازی فرآیندهای مهندسی بکار می‌رود، یک آزمایش ساده را برای مطالعه آثار اصلی هر شاخص و مدل‌سازی بعضی از مهم‌ترین برهم‌کنش‌ها بکار می‌گیرد. به این صورت در هر آزمایش، تأثیر هر شاخص در تقابل با دیگر شاخص‌ها و به صورت واقعی‌تری مشخص می‌شود [3، ص 1056].

بنابراین هدف این پژوهش، ارائه الگویی گام به گام برای وزن‌دهی شاخص‌ها با استفاده از روش طراحی آزمایشات تاگوچی است. بر این اساس، پس از شناسایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان، الگوی پیشنهادی در حوزه بانک و مؤسسات مالی به اجرا در آمده و در انتها با بررسی نقاط قوت و ضعف این روش، پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آینده ارائه شده است.

2- طراحی آزمایش‌های تاگوچی

روش تاگوچی یکی از قوی‌ترین روش‌های طراحی آزمایش است که در سال 1986 توسط دکتر جنیچی تاگوچی² ابداع شد. این روش نسبت به رویکرد سنتی «بررسی یک عامل در یک زمان»، می‌تواند تمام متغیرهای عملیاتی را به‌طور همزمان آزمایش کند و روشی کارآ و مؤثر برای بهینه‌سازی همزمان عوامل و استخراج اطلاعات کمی بزرگ با تنها تعداد کمی آزمایش فراهم نماید [4، ص 5456]. روش تاگوچی برای طرح‌ریزی شرایط آزمایش از جدول‌های خاصی استفاده می‌کند که آن را جدول آرایه‌های متعامد³ می‌نامند. استفاده از این جدول‌ها

1. Taguchi Experimental Design Method

2. Genichi Taguchi

3. Tables of Orthogonal Arrays



تضمین می‌کند که طراحی آزمایش‌های مستقیم و پایاست، تعداد متغیرها به همراه تعداد سطوح آنها تعیین‌کننده بکارگیری جدول متعامد مناسب است که تاگوچی آن را برای طراحی آزمایشات پیشنهاد می‌دهد [5، ص 56].

طراحی آزمایش‌ها به روش تاگوچی، دو دسته عوامل را در نظر می‌گیرد. دسته اول که عوامل قابل کنترل نامیده می‌شوند، در طراحی آزمایش‌ها و طراحی نهایی محصول یا فرآیند، سطوح مشخصی دارند و تحت کنترل هستند. دسته دوم - که عوامل اغتشاشی نامیده می‌شوند - بر واکنش یک فرآیند تأثیر می‌گذارند اما نمی‌توانند از لحاظ اقتصادی کنترل شوند. این عوامل اغلب منبع اصلی نوسان هستند. هدف از طراحی آزمایش‌های تاگوچی، ایجاد بهترین حالت به نحوی است که کمتر تحت تأثیر عوامل اغتشاشی قرار گیرد. برای این کار زمان وجود عوامل اغتشاشی باید آزمایش‌ها را با تکرار انجام داد تا اثر تغییر آنها در نتایج و متغیر پاسخ شناسایی شود [6، ص 786؛ 7، ص 324]. بر این اساس تاگوچی پیشنهاد می‌کند برای تحلیل نتایج، به جای میانگین گرفتن از تکرارها، از نسبت S/N ¹ استفاده شود. منظور از S (سیگنال)، اثر عوامل قابل کنترل و منظور از N (نویز)، اثر عوامل اغتشاشی است. بنابراین مقادیر بالاتر برای نسبت S/N همواره بهتر بوده و بیانگر این است که متغیر پاسخ بیشتر تحت تأثیر عوامل قابل کنترل است تا اغتشاشی [8، ص 162؛ 9، ص 20].

نحوه محاسبه S/N به شرح زیر است:

$$S/N = -10 \log_{10}(MSD) \quad (1)$$

که در آن MSD برابر است با میانگین مجذور انحراف از مقدار هدف مشخصه کیفی. بسته به اینکه متغیر پاسخ از چه نوعی باشد، نحوه محاسبه مقدار MSD فرق می‌کند. در این پژوهش که متغیر پاسخ (میزان شایستگی) از نوع «هر چه بیشتر بهتر» است، مقدار MSD از رابطه زیر محاسبه می‌شود:



$$MSD = (1/y_1^2 + 1/y_2^2 + 1/y_3^2 + \dots)/n \quad (2)$$

در رابطه 2، y متغیر پاسخ برای هر آزمایش و n تعداد تکرارهای هر آزمایش است. همچنین یکی از قابلیت‌های مهم روش تاگوچی، تعیین سهم مشارکت هر یک از عوامل در نتایج آزمایش است. روش تاگوچی با در نظر گرفتن اثر برهم‌کنش میان عوامل، سهم هر یک از آنها را در نتیجه آزمایش مشخص کرده و به این ترتیب به نیروی هم‌افزایی عوامل در کنار هم، در تعیین وزن‌شان توجه می‌کند. این قابلیت که از طریق جدول آنوا برای داده‌های آزمایش به دست می‌آید، به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا عوامل را بر اساس اهمیت آنان رتبه‌بندی نماید [3، ص 1058].

3- پیشینه پژوهش

در داخل و خارج از کشور پژوهش‌های زیادی در رابطه با ارزیابی عملکرد کارکنان صورت گرفته است که در این قسمت به بیان خلاصه برخی از آنها پرداخته می‌شود. در پژوهشی، سپهری‌راد و همکاران (2013)، در زمان ارائه یک مدل ریاضی برای توسعه ارزیابی 360 درجه در سازمان تولید ملی ایران، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی¹ را برای محاسبه اهمیت هر معیار ارزیابی و هر منبع ارزیابی بکار بردند. نتایج بکارگیری این روش نشان از خروجی‌های قابل قبول همراه با کاربرد آسان و نظام‌مند روش فوق داشت [10، صص 844-848]. صفرزادگان گیلان و همکاران (2012) به پژوهشی با عنوان «انتخاب سلسله مراتبی بر اساس شایستگی کارکنان شرکت‌های ساخت‌وساز با استفاده از روش محاسبه با کلمات² و فرآیند تحلیل شبکه‌ای» پرداختند. نتایج کاربرد روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای در این پژوهش نشان از تعیین وزن شاخص‌ها با در نظر گرفتن آثار متقابل آنها بر یکدیگر بود [11، صص 860-871]. در پژوهشی دیگر، شاه‌حسینی و سبط (2011)، مدلی برای انتخاب و انتصاب بر اساس شایستگی منابع انسانی برای پروژه‌های ساخت‌وساز ارائه کردند. آنها پس از دسته‌بندی منابع

1. Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)
2. Computing With Words (CWW)



انسانی و تعیین معیارهای شایستگی هر دسته، با استفاده از یک فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی فازی به ارزیابی کارکنان پرداختند. در ادامه یک سیستم استنتاج تطبیقی عصبی فازی¹ برای شکل‌دهی به قوانین شایستگی اگر-آنگاه سیستم استنتاج فازی² و تعیین اهمیت هر یک از شاخص‌ها بکار برده شد. نتایج کاربرد این مدل نشان‌دهنده توانایی بالای آن در کیفیت انتخاب کارکنان بر اساس شایستگی و به دور از قضاوت‌های شخصی بود [12، صص 163-180].

موحدی و همکاران (1390)، الگویی را برای ارزیابی عملکرد پژوهشگران در سازمان‌های تحقیقات صنعتی ارائه دادند. آنها پس از تعیین معیارهای ارزیابی عملکرد، به روش تحلیل سلسله مراتب فازی و به شیوه نظرسنجی از خبرگان به تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها پرداختند. در انتها نیز به منظور اعتبارسنجی، الگوی پیشنهادی در یک سازمان تحقیقات صنعتی به اجرا درآمد که نتایج نشان از نظام‌مند بودن الگو و رضایت‌بخش بودن نتایج از دید صاحب‌نظران داشت [13، صص 83-109].

بردبار و شاکری (1390) در پژوهشی به تحلیل کیفیت شایسته‌گزینی مدیران گروه‌های آموزشی در دانشگاه یزد پرداختند. آنها نخست با بررسی ادبیات پژوهش، مدلی⁵ بعدی را به عنوان مدل نظری پژوهش ارائه کرده و با استفاده از روش آنتروپی شانون³ به تعیین وزن ابعاد و مؤلفه‌های قرار گرفته در آن پرداختند. در نهایت نیز از روش تحلیل شکاف⁴ برای ارزیابی عملکرد مدیران گروه‌های آموزشی استفاده کردند. نتایج این پژوهش نیز نشان از سادگی کاربرد الگوی پیشنهادی در زمان مناسب بودن نتایج داشت [14، صص 101-119].

شاه‌علی‌زاده کلخوران و همکاران (1387) مدلی را برای انتخاب مدیران صنعت خودرو با استفاده از روش ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و دیمتل⁵ بکار بردند. نتیجه کاربرد این روش ترکیبی نشان از توانایی خوب آن در تعیین وزن شاخص‌ها با توجه به اثرگذاری زیرمعیارها داشت [15، صص 21-32].

1. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)
2. Fuzzy Inference System
3. Shannon Entropy
4. Gap Analysis
5. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)



4- روش پژوهش

روش انجام این پژوهش، تحلیلی - توصیفی بوده و از لحاظ دسته‌بندی بر مبنای هدف، کاربردی است. برای تدوین و تنظیم مبانی نظری پژوهش از مطالعه مقالات و رجوع به خبرگان استفاده شده است.

جامعه آماری پاسخ‌دهندگان پرسشنامه‌های مربوط به الگوی پیشنهادی این پژوهش شامل تمام کارمندان و مدیران بانک‌های شهر لار که سابقه کاری بیش از 20 سال داشتند، در نظر گرفته شد. در مورد تعداد نمونه نیز براساس نظر استیونس (1996) که پیشنهاد می‌کند در مطالعات علوم اجتماعی، به ازای هر متغیر باید در حدود 20 پرسشنامه تکمیل شود [16، ص 72]، با توجه به اینکه شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در چهار بعد (همچنان‌که در ادامه مشخص خواهد شد) دسته‌بندی شدند، بنابراین تعداد نمونه که به صورت تصادفی انتخاب شدند، برابر با 80 نفر برآورد شد. دامنه زمانی پژوهش، بهار سال 1393 می‌باشد.

از آنجایی که هدف این پژوهش، تعیین وزن شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در واحد صندوق یک بانک است، بنابراین سؤال پژوهش را به این گونه می‌توان مطرح کرد: چگونه با استفاده از روش طراحی آزمایشات تاکوچی، می‌توان وزن هر یک از معیارهای ارزیابی عملکرد کارکنان واحد صندوق بانک را تعیین کرد؟

جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات این پژوهش در دو فاز صورت گرفته است: در فاز اول به منظور تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان واحد صندوق، از مطالعه ادبیات نظری موضوع و نظر کارشناسی خبرگان شامل اساتید دانشگاهی، مدیران و کارشناسان بانک استفاده شده است.

در فاز دوم به منظور تعیین وزن شاخص‌ها، از پرسشنامه تدوین شده بر مبنای جدول‌های آرایه‌های متعامد تاکوچی استفاده شده است. در این راستا، نرم‌افزار کوالیتک¹ (نرم‌افزار عملیاتی طراحی آزمایش‌های تاکوچی) برای انتخاب جدول آرایه‌های متعامد مناسب به کار برده شد.

1. Qualitek



برای تدوین شاخص‌های ارزیابی عملکرد، از مطالعات گذشته به علاوه نظرهای کارشناسان استفاده شد و برای چینش سطوح مختلف شاخص‌ها در پرسشنامه از جداول آرایه متعامد تاگوچی بهره برده شد. بر این مبنا، روایی محتوایی این پرسشنامه‌ها به تأیید صاحب‌نظران رسید.

برای محاسبه پایایی پرسشنامه‌ها نیز از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. همان‌طور که در ادامه پژوهش بیان خواهد شد، شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در چهار بعد دسته‌بندی شدند که برای تعیین وزن شاخص‌های هر بعد، یک پرسشنامه طراحی شده است. جدول 1، مقادیر آلفای کرونباخ محاسبه شده برای هر پرسشنامه را نشان می‌دهد که همگی مقادیری بیشتر از 0/7 و قابل تأیید هستند.

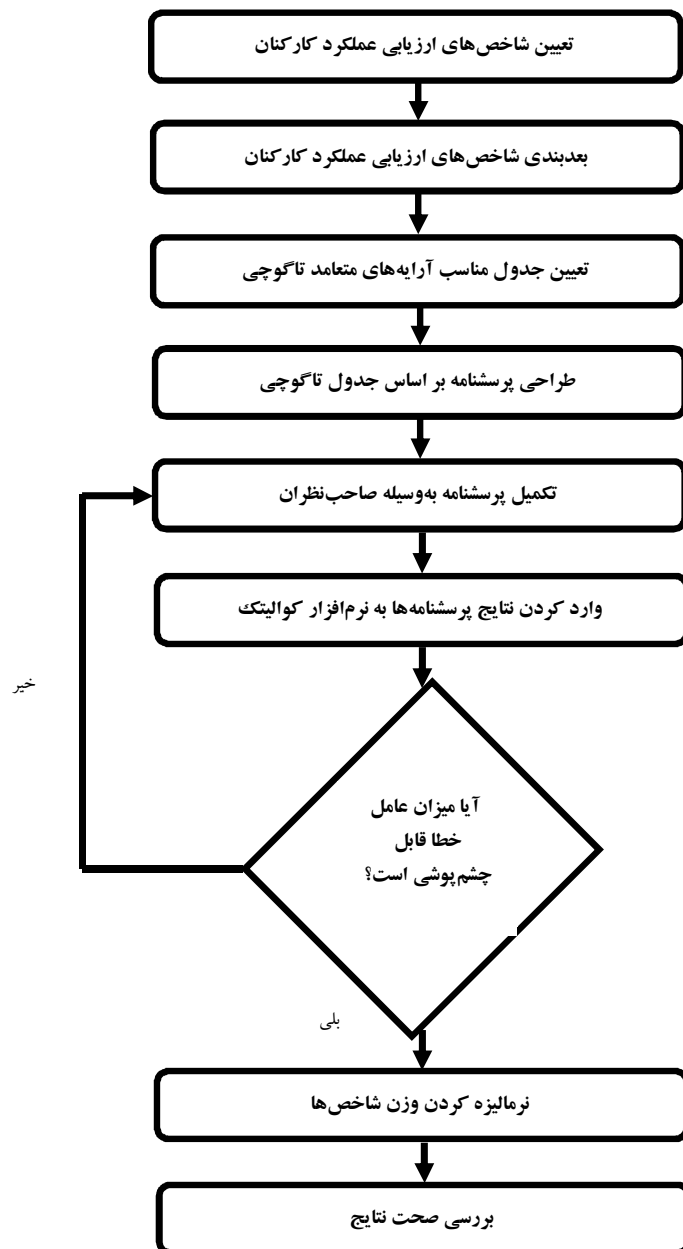
جدول 1 مقادیر ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه‌ها

نام پرسشنامه	تعداد سؤال‌ها	تعداد پاسخ‌دهندگان	مقدار ضریب آلفای کرونباخ
بعد دانش شغلی و مهارت‌ها	9	80	0/765
بعد وظایف عملکردی	18	80	0/802
بعد شخصیتی و اخلاقی	18	80	0/746
بعد ویژگی‌های عمومی	18	80	0/791

منبع: یافته‌های محقق (براساس خروجی نرم‌افزار اسپاس)

5- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این قسمت نخست الگوی پیشنهادی پژوهش به صورت فلوچارت ارائه شد و سپس مراحل آن در قالب اعداد و ارقام به دست آمده مورد تحلیل قرار گرفت.



شکل 1 الگوی پیشنهادی تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده از طراحی آزمایش‌های تاگوچی



مرحله 1: تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان

در اولین مرحله از مطالعه پژوهش‌های گذشته که برخی در حوزه بانک و مؤسسات مالی و برخی نیز در سایر سازمان‌ها انجام شده بود، تعداد 41 شاخص اولیه ارزیابی عملکرد کارکنان جمع‌آوری شد که البته بسیاری از آنها از هم‌پوشانی با سایر شاخص‌ها برخوردار بودند. از این رو به منظور تلخیص، این شاخص‌ها در اختیار خبرگان قرار گرفت تا با حذف، اضافه و یا اصلاح شاخص‌ها، شاخص‌های نهایی به دست آید. در نهایت با نظر خبرگان تعدادی از شاخص‌ها حذف شده و یا در شاخص‌های دیگر ادغام شدند تا اینکه تعداد آنها به 19 شاخص رسید. در ادامه 3 شاخص دیگر نیز به پیشنهاد خبرگان به مجموعه شاخص‌ها اضافه شد تا در نهایت 22 شاخص به عنوان شاخص‌های نهایی ارزیابی عملکرد کارکنان واحد صندوق مدنظر قرار گیرد.

مرحله 2: بعدبندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان

در این مرحله از کارشناسان خواسته شد تا به بعدبندی شاخص‌ها بپردازند. در نهایت با انجام چند بار اصلاحات، این 22 شاخص در چهار بعد شامل «دانش شغلی و مهارت‌ها»، «وظایف عملکردی»، «شخصیتی و اخلاقی» و «ویژگی‌های عمومی» براساس جدول 2 قرار گرفتند.

جدول 2 شاخص‌های جایابی شده درابعاد ارزیابی عملکرد کارکنان

شاخص‌های بعد دانش شغلی و مهارت‌ها	شاخص‌های بعد وظایف عملکردی
توانایی تصمیم‌گیری و حل مسئله توانایی کار با کامپیوتر داشتن اطلاعات در زمینه کاری توانایی انجام کار گروهی	توانایی انجام امور محول شده سرعت انجام کار (کمیت کار) دقت انجام کار (کیفیت کار) استفاده صحیح از منابع در دسترس توانایی ارائه گزارش‌های تخصصی تلاش برای جذب منابع مالی
شاخص‌های بعد شخصیتی و اخلاقی	شاخص‌های بعد ویژگی‌های عمومی
مسئولیت‌پذیری طرز برخورد با مشتریان و همکاران سماجت و پیگیری انگیزه و اشتیاق برای انجام کار تعهد به کار و سازمان میل به پیشرفت	رعایت قوانین و مقررات اداری توانایی برقراری ارتباط با همکاران خلاصیت و نوآوری تجربه‌کاری ظاهر (پاکیزگی و آراستگی) ارائه پیشنهادهای مؤثر

منبع: یافته‌های محقق



مرحله 3: تعیین جدول مناسب آرایه‌های متعامد تاگوچی

تعداد شاخص‌های موجود در هر بعد و تعداد سطوح هر شاخص، دو عامل تعیین‌کننده در انتخاب جدول آرایه‌های متعامد مناسب هستند. با نظر خبرگان، تعداد 3 سطح شامل سطوح قوی، متوسط و ضعیف به عنوان سطوح هر شاخص تعیین شد. سپس با وارد کردن عدد 3 به عنوان تعداد سطوح شاخص‌ها و عدد 4 و یا 6 به عنوان تعداد شاخص‌های هر بعد به نرم‌افزار کوالیتک، جدول آرایه‌های متعامد مناسب تعیین وزن شاخص‌های هر بعد مشخص شد.

مرحله 4: طراحی پرسشنامه بر اساس جدول تاگوچی

در این مرحله بر اساس جدول آرایه‌های متعامد تاگوچی - که به وسیله نرم‌افزار کوالیتک پیشنهاد داده شد - پرسشنامه تعیین وزن شاخص‌های هر بعد مشخص گردید. پرسشنامه مربوط به شاخص‌های بعد دانش شغلی و مهارت‌ها به عنوان نمونه در جدول 3 آورده شده است. همان‌طور که نشان داده شده است، چینش متفاوتی از سطوح مختلف شاخص‌های این بعد در هر آزمایش قرار گرفته است.

جدول 3 پرسشنامه تعیین وزن بعد دانش شغلی و مهارت‌ها

شماره آزمایش	توانایی تصمیم‌گیری و حل مسئله	توانایی کار با کامپیوتر	داشتن اطلاعات در زمینه کاری	توانایی انجام کار گروهی	میزان شایستگی فرد در بعد
1	بد	بد	بد	بد	؟
2	بد	متوسط	متوسط	متوسط	؟
3	بد	خوب	خوب	خوب	؟
4	متوسط	بد	متوسط	متوسط	؟
5	متوسط	متوسط	خوب	خوب	؟
6	متوسط	خوب	بد	بد	؟
7	خوب	بد	خوب	خوب	؟
8	خوب	متوسط	بد	بد	؟
9	خوب	خوب	متوسط	متوسط	؟

منبع: یافته‌های محقق (بر اساس خروجی نرم‌افزار کوالیتک)



مرحله 5: تکمیل پرسشنامه توسط صاحب‌نظران

در این مرحله از 80 نفر از مدیران، کارشناسان و کارمندان باتجربه بانک خواسته شد تا به 4 پرسشنامه که هر یک مربوط به شاخص‌های ابعاد چهارگانه بود، پاسخ دهند. در واقع آنها باید در هر آزمایش، میزان شایستگی یک تحویل‌دار واحد صندوق از لحاظ آن بعد را با اختصاص یکی از اعداد 1 تا 7 که به ترتیب معرف متغیرهای کلامی «خیلی کم»، «کم»، «نسبتاً کم»، «متوسط»، «نسبتاً زیاد»، «زیاد» و «خیلی زیاد» (براساس جدول 4) تعیین می‌کردند، برای مثال در آزمایش شماره 1 که تحویل‌دار فرضی از لحاظ تمام شاخص‌های بعد دانش شغلی و مهارت‌ها از وضعیت بدی برخوردار است، تقریباً تمام پاسخ‌دهندگان به این پرسشنامه، میزان شایستگی در این بعد را برای آن تحویل‌دار فرضی با تخصیص عدد 1 که معرف متغیر کلامی «خیلی کم» بود، تعیین کردند. به همین شکل، پاسخگویی به سایر آزمایش‌های این پرسشنامه و پرسشنامه سه بعد دیگر نیز انجام گرفت.

مرحله 6: وارد کردن نتایج پرسشنامه‌ها به نرم‌افزار کوالیتک

در این مرحله نظرات 80 صاحب‌نظر براساس جدول 4 نخست به عدد فازی و سپس با روش مرکز ثقل به اعداد قطعی تبدیل شد، چرا که اعداد باید به صورت قطعی به این نرم‌افزار وارد شوند.

جدول 4 اعداد فازی و دی‌فازی شده متغیرهای کلامی

اعداد فازی	اعداد قطعی	متغیرهای کلامی
(0/0 ، 0/0 ، 0/2)	0/067	خیلی کم
(0/1 ، 0/2 ، 0/3)	0/2	کم
(0/2 ، 0/35 ، 0/5)	0/35	نسبتاً کم
(0/4 ، 0/5 ، 0/6)	0/5	متوسط
(0/5 ، 0/65 ، 0/8)	0/65	نسبتاً زیاد
(0/7 ، 0/8 ، 0/9)	0/8	زیاد
(0/8 ، 1/0 ، 1/0)	0/933	خیلی زیاد

[17، ص 294]



بر این اساس برای هر آزمایش 80 عدد قطعی به نرم‌افزار کوالیتک وارد شد تا از طریق جدول آنوا- که یکی از خروجی‌های این نرم‌افزار است- وزن هر یک از شاخص‌ها مشخص شود. برای نمونه، خروجی آنوای مربوط به بعد دانش شغلی و مهارت‌ها به شرح جدول 5 است.

جدول 5 جدول آنوای بعد دانش شغلی و مهارت‌ها

شاخص‌ها	درجه آزادی (f)	جمع مربعات (S)	واریانس (V)	مجموع خالص (s')	درصد سهم مشارکت
توانایی تصمیم‌گیری و حل مسئله	2	10/654	5/327	10/234	24/231
توانایی کار با کامپیوتر	2	12/85	6/425	12/451	27/871
داشتن اطلاعات در زمینه کاری	2	13/962	6/981	13/521	30/112
توانایی انجام کار گروهی	2	7/432	3/716	7/018	16/226
خطا	3	0/312	0/156		1/56
	11	45/21			% 100

منبع: یافته‌های محقق (خروجی نرم‌افزار کوالیتک)

همان‌طور که مشاهده می‌شود، این جدول حاوی اطلاعات زیادی است که در این پژوهش تنها داده‌های ستون آخر، یعنی ستون درصد سهم مشارکت مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در این ستون مشاهده می‌شود که شاخص «داشتن اطلاعات در زمینه کاری» با وزن 30/112 و شاخص «توانایی انجام کار گروهی» با وزن 16/226 دارای بیشترین و کمترین اهمیت در بعد هستند. همچنین 1/56 درصد از سهم مشارکت به عامل خطا اختصاص یافته که چون مقدار کمی است، می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. درواقع مقادیر بالای خطا به آن معناست که عواملی وجود دارند که بر نتایج آزمایش تأثیرگذارند اما در آزمایش لحاظ نشده‌اند [5، ص 34]. همچنین این مقدار در این پژوهش می‌تواند ناشی از پاسخ‌های گاهی اوقات متضاد صاحب‌نظران در تعیین نتایج هر یک از آزمایش‌ها باشد. اما از آنجایی که میزان خطا در جدول خروجی هر چهار بعد مقدار بسیار کمی (کمتر از 5 درصد) بود، این مقدار قابل اغماض بوده و از سویی، این مقدار کم خطا، پایایی نتایج تعیین وزن را مورد تأیید قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که به دلیل محدودیت حجم مقاله، اوزان مربوط به سه بعد دیگر، در مرحله بعد و به



صورت نرمالیزه ارائه شده که مقدار آنها به دلیل میزان کم عامل خطا در همه ابعاد، تفاوت چندانی با خروجی جدول آنوای مربوط به هر بعد ندارد.

مرحله 7: نرمالیزه کردن وزن شاخص‌ها

در آخرین مرحله برای اینکه مجموع اوزان شاخص‌های یک بعد برابر با 1 باشد، شاخص‌های هر بعد با استفاده از روش ساعتی نرمالیزه شدند که نتایج آنها در جدول 6 آمده است. رابطه زیر، چگونگی نرمالیزه کردن به روش ساعتی را نشان می‌دهد.

$$w = \frac{r}{\sum r} \quad (3)$$

در رابطه 3، r ، وزن شاخص قبل از نرمالیزه شدن و w ، وزن شاخص بعد از نرمالیزه شدن را نشان می‌دهد.

جدول 6 وزن نرمالیزه شده شاخص‌ها به تفکیک بعد

وزن شاخص	شاخص‌های بعد وظایف عملکردی	وزن شاخص	شاخص‌های بعد دانش شغلی و مهارت‌ها
0/174	توانایی انجام امور محول شده	0/246	توانایی تصمیم‌گیری و حل مسئله
0/169	سرعت انجام کار (کمیت کار)	0/283	توانایی کار با کامپیوتر
0/198	دقت انجام کار (کیفیت کار)	0/306	داشتن اطلاعات در زمینه کاری
0/104	استفاده صحیح از منابع در دسترس	0/165	توانایی انجام کار گروهی
0/151	توانایی ارائه گزارش‌های تخصصی	1	
0/204	تلاش برای جذب منابع مالی		
1			
وزن شاخص	شاخص‌های بعد ویژگی‌های عمومی	وزن شاخص	شاخص‌های بعد شخصیتی و اخلاقی
0/223	رعایت قوانین و مقررات اداری	0/223	مسئولیت‌پذیری
0/135	توانایی برقراری ارتباط با همکاران	0/201	طرز برخورد با مشتریان و همکاران
0/124	خلاقیت و نوآوری	0/123	سماجت و پیگیری
0/253	تجربه کاری	0/111	انگیزه و اشتیاق برای انجام کار
0/109	ظاهر (پاکیزگی و آراستگی)	0/231	تعهد به کار و سازمان
0/156	ارائه پیشنهادها و مؤثر	0/111	میل به پیشرفت
1		1	

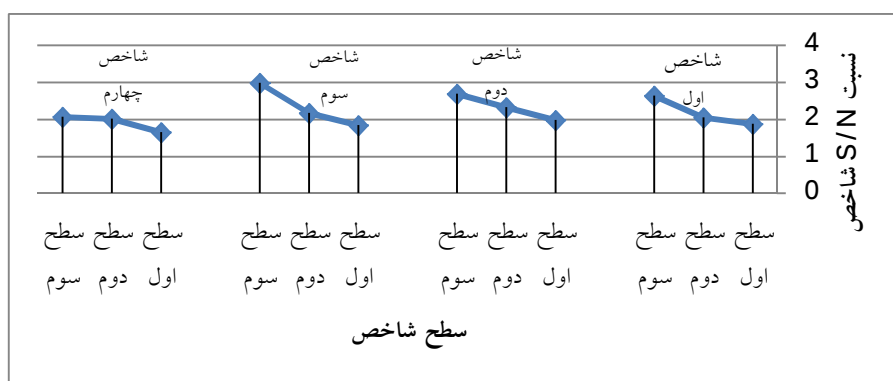
منبع: یافته‌های محقق



همان‌طور که مشاهده می‌شود، شاخص‌های «داشتن اطلاعات در زمینه کاری»، «تلاش برای جذب منابع مالی»، «تعهد به کار و سازمان» و «تجربه کاری» در چهار بعد ذکر شده دارای بیشترین اهمیت بوده که این موارد از دید بسیاری از صاحب‌نظرانی که به پرسشنامه‌ها پاسخ داده بودند، نیز مورد تأیید قرار گرفت.

مرحله 8: بررسی صحت نتایج

هرچند در مرحله قبل، شاخص‌های با اهمیت در هر بعد مشخص شده و به تأیید خبرگان نیز رسید، اما در این قسمت سعی می‌شود تا با استفاده از نرم‌افزار کوالیتک، نتایج به دست آمده برای اوزان شاخص‌ها تأیید بیشتری پیدا کند. برای این کار لازم است تا نمودار نسبت S/N شاخص‌های هر بعد که یکی از خروجی‌های نرم‌افزار کوالیتک است، بررسی شود؛ برای مثال در شکل 2، خروجی نرم‌افزار کوالیتک در مورد نسبت S/N چهار شاخص بعد دانش شغلی و مهارت‌ها نشان داده شده است.



شکل 2 نمودار وضعیت نسبت S/N شاخص‌های بعد دانش شغلی و مهارت‌ها

همان‌طور که در شکل 2 مشخص است، نسبت S/N تمام شاخص‌های این بعد در سطح سوم (خوب) دارای بیشترین مقدار است. این اتفاق به آن معنا است که به صورت منطقی، بیشترین میزان شایستگی زمانی حاصل می‌شود که شاخص‌ها در سطح سوم (خوب) باشند.



بنابراین می‌توان گفت تکمیل پرسشنامه‌ها با صحت بالا و تناقض کم در پاسخ‌ها صورت گرفته است.

6- نتیجه‌گیری

در این مقاله روش طراحی آزمایش‌های تاکوچی برای تعیین وزن واقع‌بینانه شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان بکار برده شد. بر مبنای نتایج این بکارگیری، می‌توان روش تاکوچی را با سایر روش‌های وزن‌دهی به دو شرح زیر مورد مقایسه قرار داد:

1- هرچند در دو روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای و دیمتل به اثر متقابل شاخص‌ها توجه شده است، اما باید توجه داشت که در این دو روش صاحب‌نظران به صورت مستقیم به تعیین آثار متقابل می‌پردازند که این مورد امکان خطا در نتایج را افزایش می‌دهد؛ در صورتی که روش تاکوچی با تعیین نتیجه تعداد زیادی آزمایش، آثار متقابل شاخص‌ها را لحاظ می‌کند و از این رو پایایی نتایج به دلیل تعداد زیاد آزمایش‌ها افزایش می‌یابد.

2- در هیچ یک از روش‌های وزن‌دهی بکار برده شده در پژوهش‌های گذشته، به سطوح متفاوت یک شاخص و تفاوت در اهمیت هر یک از این سطوح برای سازمان توجه نشده است؛ در حالی که در روش تاکوچی، از طریق تعریف سطوح مختلف زمان تعیین جدول متعامد پیشنهادی، مورد اخیر در وزن‌دهی شاخص‌ها لحاظ شده و امکان تطابق منطقی‌تر سطوح شاخص‌های مورد نیاز سازمان با شاخص‌های کارکنان را فراهم می‌آورد. در ادامه به تفکیک، تحلیل نتایج مطالعه موردی پژوهش، تحلیل نتایج بکارگیری روش پیشنهادی و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

6-1- تحلیل نتایج مطالعه موردی

نتایج این پژوهش نشان داد که در بعد دانش شغلی و مهارت‌ها، شاخص داشتن اطلاعات در زمینه کاری دارای بیشترین وزن و شاخص توانایی انجام کار گروهی با تفاوتی تقریباً زیاد نسبت به سه شاخص دیگر این بعد دارای کمترین وزن است.



در مورد بعد وظایف عملکردی نیز با نگاهی به وزن شاخص‌ها، می‌توان دریافت که روند نزولی تقریباً یکسانی از لحاظ وزنی در بین شاخص‌ها وجود دارد، به گونه‌ای که وزن شاخص‌های قرار گرفته در بین با اهمیت‌ترین شاخص (تلاش برای جذب منابع مالی) و کم اهمیت‌ترین شاخص (استفاده صحیح از منابع) با شیب ملایمی تغییر یافته است، این موضوع خود به معنای تفاوت اهمیت تقریباً یکسان در بین شاخص‌های این بعد است.

تفاوت وزنی شاخص‌های بعد شخصیتی و اخلاقی اما برخلاف بعد وظایف عملکردی، دارای شکاف معناداری است؛ به گونه‌ای که شاخص‌های تعهد به کار و سازمان، مسئولیت‌پذیری و طرز برخورد با مشتریان و همکاران با وزنی نزدیک به هم دارای بیشترین اهمیت در این بعد بوده و شاخص‌های سماجت و پیگیری، انگیزه و اشتیاق برای انجام کار و میل به پیشرفت، همگی با تفاوتی تقریباً زیاد با سه شاخص دیگر به عنوان کم اهمیت‌ترین شاخص‌های این بعد مطرح هستند.

در مورد بعد ویژگی‌های عمومی نیز می‌توان گفت که روندی شبیه به شاخص‌های بعد شخصیتی و اخلاقی اما با شدت کمتر در بین شاخص‌های این بعد به چشم می‌خورد، در این بعد، شاخص‌های تجربه کاری و رعایت قوانین و مقررات اداری دارای بیشترین وزن و شاخص‌های خلاقیت و نوآوری و ظاهر (پاکیزگی و آراستگی) دارای کمترین وزن و اهمیت هستند.

2-6- تحلیل نتایج بکارگیری روش پیشنهادی

چگونگی بکارگیری روش طراحی آزمایش‌های تاگوچی در تعیین وزن شاخص‌ها طی 8 مرحله نشان داده شد. در این بخش و به منظور تحلیل توانایی روش تاگوچی، توجه به نقاط قوت و ضعف آن در کاربردهای آینده این روش دارای اهمیت است.

- از نقاط قوت روش طراحی آزمایش‌های تاگوچی می‌توان به تعیین سهم عامل خطا در تعیین وزن شاخص‌ها اشاره کرد که به نوعی معادل شاخص سازگاری بوده و تأیید کننده نتایج تعیین وزن صورت گرفته است. از این رو مقادیر کم آن موجب تأیید تعیین وزن صورت گرفته و مقادیر زیاد آن به این معناست که یا تعداد شاخص‌ها و سطوح نامناسب است و یا پرسشنامه



تکمیل شده از سوی صاحب‌نظران دارای پاسخ‌های متضاد زیادی است، به این ترتیب می‌توان اصلاحات لازم را در کاهش میزان سهم خطا انجام داد.

- دیگر نقطه قوت این روش توانایی آن در بهینه‌یابی سطوح شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان است که این مورد در مرحله هشتم و در شکل 2 نشان داده شد. این قابلیت همچنین باعث می‌شود تا سازمان علاوه بر وزن هر یک از شاخص‌ها، نسبت به اهمیت سطوح آنها نیز آگاهی پیدا کرده و آن را در تعیین برنامه‌های آموزشی و ارزیابی عملکرد کارکنان دخیل کند؛ برای مثال با توجه به شکل 2 مشاهده می‌شود که مقدار نسبت S/N هر چهار شاخص در سطح سوم، یعنی سطح خوب بهینه شده است، اما تفسیر این موضوع برای تمام این چهار شاخص یکسان نیست. شاخص اول (توانایی تصمیم‌گیری و حل مسئله) و دوم (توانایی کار با کامپیوتر) دارای روند صعودی تقریباً یکسانی هستند و تفاوت اهمیت سطوح آنها تقریباً برابر است. اما شاخص سوم (داشتن اطلاعات در زمینه کاری) دارای روند صعودی بیشتری در سطح سوم (سطح خوب) است و این مورد نشان‌دهنده آن است که دارا بودن سطح خوب از لحاظ این شاخص دارای اهمیت بسیار زیادی برای بانک است. در شاخص چهارم (توانایی انجام کار گروهی) اما این مورد برخلاف شاخص سوم است و روند صعودی کمی در سطح سوم به چشم می‌خورد. خروجی این شاخص به این معنا است که سطح دوم (متوسط) این شاخص نیز تا حد زیادی مورد پذیرش بانک است و از لحاظ اهمیت تفاوت چندان زیادی با سطح سوم (خوب) نمی‌کند. به همین شیوه برای سایر شاخص‌ها در دیگر ابعاد نیز می‌توان چنین نتیجه‌گیری‌هایی داشت و بر این اساس چارچوبی جامع برای ارزیابی عملکرد کارکنان در موارد مختلف تدوین کرد.

- اما مهم‌ترین نقطه ضعف این روش این است که با زیاد شدن تعداد شاخص‌ها در یک بعد و یا زیاد شدن تعداد سطوح آنها، کار تکمیل پرسشنامه نیاز به وقت و دقت بسیار بالایی دارد و در بیشتر موارد، این امر موجب بالا رفتن سهم عامل خطا در تعیین وزن شاخص‌ها می‌شود. از این رو پیشنهاد می‌شود که شاخص‌ها تا حد امکان در تعداد ابعاد بیشتری قرار گیرند تا تعداد سؤال‌های هر پرسشنامه کاهش پیدا کند.

- یکی دیگر از نقاط ضعف روش طراحی آزمایش‌های تاکوچی این است که وقتی تعداد پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه (تعداد تکرارهای هر آزمایش) و طیف‌های پاسخ زیاد باشد، این



روش حساسیت چندان زیادی در مقابل تغییر نتایج از خود نشان نمی‌دهد. برای رفع مورد اخیر می‌توان تعداد سطوح مورد نظر شاخص‌ها را افزایش و یا تعداد طیف‌های پاسخ هر آزمایش را کاهش داد.

6-3- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

- به عنوان پیشنهاد پژوهشی، پیشنهاد می‌شود تا سایر روش‌های وزن‌دهی مانند تحلیل سلسله مراتبی، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، آنتروپی شانون، دیمتل و ... در حالت قطعی و یا فازی نیز بکار برده شوند و نقاط قوت، ضعف و نتایج آنها با روش طراحی آزمایش‌های تاگوچی مورد مقایسه قرار گیرد.

- از آنجایی که در خروجی جدول آنوای روش تاگوچی، سهم و وزن هر شاخص در تبیین هر بعد مشخص شد، پیشنهاد می‌شود که پژوهشی مقایسه‌ای ترتیب داده شود تا با تعریف متغیرهای مستقل و وابسته، نتایج روش رگرسیون چندگانه و سهم متغیرهای مستقل در تبیین واریانس متغیر وابسته و نیز ترتیب قدرت پیش‌بینی‌کنندگی متغیرهای مستقل، با نتایج جدول آنوای خروجی روش تاگوچی مورد مقایسه و نتایج آن مورد تحلیل قرار گیرد. همچنین سهم مشترک واریانس متغیرهای مستقل در روش رگرسیون چندگانه می‌تواند با سهم عامل خطا در روش تاگوچی - که هر دو در اثر همپوشانی مفهومی متغیرهای مستقل حاصل می‌شوند - تحلیل و مقایسه شود.

7- منابع

[1] نجاری ر، نذر محمدی م؛ بررسی تطبیقی بازخورهای 180، 360، 540 و 720 درجه در ارزیابی عملکرد کارکنان، فصلنامه‌ی پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، سال دوم، شماره 1، 1389.

[2] Jafari M, Bourouni A, HesamAmiri R. "A New framework for selection of the best performance appraisal method", *European Journal of social Science*, Volume 7, Number 3, 2009.

- [3] Wang T, Huang C. "Improving forecasting performance by employing the Taguchi method", *European Journal of Operational Research*, 176, 2007.
- [4] Hong C. "Using the Taguchi method for effective market segmentation". *Expert Systems with Applications*, 39, 2012.
- [5] زینالی الف، طراحی آزمایشات به روش تاگوچی با استفاده از نرم‌افزار Qualitek، تهران: نشر شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی، 1387.
- [6] Kang N, Kim J, Park Y. "Integration of marketing domain and R&D domain in NPD design process". *Industrial Management & Data Systems*, 107 (6), 2007.
- [7] Yang T, Lin H, Chen M. "Meta modeling approach in solving the machine parameters optimization problem using neural network and genetic algorithms". *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22, 2006.
- [8] Niska H, Hiltunen T, Karppinen A, Ruuskanen J, Kolehmainen M. "Evolving the neural network model for forecasting air pollution time series". *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 17, 2004.
- [9] Pitcher T, Buchary E, Hutton T. "Forecasting the benefits of no-take human-made reefs using spatial ecosystem simulation". *Journal of Marine Science*, 59, 2002.
- [10] Sepehrirad R, Azar A, Sadeghi A. "Developing a hybrid mathematical model for 360-degree performance appraisal: A case study". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 2013.
- [11] Safarzadegan Gilan S, Sebt M, Shahhosseini V. "Computing with words for hierarchical competency based selection of personnel in construction companies". *Applied Soft Computing*, 12, 2012.
- [12] Shahhosseini V, Sebt M. "Competency-based selection and assignment of human resources to construction projects". *Scientia Iranica A*, 18 (2), 2011.
- [13] موحدی م، قاضی‌زاده فرد ض، داداشی الف؛ ارائه‌ی الگویی مناسب برای ارزیابی عملکرد پژوهشگران سازمان‌های تحقیقات صنعتی، دو فصلنامه‌ی پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، سال سوم، شماره 2، 1390.



[14] بردبار غ، شاکری ف؛ تحلیلی بر کیفیت شایسته‌گزینی مدیران گروه‌های آموزشی دانشگاه یزد، مجله علمی پژوهشی مدیریت تولید و عملیات. دوره دوم، پیاپی (3)، شماره (2)، 1390.

[15] شاه‌علیزاده کلخوران م، ضیائی م و، الوانی س.م؛ مدل انتخاب مدیران با متدولوژی AHP-DEMATEL، فصل‌نامه مدیریت، سال پنجم، شماره 12، 1387.

[16] Stevens J. "Applied multivariate statistics for the social sciences". 3rd edn", Mahvah, NJ: Lawrence Erlbaum, 72, 1996.

[17] Chena C, Linb C, Huang S. "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management". *Int. J. Production Economics*, 102, 2006.