ارائهٔ روشی تلفیقی برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران مبتنی بر تکنیک سری‌های زمانی، مورد کاوی شرکت پارس خودرو

اسداله نجفی * | استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان؛ زنجان، ایران

عباس افرازه | استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سید محمد تقی فاطمی قمی | استاد دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۰۱ | پذیرش: ۱۳۸۹/۰۱/۲۵

فصلنامهٔ علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فنّاوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۵۲۰۶- ۱۷۳۵
شاپا(الکترونیکی) ۵۵۸۳-۲۰۰۸
نمایه در LISA، SCOPUS و ISC
http://jist.irandoc.ac.ir
دوره ۲۶ | شمارهٔ ۲ | ص ص ۳۰۱ - ۳۳۴
زمستان ۱۳۸۹

چکیده: در این مقاله تلاش بر ارائهٔ روشی مبتنی بر چهارچوب الگوریتم سه مرحله‌ای حلّ مسئله است تا بتواند، ابتدا اندازه‌گیری بهره وری دانش‌کاران را در سطوح گوناگون سازمان براساس مدل کلاسیک خروجی به ورودی و مدل ویژهٔ «دابلیو.سی.ام.»[1] (خواستن، توانستن و امکان داشتن) نمایش دهد(تعیین وضع موجود)، دوم این‌که علّت‌های ایجاد وضع موجود را براساس مدل ویژهٔ ارائه شده شناسایی نموده و بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری مناسب اولویّت‌بندی شوند. و بااستفاده از تحلیل‌های دینامیکی میزان تأثیرشان بر بهره‌وری دانش‌کاران مشخص شود (تعیین علت‌ها)، در پایان بهره‌وری دانش‌کاران را در دورهٔ زمانی یک‌ساله مبتنی بر تکنیک‌های سری‌های زمانی پیش‌بینی نموده و با توجّه به شرایط، از میان گزینه‌های گوناگون بهترین گزینه را به عنوان راه‌کار برای بهبود بهره‌وری دانش‌کاران ارائه دهد (ارائهٔ راه‌کار). روش یاد شده در شرکت ایرانی آزمون شده‌است و مبتنی بر رویکرد اعتبارسنجی ساختاری اعتبارسنجی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: کار دانشی؛ دانش‌کار؛ بهره‌وری؛ اندازه‌گیری؛ سری‌های زمانی؛ مدیریّت دانش؛ منابع انسانی.

* پدیدآور رابط: anajafi@aut.ac.ir

1. Will, Can, May

۱. مقدمه

موضوع مدیریّت دانش، براساس نیاز دنیای امروز به چیرگی بر دانش‌ها و افزایش آن‌ها و افزایش نقش آن‌ها در محصولات و خدمات پدید آمده‌است (Drucker 1998). در دورهٔ جدید اقتصاد دانش‌محور که دانش محصولی اصلی و تنها تقویت کنندهٔ فرایندها نیست، طرّاحی الگو و نظامی در سازمان‌ها که این موجودی و دارایی را مدیریّت نماید، ضروری است. تعداد مقاله‌های این حوزه در سال‌های اخیر از رشد چشمگیری نیز برخوردار بوده‌است (Bredin 2008) . به‌طوری که تنها در ده سال گذشته بیش از ۵۲۰۰۰ عنوان مقالهٔ علمی معتبر در نشریه‌ها و کنفرانس‌های علمی دراین‌باره به چاپ رسیده‌است که هر کدام از زاویه‌ای ویژه مسأله را مورد پژوهش قرار داده‌اند و همچنان در سال‌های اخیر به‌طور مرتّب هر ساله چندین کنفرانس بین‌المللی معتبر در زمینهٔ مدیریّت دانش و نیز حداقل هشت کنفرانس با موضوع‌های حوزهٔ اندازه‌گیری و مدیریّت دانش برگزار می‌شود که دلیلی بر اهمیت و وجود زمینه‌های پژوهشی جدید دراین‌خصوص است. همچنین شرکت‌های بزرگ دنیا همچون «شِل، بی.پی، آی.اِم.بی، چوران، جی.اِم»[1] و ... در این موضوع سرمایه گذاری‌های بزرگی کرده‌اند (Huemann et. al, 2008).بی‌تردید این رویکرد بزرگ به مدیریّت دانش احتیاج به روشی برای ارزیابی دارد. چراکه درحقیقت مدیریّت دانش پیاده‌سازی می‌شود تا نتیجهٔ مطلوب گرفته شود و مطلوبیّت خود، شاخصی قابل اندازه‌گیری است؛ چراکه اگر غیر از این باشد، نمی‌توان بر آن مدیریّت کرد. دانش به عنوان منبعی راهبردی در سازمان‌های دانش‌محور محسوب می‌شود، مدیریّت دانش دارای سه جزء اصلی منابع انسانی، فنّاوری و ساختار یا فرایند است، که به‌ترتیب اهمیّت و نقش منابع انسانی ۵۰ تا ۷۰ درصد، فنّاوری ۱۰ تا ۲۵ درصد و ساختار یا فرایند ۲۰ تا ۲۵درصد در مدیریّت دانش است (Bhatt 2007). بنابراین انسان (به عنوان دانش‌کار) نقش کلیدی را در پیشرفت بهره‌وری دارد.در این راستا تلاش شده‌است تا علاوه بر نمایش بهره‌وری دانش‌کاران بتوان برای پیشرفت آن نیز برنامه‌ریزی کرد «دراکر»[2] معتقد است که چالش ۵۰ سال نخست هزارهٔ سوم، دربارهٔ بهره‌وری دانش‌کاران درسازمان است که جز با طرّاحی روشی برای ارزیابی دانش در سازمان، ناممکن است (Druker 1998) . همچنین «ساعتی»[3] ارائهٔ روشی برای ارزیابی ناملموس‌ها (مهم‌ترین آن‌ها دانش) را باعث تغییر شگرفی در فرایند تخصیص منابع در علم اقتصاد جدید می‌داند.

باتوجه به اینکه هدف پایانی سازمان‌ها پیشرفت بهره‌وری است، بنابراین نیاز است تا علاوه بر اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران (که همان شناخت وضع موجود بهره‌وری دانش‌کاران سازمان شامل یافتن شاخص‌ها و دستگاه متریک است)، بتوان علل ایجاد آن را شناسایی کرده و با استفاده از ابزار مناسب تصمیم‌گیری، وزن‌دهی و اولویّت بندی کرده و متناسب با علت‌ها بتوان با استفاده

1. SHELL,BP,IBM,CHEVRON,GM 2. Peter Drucker 3. Thomas Saaty

از ابـزار مناسـب پـیش‌بینـی سـری‌هـای زمـانی، سـناریوهـای گونـاگون را بـرای بهبـود بهـره‌وری دانش‌کاران مورد آزمایش قرار داده و مناسب‌ترین‌ها را متناسب با شرایط ارائه کرد.

یکی از کمبودهای اساسی در پژوهش‌های انجام شده، ناشناختن روشی کـه بتوانـد برخـی از ویژگی‌ها و معیارهای شناسایی شده از طریق مطالعهٔ ادبیات را به صـورت همزمـان در چهـارچوب الگوریتم سه مرحله‌ای حـل مسـأله محقّـق سـازد. ایـن ویژگـی‌هـا در قالـب جـدول ۱ و بـر اسـاس الگوریتم حل مسألهٔ سه‌مرحله‌ای ارائه شده‌است.

جدول ۱. شناسایی فاصله‌ها و هدف‌های پژوهش در موضوع کاردانشی
(Huemann et. all, 2008; Afrazeh,2001)

تحلیل فاصله	هدف پژوهش
- تمرکز روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران ارائه‌شده بر جنبه‌ای ویژه از ویژگی های دانش‌کاران و بی‌توجهی همزمان به شاخص‌ها	- ارائهٔ روش اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران مبتنی بر الگوریتم حل مسأله
- نبود روش اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران که تمام معیارهای زیر را به صورت همزمان براساس الگوریتم حل مسأله برآورده سازد؛ الف- شناخت مسأله(تعیین وضع موجود) ۱- بر پایهٔ شاخص‌های متناسب ورودی‌ها و خروجی ۲- توجه به ورودی و خروجی‌های ناملموس ب- شناخت علل ۳- توانایی عارضه‌یابی ۴- امکان مونیتورینگ همیشگی ج- ارائهٔ راهکار ۵- توانایی پیش‌بینی و سناریوسازی ۶- اقتضایی بودن مدل	- ارائهٔ روش برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران با ساختار زیر؛ الف- شناخت مسأله(تعیین وضع موجود) ۱- روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران ۲- تلفیق ابزار اندازه‌گیری (کمّی و کیفی) ب- شناخت علل ۳- تعیین علت‌های ایجاد وضع موجود و اولویّت‌بندی آن‌ها بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری ۴- تحلیل‌های دینامیکی رفتار ورودی و خروجی‌ها براساس روش‌های سیستم‌های دینامیکی ج- ارائهٔ راه‌کار ۵- پیش‌بینی سناریوهای گوناگون بهبود بهره‌وری دانش‌کاران مبتنی بر نظریه‌های سری‌های زمانی و انتخاب بهترین سناریو بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری ۶- ارائهٔ بهترین گزینه‌های بهبود بهره‌وری مبتنی بر شرایط

این پژوهش در هفت بخش اساسی تنظیم شده‌است، در بخش نخست به بیان مدیریّت دانـش و ارتباط آن با دانش‌کار می‌پردازد، در بخش دوّم بهره‌وری دانش‌کاران، روش‌هـای انـدازه‌گیـری آن، روش‌های پیش‌بینی و روش تلفیقی ارائه می‌شود. در بخش سوّم روش تلفیقی بیان می‌شود. در بخش چهارم روش تلفیقی ارائه شده، آزمایش می‌شود و در بخش‌های پسین بـه تحلیـل یافتـه‌هـای پژوهش، ارائهٔ نتایج آن و پیشنهادهای آتی پرداخته می‌شود.

۲. مدیریّت دانش

در این قسمت، خلاصه‌ای از دانش، مدیریّت دانش،کاردانشی، دانش‌کار و ارتباط آن‌ها با بهره‌وری ارائه می‌شود.

۲-۱. دانش[1] و مدیریّت دانش[2]

دانش، به مجموعهٔ تجربه‌ها، ارزش‌ها و اطّلاعات جدید گفته می‌شود. به‌عبارتی دیگر با جمع‌بندی تعاریف گوناگون می‌توان گفت که دانش به‌عنوان منبعی در کنار منابع دیگری که پیش از این در اقتصاد مورد توجه قرار داشت (کار - زمین- سرمایه)، به عنوان دارایی پرمایه مطرح می‌شود .در چنین ساختارهایی دیگر صنعت محور نیست، بلکه محور،دانش است و در آن دانش‌کاران مشغول کار هستند. مدیریّت دانش، فرایند کشف، کسب، توسعه و ایجاد، تسهیم، نگهداری، ارزیابی و به‌کارگیری دانش مناسب در زمان مناسب ازطریق فرد مناسب در سازمان است که با ایجاد پیوند مناسب میان منابع انسانی، فنّاوری اطّلاعات و ارتباطات و ایجاد ساختاری مناسب برای دست‌یابی به اهداف سازمانی صورت می‌پذیرد (Stuhlman Daniel, 2006; Ramirez, 2006).

۲-۲. کاردانشی[3] و دانش‌کار[4]

کاردانشی دارای ویژگی‌هایی مانند پیچیدگی، ناملموس بودن ورودی و خروجی‌ها، غیرخطّی بودن، غیرروتین بودن است هم‌چنین ویژگی های مورد نیاز دانش‌کاران مانند داشتن توانایی ذهنی، خلاقیّت، قدرت تحلیل، تحصیلات زیاد، توان برنامه‌ریزی، حل مسأله، تصمیم‌گیری و ویژگی‌های لازم براساس وظایف و مسؤولیّت‌ها مانند کسب، ایجاد، بسته‌بندی، تحلیل، بهره‌گیری از دانش و اطّلاعات باید مورد توجه قرار گیرد. دانش‌کاران نیز کارکنانی هستند که با منابع ناملموس کار می‌کنند و می‌تواند در تمامی بخش‌های سازمان باشند (Creotec 2006).

۲-۳. ارتباط مدیریّت دانش و بهره‌وری دانش‌کاران

با بررسی ادبیات موضوع در حوزهٔ مدیریّت دانش هشت طبقه‌بندی وجود دارد، که در جدول ۲ آورده شده‌است.

---

1. Knowledge
2. Knowledge Management
3. Knowledge work
4. Knowledge Worker

جدول۲. طبقه‌بندی موضوعی کلّی در خصوص مدیریّت دانش (Creotec 2006; Dainoff 2009)

ردیف	سرفصل موضوعی	موضوعات پرداخته شده
۱	مدیریت دانش و فنّاوری اطّلاعات	تفاوت مدیریّت دانش و سیستم هوشمند، پایگاه‌های دانش و کاربرد آن در مدیریّت دانش، سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و مدیریّت دانش، سیستم‌های تسهیم دانش
۲	مدیریّت دانش و اندازه‌گیری	روش‌های اندازه‌گیری دانش سازمانی، روش‌های اندازه‌گیری سطح دانشی سازمان، روش‌های اندازه‌گیری دانش در محصول، روش‌های اندازه‌گیری دانش سازمان‌های عمومی، متدهای اندازه‌گیری دانش ملّی
۳	مدیریّت دانش و استراتژی	نقش مدیریّت دانش در طرّاحی راهبردی، چشم‌انداز دانش، مطالعهٔ موردی
۴	مدیریّت دانش و روش‌های تولید	مدیریّت دانش و تولید به‌هنگام، مدیریّت دانش و مدیریت زنجیرهٔ تأمین
۵	مدیریت دانش و روش‌های کمی	مدیریت دانش و سیستم‌های پویا، مدیریت دانش و پژوهش در عملیات، مدیریّت دانش و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره
۶	مدیریّت دانش و سرمایه‌های ناملموس	مدیریّت دانش و سرمایه فکری، مدیریّت دانش و سرمایهٔ ساختاری
۷	مدیریّت دانش و پیاده‌سازی	مطالعهٔ موردی پیاده‌سازی در سازمان‌ها، روش‌های پیاده‌سازی مدیریّت دانش
۸	مدیریّت دانش و مدیریّت منابع انسانی	تلفیق مدیریّت منابع انسانی و مدیریت دانش، اندازگیری بهره‌وری دانش‌کاران (کمّی و کیفی)، پیش‌بینی و بیشینه‌سازی بهره‌وری دانش‌کاران، روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران در سازمان‌ها

با توجّه به جدول شمارهٔ۲، از موضوع‌های مورد بررسی در مدیریّت دانش، مدیریّت منابع انسانی است و با توجّه به نقش انسان کلیدی در مدیریّت دانش و لزوم توجّه به بهره‌وری آن‌ها در سازمان تلاش شد تا در این پژوهش دو بخش بالا به‌طور تفضیلی مورد بررسی قرار گیرد.

۳. بهره‌وری دانش‌کاران[1]

بهره‌وری در سه سطح ملّی، سازمان و اجزاء است که دو مورد نخست در سطح کلان و سومی در بخش جزء است. بهره‌وری دانش‌کاران در سطح جزء است. دو دیدگاه در مورد اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران وجود دارد که شامل دیدگاه کلاسیک و دیدگاه ویژه است. در دیدگاه کلاسیک، چند مدل (مدل بهره‌وری بلندمدّت کارکنان، مدل کلی بهره‌وری فابریکانت و غیره) ارائه شده‌است که عمومی‌ترین و کاربردی‌ترین مدل بهره‌وری دانش‌کاران به صورت نسبت خروجی به ورودی تعریف شده‌است (Stylusinc, 2006; Massingham, 2009).این مدل به‌طور کلّ مقدار عددی بهره‌وری دانش‌کاران را بیان می‌کند. در دیدگاه ویژه مدل‌های گوناگونی (مثل مدل اسمیت، هرسی و گلداسمیت، کرست، ویکتور و روم و مدل «دابلیو.سی.اِم.»[2] (خواستن، توانستن و امکان داشتن) ارائه شده‌است که برخلاف حالت کلاسیک (که تنها میزان بهره‌وری را نمایش می‌دهد)، امکان مشخص نمودن علل و عوامل مؤثّر در بهره‌وری را نیز، فراهم می‌کند. (Afrazeh 2001)، یکی از مدل‌های مناسب ویژهٔ بهره‌وری دانش‌کاران و مدل «دابلیو.سی.اِم.» (خواستن، توانستن و امکان داشتن)[3] است.

۳-۱. روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران

روش‌های یاد شده به دو دسته‌بندی کلان کمّی و کیفی تقسیم شده‌اند که در جدول شمارهٔ سه آورده شده‌است.

1. Knowledge Worker Productivity 2. wcm 3. Will – Can - May

جدول ۳. رویکرد کمّی وکیفی در روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران

رویکرد	هدف	الگوریتم سه‌مرحله‌ای حل مسأله			نمونه و مثال‌هایی از روش‌ها	برخی منابع مهم
		تعیین وضع موجود	تعیین علت‌ها	ارائه راهکار		
اندازه‌گیری کیفی بهره‌وری دانشکاران	ـ اثربخشی دانش‌کاران				Mundel, Bumbarger Smith, Gordon, KWPT, Gold smith, KWPA, Cerest	Afrazeh, 2001 Leight 1984 Ngai, 2003
	ـ آنالیز واحدهای کاری					
	ـ نمونه‌برداری از داده‌های استاندارد					
	ـ آنالیز رگرسیون چندگانهٔ خطی					
	ـ اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران					
	– مدل‌های مفهومی					
	ـ ارزیابی بهره‌وری دانش‌کاران					
	ـ «وی.سی.اِم» (توانستن،خواستن و امکان داشتن)					
اندازه‌گیری کمی بهره‌وری دانشکاران	ـ اندازه‌گیری بهره‌وری عملیات محور				FPA, OPMR, DEA, OFA, API, GAMT, MFPM	Yüksel and Dağˇdeviren 2007 Afrazeh, 2001 Perchin 2008
	ـ اندازه‌گیری کارایی نسبی دانش‌کاران					
	ـ شاخص بهره‌وری دانش‌کاران					
	ـ مدل ماکرو بهره‌وری دانش‌کاران					
	ـ مدل میکرو بهره‌وری دانشکاران					
	ـ مدل متوسّط بهره‌وری دانش‌کاران					
	ـ نسبت خروجی به ورودی					
	ـ خروجی به عنوان مقیاس					
	ـ بهره‌برداری زمانی حرفه‌ای					

می‌توان از جدول سه به‌صورت زیر جمع‌بندی کرد:

الف) بهره‌وری کلاسیک دانش‌کاران از طریق فرمول‌هایی که حاصل تقسیم خروجی (ستانده) به ورودی (داده‌هایی مرتبط با دانش‌کاران هستند) به‌دست می‌آید (Afrazeh 2001)

ب) بهره‌وری خاصّ: مدل «دابلیو.سی.اِم.» (خواستن، توانستن و امکان داشتن) می‌تواند علاوه بر اندازه‌گیری، علل ایجاد وضع موجود و راه‌کار نیز ارائه دهد.

با بررسی روش‌های ارائه شده، نکاتی در این نوع از روش‌ها کمتر به آن‌ها پرداخته شده‌است:

۱) برقرارنکردن ارتباط روشن میان این نوع از روش‌ها (کمّی و کیفی و کلاسیک و خاصّ و...)

۲) شفّافیت نداشتن لازم در خصوص چگونگی محاسبهٔ بهره‌وری دانش‌کاران از این دیدگاه‌ها.

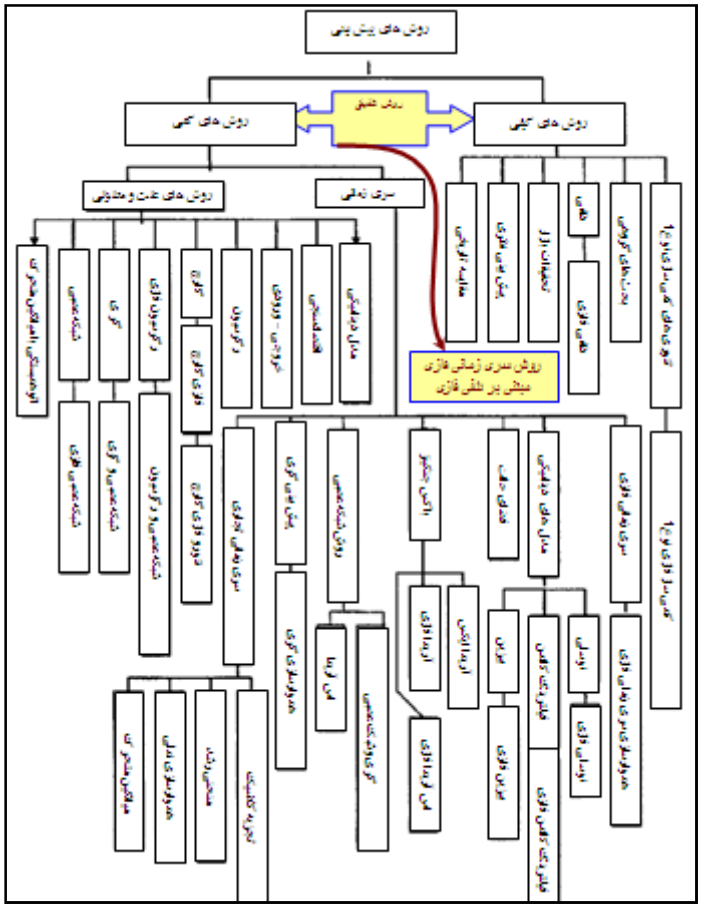
ازاین‌رو به نظر می‌رسدکه برای رفع مشکلات بالا باید روش تلفیقی مناسب برای برقراری پیوند میان دو حالت یاد شدهٔ بالا طرّاحی شده و مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین باید برای تلفیق آن‌ها از سازوکارهای مناسبی استفاده کرد روش اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران مورد استفاده در این پژوهش بر پایهٔ روش‌های تلفیقی است.که در جدول چهار مشخص شده‌است (Williams 2008).

جدول٤. رویکرد روش‌های ارزیابی و اندازه‌گیری تلفیقی

مطابق با جدول چهار، می‌توان بیان کرد که روش اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران، تلفیقی از روش کلاسیک (خروجی به ورودی) و روش خاصّ «دابلیو.سی.اِم.» (خواستن، توانستن و امکان داشتن) است.

۳-۲. روش‌های پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران

در این قسمت تلاش بر آن است تا بهره‌وری دانش‌کاران را در دوره‌های گوناگون آتی پیش‌بینی کرد. برای پیش‌بینی نیاز به ابزاری مناسب است. در شکل یک، نمای کلّی روش‌های پیش‌بینی آورده شده‌است.



شکل ۱. روش‌های پیش‌بینی(Williams 2008)

مطابق با شکل یک و با توجّه به اینکه رویکرد ما در این پژوهش هم کمّی و هم کیفی است، روش پیش‌بینی با توجه به اینکه بهره‌وری دانش‌کاران وابسته به زمان است و در زمان‌های گوناگون می‌تواند مقادیری را بگیرد، روش سری‌های زمانی گزینش شد و همچنین با توجّه به اینکه مقادیر پارامترهای کیفی را باید از نظرات خبرگان خارج کرد و نمایش پارامترهای کیفی به‌صورت فازی است، بنابراین روش پیش‌بینی انتخابی، روش سری‌های زمانی فازی بر پایهٔ روش دلفی فازی انتخاب شد. در ادامه تلاش بر آن است تا با مطالعهٔ دقیق روش‌های گوناگون سری‌های زمانی و مقایسهٔ آن‌ها با همدیگر، روش مناسب معرفی شود. روش‌های سری‌های زمانی با شش فاکتور در قالب جدول شمارهٔ پنج بررسی شده‌است.

جدول ۵. مقایسهٔ روش‌های پیش‌بینی مبتنی بر سری‌های زمانی(Stuhlman Daniel 2006; Williams 2008)

مختص	زمان	نوع معادله	حالت	تئوری	تعداد مشاهدات	مدل
ترند	کوتاه	خطی	غیر پویا	احتمالی	–	**آریما**
ایستا	کوتاه	غیرخطی	غیر پویا	احتمالی	۵-۱۰	**هموارسازی نمائی**
ترند	کوتاه و متوسط	غیرخطی	غیر پویا	احتمالی	۱۰-۱۵	**نمائی هالت**
ترند و ایستا	کوتاه و متوسط	غیرخطی	غیر پویا	احتمالی	حداق ۵	**نمائی وینتر**
ترند و ایستا	کوتاه و متوسط	خطی و غیرخطی	غیرپویا	احتمالی	۲	**تجزیه**
نمودار اس شکل	طولانی	غیرخطی	غیرپویا	احتمالی	۷-۱۰	**منحنی رشد**
ترند و ایستا	کوتاه	خطی	پویا و غیرپویا	احتمالی	حداقل ۵۰	**باکس جنکینز**
ترند و ایستا	کوتاه	غیرخطی	غیرپویا	احتمالی	–	**ان ان ام**
ترند و ایستا	کوتاه	خطی و غیرخطی	پویا	احتمالی شرطی	کم	**فیلترینگ کالمن**
ناایستا	کوتاه	غیرخطی	پویا	تابع اختلاف	–	**نوسانی**
ترند و ایستا	کوتاه	خطی و غیرخطی	پویا و غیر پویا	احتمالی/روابط فازی	–	**سری زمانی فازی با دلفی فازی**
ترند	متوسطو بلند مدت	خطی و غیرخطی	غیرپویا	احتمالی	–	**رگرسیون فازی**
ترند	متوسطو بلند مدت	خطی و غیرخطی	پویا	روابط فازی	–	**رگرسیون فازی با نقطه تغییر**
ترند و ایستا	متوسطو بلند مدت	غیرخطی	غیرپویا	شیب‌دار	–	**شبکه عصبی**
ترند	کوتاه	غیرخطی	پویا و غیرپویا	تئوری‌گری	حداقل ۴	**گری**

مطابق با جدول پنج، روش پیش‌بینی انتخابی، روش سری‌های زمانی فازی بر پایهٔ روش دلفی فازی مورد تأیید قرار گرفت. زیرا مدل سری زمانی وابسته به تعداد داده‌های ورودی نیست و اینکه هم می‌تواند خطی و هم غیرخطی باشد و رفتار بهره‌وری دانش‌کاران پویا است و در پایان اینکه پارامترها هم کمّی و هم کیفی هستند خود دلایلی برای انتخاب روش مناسب پیش‌بینی مبتنی بر سری‌های زمانی است. بنابراین روش **سری زمانی فازی با دلفی فازی**[1] به عنوان روش پیش‌بینی پایانی انتخاب گردید. در ادامه تلاش برآن است با توجه به یافتن روش اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران، به معرّفی روش تلفیقی پرداخته می‌شود.

٤. متدولوژی تلفیقی اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران

چهارچوب مفهومی پژوهش مبتنی بر مورد کاوی و روش پژوهش است که در چهار حوزهٔ اصلی زیر است:

الف) مدیریّت دانش و مدیریّت منابع انسانی به خصوص مدل اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران

ب) سیستم دینامیک و شبیه‌سازی مبتنی بر آن برای تفسیر رفتاری ورودی‌ها و خروجی ها و استخراج روش مطلوب اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران

ج) روش‌های سری‌های زمانی برای پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران و بهبود آن

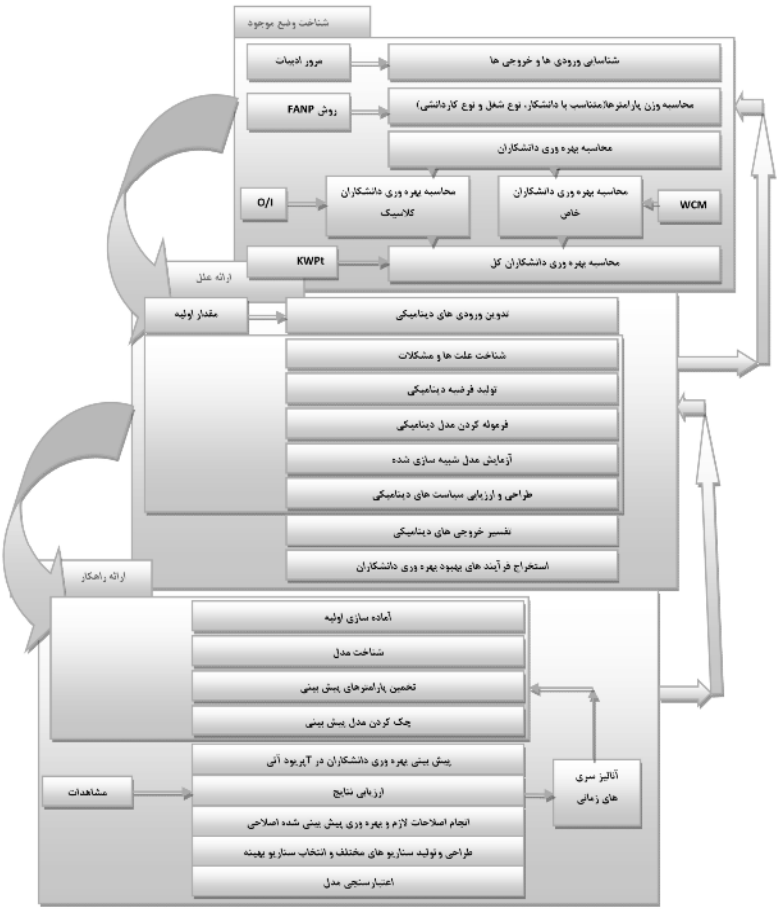
د) پژوهش عملیاتی و تصمیم‌گیری چند معیاره

در ادامه هرکدام به‌تفکیک ارائه می‌شود.

٤-١. متدولوژی پژوهش یا روش حل مسأله(مدل)

مراحل اصلی روش حل مسأله در قالب الگوریتم سه مرحله‌ای حل مسأله در شکل ۲ آورده شده‌است.

1. Fuzzy time series with Fuzzy Delphi



شکل ۲. الگوریتم اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران

در ادامه تلاش بر آن است تا متناسب با الگوریتم ارائه شده به تشریح روش حل مسأله یا متدولوژی پرداخته شود.

٤-۲. تشریح متدولوژی پژوهش یا روش حل مسأله(مدل)

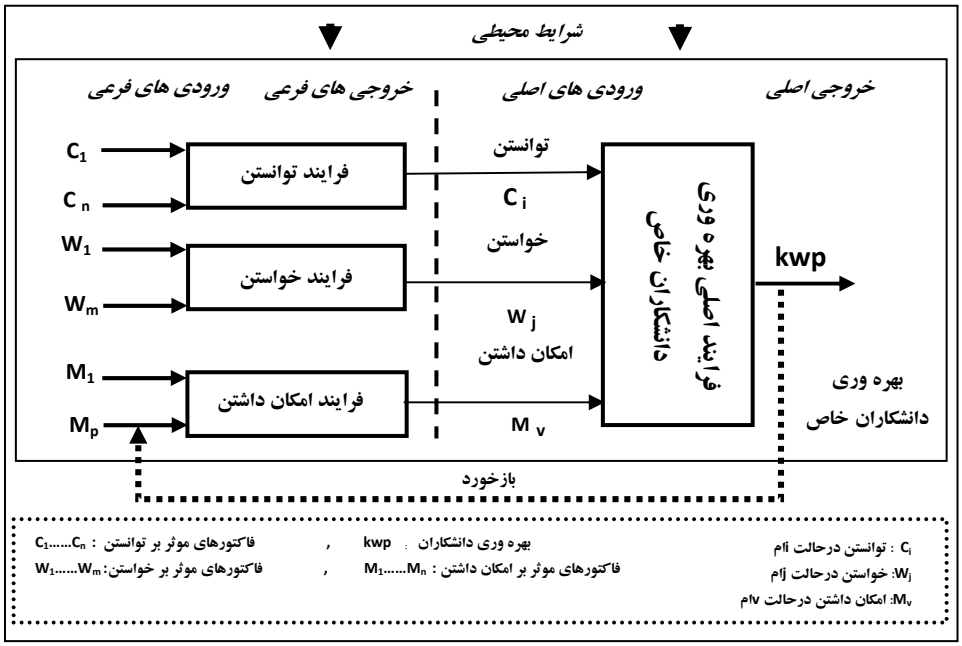
در این قسمت تلاش شده‌است تا روش استفاده شده در مقاله به‌طور تفضیلی بیان گردد. با توجه با الگوریتم سه مرحله‌ای حل مسئله ابتدا باید که مطابق با مدل‌های خاص میزان بهره‌وری را اندازه‌گیری کرد (نمایش وضع موجود). با بررسی مدل‌های بهره‌وری کلاسیک دانش‌کاران، مدل بهره‌وری خروجی به ورودی برای نمایش میزان بهره‌وری دانش‌کاران در سطوح گوناگون انتخاب

شد (Lee and Ahmad, 2009).بهره‌وری دانش‌کاران برابر خواهد بود با خروجی کل تقسیم بر ورودی نیروی انسانی (ساعات کار، تعداد و غیره) (Afrazeh 2001). از طرف دیگر، با بررسی مدل‌های بهره‌وری خاص دانشکاران و بهره‌وری دانش‌کاران تابعی از عواملی مانند :توانایی، انگیزه، محیط، شایستگی و... است (مانند مدل‌های: اسمیت، هرسی و گلداسمیت، کرست، ویکتور وروم، بارچ و...). درمدل‌های بهره‌وری دانش‌کاران، مدل خواستن – توانستن – امکان داشتن، تمامی پارامترهای مدل‌های ذکرشده وتمامی پارامترهای منابع انسانی رادربرمی‌گیرد. به عبارتی ترکیبی از مدل‌ها است، بنابراین مناسب‌ترین مدل برای اندازه‌گیری استکه به عنوان مدل پژوهش برگزیده شد (Afrazeh 2001). مدل بهره‌وری انتخاب شده بر سه عامل اصلی (خواستن، توانستن و امکان داشتن) بنا نهاده شده‌است. این ارتباط در قالب فرمول زیر نمایش داده شده‌است.

$$kwp = f(W , C , M)$$ فرمول ۱

امکان داشتن : M، توانستن: C، خواستن: W، بهره‌وری دانش‌کاران خاص: kwp

عوامل و فاکتورهای مؤثّر بر موضوع‌های بالا در مطالعات کتابخانه‌ای و از جمع‌بندی نتایج پژوهش میدانی که در حدود ۲۰۰۰۰ نفر افراد شاغل در ۱۴۵ مؤسّسهٔ تولیدی وخدماتی را شامل می‌شد، مشخص شده‌اند و مورد تأیید قرار گرفته‌اند (Afrazeh 2001).



شکل ۳. سیستم بهره‌وری دانش‌کاران خاص

محاسبات اصلی بهره وری دانش‌کاران خاص به‌شرح زیر است:

$kwp = a*W*(b*C+d*M)$ فرمول ۲

$C=\sum a_i*C_i \quad ,i=1,\ldots,n$ فرمول ۳

$W=\sum b_i*W_i \quad ,i=1,\ldots,m$ فرمول ۴

$M=\sum d_i*M_i \quad ,i=1,..,p$ فرمول ۵

a,b,dوزن های پارامترها هستند.

بهره‌وری دانش‌کاران باید در شش مرحلهٔ مدیریّت دانش مطابق با جدول ۶ اندازه‌گیری شود

جدول ٦. سیستم بهره‌وری دانش‌کاران

مراحل مدیریت دانش	C	W	M	بهره‌وری دانش‌کاران
شناسایی	C_{id}	W_{id}	M_{id}	KWP_{id}
ایجاد	C_{cr}	W_{cr}	M_{cr}	KWP_{cr}
کسب	C_{ca}	W_{ca}	M_{ca}	KWP_{ca}
بکارگیری	C_{ap}	W_{ap}	M_{ap}	KWP_{ap}
تسهیم	C_{sh}	W_{sh}	M_{sh}	KWP_{sh}
نگهداری	C_{ss}	W_{ss}	M_{ss}	KWP_{ss}

پس از محاسبهٔ بهره‌وری دانش‌کاران خاص در شش مرحله لازم است تا بهره‌وری دانش‌کاران خاص کل محاسبه شود.

$KWP_{total\text{-}s} = Z_1* KWP_{id}+ Z_2* KWP_{cr}+ Z_3* KWP_{ca}+ Z_4* KWP_{ap}+ Z_5* KWP_{sh}+ Z_6* KWP_{ss}$ فرمول ۶

$z_1+ z_2+ z_3+ z_4+ z_5+ z_6=1$

z_iها وزن‌های بهره‌وری دانش‌کاران در شش مرحله است.

از طرفی دیگر میزان کل بهره‌وری دانش‌کاران کلاسیک به‌شرح زیر است:

$KWP_{total\text{-}c} = outputs/\ inputs$ فرمول ۷

$KWP_{total} = ۰.۵. KWP_{total\text{-}s}+ ۰.۵* KWP_{total\text{-}c}$ فرمول ۸

با اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران از دو روش خاص و کلاسیک، باید نتایج دو روش با هم ارزیابی شوند. سپس میزان تأثیرگذاری افزایش بهره‌وری خاص در سازمان بررسی شود و مشخص شود که در کدام قسمت سازمان مؤثّر است .با توجّه به اینکه پارامترها هم کمّی و هم کیفی هستند، برای یک‌پارچه سازی آن‌ها در محاسبات از منطق فازی استفاده شده‌است.

برای محاسبهٔ وزن پارامترها و اولویّت‌بندی آن‌ها از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای[1] استفاده شده‌است از نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری مانند «سوپر دی سیژن» استفاده شده‌است.

پس از اینکه توانستیم بهره‌وری دانش‌کاران را اندازه‌گیری کنیم، باید علل ایجاد وضع موجود که همان گام دوم الگوریتم حل مسأله است، مشخّص شود.

در این مرحله ضمن اولویّتبندی علت‌ها بر اساس روش فرایند تحلیل شبکه ای و استخراج علت‌های مهم، به تفسیر دینامیکی آن‌ها برای استخراج رفتار آن‌ها می‌پردازد. در این قسمت از سیستم‌های دینامیکی برای مدل‌سازی دینامیکی بهره‌وری دانش‌کاران استفاده کرد.مؤلّفه‌های اصلی مدل دینامیکی عبارتند از:

الف. شناخت مشکل شامل: گزینش موضوع، متغیّرهای کلیدی نرخ و انباشت، افق زمانی،شناخت رفتارها.

ب. تولید یا فرموله کردن فرضیهٔ دینامیکی شامل: تولید فرضیهٔ اولیّه، تمرکز درون‌گرا، نقشه‌کردن رفتارها.

ج- فرموله کردن مدل شبیه‌سازی برای آزمایش فرضیهٔ دینامیک شامل: تعیین ویژگی‌ها و مشخصات ساختار، قواعد تصمیم‌گیری، تخمین پارامترها، روابط‌های رفتاری و شرایط اولیه.

د. آزمایش مدل تا زمانی که شما را متقاعد کند که برای هدف شما مناسب است.

ه- طرّاحی و ارزیابی سیاست‌ها: برای طرّاحی و ارزیابی بهینهٔ سیاسیت‌ها در ابتدا با انواع رفتار گوناگونی که در سیستم‌های پویا موجود است، معرفی می‌شوند.

در این بخش به‌طورکلی تمامی علت‌ها مشخص می‌شود و تحلیل دینامیکی رفتاری بر روی آن‌ها صورت می‌پذیرد و مبتنی بر آن علت‌های مهم مشخص می‌شود.

در گام بعدی تلاش می‌شود تا مبتنی بر مدل پیش‌بینی می‌توان با سناریوهای گوناگونی که تولید می‌شود، بهترین گزینه‌ها را برای ارائهٔ راه‌کار پیش‌بینی کرد و مدل را براساس تست‌های گوناگون آماری مانند کوکران و روش اعتبار ساختاری اعتبارسنجی کرد.

پیش‌بینی بر اساس مدل سری‌های زمانی انتخاب شده شامل گام‌های کلّی زیر است (Stylusinc 2006):

۱. آماده‌سازی اوّلیّه[2]: ترسیم داده‌ها، به‌دست آوردن قواعد منظّم دستوری از آن، تنظیم کردن سری زمانی، انجام تبدیلات لازم (خطی‌سازی، نرمال سازی، جمع کردن تغییرات دوره‌ای و ...)، انجام بازخورد لازم از دوره‌های پیشین.

1. ANP 2. Preprocesses

۲. شناخت مدل[1]: متناسب با اطّلاعات مرحلهٔ پیش و نمودارهای اتوهمبستگی و اتوهمبستگی جزئی مدل را پیشنهاد می‌کنیم. با انواع نرم‌افزارها می‌توان تمامی مدل‌ها را در چند ثانیه آزمایش کرد و بهترین و معتبرترین مدل را انتخاب کرد.
۳. برآورد پارامترها[2]: تعیین ضرایب مدل است و با استفاده از نرم‌افزار صورت می‌گیرد .
۴. چک کردن مدل[3]: آزمایش‌ها و محک‌ها روی پیش‌بینی انجام می‌شود. مانند تجزیهٔ باقیمانده‌ها بنابراین دو شیوهٔ آزمایش کردن باقیمانده‌ها وجود دارد، میانگین مربّعات خطای پایین و ضرایب اتوهمبستگی پایین.

برای پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران باید تمامی بهره‌وری‌های دانش‌کاران به‌عبارتی در شش مرحله پیش‌بینی گردند. به طور کلّی اگر N مشاهدهٔ پیشین هریک از بهره‌وری ها را استخراج کنیم، بر پیش‌بینی بهره‌وری کلّ توانایی داریم.

$KWP_{id}(t), KWP_{id}(t-1),\ldots, KWP_{id}(t-N)$
$KWP_{cr}(t), KWP_{cr}(t-1),\ldots, KWP_{cr}(t-N)$
$KWP_{ca}(t), KWP_{ca}(t-1),\ldots, KWP_{ca}(t-N)$
$KWP_{ap}(t), KWP_{ap}(t-1),\ldots, KWP_{ap}(t-N)$
$KWP_{sh}(t), KWP_{sh}(t-1),\ldots, KWP_{sh}(t-N)$
$KWP_{ss}(t), KWP_{ss}(t-1),\ldots, KWP_{ss}(t-N)$
$\ldots\downarrow\ldots\downarrow\ldots\downarrow\ldots$
$KWP_{total}(t), KWP_{total}(t-1),\ldots, KWP_{total}(t-N)$

با توجه به مشاهدات N دورهٔ گذشته می‌توان براساس روش‌های سری‌های زمانی □ سری بعدی را پیش‌بینی کرد.

$KWP_{id}(t+1), KWP_{id}(t+2),\ldots, KWP_{id}(t+\square)$
$KWP_{cr}(t+1), KWP_{cr}(t+2),\ldots, KWP_{cr}(t+\square)$
$KWP_{ca}(t+1), KWP_{ca}(t+2),\ldots, KWP_{ca}(t+\square)$
$KWP_{ap}(t+1), KWP_{ap}(t+2),\ldots, KWP_{ap}(t+\square)$
$KWP_{sh}(t+1), KWP_{sh}(t+2),\ldots, KWP_{sh}(t+\square)$
$KWP_{ss}(t+1), KWP_{ss}(t+2),\ldots, KWP_{ss}(t+\square)$
$\ldots\downarrow\ldots\downarrow\ldots\downarrow\ldots$
$KWP_{total}(t+1), KWP_{total}(t+2),.., KWP_{total}(t+\square)$

برای پیش‌بینی دقیق‌تر می‌توان از سری‌های زمانی مبتنی برمنطق فازی استفاده کرد.

1. Model identification 2. Parameter estimation 3.Model checking

در مرحلهٔ بعدی پس از پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران نیاز است تا میانگین مربعات نرمال شدهٔ خطا[1] در تمامی مراحل شش‌گانه محاسبه شود.

$$NMSE(N)=\sum|X_K-\hat{X}_K|/(\sum|X_K-\overline{X_K}|^2)$$ فرمول ۹

X_K مشاهده K ام

$\hat{X}_K$ مشاهده K ام

$\overline{X_K}$ مشاهده K ام

در ادامه باید برای هرکدام از بهره‌وری‌های شش‌گانه رابه‌دست آورد.

$$NMSE(N_{id})=\sum|KWP_{id\,K}-\hat{KWP}_{id\,K}|/(\sum|KWP_{id\,K}-\overline{KWP}_{id\,K}|^2)$$ فرمول ۱۰

$$NMSE(N_{cr})=\sum|KWP_{cr\,K}-\hat{KWP}_{cr\,K}|/(\sum|KWP_{cr\,K}-\overline{KWP}_{cr\,K}|^2)$$ فرمول ۱۱

$$NMSE(N_{ca})=\sum|KWP_{ca\,K}-\hat{KWP}_{ca\,K}|/(\sum|KWP_{ca\,K}-\overline{KWP}_{ca\,K}|^2)$$ فرمول ۱۲

$$NMSE(N_{ap})=\sum|KWP_{ap\,K}-\hat{KWP}_{ap\,K}|/(\sum|KWP_{ap\,K}-\overline{KWP}_{ap\,K}|^2)$$ فرمول ۱۳

$$NMSE(N_{sh})=\sum|KWP_{sh\,K}-\hat{KWP}_{sh\,K}|/(\sum|KWP_{sh\,K}-\overline{KWP}_{sh\,K}|^2)$$ فرمول ۱۴

$$NMSE(N_{ss})=\sum|KWP_{ss\,K}-\hat{KWP}_{ss\,K}|/(\sum|KWP_{ss\,K}-\overline{KWP}_{ss\,K}|^2)$$ فرمول ۱۵

$$NMSE(N_{total})=Z_1*NMSE(N_{id})+Z_2*NMSE(N_{cr})+Z_3*NMSE(N_{ca})+Z_4*NMSE(N_{ap})+Z_5*NMSE(N_{sh})+Z_6*NMSE(N_{ss})$$ فرمول ۱۶

$$z_1+z_2+z_3+z_4+z_5+z_6=1$$

پس از به‌دست آوردن میانگین مربعات خطا نرمال شده در بهره‌وری دانش‌کاران لازم است تا پارامترهای اتوهمبستگی $\{\rho_i\}$ و $i=1,..,p$ و پارامترهای اتوهمبستگی جزئی $\{\phi_j\}$ و $j=1,..,q$ را برای «کی.دابلیو.پی.»[2] های شش‌گانه محاسبه کرد. فرمول هرکدام به‌شرح زیر است:

پس از محاسبهٔ پارامترهای پیش‌بینی باید با استفاده از برنامه‌ریزی خطی برای بهینه‌کردن میانگین مربعات خطا «اِم. اِس.ای.»[3] استفاده کرد.

1. NMSE (normalized mean squred errore) 2. KWP 3. MSE

$$\text{Min MSE}=\sum(A(t)-avg)^2/(T-1) \quad , \quad (t=1,\ldots,\square), T=\sum t$$
$$\text{S.T.} \quad A(t)=y'(t)-y(t)$$
$$avg=\sum A(t)/T$$
$$y'(t)=\sum \square_i' y(t-i)+\sum \square_j' y(t-j) \quad , \quad (i=1,\ldots,p) \quad , \quad (j=1,\ldots,q)$$

فرمول ۱۷

لازم است برای همهٔ «کی.دابلیو.پی.»ها و بهره‌وری کل دانش‌کاران مقدار بهینهٔ میانگین مربعات خطا را به‌دست آورد و براساس آن به اصلاح مدل پیش‌بینی پرداخت..

$$MSE(N_{total})=Z_1^* MSE(N_{id})+ Z_2^* MSE(N_{cr})+ Z_3^* MSE(N_{ca})+ Z_4^* MSE(N_{ap})+ Z_5^* MSE(N_{sh})+ Z_6^* MSE(N_{ss})$$

فرمول ۱۸

$$z_1+ z_2+ z_3+ z_4+ z_5+ z_6=1$$

برای سنجش میزان توانایی مدل و اعتبارسنجی آن می‌توان از فرمول زیر بهره گرفت.

$$R^2_{KWPtotal}=\sum \hat{}_{KWPtotal}^2(k)/\sum_{KWPtotal}^2(k) \quad , \quad (k=1,\ldots,N)$$

فرمول ۱۹

۵. آزمون مدل پیشنهادی

هدف اصلی مقاله ارائهٔ روشی برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران بوده‌است که تعدادی از ویژگی‌هایی را که سیستم‌های پیشین نداشته‌اند در خود جای داده‌باشد. جدول شمارهٔ‌پنج چگونگی تطبیق ویژگی‌های روش کنونی و کمبودهای سیستم‌های پیشین اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری را نشان می‌دهد.

۵-۱. ارائهٔ نمونهٔ انجام شده در بخش‌های گوناگون

در بخش نخست کوشش شد مطابق با الگوریتم سه مرحله‌ای حال مسأله، پارامترهای مؤثّر بر بهره‌وری دانش‌کاران شناسایی شود و سپس متناسب با روش اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران، میزان بهره‌وری دانش‌کاران مشخص شود.

۵-۲. شناخت وضع موجود

پارامتراهای مؤثّر در سه بخش اساسی مدل برگزیده در بخش‌های پیشین به شرح زیر گزینش شده‌اند که در ادامهٔ پژوهش بر کامل کردن آن‌ها تلاش می‌شود.

جدول ۷. عوامل مؤثّر در بهره‌وری دانش‌کاران

پارامتر های مربوط به (ممکن بودن)	پارامترهای مربوط به (خواستن)	پارامترهای مربوط به (توانستن)	
خلاقیت/ نوآوری	انگیزش/ پاداش	توانایی تخصصی	شناسایی دانش
خلاقیت/ نوآوری/ تکنولوژی	انگیزش/ پاداش	توانایی تخصصی و اجتماعی	ایجاد دانش
خلاقیت / نوآوری / تکنولوژی/ قوانین	انگیزش/ پاداش	توانایی تخصصی / اجتماعی و شخصیتی	کسب دانش
خلاقیت / نوآوری / تکنولوژی/ ساختار و سبک مدیریت	انگیزش/ پاداش / رضایت	توانایی تخصصی / اجتماعی	بکارگیری
ساختار و سبک مدیریت/ سازگاری با محیط	انگیزش/ پاداش / رضایت	توانایی تخصصی / اجنماعی و شخصیتی	تسهیم دانش
ساختار / تکنولوژی	انگیزش/ پاداش	روش‌ها و فرایند ها	نگهداری دانش

شایان ذکر است که هرکدام از پارامترها می‌تواند دارای زیرپارامترهایی باشد که هرکدام بسته به نوع کار دانش و دانش‌کاران فرق کند. در این قسمت فرض شده دانش‌کاران دارای شرایط یکسان هستند و همه کار دانشی یکسان انجام می‌دهند. بنابراین نیاز نیست که وزن دانش‌کارو وزن کاردانشی را لحاظ نماییم چراکه همه وزن یکسانی دارند و در میزان بهره‌وری کلّ تاثیر ندارد. در مقاله تلاش می‌شود تا سوپر ماتریسی دانش‌کار، کاردانشی و پارامترهای تأثیرگذار تشکیل شود. پس از مشخص شدن پارامترهای مؤثّر بر بهره‌وری دانش‌کاران، سعی می‌شود تا بهره‌وری دانش‌کاران در شش بخش و در کلّ اندازه‌گیری شود.

در شرکت پارس‌خودرو سعی شد بهره‌وری خاص و کلاسیک دانش‌کاران به‌شرح زیر محاسبه شد.

$KWP_{Save\ \&Storage}$	$KWP_{Creation}$	$KWP_{Application}$	$KWP_{Sharing}$	$KWP_{Capture}$	$KWP_{Identification}$	KWP_{total}
52	65	47	38	67	62	۵۵

در شرکت پارس‌خودرو سعی شد بهره‌وری خاصّ دانش‌کاران به‌شرح زیر محاسبه شد.

$KWP_{Save\ \&Storage}$	$KWP_{Creation}$	$KWP_{Application}$	$KWP_{Sharing}$	$KWP_{Capture}$	$KWP_{Identification}$	KWP_{total}
70	62	79	84	63	90	74

جمع‌بندی بهره‌وری دانش‌کاران با مقایسهٔ دو قسمت به شرح زیر به‌دست آمد

KWPSave &Storage	KWPCreation	KWPApplication	KWPSharing	KWPCapture	KWPIdentification	KWPtotal
61	63	63	61	65	76	۶۵

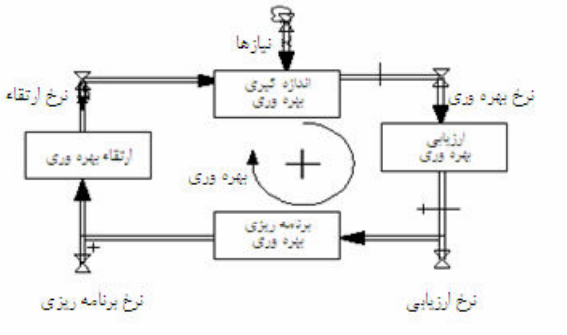
می‌توان بیان کرد که بهره‌وری دانش‌کاران کل به مقدار 65 یا مقدار متوسط است.

$KWP_{total-s}$=74, $KWP_{total-c}$ =63, KWP_{total} =۶۵

۵-۳. تعیین علت‌ها

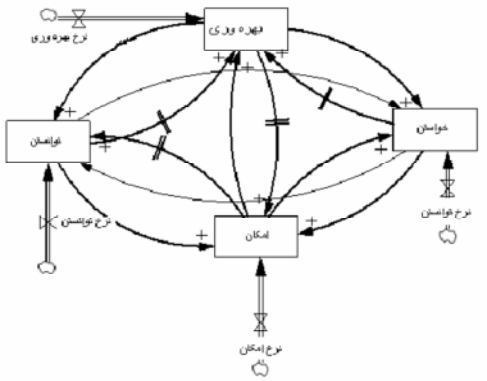
در این قسمت با استفاده از تحلیل دینامیکی علت‌ها و میزان تأثیرشان بر بهره وری دانش‌کاران تعیین می‌شود.

- فرضیهٔ دینامیکی: تحلیل دینامیکی بهره‌وری دانش‌کاران



شکل ٤. فرضیهٔ دینامیکی بهره‌وری دانش‌کاران

فرایند کلان پیشرفت بهره‌وری را می‌توان مطابق با فرضیهٔ دینامیکی کلان بهره‌وری نمایش داد که دارای چهار متغیر انباشت (شامل اندازه‌گیری، ارزیابی، برنامه‌ریزی و پیشرفت بهره‌وری) و پنج متغیر نرخ (شامل نرخ اندازه‌گیری، ارزیابی، برنامه‌ریزی و پیشرفت) است. در شکل شمارهٔ پنج، بهره‌وری دانش‌کاران و چگونگی فرموله‌بندی آن‌ها در نگاهی آورده شده‌است.



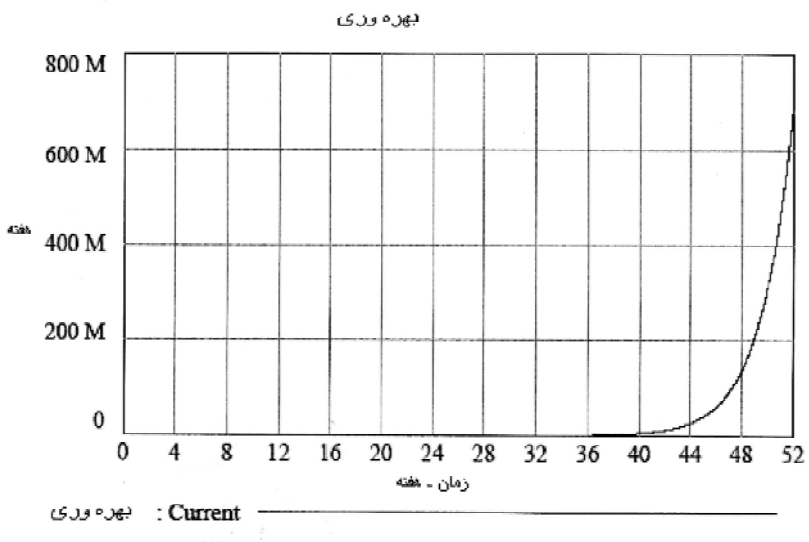
شکل ۵. فرموله‌بندی فرضیهٔ دینامیکی بهره‌وری دانش‌کاران (١٤)

در شکل پنج، چهار متغیر انباشت اصلی شامل (بهره‌وری، توانستن، امکان داشتن و خواستن) و چهار متغیر اصلی نرخ وجود دارد. در ادامه برای توسعهٔ آن در مقاله، سعی برآن است برای همهٔ پارمترهای اصلی، فرضیهٔ دینامیکی فرموله‌بندی شود.

ج- فرموله‌کردن مدل شبیه‌سازی برای آزمایش فرضیهٔ دینامیک شامل: این فرضیه‌های دینامیکی در نرم‌افزار و نسیم[1] طرّاحی و پیاده‌سازی شده‌است. اطّلاعات مربوطه از شرکت پارس‌خودرو گرفته شده‌است.

د- آزمایش مدل: متناسب با اطّلاعات وضعیّت موجود مدل برای دوره‌های پسین شبیه‌سازی شده‌است. و با اطّلاعات واقعی تطبیق داده شده و با تکرار دورهٔ مربوطه، مدل شبیه‌سازی شده اصلاح و نهایی گردیده‌است. نمونه‌هایی از آن‌ها در شرکت پارس‌خودرو درادامه آورده شده‌است.

در شکل ۶ میزان تغییرات بهره‌وری دانش‌کاران نشان داده شده‌است که چند دوره آتی بر اساس شبیه‌سازی انجام شده‌است. همچنین رفتار حاصله، رفتاری رشد نمایی است. رفتار رشد نمایی از سه رفتار رشد نمایی خواستن، توانستن و ممکن بودن برگرفته شده‌است.همچنین رفتار حاصله بیانگر برآیند رشدنمایی است.

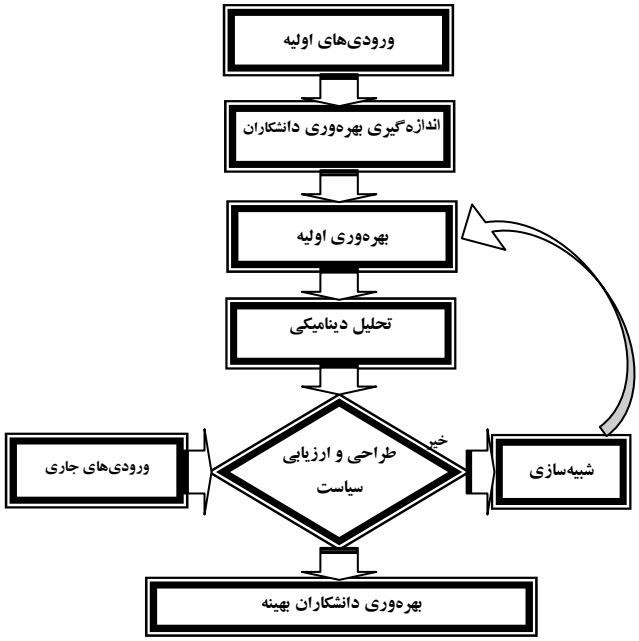


شکل٦. نمایش تغییرات بهره‌وری دانش‌کاران مطابق با نرم‌افزار «ونسیم»

1. VENSIM

ه- طرّاحی و ارزیابی سیاست: برای طرّاحی و ارزیابی بهینهٔ سیاست‌ها در ابتدا باید انواع رفتار موجود و آتی براساس شبیه‌سازی انجام شده مشخص شود.

سپس متناسب با شکاف حاصل از تفاوت وضع موجود و مطلوب و مشخص بودن پارامترها در هر افق یا زمان، می‌توان برای آینده برنامه‌ریزی بلند مدّت و کوتاه مدّت کرد. و متناسب با داده‌های مشخص از زمانی به زمان دیگر مدل را اصلاح کرد. خروجی‌های این تحلیل‌ها می‌تواند ورودی‌ها و کنترل کننده‌های دینامیکی مناسب برای سیستم پیش‌بینی باشد. سیستم پیش‌بینی می‌تواند سناریوهای گوناگونی را مبتنی بر ورودی‌ها و تحلیل‌های دینامیکی ارائه دهد. سیستم یاد شده در شکل هفت آورده شده‌است.



شکل ۷. سیستم پیش‌بینی برای طرّاحی و ارزیابی سیاست

مقادیر وزن‌های z_1 تا z_6 براساس روش فرایند تحلیل شبکه به‌شرح زیر محاسبه گردید.

z_1=.167, z_2=.167, z_3=.167, z_4=.167, z_5=.167, z_6=.165

علت‌های مهم با استفاده از روش بالا عبارتند از: ارتباط مدیر با دانش‌کار، سبک مدیریّت دانش‌کار، انگیزش، واگذاری اختیار. واگذاری اختیار به دانش‌کاران بهترین سناریوی استخراجی بوده‌است که بیش‌ترین اثر را روی افزایش بهره‌وری داشته‌است. بهره‌وری دانش‌کاران کل بهینه مقدار زیاد است (طیف ۷۰ تا ۱۰۰).

ج- ارائهٔ راه‌کار

در این بخش، بر اساس روش‌های سری زمانی، میزان بهره‌وری در آینده پیش‌بینی می‌شود و مطابق با علت‌ها و میزان تأثیرشان بر بهره‌وری دانش‌کاران و وضعیّت پیش‌بینی شده، راه‌کارها و سناریوهای گوناگونی ارائه می‌گردد.

در این قسمت تلاش شد براساس داده های واقعی فرمول پیش‌بینی آزمایش شود، بهره‌وری دانش‌کاران خاص برای ۱۲ ماه استخراج شد، شایان ذکر است که داده های بالا از روش مشاهدهٔ مستقیم و روش دلفی فازی جمع‌آوری شد و پس از جمع‌بندی آن‌ها نتایج در جدول هشت آورده شده‌است.

جدول۸: مقادیر پارامترهای بهره‌وری دانش‌کاران در ۱۲ ماه

t	KWPid			KWPcr			KWPca			KWPap			KWPsh			KWPss		
	C	W	M	C	W	M	C	W	M	C	W	M	C	W	M	C	W	M
1	95	93	77	50	89	46	81	90	90	84	71	26	77	75	51	22	18	48
2	99	88	88	55	27	78	53	38	24	26	89	59	26	69	87	93	41	37
3	82	75	35	28	15	25	18	63	41	95	83	89	82	64	31	25	81	24
4	69	32	32	87	37	20	79	56	15	29	47	30	42	69	91	61	84	18
5	66	75	65	48	72	81	20	35	17	18	49	77	67	92	81	40	49	46
6	23	31	64	32	43	96	19	33	27	15	59	99	64	31	44	92	83	51
7	59	48	41	33	68	49	41	76	68	98	43	33	74	64	27	84	50	52
8	29	64	52	51	38	75	62	22	98	51	34	27	29	82	51	95	63	34
9	31	83	37	72	36	64	76	31	45	64	46	47	99	64	58	54	93	59
10	37	21	23	58	81	15	58	34	48	86	46	97	65	17	86	48	49	18
11	35	51	65	90	70	31	51	95	87	72	51	97	32	56	24	48	90	34
12	28	10	32	67	48	39	36	90	45	65	30	17	31	41	44	27	96	95

بهره‌وری دانش‌کاران خاص برای ۱۲ماه بشرح زیر به‌دست آمده‌است:

جدول۹: مقادیر بهره‌وری دانش‌کاران خاص در ۱۲ ماه

t	KWP_{Id}	KWP_{Cr}	KWP_{Ca}	KWP_{Ap}	KWP_{Sh}	KWP_{Ss}	KWP_{t}
1	80	43	77	39	48	6	49
2	82	18	15	38	39	26	36
3	44	4	19	76	36	20	33
4	16	20	26	14	46	33	26
5	49	47	6	23	68	21	36
6	14	28	8	34	17	59	26
7	24	28	42	28	32	34	31
8	26	24	18	13	33	40	26
9	28	24	19	25	50	53	33
10	6	29	18	42	13	16	21
11	26	42	66	43	16	37	38
12	70	62	79	84	63	90	74

بهره‌وری دانش‌کاران کلاسیک برای ۱۲ ماه گذشته به شرح زیر خارج شد:

جدول۱۰: مقادیر بهره‌وری دانش‌کاران کلاسیک در ۱۲ ماه

t	KWP_{Id}	KWP_{Cr}	KWP_{Ca}	KWP_{Ap}	KWP_{Sh}	KWP_{SS}	KWP_{t}
1	47	46	71	72	94	65	66
2	61	77	17	23	72	82	55
3	76	14	98	98	22	25	56
4	69	5	81	85	16	95	58
5	58	15	78	18	51	82	50
6	85	90	11	34	73	63	59
7	52	43	40	3	94	72	51
8	67	41	66	55	52	32	52
9	29	69	90	35	10	51	47
10	61	24	24	52	36	13	35
11	49	36	83	55	62	11	49
12	52	65	47	38	67	62	55

با داشتن مقادیر بهره‌وری دانش‌کاران خاص و کلاسیک می‌توان مقدار بهره‌وری دانش‌کاران کل را محاسبه نمود، بنابراین داریم:

جدول ۱۱: مقادیر پارامترهای بهره‌وری دانش‌کاران کل در ۱۲ ماه

t	KWP_{Id}	KWP_{Cr}	KWP_{Ca}	KWP_{Ap}	KWP_{Sh}	KWP_{Ss}	KWP_{t}
13	63	44	74	55	71	35	57
14	71	48	16	31	56	54	46
15	60	9	59	87	29	22	44
16	42	12	54	49	31	64	42
17	53	31	42	21	60	51	43
18	49	59	9	34	45	61	43
19	38	35	41	16	63	53	41
20	46	32	42	34	42	36	39
21	29	47	54	30	30	52	40
22	34	27	21	47	24	14	28
23	37	39	75	49	39	24	44
24	61	63	63	61	65	76	65

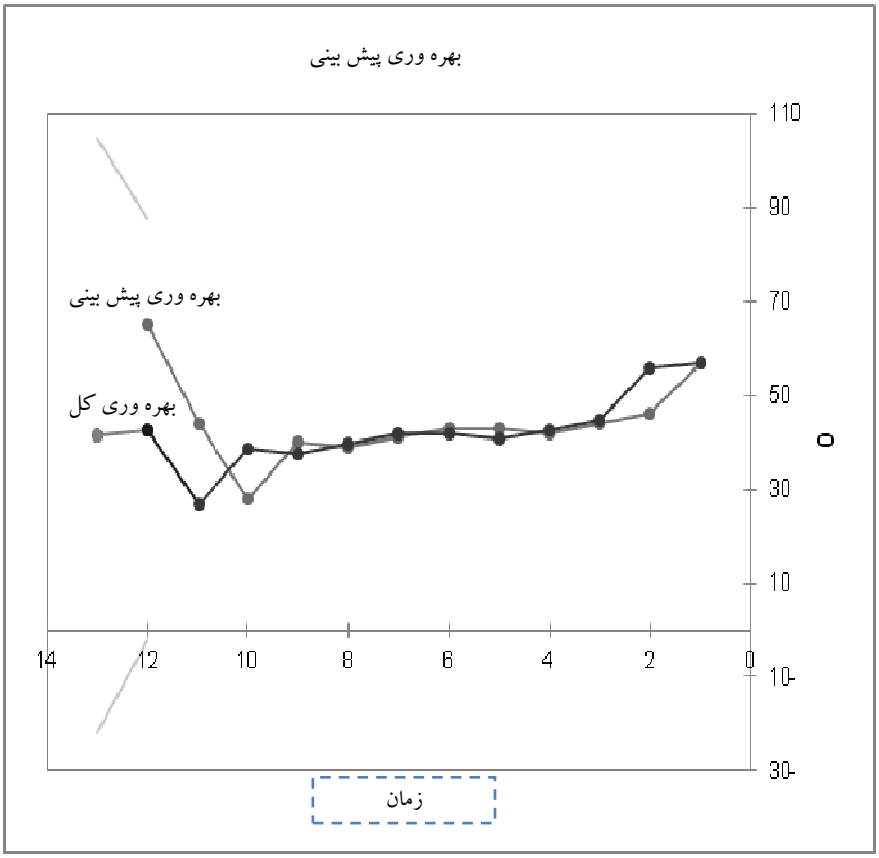
متناسب با داده‌های موجود بهره‌وری دانش‌کاران کل و براساس مدل سری‌های زمانی برای ۱۲ دورهٔ پسین پیش‌بینی می‌شود. پیش‌بینی در دو مرحله انجام شد که در مرحلهٔ نخست پیش‌بینی اولیّه و در مرحلهٔ دوم با اصلاح پیش‌بینی نخستین، پیش‌بینی بهینه به‌دست آمد.

الف- پیش‌بینی نخستین- در پیش‌بینی نخستین نتایج زیر به‌دست آمده‌است:

جدول ۱۲. پیش‌بینی نخستین بهره‌وری دانش‌کاران و باقیمانده‌ها

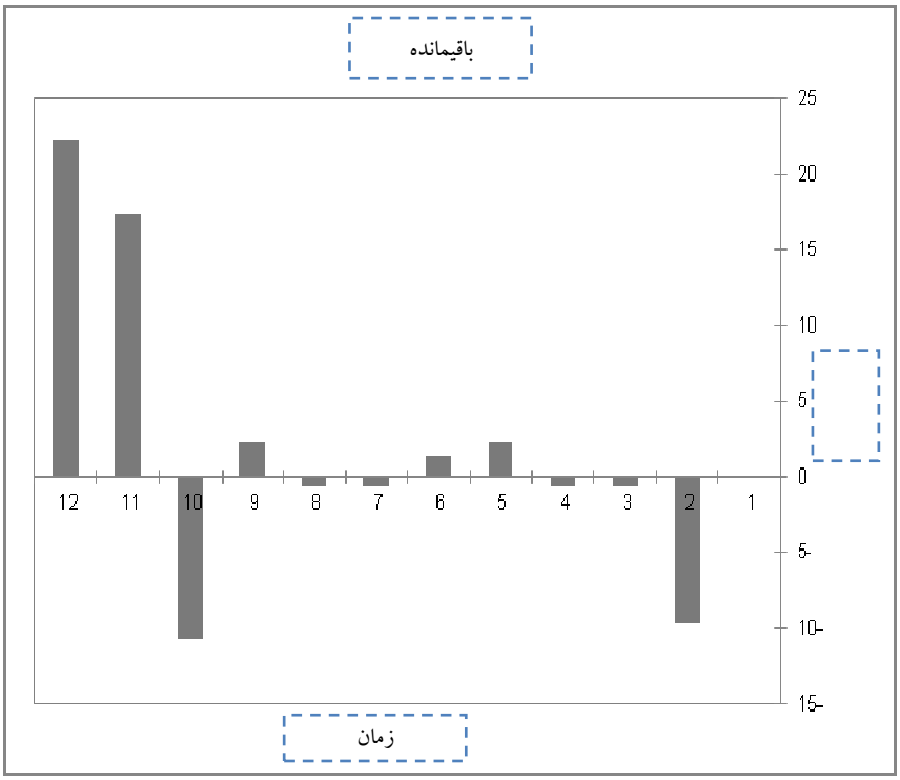
پیشبینی و باقیمانده							
مشاهده	KWP_{t}	$KWP_{t\text{-پیش بینی}}$	باقیمانده	باقیمانده استاندارد	خطای استاندارد	باند پایین	باند بالا
1	57.000	57.000	0.000	0.000			
2	46.000	55.700	-9.700	-0.019			
3	44.000	44.700	-0.700	-0.001			
4	42.000	42.700	-0.700	-0.001			
5	43.000	40.700	2.300	0.004			
6	43.000	41.700	1.300	0.002			
7	41.000	41.700	-0.700	-0.001			
8	39.000	39.700	-0.700	-0.001			
9	40.000	37.700	2.300	0.004			
10	28.000	38.700	-10.700	-0.020			
11	44.000	26.700	17.300	0.033			
12	65.000	42.700	22.300	0.043	22.850	-2.084	87.484
13		41.400			32.314	-21.934	104.734

در جدول بالا میزان پیش‌بینی بهره‌وری کل دانش‌کاران و مقدار باقیمانده (تفاوت بهره‌وری دانش‌کاران پیش‌بینی از بهره‌وری اندازه‌گیری شده) آورده شده‌است، همان‌طور که مشخص است میزان انحراف معیارهای محاسبه شده که برای کاهش آن گامی برداشته شده‌است، در قسمت (ب) آورده شده‌است. در شکل هشت میزان بهره‌وری دانش‌کاران در ۱۲ ماه و میزان پیش‌بینی آن را می‌توان دید.



شکل ۸. پیش‌بینی نخستین بهره‌وری دانش‌کاران

در شکل ۹ میزان باقیمانده‌ها مشخص شده‌است:



شکل ۹. باقیمانده تفاوت پیش‌بینی نخستین بهره‌وری دانش‌کاران و اندازهٔ واقعی بهره‌وری دانش‌کاران

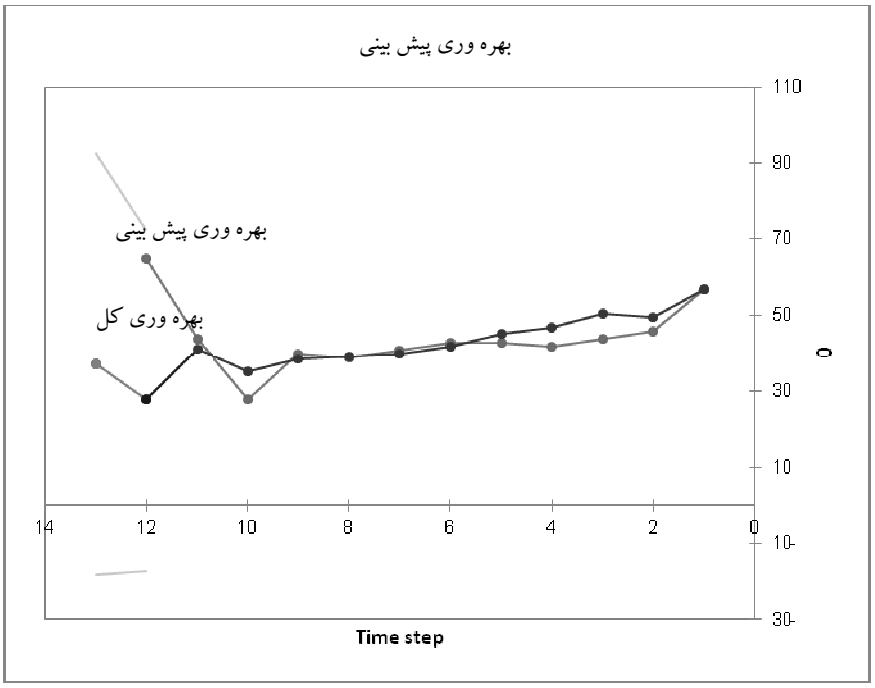
در شکل ۹ می‌توان بیان داشت که انحراف‌های ناهمگون و بالایی وجود دارد که بیشتر در ماه های ۲و۱۰ و ۱۲ شاهد آن هستیم.

ب- پیش‌بینی نهایی یا بهینه بعد از بهینه‌سازی و رفع خطاها، نتایج نهایی پیش‌بینی به‌شرح جدول ۱۳ به‌دست آمده‌است.

جدول ۱۳. پیش‌بینی نهایی بهره‌وری دانش‌کاران و باقیمانده‌ها

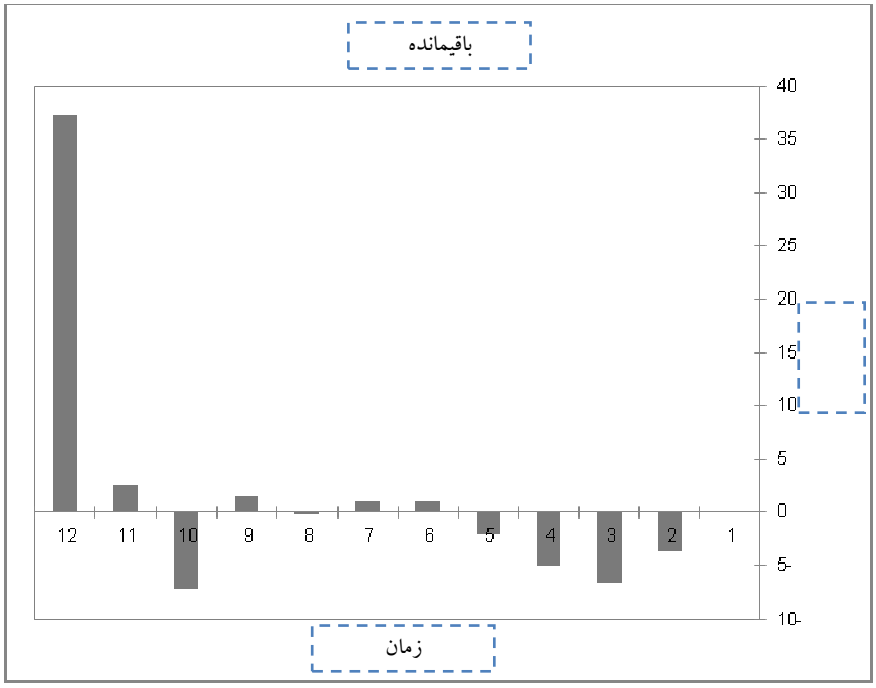
پیش‌بینی و باقیمانده							
مشاهده	KWP_t	$KWP_{t\text{-پیش بینی}}$	باقیمانده	باقیمانده استاندارد	خطای استاندارد	باند پایین	باند بالا
1	57.000	57.000	0.000	0.000			
2	46.000	49.611	-3.611	-0.007			
3	44.000	50.638	-6.638	-0.013			
4	42.000	47.020	-5.020	-0.010			
5	43.000	45.054	-2.054	-0.004			
6	43.000	41.947	1.053	0.002			
7	41.000	39.915	1.085	0.002			
8	39.000	39.198	-0.198	0.000			
9	40.000	38.491	1.509	0.003			
10	28.000	35.196	-7.196	-0.014			
11	44.000	41.367	2.633	0.005			
12	65.000	27.820	37.180	0.071	22.850	-16.964	72.604
13		37.277			28.195	-17.984	92.538

در جدول بالا علاوه بر ارائهٔ پیش‌بینی‌های نهایی بهره‌وری دانش‌کاران ، سعی در کاهش مقدار انحراف در باقیمانده‌ها نیز شده‌است. بهره‌وری دانش‌کاران بهینه در ۱۲ ماه آینده در شکل ۱۰ مشخص شده‌است.



شکل ۱۰. پیش‌بینی نهایی بهره‌وری دانش‌کاران

در شکل ۱۱ میزان باقیمانده مشخص شده‌است.



شکل ۱۱. باقیماندهٔ تفاوت پیش‌بینی نهایی بهره‌وری دانش‌کاران و اندازهٔ واقعی بهره‌وری دانش‌کاران

در شکل بالا سعی شده‌است تا میزان انحرافات در ماه‌های گوناگون منظم شود. متناسب با داده‌های پیش‌بینی خواهیم داشت که:

- میانگین بهره‌وری دانش‌کاران در ۱۲ ماه گذشته برابر ۴۴.۳۳درصد و در ۱۲ ماه آینده برابر با ۴۲.۴۷۵درصد است که در مقایسه با ماه جاری که ۶۵ درصداست، کاهش ۳۵ درصدی دارد و در مقایسه با متوسط ۱۲ماه گذشته کاهش ۵ درصدی دارد. لازم به ذکر است که برای جبران این کاهش و افزایش بهره‌وری در ۱۲ ماه آینده سعی شد تا سناریوی بهینه اجرا گردد که این سناریوی بهینه با نظرسنجی خبرگان نشان دهندهٔ رشد بهره‌وری تا ۷۰ درصد است. تلاش شد تا این سناریو در شرکت پیاده شود. پس از پیاده‌سازی سناریو که اکنون در ماه ۸ پیش‌بینی قرار داریم، میزان بهره‌وری دانش‌کاران را تا میزان متوسط هشت ماه به ۶۱.۳۴۴ درصد رسانید. بیانگر این است که با پیش‌بینی بهنگام بهره‌وری دانش‌کاران در آینده و شناسایی علت‌های کلیدی مؤثّر بر آن، نه تنها می‌توان بر آثار کاهش بهره‌وری غلبه نمود، بلکه می‌توان حتّی بهره‌وری دانش‌کاران را به میزان قابل توجّهی افزایش داد.

این نتیجه قابل تأییداست چراکه در شرکت پارس‌خودرو نه تنها از کاهش ۵ درصدی بهره‌وری دانش‌کاران جلوگیری شد بلکه به میزان متوسط ۲۵ درصد در هشت ماه به بهره‌وری دانش‌کاران افزوده شد.

- ❖ میانگین مربعات خطا با استفاده از تابع یاد شده به نقطهٔ مینیمم خود رسید: 09.
- ❖ مقدار R^2 مساوی با ۹۹.۳۲ درصد رسید که حاکی از اعتبار مدل است.
- ❖ میزان آلفای کرونباخ ۹۸.۳ درصد است، که میزان اعتبار مدل را تأیید می‌کند.
- ❖ علاوه بر این از خبرگان مبتنی بر روش دلفی نظرسنجی شد که ۹۷.۲۸ درصد مقادیر بالا را تأیید کردند.

راه‌کارهای مهم با استفاده از روش پیش‌بینی در شرکت پارس‌خودرو به‌شرح زیر است: ایجاد انگیزش مالی و معنوی بر پایهٔ میزان کار خروجی، واگذاری اختیار به دانش‌کاران و حذف قوانین دست و پا گیر.

راه‌کار بهینه: واگذاری اختیار به دانش‌کاران بهترین سناریوی استخراجی بوده‌است.

٦. بحث

٦-١. نتایج آزمایش‌ها

روش تلفیقی مورد نظر در شرکت پارس‌خودرو (فعالیّت در زمینه آلومینیوم‌سازی) آزمایش شد، با استفاده از آلفای کرونباخ (مقدار آن بالای ۹۸.۳ درصد به‌دست آمد) مورد اعتبارسنجی قرار گرفت و اعتبار آن هم علمی و هم توسّط ۹۷ درصد کارشناسان و ۹۸ درصد مدیران مورد تأیید قرار گرفت. در این پژوهش ۴۰ نفر کارشناس و ۱۵ نفر مدیر به‌طور مستقیم دخیل بوده‌اند. یافته‌های پژوهش در این سازمان نشان دهندهٔ بهره‌وری دانش‌کاران متوسط (۶۵) در سازمان است. برای پیدا کردن علل ایجاد وضع موجود از روش‌های فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدل‌سازی دینامیکی و شبیه‌سازی آن با استفاده از نرم‌افزار ونسیم برای پیشرفت بهره‌وری دانش‌کاران استفاده شد و علت‌هایی شامل: ارتباط مدیر با دانش‌کار، سبک مدیریّت دانش‌کار، انگیزش ، واگذاری اختیار مهم‌ترین علت‌ها شناخته شد، که تأثیری اساسی روی بهره‌وری دانش‌کاران دارد. از میان علت‌های بیان شده، واگذاری اختیار به دانش‌کاران بهترین سناریوی استخراجی بوده‌است که بیش‌ترین اثر را روی افزایش بهره‌وری دانش‌کاران داشته‌است.

در راستای پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران ، منطبق بر داده‌های ۱۲ ماه گذشته میزان بهره‌وری ۱۲ ماه آینده پیش‌بینی شد که بیانگر کاهش بهره‌وری دانش‌کاران است.

متناسب با داده‌های پیش‌بینی و تحلیل‌های آماری خواهیم داشت که میانگین مربّعات خطا با

استفاده از تابع یاد شده، به نقطهٔ مینیمم خود یعنی ۰.۰۹ رسید، و مقدار R^2 مساوی با ۹۹.۳۲ و میزان آلفای کرونباخ ۹۸.۳ درصد رسید که حاکی از اعتبار مدل است.علاوه بر این از خبرگان مبتنی بر روش دلفی نظرسنجی شد که ۹۷.۲۸ درصد مقادیر بالا را تأیید کردند. .

شایان ذکر است که میزان روایی پرسش‌نامه از اعتبارسنجی محتوا استفاده شد که به‌طور عمده مبتنی بر نظرسنجی است. نتیجه نشان دهندهٔ میزان ۹۷.۷۸۴ درصد اعتبار در پرسش‌نامه‌ها بوده‌است. و برای پایایی آن از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که میزان آن ۹۸.۳ درصد بوده‌است. این نتایج بیانگر روایی و پایایی پژوهش عملی بوده‌است.

٦-۲. مقایسه با دیگر روش‌ها

نتایج حاصله از روش پیشنهادی با نتایج به‌دست آمده از دیگر روش‌ها مقایسه می‌شوند. متوجّه شدیم که روش‌های پیش‌بینی مبتنی بر مجموعهٔ فازی موجود، تنها بر روی یک یا دو مجموعه داده آزمایش شده‌اند. در مقابل این نوشتار شامل رشته آزمایش‌های جامع و مقایسه با تمامی روش‌های رقیب به‌طوری‌که که در جدول ۱۴ ارائه شده‌است. جدول ۱۴ نتایج مربوط به مجموعه داده‌های پیش‌بینی ۱۲ ماه بهره‌وری دانش‌کاران را بر اساس میزان خطا مقایسه می‌کند و همان‌طور که مشخص است، روش ما کمترین خطارا دارد. دومین روش بهتر یعنی روش (سانگ-چیزم) نمرهٔ۱۲۹ داشت. روش‌های دیگر شامل (ریفایند و چن و مارکوف) رتبه‌های بعدی را دارند.

جدول ١٤. ارزیابی عملکرد روش در مقایسه با دیگر روش‌ها

رویکرد	درصد خطا
متد سانگ-چیزم	۰.۱۲۹
متد چن	۰.۳۴
متد مارکوف	۰.۵۷۸
متد ریفایند	۰.۲۴۵
متد پیشنهادی	۰.۰۹

۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شد، روشی در چهارچوب الگوریتم سه مرحله‌ای حلّ مسأله ارائه شود که بتواند، در ابتدا اندازه‌گیری بهره‌وری دانش‌کاران را در سطوح گوناگون سازمان براساس مدل کلاسیک خروجی به ورودی و مدل خاص خواستن-توانستن – امکان داشتن، نمایش دهد و دوم اینکه علت‌های ایجاد وضع موجود را براساس مدل خاص ارائه شده شناسایی کرده وبر اساس

روش‌های تصمیم‌گیری مناسب اولویّت‌بندی شوند و با استفاده از تحلیل‌های دینامیکی میزان تـأثیر آن‌ها بر بهره‌وری دانش‌کاران مشخص شوند، در پایـان بهـره‌وری دانـش‌کـاران را در دورهٔ زمـانی یک‌ساله مبتنی بر فنون سری‌های زمانی پیش‌بینی نموده و با توجّـه بـه شـرایط از میـان گزینـه‌هـای گوناگون بهترین گزینه را به عنوان راه‌کار برای بهبود بهره‌وری دانش‌کاران ارائـه دهـد. روش یـاد شده در شرکت ایرانی پارس‌خودرو که در زمینهٔ آلومینیوم‌سازی فعالیت دارد، آزمایش و مبتنی بـر رویکر اعتبارسنجی ساختاری و دیگر تحلیل‌های آماری اعتبارسنجی شد. همچنین تلاش شد روش پیش‌بینی ارائه شده با دیگر روش‌های پیش‌بینی ماننـد (سـانگ چیـزم، چـن، مـارکوف و ریفاینـد) مقایسه شود که نتیجه براین شد که روش ما برای پیش‌بینـی مناسـب‌تـرین روش اسـت، بـه‌عبـارتی دیگر کمترین خطارا دارد.

محدودیّت اصلی پژوهش این است که در حال حاضـر توسـعهٔ فعالیّـت‌هـایی شـبیه مـدیریّت دانش در سازمان‌ها به هزینه‌ای در ذهن مدیران تبدیل شد. بر خلاف مزایای بسیار زیاد، سامان دادن فعالیّت‌های توسعهٔ بهره‌وری دانـش‌کـاران در سـازمان، بـه خـاطر فقـدان سـازوکار انـدازه‌گیـری و پیشـرفت نظـام‌منـد،جایگـاه مناسـبی را در سـازمان‌هـا در اختیـار نـدارد. پیـاده‌سـازی سیسـتم‌هـای اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانش‌کاران نیازمند توجه کامل به آن‌هـا و فاکتورهـای مـؤثّر بـر آن‌ها در سازمان است چراکه بدون دانش‌کاران سازمان نمی‌توان بـه خواسـته‌هـای دانشـی سـازمان رسید. نبودن اطّلاعات در بسیاری از بخش‌ها و ناشناختن بسیاری از مدیران سطوح پایین‌تر سازمانی از مزایای مدیریّت دانش بی‌توجّهی به پیشرفت بهـره‌وری دانـش‌کـاران از بـزرگ‌تـرین مشـکلات انجام پروژه‌های مدیریت دانش هستند .

در پژوهش حاضر تلاش شد تا بـا ارائـهٔ روشـی جـامع، انـدازه‌گیـری و پـیش‌بینـی بهـره‌وری دانش‌کاران در سطح سازمان‌ها، استفاده از مفاهیم مدیریّت دانش، کاربردی شود

یکی از پیگیری‌های جالب آن، مقایسهٔ روش ارائه شده با روش‌های گرافیکی مانند نقشه‌های شناختی فازی و مدل‌های مارکوف مخفی و شبکه بیزین در زمینـهٔ تحلیـل و پـیش‌بینـی سـری‌هـای زمانی است.

۸. فهرست منابع

Afrazeh, A. 2001. Integrats – Motivations System zur Erhoehung der Personal –Produktivitaet im Sozio-Technischen System (am Beispiel empirischer Untersuchungen im Iran). PhD dissertation., BTU Cottbus.

Afrazeh, A., H. Bartsch, and H.H. Hinterhuber. 2003. Human Resources Productivity measurement an Problem Solving Algorithm. *Amirkabir Journal of Science & Technology* 60(2): 147-157.

Afrazeh, A., H. Bartsch, and H.H. Hinterhuber. 2003. Human Aspects in Production Management in *Esim - European Series in Industrial Management*. 73 -95. Aachen: Shaker Verlag.

Amar, A. D. 2002. *Managing Knowledge Workers: Unleashing Innovation and Productivty*. Connecticut: Quorum Books.

Benati. Luca. 2006. Drift and breaks in labor productivity. *Journal of Economic Dynamics & Control* Article in press.

Dainoff, M.J. 2009. Can't we all just get along? Some alternative views of the knowledge worker in complex HCI systems. *International Journal of Human-Computer Interaction* 25(5): 328-347.

Denis Ford, Jackson. 1989. A methodology for the quantification of knowledge work, PhD diss., University of Tennessee.

Devenport, Thomas. 2002. Can you boost Knowledge worker's impact on the bottom line?. *Management Update* 7(11):3-5

Devenport.Thomas, M. Hammer, and D. Leonard. 2004. Why Don't We Know More About Knowledge?. *MIT Sloan Management Review* 45(4):13-19.

Devenport.Thomas, S. Jarvenpaa, and M. Beers. 1996. Improving knowledge work processes. *Sloan Management Review* 37(4): 53-65.

Drucker. Peter. 1988. The coming of the new organization. *Harvard Business Review* 66(1): 45-53.

Drucker. Peter. 1999. Knowledge Worker Productivity: The biggest chalange. *California Management Review* 41(2): 79-94.

Drucker. Peter. 1991. The new productivity chalange. *Harvard Business Review* 69(6): 69-80.

Expert Choice. 2000. Expert Choice, Analytical Hierarchy Process (AHP) Software, Version 9.5, Pittsburg: Expert Choice.

E.W.T., Ngai. 2003. Selection of web sites for online advertising using the AHP. *Information and Management* 40(4): 233–242.

Hackman, J.R.. 1987. The Design of Teams In *Handbook of Organizational Behaviour*, 315-342. Englewood Cliffs: Prenctice-Hall.

□hsan Yüksel, Metin Dag□deviren. 2007. Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis – A case study for a textile firm. *Information Sciences: An International Journal* 177(16): 3364-3382.

Momoh, J. A., and J. Z. Zhu. 1998. Application of AHP/ANP to unit commitment in the deregulated power industry. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 817–822.

Lee, J.W., and S.H. Kim. 2000. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers and Operations Research* 27(4): 367–382.

Koch, Marianne, and R. J. McGtath. 1996. Improving labor productivity: Human resource management policies do matter. *Strategic Management Journal* 17(5): 335-354.

Kloppenborg, T.J., and W.A. Opfer. 2002. The current state of project management research: trends, interpretations, and predictions. *Project Management Journal* 33(2): 5–18.

Tankoonsombut, Kriengkrai. 1998. Investigation of the effects of feedback and goal-setting on knowledge work performance in the distributed work environment. PhD diss., Virginia Polytechnic Institute and State University.

Mikhailov, L., and M.S. Singh. 2003. Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews* 33(1): 33–41.

Larson, E.W., and D.H. Gobeli. 1989. Significance of project management structure on development success. IEEE Transactions on Engineering Management 36(2): 119–125.

Lee, H.Y, and K.Z. Ahmad. 2009. The moderating effects of organizational culture on the relationships between leadership behaviour and organizational commitment and between organizational commitment and job satisfaction and performance. *Leadership & Organization Development Journal* (30)1: 53-86.

Lee A., Kun Chang, and Sangjae Lee B., and In Won Kang C. 2004. KMPI: measuring knowledge management performance. *Information & Management* Article in Press.

Leigt, James William. 1984. Management in the nineties Office technology and the knowledge worker. MA diss., Massachusetts institue of technology (MIT).

Lönnqvist, Antti. 2002. Measurement of intangible assets-An analysis of key concepts in *Frontier of E-Business research*, 275-294. Helsinki: EBRC.

Kurttila, M., M. Pesonen, J. Kangas, and M. Kajanus. 2000. Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis-a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics* 1(1): 41–52.

Niemira, M.P., and T.L. Saaty. 2004. An analytical network process model for financial-crisis forecasting. *International Journal of Forecasting* 20(4): 573–587.

Massingham, P., and K. Diment. 2009. Organizational commitment, knowledge management interventions, and learning organization capacity. *The Learning Organization* 16(2): 122-142.

Meredith, J. 2002. *Developing project management theory for managerial application: the view of a research journal's editor*. Presented in PMI Frontiers of Project Management and Research Conference, Washington.

Nickols, Fred. 2000. What Is in the World of Work and Working Some Implications of the Shift to Knowledge Work in *The Knowledge ManagementYearbook 2000-2001*, 1-7. Butterworth-Heinemann: Elsevier.

Paradi, Joseph C., C. Smith, and Claire Schaffnit-Chatterjee. 2002. Knowledge worker performance analysis using DEA: an application to engineering design teams at Bell Canada. IEEE *Transactions on engineering management*. (49)1: 161-172.

Raide´n, A.B., A.R.J. Dainty, and R.H. Neale. 2006. Balancing employee needs, project requirements and organizational priorities in team deployment. *Construction Management and Economics* 24(8): 883–895.

Ramírez, Yuri W. 2006. Defining measures for the intensity of knowledge work in tasks and workers, PhD diss., University of Wisconsin-Madison.

Providing an Integrated Method for Measuring and Predicting Productivity of Knowledge Workers on The Basis of Time-Series Techniques: A Case Study of Parskhodro Company

Asadallah Najafi∗
Professor Assistant, Azad Islamic University of Zanjan

Abbas Afrazeh
Professor Assistant, Amirkabir University of Technology

S.M.T. FATEMI GHOMI
Professor, Amirkabir University of Technology

Information Sciences & Technology

Iranian Research Institute
For Science and Technology
ISSN 1735-5206
eISSN 2008-5583
Indexed in LISA, SCOPUS & ISC
Vol.26 | No.2 | pp: 301-334
Winter 2011

Abstract: This paper is an attempt to provide a method based on framework of three step problem solving algorithm so that it would bale to, first,: display the measurement of knowledge workers productivity in different levels of organization on the basis of classic model of output per input and specific model of "W.C.M." (Will, Can, May) (determining the current status), second, identify the causes for current status on the basis of specific provided model and be prioritized on the basis of appropriate decision making method and their effects on productivity of knowledge workers be determined using dynamic analyses,(determining causes). Finally, it would be able to predict knowledge workers productivity during a one year period on the basis of time series techniques and to propose the best alternative from among different alternatives (selecting alternatives) as solution for improving the knowledge workers productivity considering the conditions (providing solution). The above mentioned method is tested in the Iranian company and it is validated on the basis of structural validation approach.

Keywords: knowledge work, knowledge worker, productivity, measurement, time series, knowledge management, human resource

∗ Corresponding Author: anajafi@aut.ac.ir