International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2013)

November 2013, Volume 24, Number 3
pp. 377-393

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

Offering Two New Methods for Employees' Performance Appraisal (Case Study: Iran Aircraft Manufacturing Company)

M. Parsa, A. Shahandeh*, A. Kamali, B. Naji, & M. Sami,

Mostafa Parsa, *Industrial Engineering Dept. Isfahan University of Technology,*
Ali Shahandeh, *Associate Professor of Industrial Eng- Isfahan University of Technology*
Ahmad Kamali, *Design & Planning Group, Hesa Company.*
Badie Naji, *Research Affairs Group, Hesa Company.*
Mozhghan Sam, *Dept. of Electrical and Computer Eng. Isfahan University of Technology,*

Keywords

Performance evaluation,
Rater's errors,
Hypothesis testing,
Monte Carlo simulation

ABSTRACT

Performance appraisal is a process that will be used by firms to evaluate their employees' efficiency and productivity in order to make different decision such as determination of salary, reward, training needs and etc. A basic drawback of previous methods of performance evaluation is their biased results due to influence of rater's personal motives and subjective. In this research two new methods have been developed that will resolve the problem. The proposed methods are applicable for the jobs that quantitative standards can be defined for employees working. As a case study, proposed methods were implemented in one of the HESA's laboratories. For evaluating the long-term performance of total system, statistical analysis based on steady state simulation was used. The results indicate significant and positive effects of the new methods.

© 2013 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 24, No. 3, All Rights Reserved

Archive of SID

* **Corresponding author. Ali Shahandeh**
Email: *ali-nook@cc.iut.ac.ir*

www.SID.ir

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــریت تولیـــد

شمـــاره ۳، جلـــد ۲۴، پاییـــز ۱۳۹۲
صفحـــه ۳۹۳-۳۷۸

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

ISSN: 2008-4870

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

ارائه‌ی دو روش جدید جهت ارزیابی عملکرد کارکنان: مطالعه‌ی موردی شرکت صنایع هواپیماسازی جمهوری اسلامی ایران (هسا)

مصطفی پارسا، علی شاهنده*، احمد کمالی، بدیع ناجی و مژگان سامی

کلمات کلیدی

ارزیابی عملکرد،
خطاهای ارزیاب،
آزمون فرض،
شبیه‌سازی مونت‌کارلو

چکیده:

ارزیابی عملکرد فرآیندی است که شرکت‌ها از آن جهت سنجش کارایی و بهره‌وری کارکنان خود، به‌منظور اتخاذ تصمیمات مختلف ازجمله تعیین حقوق، پاداش، نیازهای آموزشی و ... استفاده می‌کنند. عیب اساسی و مشترک روش‌های پیشین برای ارزیابی عملکرد، اریب بودن نتایج آن ناشی از تأثیر انگیزه‌های شخصی و جهت‌گیری‌های ارزیاب است. در این مطالعه دو روش جدید توسعه داده شده که مشکل مذکور را مرتفع می‌نماید. روش‌های ارائه شده برای مشاغلی کاربرد دارند که بتوان استانداردهای کمی برای کارِ کارکنان تعریف کرد. به‌عنوان مطالعه موردی، روش‌های ارائه شده در یکی از آزمایشگاه‌های شرکت هسا اجرا گردید. از تحلیل‌های آماری مبتنی بر شبیه‌سازی حالت پایا، برای ارزیابی عملکرد بلندمدت کل سیستم بهره گرفته شد. نتایج حاصله حاکی از تأثیرات مثبت و قابل توجه روش‌های جدید بود.

۱. مقدمه

بهبود مستمر عملکرد سازمان‌ها، نیروی بزرگ هم‌افزایی[۲] ایجاد می‌کند که این نیرو می‌تواند پشتیبان برنامه‌ی رشد، توسعه و تعالی سازمان شود. بدون بررسی و کسب آگاهی از میزان پیشرفت کارها و رسیدن به اهداف، شناسایی چالش‌های پیش‌روی سازمان، کسب بازخور و اطلاع از میزان اجرای سیاست‌های تدوین شده و شناسایی مواردی که به بهبود احتیاج دارند، بهبود مستمر عملکرد میسر نخواهد بود. تمامی موارد مذکور بدون اندازه‌گیری و ارزیابی امکان‌پذیر نیست. از این‌رو دستیابی به سیستم‌های کارآ جهت ارزیابی عملکرد کارکنان[۳] یکی از اهداف مدیریت منابع انسانی[۴] است [۱]. ارزیابی عملکرد، فرآیندی است که به‌وسیله‌ی آن کارِ کارکنان در فواصل معین و به‌طور رسمی مورد بررسی و سنجش قرار می‌گیرد. شناخت کارکنانِ شاخص و اعطای پاداش به آن‌ها و از این طریق، ایجاد انگیزه برای بهبود عملکرد کارکنان، از جمله علل اصلی ارزیابی عملکرد است. اسنل و بولندر [۲] و نو و همکاران [۳] اهداف ارزیابی کارکنان را به دو دسته‌ی اهداف توسعه‌ای و اهداف اداری- اجرایی تقسیم کرده‌اند. جدول ۱ بیان‌گر کاربرد نتایج ارزیابی عملکرد به تفکیک اهداف توسعه‌ای و اداری- اجرایی است. ا گذشت زمان سازمان‌ها جهت رسیدن به اهداف ذکر شده در جدول ۱ روش‌های مختلفی جهت ارزیابی عملکرد تدوین کردند. اکثر تحقیقات آن‌ها برای توسعه و بهبود روش‌های سنجش عملکرد و ارزیابی رفتار کارکنان بر فرض عدم تأثیرگذاری نسبی انگیزه‌های شخصی و جهت‌گیری‌های ارزیاب در قضاوت‌هایش و بدون درنظرگرفتن پیچیدگی‌های اجتماعی و بشری متمرکز شده بود [۴]. در جدول ۲ روش‌های متداول ارزیابی عملکرد به‌همراه معایب آن‌ها گزارش شده است.

تاریخ وصول: ۹۰/۶/۹
تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۲۷

مصطفی پارسا، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، m.parsa@in.iut.ac.ir
***نویسنده مسئول مقاله: دکتر علی شاهنده**، دانشیار دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، ali-nook@cc.iut.ac.ir
احمد کمالی، مسئول طرح و برنامه‌ریزی شرکت هسا، ahmadekamali@yahoo.com
بدیع ناجی، رئیس امور پژوهشی شرکت هسا، Badia_ac@yahoo.com
مژگان سامی، کارشناس مهندسی کامپیوتر، دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی اصفهان، jsami99@gmail.com

[2] *Synergy*

[3] *Performance appraisal*

[4] *Human Resource Management*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. اهداف ارزیابی عملکرد [۲و۳]

اهداف اداری- اجرایی	اهداف توسعه‌ای
-تصمیم‌گیری در مورد پاداش و جبران خدمات	- فراهم آوردن بازخورد عملکرد
- مستند کردن تصمیمات مربوط به کارکنان	- شناسایی نقاط قوت و ضعف فردی
- تعیین ارتقاء کاندیدها	- تشخیص عملکرد افراد
- تعیین تکالیف و وظایف	- کمک به شناسایی اهداف
- شناسایی عملکرد ضعیف	- ارزیابی میزان دستیابی به اهداف
- تصمیم در مورد اخراج یا نگهداری	- شناسایی نیازهای آموزشی فردی
- اعتبارسنجی ملاک‌های انتخاب	- شناسایی نیازهای آموزشی سازمانی
- ارزیابی برنامه‌های آموزشی	- تقویت ساختار قدرت
- برآوردن مقررات قانونی	- بهبود ارتباطات
- برنامه‌ریزی پرسنلی	- فراهم آوردن زمینه‌ای برای کمک مدیران به کارکنان

تمامی روش‌های مذکور در جدول ۲ عیب مشترکی دارند و آن تأثیر ذهنیت‌ها و ارزش‌های ارزیاب در قضاوت‌های او جهت ارزیابی است که سبب ایجاد خطاهای هاله‌ای، تساهلی، تأخر و گرایش به مرکز و باعث بروز تعصبات شخصی، جانب‌داری‌ها، پیش‌داوری‌ها و جهت‌گیری‌های ارزیاب می‌شود که به‌گونه‌ای آگاهانه یا ناآگاهانه تصمیم‌گیری‌های او را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱و۸]. در روش‌هایی مانند مقیاس درجه‌بندی ترسیمی و رتبه‌بندی این عیب به میزان زیاد اثرگذار و در روش‌هایی دیگر مانند انتخاب اجباری و ارزیابی ۳۶۰ درجه از میزان اثر آن کاسته می‌شود [۱]. در سال‌های اخیر مدل‌های ارزیابی کارکنان [۹] و پژوهش‌های مربوط به آن [۱۰،۱۱،۱۲] اهمیت انگیزه‌های ارزیاب در فرآیند سنجش کارکنان را جدی دانسته‌اند.

مشکلات بیان شده موجب شد تا در این تحقیق روش‌هایی ارائه گردد که قضاوت‌های شخصی ارزیاب در سنجش عملکرد دخالتی نداشته باشد. روش‌های ارائه شده برای مشاغلی کاربردپذیر است که بتوان استانداردهای کمی برای کار کارکنان تعریف و انحراف کارکنان از استاندرد وضع شده را اندازه‌گیری نمود. روش اول برمبنای آزمون فرض آماری و تحت شرایطی کاربرد دارد که داده‌های گردآوری شده از انحراف هر یک از کارکنان زیاد و روش دوم براساس شبیه‌سازی مونت‌کارلو و برای داده‌های کم کاربرد دارد. به غیر از ناریب بودن، از مزایای دیگر روش‌های پیشنهادی که برخی از معایب روش‌های پیشین را پوشش می‌دهد، عبارتنداز:

۱.توانایی بالا در اتخاذ تصمیماتی چون تعیین پاداش، افزایش حقوق، ترفیع و انتخاب کارمند نمونه

۲.عدم نظارت مستقیم بر کارکنان

۳.سادگی تحلیل نتایج آن برای مدیران و ارائه‌ی بازخورد به کارکنان

۴.اجرایی بودن این روش‌ها برای هر تعداد از کارکنان

۲. ادبیات موضوع

لان‌گِنِکِر و همکاران [۱۳] به‌طور برجسته تأثیر "رفتارهای سیاسی[1]" ارزیابان در سنجش عملکرد را مطرح کردند. آن‌ها رفتارهای سیاسی را تلاش‌های آگاهانه‌ی افراد برای افزایش یا حفظ منافع شخصی به هنگام وجود گزینه‌های مخالف تعریف و دریافتند که اکثر اوقات ارزیابان در هنگام ارزیابی کارکنان رفتار سیاسی دارند و همیشه به ارزیابی دقیق و صحیح اهمیت نمی‌دهند.

ارزیابی آن‌ها تابعی از انگیزه‌ی آن‌ها به‌منظور جلوگیری از برخوردهای خصمانه‌ی کارکنان، جلوه دادن خودشان به عنوان مدیران مؤثر و بدست آوردن پاداش‌های مطلوب برای خود یا زیردستانشان می‌باشد. زینر و همکاران [۱۴و۱۵] در راستای پژوهش لان‌گِنِکِر و همکاران دریافتند که ارزیابان نتایج سنجش عملکرد کارکنان را به سمت دستیابی به اهداف مطلوب خود منحرف می‌کنند. ویلانُوا و برناردین [۱۶] نقش "مدیریت اثر[2]" به‌عنوان عاملی تأثیرگذار بر ارزیابان را مطرح می‌کنند. کریتنِر و کینیکی [۱۷] مدیریت اثر را این‌گونه تعریف کرده‌اند: "فرآیندی که از طریق آن افراد می‌کوشند تا واکنش‌ها و برداشت‌های سایرین را نسبت به خودشان به‌صورت ماهرانه‌ای کنترل یا مدیریت کنند".

هریس [۱۸] مدیریت اثر را یک عامل تعیین‌کننده در انگیزه‌ی ارزیابان می‌داند. برناردین [۱۹] و ویلانُوا و همکاران [۲۰] به آسان‌گیری ارزیابان به‌عنوان انحراف در سنجش عملکرد پرداخته‌اند. این مؤلفان معتقدند که تساهل ارزیابان بیش‌تر به علت ظاهر ساختن موفقیت و جلوگیری از روابط منفی میان کارکنان است.

[1] *Politics*
[2] *Impression management*

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۲. روش‌های ارزیابی عملکرد کارکنان و معایب آن‌ها [۲،۵،۶]

روش	معایب
وقایع حساس[1]	• ممکن است وقایع منفی بیش‌تر از وقایع مثبت مورد توجه قرار گیرد. • این روش مستلزم نظارت بسیار نزدیک بر کارکنان است که موجب آزردگی و مخفی‌کاری آن‌ها می‌شود. • بسیار وقت‌گیر و نیاز به حوصله‌ی زیادی دارد. • سرپرستان به یک سری از وقایع در جلسات مرور عملکرد سالیانه گرایش پیدا می‌کنند.
فهرست بازبینی وزن‌دار[2]	• قضاوت جهت‌دار ارزیاب در تکمیل فرم‌ها و وزن‌دهی به سؤالات • تحلیل و نتیجه‌گیری از آن برای مدیران مشکل است. • ممکن است ارزیاب توصیفی جهت‌دار بنویسد.
ارزیابی توصیفی یا تشریحی[3]	• عدم توانایی ارزیاب در شرح دقیق و روشن عملکرد فرد معمولاً اثر سوء بر خواننده دارد و از تأثیر یک ارزیابی مثبت درباره‌ی کارمند می‌کاهد و برعکس ارزیابی که از هنر نوشتن برخوردار است یک کارمند متوسط را خوب جلوه می‌دهد. • باتوجه به این‌که دست سرپرست در توصیف و تشریح کارکنان باز و استاندارد خاصی برای آن وجود ندارد؛ ارزیابی کارکنان بر این اساس کار ساده‌ای نیست. • نسبتاً زمان‌بر و پرهزینه است.
مقیاس‌های درجه‌بندی ترسیمی[4]	• امکان خطاهای ذهنی ارزیاب در درجه‌بندی کارکنان بالقوه بالا است. • ابهام ذاتی در سنجش ویژگی‌های رفتاری و شخصیتی وجود دارد. • بسیار ذهنی و احتمال بالای خطای هاله‌ای وجود دارد.
رتبه‌بندی[5] -روش تحلیل مقایسات زوجی[6] یک نوع روش رتبه‌بندی است.-	• هرچه تعداد کارکنان زیاد باشد فرآیند ارزیابی مشکل‌تر می‌شود. • ناتوانی در تعیین میزان تفاوت بین افراد رتبه‌بندی شده • ماهیت این روش، مقایسه‌ی افراد با یکدیگر است که این امر در اکثر مقالات نهی شده است.
انتخاب اجباری[7]	• تبیین مقیاس‌های مناسب جهت شرح درست عملکرد مؤثر و ضعیف مستلزم همکاری تنگاتنگ متخصصان است، لذا این روش پرهزینه می‌باشد.
توزیع اجباری[8]	• فراهم آوردن بازخورد به کارکنان شدیداً کاهش می‌یابد. • افزایش رقابت‌های ناسالم و خودخواهانه • از بین بردن روحیه‌ی همکاری بین کارکنان و فرهنگ کار گروهی • موجب تبعیض بین کارکنان می‌شود.
مقیاس‌های درجه‌بندی متکی بر رفتار (BARS[9])	• تعیین مقیاس‌های رفتاری کار بسیار دشوار، پیچیده، وقت‌گیر و پرهزینه‌ای است.
مدیریت بر مبنای هدف (MBO[10])	• نامناسب‌بودن روش برای مشاغل ساده و با وظایف محدود • قابل اجرا نبودن برای مدیران مقتدر • احتمال سوء استفاده‌ی مرئوسان در تهیه‌ی اهداف سهل‌الوصول و پیش‌پاافتاده • ناتوانی روش در اتخاذ تصمیماتی چون ترفیع مقام، افزایش حقوق و تعیین پاداش؛ چراکه هدف‌گذاری با توافق رئیس با هریک از مرئوسان باتوجه به توانایی‌های مرئوس و موقعیت او انجام می‌شود، لذا استاندارد یکسان و ثابتی برای مقایسه‌ی عملکرد کارکنان با یکدیگر وجود ندارد.
ارزیابی ۳۶۰ درجه[11]	• بسیار زمان‌بر و پیچیده است. • سنجش نتایج آن برای مدیران بسیار سخت است. • روش اجرایی آن نیاز به آموزش وسیع دارد. • اگر به‌دقت و به‌آرامی انجام نشود بازخوردهای آن می‌تواند بی‌فایده باشد. • در صورتی‌که اطلاعات، شفاف و از روی صداقت مدیریت نشود امکان ایجاد محیط بدگمانی در سازمان وجود دارد. • افراد همواره بازخوردی صریح و صادقانه ارائه نمی‌دهند. • افراد ممکن است در ارائه یا دریافت بازخورد تحت فشار باشند.
کارت امتیازی متوازن (BSC[12])	• به‌منظور ارائه‌ی تصویری کلی از عملکرد به مدیران عالی سازمان طراحی شده و قابلیت پرداختن به سطوح عملیاتی سازمان را ندارد [۷]. • به عنوان ابزاری کنترلی و نظارتی ایجاد شده است و به بهبود توجهی ندارد [۷].

[1] *Critical incident*
[2] *Weighted checklist*
[3] *Essay evaluation*
[4] *Graphic rating scales*
[5] *Ranking*
[6] *Paired comparison Analysis*
[7] *Forced choice*
[8] *Forced distribution*
[9] *Behaviorally Anchored Rating Scales*
[10] *Management By Objective*
[11] *360 degree appraisal*
[12] *Balanced Score Card*

Archive of SID

www.SID.ir

اما انگیزه‌ی ارزیابان بیش و پیش‌تر از رفتارهای سیاسی، مدیریت اثر و تساهل در انحراف ارزیابی عملکرد کارکنان مطرح بوده است. کِلِولند و مورفی [۲۱] انگیزه‌ی ارزیاب را هدف و آرمانی تعریف کرده‌اند که به رفتارش جهت می‌دهد. لاولر [۲۲] در سه دهه‌ی پیش توجه به انگیزش درونی و بیرونی را در اجرای سیستم‌های کنترلی مانند ارزیابی عملکرد مطرح کرده است. مُهرمان و مورفی [۲۳] بین توانایی و خواستن ارزیاب برای سنجش درست تمایز قائل شده‌اند. آن‌ها معتقدند که برای انجام یک ارزیابی درست فقط یک ارزیاب توانا کافی نیست بلکه او نیز باید به ارزیابیِ درست متمایل باشد. زینر و همکاران [۲۴] انگیزش ارزیاب را عامل اریب شدن سنجش عملکرد می‌دانند که باعث ارزیابی عالی یا متوسط یا ضعیف اکثر کارکنان به عمد می‌شود. اسپنس و کیپینگ [۱۱] معتقدند که همپوشانی رفتارهای سیاسی، مدیریت اثر، تساهل و انگیزش ارزیابان قابل‌توجه است. تحقیقات اخیر به‌طور مشخص به این موضوع اشاره دارند که انگیزه‌های مختلف از ارزیابی باعث تغییر نحوه‌ی امتیازدهی به عملکرد کارکنان شده و انگیزه‌های خاص یک ارزیاب الگوی ارزیابی متفاوتی را ایجاب می‌کند [۱۰و۱۲]. وانگ و وانگ [۱۲] سنجش عملکرد را از نقطه‌نظر اهداف مدنظر (انگیزه) ارزیابان موردبررسی قرار داده، معتقدند که اهداف مختلف ارزیاب بر میانگین و پراکندگی سنجش عملکرد تأثیرگذار است؛ مثلاً وقتی‌که آن‌ها هماهنگی در گروه را دنبال می‌کنند آنگاه میانگین سنجش را افزایش و پراکندگی آن‌را کاهش می‌دهند. وقتی‌که هدف آن‌ها رعایت بی‌طرفی است درصورتی‌که پروژه‌ی گروهی به پایان نرسیده باشد میانگین سنجش را افزایش و پراکندگی آن‌را کاهش و درصورتی‌که پروژه‌ی گروهی به پایان رسیده باشد میانگین سنجش را افزایش و پراکندگی آن را تغییر نمی‌دهند. روش‌هایی که اخیراً در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد کارکنان ارائه شده نیز از خطاهای ارزیاب مصون نبوده است. به‌طور مثال مون و همکاران [۲۵] روشی را براساس نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی جهت ارزیابی عملکرد کارکنان در سازمان‌های نظامی ارائه کردند. در این روش اهمیت شاخص‌های موردنظر و سطح عملکرد افراد در هر یک از شاخص‌ها با توجه به نظر ارزیاب به‌صورت اعداد فازی در نظر گرفته شده و روش جدیدی نزدیک به TOPSIS برای رتبه‌بندی فازی عملکرد افراد توسعه داده شده است. چن و چن [۲۶] با ترکیب نظریه‌ی مجموعه‌ی فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP[1]) روشی را برای ارزیابی عملکرد دانشجویان دانشگاه‌ها ارائه کردند. در این مطالعه همانند مطالعه‌ی مون و همکاران نظرات ارزیابان به‌صورت فازی لحاظ می‌شود. دِآندرس و همکاران [۱] عملکرد روش ۳۶۰ درجه را با درنظر گرفتن مجموعه‌های متفاوت از ارزیاب‌ها و مدل‌های جدید جهت یکپارچه کردن نظرات آن‌ها بهبود دادند. چانگ و همکاران [۲۷] سیستم پشتیبان تصمیم‌سازی گروهی فازی (FGDSS[2]) را برای ارزیابی عملکرد کارکنان ارائه کردند. در این سیستم از سه روش رتبه‌بندی به نام‌های "رتبه‌بندی مستقیم[3]"، "میانگین به پراکندگی لی و لی[4]" و "فاصله‌ی متریک[5] [۲۸]" استفاده شده است. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که این سیستم تحت شرایط مختلف با شفافیت و منطق بیشتر به تصمیم‌سازی بهتر منجر می‌شود. در همه‌ی این پژوهش‌ها نظرات ارزیاب‌ها به‌طور مستقیم به‌عنوان داده‌های ورودی مورد استفاده قرار گرفته است که بالطبع نتایج آن تحت‌الشعاع خطاهای ارزیاب قرار می‌گیرد. همان‌طور که از نظر گذشت پژوهش‌های گذشته خطاهای ارزیاب را در چهار دسته‌ی کلی رفتارهای سیاسی، مدیریت اثر، تساهل و انگیزه‌های شخصی طبقه‌بندی کرده‌اند که البته هم‌پوشانی بین دسته‌ها نیز قابل‌توجه است. نتایج این پژوهش‌ها حاکی از جدی بودن تأثیر خطاهای ارزیاب در زمینه‌ی انحراف سنجش عملکرد کارکنان است. این در حالی است که روش‌هایی که اخیراً در زمینه‌ی ارزیابی عملکرد کارکنان ارائه شده نیز از خطاهای ارزیاب مصون نبوده است. در این تحقیق به منظور رفع این مشکل دو روش پیشنهاد شده است که با کمی نمودن نتایج کار افراد و مقایسه‌ی آن‌ها با استانداردهای از پیش تعیین‌شده از تأثیر و دخالت قضاوت‌های شخصی و جهت‌گیری‌های ارزیاب در سنجش عملکرد جلوگیری می‌کند.

۳. روش‌های پیشنهادی

به منظور ارائه‌ی روش‌های پیشنهادی فرضیات زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- برای کارکنان، عملکرد استاندارد به‌صورت کمی (زمان انجام کار، میزان تولید، حجم فروش و ...) قابل تعریف است.
- انحراف هریک از کارکنان از عملکرد استاندارد قابل اندازه‌گیری است.
- عملکرد استاندارد بر مبنای بازدهی یک فرد نرمال (سطح مهارت و تلاش متوسط) تحت شرایط عادی کار (شرایط محیط و سازگاری متوسط) تعیین می‌شود.
- در تعیین انحراف از عملکرد استاندارد، تنها خود کارکنان (تلاش و مهارت آن‌ها) عامل مؤثرند و سایر عوامل چون ماشین، شرایط محیط و ... یکسانند.
- انحراف‌های مشاهده شده از هر فرد از هم مستقل و توزیع آماری یکسانی دارند (i.i.d[6]).

[1] *Analytical Network Process*

[2] *Fuzzy group decision support system*
[3] *intuition ranking*
[4] *Lee and Li's fuzzy mean/spread*
[5] *metric distance*
[6] *Independent and identically distributed*

www.SID.ir
Archive of SID

از آن‌جاکه انحراف‌های مشاهده شده از هر فرد نمونه‌ای از همه‌ی حالت‌های ممکن است؛ متغیرتصادفی E_j انحراف‌های فرد j از عملکرد استاندارد تعریف می‌گردد. با توجه به فرض آخر انحراف‌های مشاهده شده از فرد j ($e_{1j}, e_{2j}, e_{3j}, \dots, e_{nj}$) نمونه‌ی تصادفی از E_j ($E_{1j}, E_{2j}, E_{3j}, \dots, E_{nj}$) با اندازه‌ی نمونه‌ی n را تشکیل می‌دهند.

۳-۱. روش "استنباط از آزمون فرض"

روشی که در این بخش برای ارزیابی عملکرد کارکنان توسعه داد شده بر استنباط از آزمون فرض آماری استوار است. این روش وقتی کاربرد دارد که تعداد انحرافات مشاهده شده از فرد زیاد (بزرگ‌تر یا مساوی ۳۰) باشد؛ بنابراین اندازه‌ی نمونه‌ی تصادفی از E_j از لحاظ آماری در شرط $n \to \infty$ در قضیه‌ی حد مرکزی صدق می‌کند و لذا $\bar{E}_j$ دارای توزیع نرمال با میانگین μ_{E_j} و واریانس $\left(\frac{\sigma_{E_j}}{\sqrt{n}}\right)^2$ است.

وقتی یک نمونه‌ی تصادفی بزرگ به اندازه‌ی $n \geq ۳۰$ از E_j وجود دارد نه‌تنها می‌توان از قضیه‌ی حد مرکزی استفاده کرد بلکه با توجه به ویژگی بزرگ نمونه‌ای و نامعلوم بودن واریانس می‌توان به‌جای σ_{E_j} از $S_{E_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(E_{ij}-\bar{E}_j)^2}{n-1}}$ که در آن $\bar{E}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_{ij}}{n}$ استفاده نمود [۲۹]. اکنون برای آزمون فرض زیر:

فرض H_0: میانگین انحراف فرد j از عملکرد استاندارد برابر K_j است.
فرض H_1: میانگین انحراف فرد j از عملکرد استاندارد برابر K_j نیست.

$$\begin{cases} H_0: \mu_{E_j} = K_j \\ H_1: \mu_{E_j} \neq K_j \end{cases}$$

بدیهی است طول بازه‌ی K_j برای رد نشدن فرض H_0 را می‌توان با رابطه‌ی زیر بدست آورد. (Z دارای توزیع نرمال استاندارد است.)

$$K_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} \leq \bar{E}_j \leq K_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} \Rightarrow \bar{E}_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} \leq K_j \leq \bar{E}_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} : \quad Pr\left(Z > z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = \frac{\alpha}{2} \qquad (۱)$$

اما برای این‌که رد نشدن فرض H_0 (استنباط مقدار K_j برای میانگین انحراف فرد j)، یک نتیجه‌گیری قوی باشد علاوه بر پایین بودن خطای نوع اول (α)؛ یعنی احتمال مردود اعلام کردنِ H_0 درست، مقدار خطای نوع دوم (β)؛ یعنی احتمال درست شمردنِ H_0 نادرست نیز باید کنترل شود. $(1-\beta)$ نیز احتمال نادرست شمردنِ H_0 نادرست است و به آن قدرت آزمون گفته می‌شود.

β برای آزمون فرض بالا با رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شود.

$\mu_{E_j}^{real}$: میانگین واقعی انحراف فرد j اُم از عملکرد استاندارد

$\Delta\mu_{E_j} = \left|K_j - \mu_{E_j}^{real}\right|$: قدر مطلق اختلاف میانگین واقعی انحراف فرد j اُم از عملکرد استاندارد ($\mu_{E_j}^{real}$) از مقدار استنباط شده برای آن (K_j)

$$\begin{aligned}
\beta = P\,r(H_0 \text{نادرست} | H_0 \text{درست}) &= Pr\left(K_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} \leq \bar{E}_j \leq K_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}} \middle| \mu = \mu_{E_j}^{real}\right) \\
&= Pr\left(\frac{K_j - \mu_{E_j}^{real} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}} \leq \frac{\bar{E}_j - \mu_{E_j}^{real}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}} \leq \frac{K_j - \mu_{E_j}^{real} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right) \\
&= Pr\left(\frac{\Delta\mu_{E_j} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}} \leq Z \leq \frac{\Delta\mu_{E_j} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right) \\
&= Pr\left(\frac{-\Delta\mu_{E_j} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}} \leq Z \leq \frac{-\Delta\mu_{E_j} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{S_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right)
\end{aligned} \qquad (۲)$$

Archive of SID

www.SID.ir

با تعریف پارامترهای زیر، از مدلی احتمالی برای بدست آوردن K_j در دو حالت خوش‌بینانه و بدبینانه استفاده می‌شود.

$\delta\mu_{E_j}^{max}$: حداکثر اختلاف K_j از $\mu_{E_j}^{real}$ (مطابق نظر مدیریت) به‌گونه‌ای که با اختلافی مساوی $\delta\mu_{E_j}^{max}$، فرض H_0 با احتمال $(1-\beta)$ رد شود و با اختلافی بیش از $\delta\mu_{E_j}^{max}$، فرض H_0 با احتمال حداقل $(1-\beta)$ رد شود.

α_{max}: حاکثر میزان قابل قبولِ خطای نوع اول

β_{max}: حاکثر میزان قابل قبولِ خطای نوع دوم

$\bar{e}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_{ij}}{n}$: مقدار میانگین نمونه‌ی تصادفی از انحراف فرد j (مقدار $\bar{E}_j$)

$s_{E_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_{ij}-\bar{e}_j)^2}{n-1}}$: مقدار واریانس نمونه‌ی تصادفی از انحراف فرد j (مقدار S_{E_j})

n: اندازه‌ی نمونه‌ی تصادفی از انحراف فرد j از عملکرد استاندرد

$$min\ or\ max\ K_j \quad (۳)$$

$$s.t.$$

$$\bar{e}_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}} \le K_j \le \bar{e}_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}} \quad (۴)$$

$$\beta = Pr\left(\frac{\delta\mu_{E_j}^{max} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}} \le Z \le \frac{\delta\mu_{E_j}^{max} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right) \quad (۵)$$

$$\alpha \le \alpha_{max} \quad (۶)$$

$$\beta \le \beta_{max} \quad (۷)$$

$$\alpha, \beta, K_j \ge 0 \quad (۸)$$

در این مدل متغیرهای تصمیم α، β و K_j بوده و مابقی نمادها پارامتر می‌باشند. تابع هدف با رابطه‌ی (۳)، K_j برای پذیرفته شدن فرض H_0 یا استنباط مقدار آن برای میانگین انحراف فرد j را کمینه یا بیشینه می‌کند. در صورت کمینه کردن، انحراف فرد از عملکرد استاندارد در حالت خوش‌بینانه ($k_j^{Optimistic}$) و در صورت بیشینه کردن، انحراف فرد از عملکرد استاندارد در حالت بدبینانه ($k_j^{Pessimistic}$) بدست می‌آید. رابطه‌ی (۴) مطابق با رابطه‌ی (۱) محدودیت مربوط به ناحیه‌ی پذیرش H_0 یا استنباط مقدار K_j برای میانگین انحراف فرد j است. رابطه‌ی (۵) خطای نوع دوم را محاسبه می‌کند. روابط (۶) و (۷) به ترتیب حداکثر میزان خطای نوع اول و دوم قابل‌قبول مطابق نظر مدیریت را تضمین می‌کند.

۳-۲. الگوریتم حل مدل مربوط به روش "استنباط از آزمون فرض"

با افزایش α (کاهش $z_{\frac{\alpha}{2}}$) و ثابت ماندن مابقی پارامترها $(n, \delta\mu_{E_j}^{max}, s_{E_j})$، مقدار β کاهش می‌یابد؛ چراکه بازه‌ی $\left[\frac{\delta\mu_{E_j}^{max} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}, \frac{\delta\mu_{E_j}^{max} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right]$ به مرکزیت $\frac{\delta\mu_{E_j}^{max}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}$ کوچک‌تر می‌شود. پس هنگامی که α در بیشینه‌ی مقدار خود است $(\alpha = \alpha_{max})$ آنگاه β کمترین مقدار ممکن خود را دارد (β_{min}). در صورتی‌که β_{min} محاسبه شده از β_{max} بزرگ‌تر باشد، مدل جواب ندارد؛ چراکه فضای شدنی مسئله تهی است. در غیر این صورت مدل جواب دارد. می‌دانیم که کمینه‌ی K_j مطابق رابطه‌ی (۱) برابر $\bar{e}_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}$ است لذا با ثابت بودن پارامترهای $n, \delta\mu_{E_j}^{max}, s_{E_j}$ برای کمینه شدن K_j باید $z_{\frac{\alpha}{2}}$ بیش‌ترین مقدار ممکن و درنتیجه α کمترین مقدار ممکن (α_{min}) را بگیرد که این مقدار وقتی حاصل می‌شود که β بیشینه مقدار خود (β_{max}) را داشته باشد؛ زیرا وقتی‌که α کاهش می‌یابد، $z_{\frac{\alpha}{2}}$ افزایش و با ثابت بودن پارامترهای $n, \delta\mu_{E_j}^{max}, s_{E_j}$ بازه‌ی $\left[\frac{\delta\mu_{E_j}^{max} - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}, \frac{\delta\mu_{E_j}^{max} + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}\right]$ به مرکزیت $\frac{\delta\mu_{E_j}^{max}}{\frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}}$ بزرگ‌تر شده و β بیش‌تر می‌شود. با جایگزین کردن $\alpha = \alpha_{min}$ در $\bar{e}_j - z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}$، کمینه‌ی K_j $(k_j^{Optimistic})$ بدست می‌آید. همچنین بیشینه‌ی K_j برابر $\bar{e}_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}$ است لذا برای بیشینه‌شدن K_j باید $z_{\frac{\alpha}{2}}$ بیش‌ترین مقدار ممکن و درنتیجه α کمترین مقدار ممکن (α_{min}) را بگیرد پس با جایگزین کردن $\alpha = \alpha_{min}$ در $\bar{e}_j + z_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{s_{E_j}}{\sqrt{n}}$، بیشینه‌ی K_j $(k_j^{Pessimistic})$ بدست می‌آید.

بنابراین الگوریتم حل مدل فوق را می‌توان به صورت زیر نوشت:

گام صفر: شروع

گام یک: α_{max} را در α قرار دهید.

گام دو: با توجه به رابطه‌ی (۵)، β را محاسبه کنید (β_{min}).

گام سه: اگر β_{min} بیش‌تر از β_{max} باشد فضای شدنی تهی است و مدل جواب ندارد، لذا به گام هفت وگرنه مدل جواب داشته و به گام چهار بروید.

گام چهار: β_{max} را در β قرار دهید.

گام پنجم: α را با توجه به رابطه‌ی (۵) محاسبه کنید (α_{min}).

Archive of SID

www.SID.ir

گام ششم: کمینه‌ی K_j را با رابطه‌ی $\bar{e}_j - z\frac{\alpha_{min}}{2} \times \frac{sE_j}{\sqrt{n}}$ و بیشینه‌ی K_j را با رابطه‌ی $\bar{e}_j + z\frac{\alpha_{min}}{2} \times \frac{sE_j}{\sqrt{n}}$ محاسبه کنید.

گام هفتم: پایان

برای بدست آوردن شاخصی برای ارزیابی کارکنان، مقدار k_j^* (مقدار مورد انتظار انحراف فرد j) حد واسط بین مقدار K_j در حالت خوش‌بینانه و بدبینانه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$k_j^* = \lambda \times k_j^{Pessimistic} + (1-\lambda) \times k_j^{Optimistic} \qquad (۹)$$

به‌طوری‌که $0 \leq \lambda \leq 1$ و معرف ضریب بدبینی است. مقدار λ مطابق نظر مدیریت انتخاب می‌شود. درحالتی‌که مدیریت بخواهد با خوش‌بینی محض عملکرد کارکنان را ارزیابی کند آنگاه $\lambda = 0$ و درصورتی‌که رویکردش بدبینی محض باشد $\lambda = 1$ درنظرگرفته می‌شود. ناگفته نماند هنگامی که مدل به جواب نمی‌رسد با افزایش توأم مقادیر پارامتر α_{max} و β_{max} و یا استفاده از نمونه‌ی تصادفی بزرگ‌تر سعی می‌گردد که مدل جواب داشته باشد.

۳-۳. روش "شبیه‌سازِ انحراف‌های سه‌گانه"

این روش هنگامی کاربرد دارد که انحراف‌های مشاهده شده از فرد کم (کوچک‌تر از ۳۰) باشد. در این روش با استفاده از الگوریتمی برپایه‌ی شبیه‌سازی مونت کارلو، سه نوع تخمین برای انحراف هر فرد محاسبه می‌شود که عبارتنداز:

انحراف فرد j در حالت خوش‌بینانه ($e_j^{Optimistic}$)[1]: مقدار انحراف فرد j از عملکرد استاندارد است که فقط در ۵ درصد از موارد ممکن است کمتر از آن رخ دهد.

انحراف فرد j در حالت محتمل ($e_j^{Most\ likely}$)[2]: مقدار انحرافی است که از حداکثر فراوانی در منحنی چگالی توزیع[3] انحراف فرد j برخوردار است. به این مقدار در اصطلاح آماری مُد گفته می‌شود.

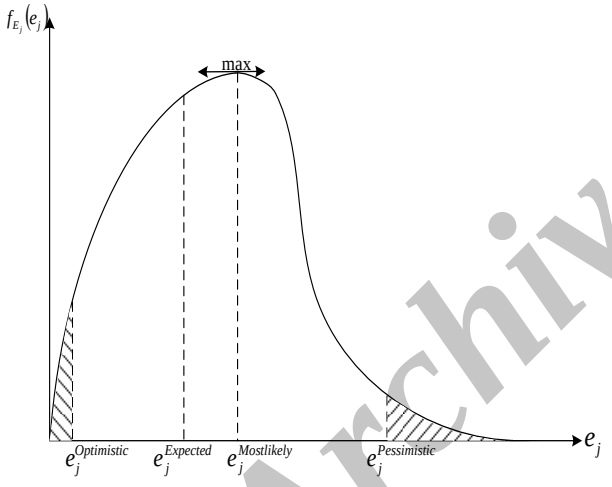
انحراف فرد j در حالت بدبینانه ($e_j^{Pessimistic}$)[4]: مقدار انحراف فرد j از عملکرد استاندارد است که فقط در ۵ درصد از موارد ممکن است بیش‌تر از آن رخ دهد.

سپس مقدار انحراف مورد انتظار ($e_j^{Expected}$) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$e_j^{Expected} = \frac{a \times e_j^{Optimistic} + b \times e_j^{Most\ likely} + c \times e_j^{Pessimistic}}{a+b+c} \qquad (۱۰)$$

a، b و c ظرایب انحراف‌های سه‌گانه‌اند. با انتخاب اعداد بزرگ‌تر برای b و اعداد کوچک‌تر برای a و c، مقدار مورد انتظار انحراف به انحراف محتمل نزدیک‌تر خواهد شد. بدیهی است درصورتی که $e_j^{Optimistic}$ و $e_j^{Pessimistic}$ نسبت به $e_j^{Most\ likely}$ متقارن (هنگامی‌که انحراف‌ها از توزیع متقارنی چون نرمال یا t استیودنت[5] تبعیت کنند.) و ظرایب a و c برابر باشند، انتخاب هر عددی برای b نتایج یکسانی برای مقدار مورد انتظار انحراف خواهد داشت.

در شکل ۱ مقادیر انحراف خوش‌بینانه، محتمل، بدبینانه و مورد انتظار برای فرد j با تابع چگالی احتمال مشخص نشان داده شده است.



شکل ۱. مقادیر انحراف خوش‌بینانه، محتمل، بدبینانه و مورد انتظار برای فرد j با تابع چگالی احتمال مشخص

۳-۴. الگوریتم شبیه‌سازِ انحراف‌های سه‌گانه

فلوچارت الگوریتم شبیه‌ساز انحراف‌های سه‌گانه در شکل ۲ آمده است. در مراحل ۱ و ۲ از این الگوریتم (مطابق شکل ۲) داده‌های مربوط به انحراف فرد j به‌طور صعودی مرتب می‌شود.

در مراحل ۶-۳ مطابق با تابع توزیع تجمعی تجربی برازش داده شده از نسبت دادن احتمال $\frac{1}{n}$ (n تعداد داده‌ها) به هر فاصله (شکل ۳ و جدول ۳) و با استفاده از روش تبدیل معکوس

[1] *Deviation of person j in the optimistic case*
[2] *Deviation of person j in the Most likely case*
[3] *Density distribution curve*
[4] *Deviation of person j in the Pessimistic case*
[5] *Student's t-distribution*

Archive of SID
www.SID.ir

(مرحله‌ی ۳، ۴ و ۵)، به تعداد iteration مقدار تصادفی از انحرافات فرد j تولید می‌شود.

هر چه تعداد این مقادیر (iteration) بیش‌تر باشد، برآورد موردنظر دقیق‌تر است. در مراحل ۹-۷ با مرتب کردن مقادیر تصادفی ایجاد شده از انحراف‌های فرد به‌طور صعودی، مقدار انحراف خوش‌بینانه در ۵ درصد ابتدایی و مقدار انحراف بدبینانه در ۵ درصد انتهایی (۹۵ درصد ابتدایی) این دنباله از اعداد قرار می‌گیرد.

همچنین انحراف محتمل، انحرافی است که بیش‌ترین فراوانی در این دنباله از اعداد را دارد. در مرحله‌ی ۱۰ پس از بدست آوردن انحراف‌های سه‌گانه، مقدار موردانتظار انحراف فرد j از رابطه‌ی ۹ بدست می‌آید.

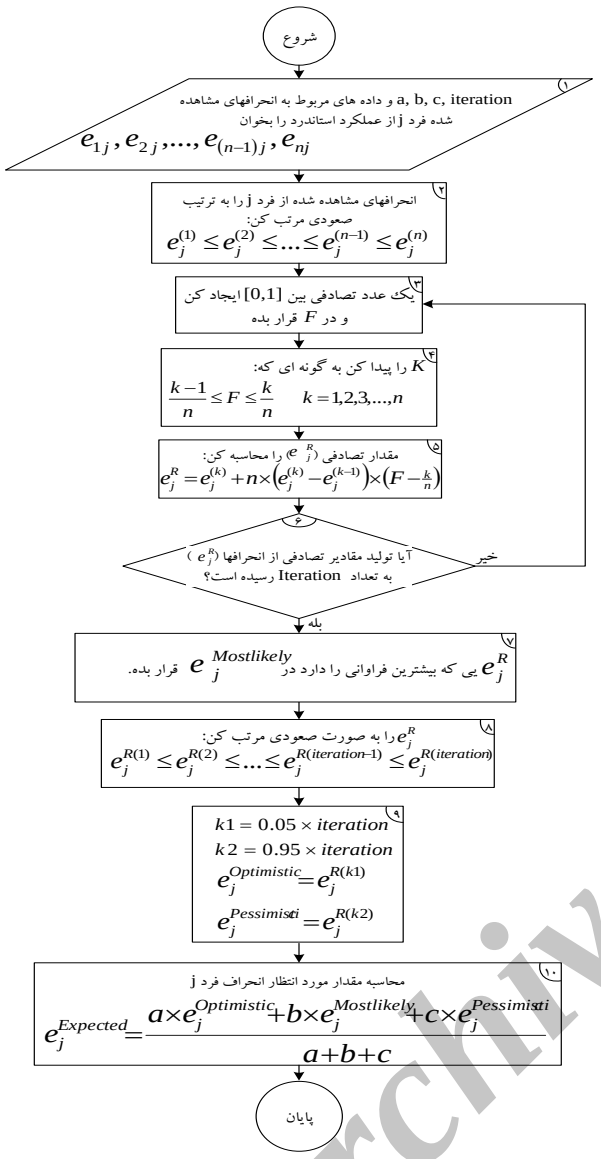
از آن‌جاکه به‌طور کلی هرچه تعداد تکرار (iteration) بیش‌تر باشد، تخمین‌ها دقیق‌تر است؛ ازاین‌رو با رعایت ملاحظات زمانی ابتدا با تکرار ۱۰۰۰۰ شروع و در هر مرحله ۱۰۰۰۰ تکرار به تکرار قبلی اضافه و تا جایی ادامه داده می‌شود که تغییرات متوالی در مقدار مورد انتظار انحراف فرد موردنظر کمتر یا مساوی ۰/۱ مقدار ماقبل آن شود؛ به عبارتی‌دیگر رابطه‌ی ۱۰ برقرار شود یا این‌که زمان اجرا از مدت ۱۵ دقیقه بگذرد.

$e_j^{Expected(i)}$: مقدار مورد انتظار انحراف فرد j اُم در اجرای i اُم

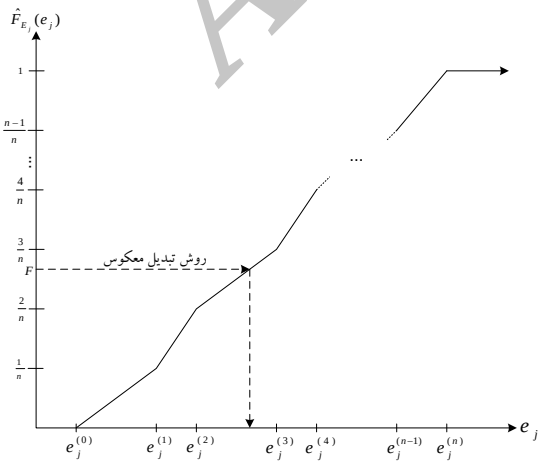
$$\left|\frac{e_j^{Expected(i)} - e_j^{Expected(i-1)}}{e_j^{Expected(i-1)}}\right| \le ۰/۱ \qquad (۱۱)$$

جدول ۳. برازش توزیع تجمعی تجربی برای انحراف‌های مشاهده شده از فرد j

فاصله	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
$e_j < e_j^{(0)}$	0	0
$e_j^{(0)} \le e_j \le e_j^{(1)}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{n}$
$e_j^{(1)} < e_j \le e_j^{(2)}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{2}{n}$
$e_j^{(2)} < e_j \le e_j^{(3)}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{3}{n}$
$e_j^{(3)} < e_j \le e_j^{(4)}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{4}{n}$
...	...	...
$e_j^{(n-1)} < e_j \le e_j^{(n)}$	$\frac{1}{n}$	$\frac{n-1}{n}$
$e_j > e_j^{(n)}$	0	1



شکل ۲. الگوریتم روش شبیه‌ساز انحرافات سه‌گانه



شکل ۳. توزیع تجربی برازش شده بر انحراف‌های مشاهده شده از فردز

Archive of SID

www.SID.ir

در دو روشی که از نظر گذشت با به کمیت درآمدن نتایج کار افراد و مقایسه‌ی آن‌ها با استانداردهای از پیش تعیین‌شده‌ای از دخالت و تأثیر ذهنیت‌ها، قضاوت‌ها و جهت‌گیری‌های ارزیاب در سنجش عملکرد جلوگیری می‌شود و نتایج ارزیابی ناریب و از عینیت کامل برخوردار است.

۴. مطالعه‌ی موردی (اجرای مدل در شرکت هسا)

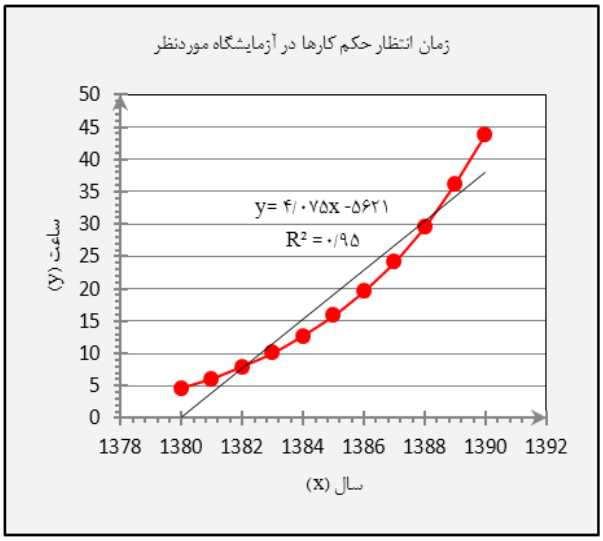
به‌منظور ارزیابی روش‌های ارائه شده یکی از بخش‌های آزمایشگاهی شرکت هسا به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. آزمایشگاه موردنظر مهمترین آزمایشگاه هسا بوده چراکه تمامی قطعات تولیدی برای تولید محصولات مختلف حتماً باید تست موردنظر در این آزمایشگاه را به سلامت بگذرانند. این بخش در فرآیند ساخت محصولات مختلف تبدیل به گلوگاه شده است. گلوگاه شدن این قسمت باعث نرسیدن به‌موقع قطعات به قسمت مونتاژ و درنتیجه دیرکرد تحویل محصولات به مشتریان و نارضایتی آن‌ها شده و بار هزینه‌ای مضاعفی به شرکت هسا تحمیل نموده است؛ این مشکل از گذشته وجود داشته ولی اکنون به‌صورت بغرنجی درآمده است؛ چراکه میانگین زمان انتظار حکم‌کارها[۱] در این آزمایشگاه مطابق جدول ۴ در طول سالیان گذشته سیر صعودی داشته و ممکن است در آینده‌ای نه چندان دور مطابق خط برازش داده شده در شکل ۴، تنها زمان انتظار قطعات هر یک از محصولات در این آزمایشگاه به‌طور میانگین در سال ۱۴۰۰ به تقریباً ۸۴ ساعت یا ۱۰/۵ روز کاری برسد. ازاین‌رو مسئله‌ی گلوگاه شدن این بخش آزمایشگاهی، توجه مدیریت کلان شرکت هسا را به خود جلب کرده است.

جدول ۴. زمان انتظار حکم‌کارها در آزمایشگاه بین سال‌های ۹۰-۱۳۸۰

سال	زمان انتظار حکم‌کارها در آزمایشگاه (برحسب ساعت)
۱۳۸۰	۴/۵۵
۱۳۸۱	۶/۰۷
۱۳۸۲	۷/۸۸
۱۳۸۳	۱۰/۰۶
۱۳۸۴	۱۲/۶۷
۱۳۸۵	۱۵/۸
۱۳۸۶	۱۹/۵۶
۱۳۸۷	۲۴/۰۸
۱۳۸۸	۲۹/۵
۱۳۸۹	۳۶/۱۲
۱۳۹۰	۴۳/۸

[۱] مجموعه‌ای از قطعات یکسان که در یک بسته برای تست‌های گوناگون به بخش‌های مختلف آزمایشگاهی فرستاده می‌شود.

مدیران معتقدند که پرسنل شاغل در بخش آزمایشگاهی موردنظر به‌درستی کار خود را انجام نمی‌دهند به‌شکلی که انجام فرآیندهای آزمایشگاهی توسط آن‌ها در زمانی طولانی‌تر از زمان واقعی سبب بروز چنین مشکلی شده است. پارسا و همکاران [۳۰] با استفاده از تحلیل‌های آماری مبتنی بر طرح آزمایشی بلوک کاملاً تصادفی عملکرد نامطلوب کارکنان این بخش آزمایشگاهی را اثبات نموده‌اند.



شکل ۴. سیر صعودی نمودار زمان انتظار حکم‌کارها در آزمایشگاه از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰

۴-۱. تحلیل عملکرد نامطلوب کارکنان با استفاده از نظریه‌ی انتظار وروم

نظریه‌ی انتظار وُروم[۲] فرآیند رفتاری افراد و علت بروز رفتاری خاص از آن‌ها را توضیح می‌دهد. وروم در این نظریه سه متغیر به نام‌های انتظار[۳]، وسیله[۴] و جاذبه[۵] را تعریف می‌کند. برای فهم این نظریه لازم است این متغیرها تعریف و رابطه‌ی بین آن‌ها مشخص گردد.

انتظار: این متغیر مربوط است به انتظار فرد از خودش به این‌که آیا تلاش‌هایش به عملکرد موردنظر می‌انجامد؟. این متغیر بین ۰ و ۱ قرار دارد و معمولاً بر تجربه‌ی گذشته‌ی افراد، اعتماد به نفس و آگاهی از دشواری‌های عملکردِ موردنظر استوار است. درصورتی‌که فرد در رابطه با عملکرد معینی معتقد باشد که "من نمی‌توانم." این متغیر صفر و اگر مصمم و معتقد باشد که "من حتماً می‌توانم." مقدار آن یک است.

[2] *Vroom's expectancy theory*
[3] *Expectancy*
[4] *instrumentality*
[5] *Valence*

Archive of SID
www.SID.ir

وسیله: انتظار افراد از نتایجی چون تنبیه یا پاداش، حاصل از رسیدن به عملکرد موردنظر است. اگر فرد رخ دادن نتیجه در پی عملکرد موردنظر را قریب به یقین بداند این متغیر یک و اگر ناممکن بداند این متغیر صفر است.

جاذبه: این متغیر به جذابیت نتیجه از نظر فرد اشاره دارد. مقدار آن بین ۱- و ۱ می‌باشد. هنگامی‌که فرد کاملاً از نتیجه دوری کند برابر ۱- و هنگامی‌که نسبت به نتیجه بی‌تفاوت باشد صفر و وقتی‌که نتیجه برای فرد کاملاً خوشایند باشد برابر ۱ است.

مطابق این نظریه، نیروی انگیزشی کارکنان (MF) مطابق رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

E: انتظار، I: وسیله، V: جاذبه

$$MF = E \times I \times V \quad (۱۲)$$

زمانی‌که MF برابر یک باشد، انگیزش کارکنان برای رسیدن به عملکرد موردنظر در بیشینه‌ی خود قرار دارد. وقتی MF برابر صفر باشد، انگیزه‌ای برای رسیدن به عملکرد موردنظر وجود ندارد. هنگامی‌که MF منفی باشد، کارکنان از رسیدن به عملکرد موردنظر اجتناب می‌کنند.

تخصیص پاداش در ازای عملکرد و مهارت در آزمایشگاه‌های هسا براساس ارزیابی عملکرد انجام شده بوسیله‌ی روش "مقیاس درجه‌بندی پیوسته‌ی ترسیمی از ۰ تا ۱۰۰" انجام می‌گیرد. بررسی‌های گذشته نشان می‌دهد که تقریباً در ۷۵٪ موارد ارزیابی‌های انجام شده حول مرکز مقیاس از ۴۵ تا ۵۵ شکل گرفته‌اند. این امر به روشنی خطای گرایش به مرکز ارزیابان و محافظه‌کاری آن‌ها را نشان می‌دهد. ارزیاب‌ها به منظور احتراز از بازخواست‌های احتمالی مدیران و موضع‌گیری‌های خصمانه‌ی کارکنان ناشی از ارزیابی بالا و پایین، همه‌ی کارکنان را معمولاً متوسط ارزیابی می‌کنند.

این موضوع باعث شده که پاداش بین کارکنان به‌طور تقریباً مساوی در هر ماه تقسیم شود. از آن‌جاکه افراد با هر نوع عملکردی، پاداش تقریباً یکسان دریافت می‌کنند و کسب پاداش (نتیجه) را از عملکرد مطلوب و انجام شایسته‌ی کارها (عملکرد) انتظار ندارند؛ متغیر I (وسیله) در این مسئله برابر صفر است؛ لذا مطابق رابطه‌ی ۱۱ نیروی انگیزش کارکنان این بخش آزمایشگاهی برای رسیدن به عملکرد مطلوب ناچیز است؛ یعنی کارکنان دچار بی‌انگیزگی و بی‌تفاوتی نسبت به عملکرد مطلوب شده و برای بهبود عملکرد خود تلاش نمی‌کنند. از این‌رو بهترین راه‌حل برای این مسئله ارائه‌ی رابطه‌ای برای محاسبه‌ی پاداش است به‌گونه‌ای که رعایت اصل برابری در آن تضمین شده و کارکنان پاداش دریافتی (نتیجه) را منصفانه و حاصل از عملکرد و مهارت خود بدانند.

۴-۲. رابطه‌ی جدید برای پاداش "عملکرد و مهارت" محور

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد یکی از اهداف اصلی ارزیابی عملکرد کارکنان تصمیم‌گیری درمورد میزان پاداش آن‌ها است. در این بخش با توجه به روش‌های توسعه داده شده برای ارزیابی عملکرد، رابطه‌ای برای تعیین منصفانه‌ی میزان پاداش ماهیانه‌ی کارکنان این بخش آزمایشگاهی هسا در برابر عملکرد و مهارت آن ها بدست آورده می‌شود. ابتدا با توجه به مسئله‌ی پیش‌رو E_j را متغیر تصادفی مربوط به انحراف فرد j از عملکرد استاندارد در ماه جاری تعریف می‌کنیم که مقادیر آن با رابطه‌ی (۱۲) بدست می‌آید:

t_{ij}: زمان انجام فرآیند آزمایشگاهی حکم‌کار i (بر حسب ساعت) توسط فرد j شاغل در هسا و تصحیح شده با تکنیک‌های زمان سنجی است به‌گونه‌ای که فقط تلاش و مهارت فرد در آن مؤثر باشد.

t_{ij}^{real}: زمان واقعی و استاندارد لازم برای انجام فرآیند آزمایشگاهی حکم‌کار i (بر حسب ساعت)

$$e_{ij} = t_{ij} - t_{ij}^{real} \quad (۱۳)$$

اگر m تعداد کل حکم‌کارهایی در نظر گرفته شود که فرد j در ماه جاری فرآیند آزمایشگاهی آن‌ها را انجام داده است؛ لذا جامعه‌ی آماری انحراف‌های فرد j از عملکرد استاندارد در ماه جاری به‌صورت $e_{1j}, e_{2j}, e_{3j}, \dots, e_{mj}$ و نمونه‌ی تصادفی از آن به‌صورت $e_{1j}, e_{2j}, e_{3j}, \dots, e_{nj}$ می‌باشد. با توجه به رابطه‌ی (۱۲) می‌توان مجموع زمان‌های واقعی کار فرد j در طی ماه جاری را مطابق با رابطه‌ی زیر نوشت:

$$\sum_{i=1}^{m} t_{ij}^{real} = \sum_{i=1}^{m} t_{ij} - \sum_{i=1}^{m} e_{ij} \quad (۱۴)$$

مقدار $\sum_{i=1}^{m} t_{ij}$ معلوم است؛ زیرا زمان انجام فرآیند آزمایشگاهی هر حکم‌کار توسط هر فرد در آزمایشگاه مذکور ثبت می‌شود اما مقدار $\sum_{i=1}^{m} e_{ij}$ مجهول است که برای تخمین آن طبق رابطه‌ی زیر از برآورد میانگین انحراف فرد از عملکرد استاندارد ($\hat{\mu}_{E_j} = k_j^*$ یا $e_j^{Expected}$) استفاده می‌شود که به کمک روش های پیشنهادی بدست می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

$$\mu_{E_j} = \frac{\sum_{i=1}^{m} e_{ij}}{m} \Rightarrow \sum_{i=1}^{m} e_{ij} = m \times \mu_{E_j} \simeq m \times \hat{\mu}_{E_j} \quad (۱۵)$$

با جایگزین کردن رابطه‌ی (۱۴) در رابطه‌ی (۱۳) مجموع زمان های واقعی کار فرد j در طی ماه جاری بدست می‌آید.

$$\sum_{i=1}^{m} t_{ij}^{real} \simeq \sum_{i=1}^{m} t_{ij} - m \times \hat{\mu}_{E_j} \quad (۱۶)$$

اکنون پارامتر θ_j را درآمد کسب شده برای هسا در ازای هر ساعت کار فرد j تعریف می‌کنیم. دراین‌صورت مهارت درکنار عملکرد واقعی سنجیده شده بر مقدار پاداش تأثیر می‌گذارد؛ چراکه شخصی با مهارت بالاتر دارای مقدار θ_j بالاتری است. بنابراین با توجه به رابطه‌ی (۱۵) می‌توان نوشت:

$$\text{درآمد واقعی کسب شده در طی یک ماه توسط فرد } j = \sum_{i=1}^{m} t_{ij}^{real} \times \theta_j \simeq \left(\sum_{i=1}^{m} t_{ij} - m \times \hat{\mu}_{E_j}\right) \times \theta_j \quad (۱۷)$$

φ: پاداش در ازای هر صد هزار تومان درآمد واقعی برای هسا (برحسب تومان)

$$\text{پاداش به عملکرد ومهارت فرد } j = \frac{\left(\sum_{i=1}^{m} t_{ij} - m \times \hat{\mu}_{E_j}\right) \times \theta_j \times \varphi}{100000} \quad (۱۸)$$

از رابطه‌ی (۱۷) برای پرداخت پاداش عملکرد و مهارت محور کارکنان استفاده شد. از آن‌جاکه داده‌های گردآوری شده از انحراف‌های هر یک از کارکنان در برخی از ماه‌های سال کم (کوچک‌تر از ۳۰) و در برخی ماه‌های دیگر زیاد (بزرگ‌تر یا مساوی ۳۰) است برای بدست آوردن برآوردِ μ_{E_j} ($\hat{\mu}_{E_j}$) از هر دو روش "شبیه‌ساز انحراف‌های سه‌گانه" و "استنباط از آزمون فرض" استفاده شد. الگوریتم روش "شبیه‌ساز انحراف‌های سه گانه" به همراه الگوریتم توقف آن به زبان برنامه‌نویسی C# تبدیل به کد و جهت اجرا استفاده شد. نتایج بدست آمده برای ۵ تن از کارکنان این آزمایشگاه در یکی از ماه‌های سال در جدول ۵ نشان داده شده است.

برای همه‌ی افراد پارامتر a و c برابر ۱ و پارامتر b برابر ۴ درنظرگرفته شد.

انتخاب این اعداد در تجربه، نتایج قابل‌قبولی داده و از نظر مدیریت و کارکنان این آزمایشگاه مناسب بوده است. داده‌ها و برآوردهای مربوط به انحراف برحسب ساعت‌اند.

جدول ۵. تخمین‌های روش "شبیه‌ساز انحراف‌های سه‌گانه" برای ۵ تن از کارکنان آزمایشگاه هسا

j	داده‌های مربوط به انحراف‌های فرد j	تعداد تکرار برای رسیدن به جواب	$e_j^{Optimistic}$	$e_j^{Most\ likely}$	$e_j^{Pessimistic}$	$e_j^{Expected}$
۱	۰/۶۱، ۰/۲۵، ۰/۳۳، ۰/۲۰، ۰/۳۵، ۱/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۱۱، ۰/۴۹، ۰/۸۹	۴۰۰۰۰	۰/۱	۰/۲	۱/۰	۰/۳۱۷
۲	۱/۰۵، ۰/۵۵، ۰/۴۳، ۰/۸۸، ۰/۹۱، ۱/۲، ۰/۷۵، ۰/۶۹، ۰/۴۷، ۰/۵۸	۳۰۰۰۰	۰/۴	۰/۵	۱/۲	۰/۶۰
۳	۰/۱۵ ـ ۰/۰۸ ـ ۰/۰۷ ـ ۰/۱۰ ـ ۰/۲۱ ـ ۰/۱۱ ـ ۰/۰۴ ـ ۰/۱۳	۶۰۰۰۰	-۰/۸	-۰/۲	۰/۱	-۰/۲۵
۴	۰/۱۱، ۰/۰۵، ۰/۲۳، ۰/۱۰ ـ ۰/۰۳ ـ ۰/۱۶ ـ ۰/۰۸ ـ ۰/۰۲ ـ ۰/۰۵، ۰/۲۸	۴۰۰۰۰	-۰/۱	۰	۰/۲	۰/۰۱۷
۵	۰/۸۱، ۰/۷۷، ۰/۲۵، ۰/۴۱، ۰/۳۶، ۰/۷۵، ۱/۲، ۰/۵۵، ۰/۹۸، ۱/۳۴، ۰/۶۶	۷۰۰۰۰	۰/۳	۰/۸	۱/۲	۰/۷۸

در مورد فرد سوم باید گفت که زمان انجام فرآیندهای آزمایشگاهی توسط او از زمان‌های استاندارد مورد نیاز هم کمتر بوده؛ لذا می‌توان گفت عملکرد این فرد در ماه جاری مطلوب و فراتر از استاندارد می‌باشد. برآورد میانگین انحراف از عملکرد استاندارد فرد چهارم تقریباً نزدیک صفر است که نشان می‌دهد عملکرد او در ماه جاری استاندارد بوده است. اما در مورد بقیه‌ی کارکنان مقدار موردانتظار انحراف مثبت است؛ یعنی عملکرد این افراد در ماه جاری پایین‌تر از حد استاندارد است. الگوریتم حل مدل مربوط به روش "استنباط از آزمون فرض" با استفاده از نرم افزار MATLAB تبدیل به کد و جهت اجرا استفاده شد. مدیریت هسا خواستار ارزیابی با حداکثر اختلاف ۵ دقیقه یا ۰/۰۸ ساعت از میانگین واقعی عملکرد ($\delta\mu_{E_j}^{max} = ۰/۰۸$) و حداکثر میزان خطای نوع اول و دوم قابل قبول (α_{max} و β_{max})، هر دو برابر ۰/۰۵ است. جدول ۶ نتایج حاصل از برآورد انحراف‌های پنج تن از کارکنان در حالت خوش‌بینانه، بدبینانه و مورد انتظار با توجه به روش استنباط از آزمون فرض در یکی از ماه‌های سال (با ضریب بدبینی ۰/۲ مطابق نظر مدیریت) را نشان می‌دهد. داده‌ها و برآوردهای مربوط به انحراف برحسب ساعت‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶. نتایج حاصل از برآورد انحراف‌های پنج تن از کارکنان در حالت خوش‌بینانه، بدبینانه و مورد انتظار

j	$\bar{E}_j$	S_{E_i}	n	β_{min}	α_{min}	$k_j^{Optimistic}$	$k_j^{Pessimistic}$	k_j^*
۱	۰/۵۶	۰/۱۶	۳۹	۰/۱۲		جوابی پیدا نشد.		
۲	۰/۴۹	۰/۱۱	۳۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۴۶
۳	۱/۲	۰/۱۸	۳۳	۰/۲۸		جوابی پیدا نشد.		
۴	۰/۳۳	۰/۰۹	۳۰	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۳	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۳
۵	-۰/۱۲	۰/۱۱	۳۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	-۰/۱۷	-۰/۰۷	-۰/۱۵

در مورد فرد اول و سوم جوابی که با توجه به پارامترهای $\delta\mu_{E_i}^{max}$، α_{max} و β_{max} برای مدیریت قابل پذیرش باشد پیدا نشد. اگر با ثابت ماندن اندازه‌ی نمونه‌ی تصادفی، (α_{max} و β_{max}) در مورد فرد اول و سوم به ترتیب (۰/۰۹ و ۰/۰۸) و (۰/۱۵ و ۰/۱۴) انتخاب شود؛ آنگاه فضای شدنی مدل برای آن‌ها ناتهی می‌شود. نتایج حاصل از برآورد انحراف‌های فرد اول و سوم با تغییرات مذکور در پارامتر α_{max} و β_{max} در جدول ۷ نشان داده شده است. البته در مورد فرد سوم α_{max} و β_{max} انتخاب شده کمی بالا است و توصیه می‌شود که در صورت امکان نمونه‌ی تصادفی بزرگتری انتخاب شود و مقادیر انتخاب شده برای α_{max} و β_{max} کمتر از ۰/۱ باشند.

جدول ۷. نتایج حاصل از برآورد انحراف‌های فرد اول و سوم با تغییر مقدار α_{max} و β_{max}

j	$\bar{E}_j$	S_{E_i}	n	β_{min}	α_{min}	$k_j^{Optimistic}$	$k_j^{Pessimistic}$	k_j^*
۱	۰/۵۶	۰/۱۶	۳۹	۰/۰۷۷	۰/۰۸۶	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۵۳
۳	۱/۲	۰/۱۸	۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۴۱	۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۱۷

همان‌طور که در جدول ۶ و ۷ مشاهده می‌شود، در مورد همه‌ی افراد به غیر از فرد پنجم عملکردها در ماه جاری نامطلوب و زمان انجام کار توسط آن‌ها از زمان استاندارد بیش‌تر بوده است. عملکرد فرد پنجم در ماه جاری مطلوب و فراتر از حد استاندارد است؛ منفی بودن انحراف مورد انتظار او از عملکرد استاندارد گواه این مطلب است.

شایان ذکر است به‌منظور بهره‌برداری سریعتر و ساده‌تر، روش‌های پیشنهادی در قالب دو نرم‌افزار به زبان برنامه‌نویسی *C#* کدبندی و آماده گردید که در حال حاضر در آزمایشگاه مزبور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۳. شبیه‌سازی جهت اعتبارسنجی و سنجش کارایی روش‌های ارائه شده جهت ارزیابی کارکنان

به‌منظور اعتبارسنجی، روش‌های ارائه شده در مطالعه‌ی موردی مطرح شده (آزمایشگاه اندازه‌گیری ابعادی شرکت هسا) مورد بررسی قرار گرفت و عملکرد سیستم قبل و بعد از اجرای روش‌های پیشنهادی در قالب رابطه‌ی جدید پاداش از طریق شبیه‌سازی پایا (بلندمدت) مقایسه گردید. قبل از اجرای روش پیشنهادی برای محاسبه‌ی پاداش، کارکنان مربوطه توجیه گردیدند. رابطه‌ی جدید پاداش به مدت ۹ ماه در این آزمایشگاه استفاده شد. به منظور سنجش کارایی روش‌های ارائه شده جهت ارزیابی کارکنان، عملکرد بلندمدت آزمایشگاه قبل از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش (ارزیابی به روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی) و بعد از آن (ارزیابی به روش‌های جدید) با استفاده از نرم‌افزار Arena در حالت پایا شبیه‌سازی شد.

فرآیند کار در این آزمایشگاه به‌گونه‌ای است که قطعات تولیدی بوسیله‌ی تجهیزات مختلف جهت انجام فرآیندهای آزمایشگاهی موردنظر در بسته‌هایی به نام حکم‌کار وارد قسمت ورودی این بخش آزمایشگاهی می‌شوند. در این بخش ۱۲ نفر مشغول کارند. هریک از آن‌ها به‌طور جداگانه از قسمت ورودی یک حکم‌کار گرفته و فرآیند موردنظر را بر روی آن انجام می‌دهند. قسمت ورودی این بخش را می‌توان همانند ورودی یک سیستم صف درنظرگرفت که مشتریان؛ یعنی حکم‌کارها برای دریافت خدمت یا انجام فرآیند آزمایشگاهی موردنظر وارد آن می‌شوند و مطابق با یک نظام نوبتی یا ترتیبی (FCFS[1]) خدمت را از یکی از ۱۲ خدمت‌دهنده (۱۲ پرسنل یاد شده) دریافت می‌کنند. به منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری نتایج حاصل از شبیه‌سازی، معیار عملکرد، متوسط زمان انتظار حکم‌کارها در سیستم (آزمایشگاه) درنظرگرفته می‌شود. متغیرهای ورودی و پاسخ مدل شبیه‌سازی موردنظر در جدول ۸ منعکس شده است.

[1] *First Come First Served*

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۸. متغیرهای ورودی و متغیر پاسخِ مدل شبیه‌سازی

متغیرهای ورودی:

X: زمان بین ورود حکم‌کارها به بخش آزمایشگاهی مورد نظر

Y_i: زمان خدمت پرسنل i اُم با اجرای روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی $i = 1,2,..,11,12$

Y_i': زمان خدمت پرسنل i اُم با اجرای روش‌های جدید ارزیابی $i = 1,2,..,11,12$

متغیر پاسخ:

W: متوسط زمان انتظار حکم‌کارها در سیستم با اجرای روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی

W': متوسط زمان انتظار حکم‌کارها در سیستم با اجرای روش‌های جدید ارزیابی

نتایج مربوط به معیار عملکرد (W) از اجرای مدل شبیه‌سازی قبل از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش، با زمان اجرای متفاوت و زمان راه‌اندازی به اندازه‌ی ۲۰ درصدِ زمان اجرا نشان می‌داد از زمان اجرای ۲۰۰۰۰ ساعت به بعد تقریباً نتایج ثابت مانده و تغییری نمی‌کنند که نشان‌دهنده‌ی رسیدن به حالت پایدار (پایا) است. سپس شش دوباره‌سازی مستقل با زمان اجرای ۲۰۰۰۰ و زمان راه‌اندازی ۴۰۰۰ ساعت انجام شد که نتایج آن در جدول ۹ مطابق با دوباره‌سازی ۱ تا ۶ گزارش داده شده است. براساس داده‌های گذشته، متوسط زمان انتظار حکم‌کارها در سیستم در بلندمدت قبل از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش برابر ۵/۴۷۵ روز کاری یا $\mu_W^0 = ۴۳/۸$ ساعت ثبت شده است. بنابراین جهت تعیین اعتبار مدل شبیه‌سازی مذکور می‌توان از آزمون فرض زیر استفاده کرد:

$$\begin{cases} H_0: \mu_W = ۴۳/۸ \text{ ساعت} \\ H_1: \mu_W \neq ۴۳/۸ \text{ ساعت} \end{cases}$$

با توجه به مدت شبیه‌سازی بالا (۲۰۰۰۰ ساعت)، هریک از Wهای بدست آمده در هر دوباره‌سازی از میانگین‌گیری زمان انتظار تعداد بسیار زیادی حکم‌کار (قطعاً بزرگ‌تر از ۳۰ حکم‌کار) نتیجه شده است که نرمال بودن W را طبق قضیه‌ی حد مرکزی تضمین می‌کند. با توجه به بکارگیری مجموعه‌های ناهمپوش اعداد تصادفی برای هر بار دوباره‌سازی توسط نرم افزار *Arena* مقادیر مشاهده شده برای W در هر اجرا از هم مستقل‌اند و لذا $W_1, W_2, \dots, W_6$ تشکیل نمونه‌ی تصادفی به اندازه‌ی ۶ از توزیع نرمال را می‌دهند که بکارگیری آماره‌ی $\frac{\bar{W}-\mu_W}{\frac{S_W}{\sqrt{n}}}$ با توزیع t اِستیودنت با ۵ درجه‌ی آزادی را توجیه می‌کند؛ یعنی $T = \frac{\bar{W}-\mu_W}{\frac{S_W}{\sqrt{n}}} \sim t_5$. از آنجا که ناحیه‌ی رد H_0 در آزمون فرض مذکور $\left|\frac{\bar{W}-\mu_W}{\frac{S_W}{\sqrt{n}}}\right| \geq t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ است و در سطح معنی‌داری $\alpha = ۰/۰۵$ چنین شرایطی برقرار نیست؛ چراکه $\left|\frac{۴۳/۶۵۹۸ - ۴۳/۸}{\frac{۰/۲۹۰۳۷}{\sqrt{۶}}}\right| = ۰/۷۰۰۳۲۶ \not\geq t_{۰/۰۲۵,۵} = ۲/۵۷۱$؛ پس فرض H_0 را نمی‌توان رد کرد.

اما برای این‌که رد نشدن فرض H_0 (رد نشدن اعتبار مدل) به صورت یک نتیجه‌گیری قوی جلوه‌گر شود، احتمال ارتکاب خطای نوع دوم (β)؛ یعنی احتمال پذیرش H_0 نادرست نیز باید مطابق با رابطه‌ی زیر مقدار کوچکی بدست آید.

$$\beta = Pr\left(\frac{\mu_W^0 - \mu_W^{real} - t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \frac{S_W}{\sqrt{n}}}{\frac{S_W}{\sqrt{n}}} \leq T \leq \frac{\mu_W^0 - \mu_W^{real} + t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \frac{S_W}{\sqrt{n}}}{\frac{S_W}{\sqrt{n}}}\right) \quad (۱۹)$$

درصورتی‌که مطابق با نظر مدیریت بخواهیم فرض H_0، درصورت انحراف حداقل یک ساعتی μ_W^0 (مقدار تخمین زده شده برای متوسط زمان انتظار در سیستم) از μ_W^{real} (مقدار واقعی میانگین زمان انتظار در سیستم) رد شود؛

آنگاه حداکثر میزان β در $\mu_W^0 - \mu_W^{real} = ۱$ یا $\mu_W^0 - \mu_W^{real} = -۱$ رخ می‌دهد و مطابق با رابطه‌ی (۱۸) برابر است با:

$$\beta = Pr\left(۲/۴۲۴۱ \leq T \leq ۷/۵۶۶۱۸\right) = ۰/۹۹۹۶۸ - ۰/۹۷۰۰۹۴۵ = ۰/۰۲۹۵۸۵۵ \simeq ۰/۰۳$$

Archive of SID
www.SID.ir

حداکثر مقدار β، ۰/۰۳ حاصل شده که کوچک و قابل‌قبول است. از پایین بودن مقدار α و β نتیجه می‌گیریم که مدل شبیه‌سازی اجرا شده معتبر است. بعد از ۹ ماه از اعمال راهکارهای مربوط به سیستم جدید پاداش، داده‌های مربوط به زمان خدمت هر یک از ۱۲ پرسنل شاغل در آزمایشگاه موردنظر در طی یک هفته جمع‌آوری و توزیع احتمالی آن تعیین گردید. مشابه قبل مدل شبیه‌سازی *Arena* برای توزیع خدمت‌های جدید به‌کار برده شد. از آن‌جاکه مدل جدید شبیه‌سازی با ایجاد اصلاحات جزئی در مدل قبلی به وجود آمده و در ساختار مدل همانند چگونگی تعیین اولویت حکم‌کارها برای دریافت خدمت، تک مجرایی بودن سیستم، تعداد خدمت‌دهندگان و غیره تغییری ایجاد نشده است، انتقال اعتبار مدل قبلی به مدل جدید موجه است [۳۱]. در این حالت طول اجرا و زمان راه‌اندازی مدل جدید به ترتیب ۱۰۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ ساعت تعیین شد. با انجام ۶ بار دوباره‌سازی مطابق با نتایج دوباره‌سازی ۱ تا ۶ جدول ۹، آزمون برابری واریانس‌های زمان انتظار حکم‌کارها قبل و بعد از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش انجام شد که این آزمون، فرض برابری را رد نمی‌کرد.

(۲۱)

برای حل نامعادله‌ی (۲۱) و بدست آوردن حداقل n از رویکرد عددی زیر استفاده می شود:

n	۷	۸
$V(n)$	۰/۵۲	۰/۴۸

بنابراین برای حصول چنین دقتی باید حداقل ۸ بار دوباره‌سازی (۲ دوباره‌سازی دیگر علاوه بر دوباره‌سازی‌های قبلی) برای هر یک از رویکردها انجام شود. نتایج مربوط به تمامی ۸ بار دوباره‌سازی انجام شده برای هر یک از مدل‌های شبیه‌سازی قبل و بعد از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش در جدول ۹ آمده است.

فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصدی برای تفاضل میانگین زمان انتظار حکم‌کارها در هنگام اعمال روش‌های جدید ارزیابی از میانگین زمان انتظار حکم‌کارها در هنگام ارزیابی به روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی $(\mu_{W'} - \mu_W)$ با استفاده از مجموعه روابط (۲۰) به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$-۲۵/۴۷۳۵ \pm ۰/۴۵۴۴$$

یا

لذا فاصله‌ی اطمینان $(1-\alpha)\%$ برای $(\mu_{W'} - \mu_W)$ با برابری واریانس‌ها $(\sigma^2_{W'} = \sigma^2_W)$ از مجموعه‌ی روابط زیر بدست خواهد آمد.

$$(\bar{W}' - \bar{W}) \pm t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$
$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)\times S_W^2 + (n_2-1)\times S_{W'}^2}{n_1+n_2-2}, \quad (۲۰)$$
$$v = n_1 + n_2 - 2$$

n_1: تعداد دوباره‌سازی‌های مدل شبیه‌سازی مربوط به اجرای روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی

n_2: تعداد دوباره‌سازی‌های مدل شبیه‌سازی مربوط به اجرای روش‌های جدید ارزیابی

ازآن‌جاکه مدیریت هما خواستار برآورد فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪ با دقت حداکثر $\pm ۰/۵$ ساعت برای اختلاف میانگین زمان انتظار حکم‌کارها در سیستم قبل و بعد از اعمال راهکارهای جدید ارزیابی می‌باشد با توجه به مجموعه روابط (۲۰) می‌توان نوشت:

$$t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \le \varepsilon \xrightarrow{n_1=n_2=n} t_{\frac{\alpha}{2},2(n-1)} \times \sqrt{\frac{S_W^2 + S_{W'}^2}{n}} \le \varepsilon \Rightarrow$$

$$V(n) = t_{./۰۲۵,۲(n-1)} \times \sqrt{\frac{۰/۴۹۰۳۷^۲ + ۰/۳۹۹۵^۲}{n}} \le ۰/۵$$

$$-۲۵/۹۲۷۹ \le \mu_{W'} - \mu_W \le -۲۵/۰۱۹۱$$

جدول ۹. نتایج اجرای مدل شبیه‌سازی قبل و بعد از اعمال رابطه‌ی جدید پاداش

اجرا (دوباره‌سازی)	W (ساعت)	W' (ساعت)
۱	۴۳/۴۴۰۹	۱۸/۱۷۶۹
۲	۴۴/۲۲۰۱	۱۸/۹۲۱۱
۳	۴۳/۸۹۲۶	۱۷/۹۷۳۴
۴	۴۴/۱۱۹۷	۱۸/۲۹۴۱
۵	۴۳/۲۸۴۳	۱۸/۱۰۹۰
۶	۴۳/۰۰۱۲	۱۸/۸۴۷۲
۷	۴۴/۱۳۷۹	۱۸/۰۵۲۹
۸	۴۳/۹۵۸۱	۱۷/۸۹۲۴
میانگین نمونه	۴۳/۷۵۶۹	۱۸/۲۸۳۴
انحراف معیار نمونه	۰/۴۵۴۳	۰/۳۹۰۷

در واقع می‌توان گفت، بازه‌ی $\left[-۲۵/۹۲۷۹ \text{ و } -۲۵/۰۱۹۱\right]$ با احتمال ۹۵٪ تفاضل مذکور $(\mu_{W'} - \mu_W)$ را شامل می‌شود. این فاصله‌ی اطمینان به‌طور کامل قبل از صفر قرار گرفته که

Archive of SID

www.SID.ir

نشان‌دهنده‌ی آن است که اعمال روش‌های جدید ارائه شده جهت ارزیابی کارکنان در قالب رابطه‌ی جدید پاداش به میزان قابل توجهی بر کاهش زمان انتظار حکم‌کارها در آزمایشگاه مذکور و در واقع بر عملکرد کارکنان آن اثر مثبت گذاشته است. این نتیجه نشان از اعتبار روش‌های توسعه داده شده در این پژوهش دارد.

در روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی به علت وجود جهت‌گیری‌ها و خطاهای غیرقابل اجتناب ارزیاب و ارزیابی متوسط بیشتر کارکنان به عمد، انگیزه‌های کارکنان آزمایشگاه هسا جهت عملکرد مطلوب به نازل‌ترین حد خود رسیده بود. اما در روش‌های جدید به علت کمی شدن نتایج کار افراد و دخالت نداشتن قضاوت ها و جهت‌گیری‌های ارزیابان، عملکرد و مهارت کارکنان به‌صورت منصفانه و واقعی سنجیده شده و پاداش نیز متناسب با آن تعیین می‌شود. این امر باعث برانگیزش کارکنان شده است؛ چراکه مطابق نظریه‌ی انتظار وروم در کنار جاذبه‌ی زیاد پاداش برای آن‌ها و داشتن انتظار از خودشان برای رسیدن به عملکرد مطلوب، پاداش را نیز نتیجه‌ی عملکردشان می‌بینند؛ به عبارتی دیگر اجرای روش های جدید ارزیابی در شرکت هسا، خلأ وسیله در نظریه‌ی وروم را پر می‌کند و درنتیجه مطابق رابطه‌ی ۱۱ انگیزش کارکنان به عملکرد مطلوب (MF) از صفر در حالت ارزیابی به روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی به یک در حالت ارزیابی با روش‌های جدید می‌رسد و بهبود قابل‌توجه در عملکرد بلندمدت سیستم میسر می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری

اکثر روش‌های ارائه شده برای ارزیابی عملکرد کارکنان به میزان متفاوت تحت‌تأثیر ذهنیت‌ها، ارزش‌ها و جهت‌گیری‌های ارزیاب قرار می‌گیرد. در این پژوهش دو روش ارائه گردید که نه‌تنها این مشکل را حل می‌کند بلکه مزایای دیگری همچون امکان استفاده‌ی آسان از آن در اتخاذ تصمیماتی چون تعیین پاداش، افزایش حقوق، ترفیع و انتخاب کارمند نمونه را نیز به همراه دارد.

مدل ارائه شده در روش "استنباط از آزمون فرض" مقدار خوش‌بینانه و بدبینانه برای انحراف هر یک از کارکنان را با کنترل خطاهای نوع اول و دوم تخمین می‌زند. در نهایت این دو مقدار با یک ضریب بدبینی بین صفر و یک یکپارچه می‌شوند. الگوریتم ارائه شده در روش "شبیه‌ساز انحراف‌های سه‌گانه" با برازش یک توزیع تجربی بر داده‌های مربوط به انحراف هر یک از کارکنان، برپایه‌ی شبیه‌سازی مونت کارلو سه نوع تخمین برای انحراف فرد در حالت خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه بدست می‌آورد. درنهایت با میانگین وزنی این سه تخمین، مقدار مورد انتظار انحراف فرد بدست می‌آید. در این دو روش با به کمیت درآمدن نتایج کار افراد و مقایسه‌ی آن‌ها با استانداردهای از پیش تعیین‌شده‌ای از تأثیر و دخالت ذهنیت‌ها، قضاوت‌ها و جهت‌گیری‌های ارزیاب در سنجش عملکرد جلوگیری می‌شود و نتایج ارزیابی ناریب و از عینیت کامل برخوردار است.

یکی از آزمایشگاه‌های هسا که با مشکل گلوگاه شدن مواجه است به عنوان مطالعه‌ی موردی انتخاب شد. در این آزمایشگاه ارزیابی کارکنان برای تعیین پاداش از روش مقیاس درجه‌بندی ترسیمی به روش‌های جدید ارائه شده در این مقاله تغییر کرد. عملکرد بلندمدت سیستم در حالت پایدار شبیه‌سازی شد. بازه‌ی اطمینان ۹۵ درصدی بدست آمده برای کاهش میانگین زمان انتظار حکم‌کارها در بلندمدت حاکی از بهبود قابل توجه عملکرد سیستم با اجرای روش‌های جدید نسبت به گذشته بود. این نتیجه نشان از اعتبار روش‌های توسعه داده شده در این پژوهش دارد.

محدودیت روش‌های ارائه شده قابلیت کاربرد آن برای مشاغلی است که بتوان استاندارد کمی برای کار کارکنان تعریف کرد. توسعه‌ی روش‌های ارزیابی عملکرد برای مشاغل کیفی چون آموزگاری، پرسنل بانک، مربی تربیتی و... که نتایج ناریب دهد یا اریب بودن نتایج را به حداقل برساند می‌تواند زمینه‌ی پژوهشی در آینده باشد.

مراجع

[۱] مصطفی پارسا، احمد کمالی و بدیع ناجی. "راهکاری ترکیبی جهت واقعی کردن زمان فرآیندهای آزمایشگاهی شرکت صنایع هواپیماسازی ایران (هسا)"، دومین کنفرانس استراتژی‌ها و تکنیک‌های حل مسأله، ۱۳۹۰.

[2] De Andrés, J., García-Lapresta, J.L., González-Pachón, J., *Performance Appraisal Based on Distance Function Methods*, European Journal of Operational Research, Vol. 207, 2010, pp. 1599–1607.

[3] Snell, S.A., Bohlander, G.W., *Managing Human Resources*, South-Western, Edition 15, 2010.

[4] Noe, R.A, Hollenbeck, J. R, Gerhurt, B., Wright, P.M., *Human Resource Management: Gaining Competitive Advantage*. New York: Mc GrawHill, 2008.

[5] Spence, J.R., Keeping, L.M, *Conscious Rating Distortion in Performance Appraisal: A Review*, commentary, and proposed framework for research, Human Resource Management Review, Vol. 21, 2011, pp.85–95.

[6] Saiyadain, M.S., *Human Resources Management*, Tata McGraw-Hill Education, Edition 4, 2009.

[7] Mathis, R.L., *Human Resource Management*, South-Western College Pub., Edition 13, 2010.

[8] Ghalayini, A.M., Noble, J.S., Crowe, T.J., *An Integrated Dynamic Performance Measurement*

Archive of SID

www.SID.ir

[9] Fisher, C., Schoenfeldt, L.F., Shaw, J.B., *Human Resources Management. Houghton Mifflin Company*, Boston, 2006.

[10] Levy, P., Williams, J., *The Social Context of Performance Appraisal: A Review and Framework for the Future*, Journal of Management, Vol. 30, 2004, pp. 881−905.

[11] Murphy, K.R., Cleveland, J.N., Skattebo, A. L., Kinney, T.B., *Raters who Pursue Different Goals Give Different Ratings*, The Journal of Applied Psychology, Vol. 89, 2004, pp. 158−164.

[12] Spence, J.R., Keeping, L.M., *The Impact of Non-Performance Information on Ratings of Job Performance: A Policy-Capturing Approach*, Journal of Organizational Behavior, Vol. 31, 2010, pp. 587−608.

[13] Wong, K.F.E., Kwong, J.Y.Y., *Effects of Rater Goals on Rating Patterns in Performance Evaluation: Evidence from an Experimental Field Study*, The Journal of Applied Psychology, Vol. 92, 2007, pp. 577−585.

[14] Longenecker, C., Sims, H.P., Jr., Gioia, D.A., *Behind the Mask: The Politics of Employee Appraisal*, The Academy of Management Executive, Vol. 1, 1987, pp. 183−193.

[15] Tziner, A., Latham, G., Price, B., Haccoun, R., *Development and Validation of a Questionnaire for Measuring Perceived Political Considerations in Performance Appraisal*, Journal of Organizational Behavior, Vol. 17, 1996, pp. 179−190.

[16] Tziner, A., Prince, J. B., Murphy, K. R., *PCPAQ—The Questionnaire for Measuring Perceived Political Considerations in Performance Appraisal: Some New Evidence Regarding its Psychometric Qualities*, Journal of Social Behavior and Personality, Vol. 12, 1997, pp. 189−199.

[17] Villanova, P., Bernardin, H.J., *Impression Management in the Context of Performance Appraisal*, In R. Giacalone & P. Rosenfeld (Eds.), New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1989.

[18] Kreitner, R., Kinicki, A, *Organizational Behavior, Publisher: McGraw-Hill/Irwin*, Edition 9, 2009.

[19] Harris, M., *Rater Motivation in the Performance Appraisal Context: A Theoretical Framework*, Journal of Management, Vol. 20, 1994, pp. 737−756.

[20] Bernardin, H., *The Effects of Reciprocal Leniency on the Relation Between Consideration Scores from the LBDQ and Performance Ratings*, Psychological Reports, Vol. 60, 1987, pp. 479−487.

[21] Villanova, P., Bernardin, H.J., Dahmus, S., Sims, R., *Rater Leniency and Performance Appraisal Discomfort*, Educational and Psychological Measurement, Vol. 53, 1993, pp. 789−799.

[22] Cleveland, J., Murphy, K., *Analyzing Performance Appraisal as Goal-Directed Behavior*, In G. Ferris & K. Rowland (Eds.), Research in Personnel and Human Resources Management (pp. 121−185), Greenwich, CT: JAI Press, 1992.

[23] Lawler, E., *Control Systems in Organizations, In M. Dunnette (Ed.)*, Handbook of industrial and organizational psychology (pp. 1247−1291), Minnesota: Rand McNally, 1979.

[24] Mohrman, A., Lawler, E., *Motivation and Performance-Appraisal Behavior*, In F. Landy, S. Zedeck, & J. Cleveland (Eds.), Performance measurement and theory1983, (pp. 173−189).

[25] Tziner, A., Murphy, K., Cleveland, J., *Relationships Between Attitudes Toward Organizations and Performance Appraisal Systems and rating Behavior*, International Journal of Selection and Assessment, Vol. 9, 226−239, 2001.

[26] Moon, C., Lee, J., Lim, S., *A Performance Appraisal and Promotion Ranking System Based on Fuzzy Logic*: An implementation case in military organizations, Applied Soft Computing, Vol. 10, 2010, pp. 512–519.

[27] Chen, J.K., Chen, I.S., *A Pro-Performance Appraisal System for the University*, Expert Systems with Applications, Vol. 37, 2010, pp. 2108–2116.

[28] Chang, J.R., Cheng, C.H., Chen, L.S., *A Fuzzy-Based Military Officer Performance Appraisal System*, Applied Soft Computing, Vol. 7, 2007, pp. 936–945.

[29] Chen, L.S., Cheng, C.H., *Selecting is Personnel use Fuzzy GDSS Based on Metric Distance Method*, European Journal of Operational Research, Vol. 160, 2005, pp. 803–820.

[30] Freund, J.E., Walpole, R.E., *Mathematical Statistics*, Prentice Hall, Edition 4, 1987

[31] Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L., Nicol, D.M., *Discrete-Event System Simulation*, Edition 5 revised, Prentice Hall, 2010.

Archive of SID

www.SID.ir