پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صص ۱۵۲-۱۲۶
نوع مقاله: پژوهشی

طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای دومرحله‌ای-چندلایه فازی: رویکردی در سنجش بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عمکرد

محمدرضا امینی [*۱]، عادل آذر [۲]، کریم بیات [۳]، آمنه خدیور [۴]، محمود دهقان نیری [۵]

۱. دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. استادیار، مرکز مطالعات مدیریت و توسعه فناوری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا، تهران ، ایران
۵. دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

چکیده

بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد (PBB) به دنبال تخصیص منابع بودجه عمومی به سازمان‌ها مبتنی بر عملکرد آنها می‌باشد. از این رو، اهمیت ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها در استقرار و پیاده‌سازی یک نظام بودجه‌ریزی مبتنی بر عملکرد سبب شد تا برخی از محققان به تبیین مدل‌های بلوغ PBB و برخی دیگر به طراحی مدل سنجش میزان بلوغ آن بپردازند. در این تحقیق با ملاحظه مدل توسعه‌یافته بلوغ بودجه-ریزی بر مبنای عملکرد در ایران، تلاش شده است تا مدل تحلیل پوششی داده‌های (DEA) سازگار با مدل مفهومی بلوغ PBB طراحی گردد. ملاحظاتی همچون ساختار شبکه‌ای مدل بلوغ، داده‌هایی از جنس کمی- کیفی و همچنین ساختار سلسله مراتبی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مدل بلوغ، می‌بایست در طراحی مدل ریاضی مود توجه قرار گیرد. بر این اساس هدف این مقاله طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای دو مرحله‌ای چندلایه فازی می‌باشد به نحوی که بتواند هر سه این ملاحظات را در بر گرفته و میزان بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد دستگاه‌های مختلف را تعیین نماید. نتایج نشان می‌دهد ملاحظه عدم اطمینان موجود در داده‌ها و تنظیم سطوح در سه قالب سختگیرانه، میانه و سهلگیرانه، ضمن افزایش قدرت تفکیک پذیری مدل، اطلاعات دقیق تری برای تصمیم گیران فراهم خواهد آورد.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پوششی داده‌های چندلایه، مدل شبکه‌ای، منطق فازی، بلوغ PBB

---

* نویسنده مسئول مقاله E-mail: mr.amini.im@gmail.com

۱- مقدمه و بیان مسئله

بودجه‌ریزی عملیاتی از دیرباز در زمره پیشنهادات اصلاحی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بوده است [۱]. امروزه، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به عنوان روش بودجه‌ریزی در سطح بین‌المللی و ملی مورد توجه قرارگرفته و ارتقای بهره‌وری و اثربخشی را به ابعاد سنتی بودجه‌ریزی افزوده است [۲] و در ایران ایده عملیاتی کردن بودجه در سالهای اخیر اولین بار در بند " ب " تبصره " ۲۳ " قانون بودجه ۱۳۸۱ کل کشور مطرح شد. بر اساس این بند: "سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (موظف شده بود) در راستای اصلاح نظام بودجه‌نویسی نسبت به عملیاتی کردن بودجه، اصلاح نظام برآورد درآمدها و هزینه‌ها برای سال ۱۳۸۲ برای تمام دستگاه‌های اجرایی و شرکت‌ها و سازمان‌هایی که شمول قوانین و مقررات عمومی بر آنها مستلزم ذکر نام است عمل نموده و توزیع اعتبارات مربوط به هزینه‌ها را بر اساس نیاز دستگاه‌ها و فعالیت‌هایی که صورت می‌گیرد انجام دهد ". این موضوع عینا " در بند " ر " تبصره " ۱ " قانون بود جه سال ۱۳۸۲ و بند " ز " تبصره " ۱ " قانون بودجه ۱۳۸۳ نیز تکرار شد [۳]. هر یک از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، شرکت‌ها و موسسه‌های دولتی، عمومی و خصوصی در زمینه طراحی، اجرا و استقرار سیستم بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد فعالیت‌هایی انجام داده‌اند. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور نیز دستورالعمل بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد را تهیه و در پیوست قانون بودجه سال۱۳۹۳ به کلیه دستگاه ها ابلاغ کرد برخی از دستگاه‌ها اجرایی را مکلف به تهیه بودجه بر مبنای سیستم مذکور کرده است. بر این اساس مطالعه نحوه پیاده‌سازی نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در دستگاه‌های اجرایی از چند منظر می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. اولا می‌توان دستگاه‌هایی که پیشرفت مناسبی داشته‌اند را شناسایی و به عنوان الگوهای مناسب برای سایر دستگاه‌ها معرفی کرد. ثانیا، با ملاحظه عملکرد تمامی دستگاه‌های مورد ارزیابی، می‌توان متوجه شد که کل نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد PBB[۱] در کدام ابعاد دچار کمبود و ضعف هستند و در راستای بهبود و تقویت آن از منظرآموزش، قانونگذاری یا رفع موانع اجرای صحیح آن، اقدام نمود. علیرقم این تأکید قانونی، پیاده‌سازی نمایشی نظام PBB یکی از آسیب‌هایی بوده که طی سالیان مانع از تحقق اهداف پیاده‌سازی آن شده است. بر این اساس، ارزیابی نحوه پیاده‌سازی و

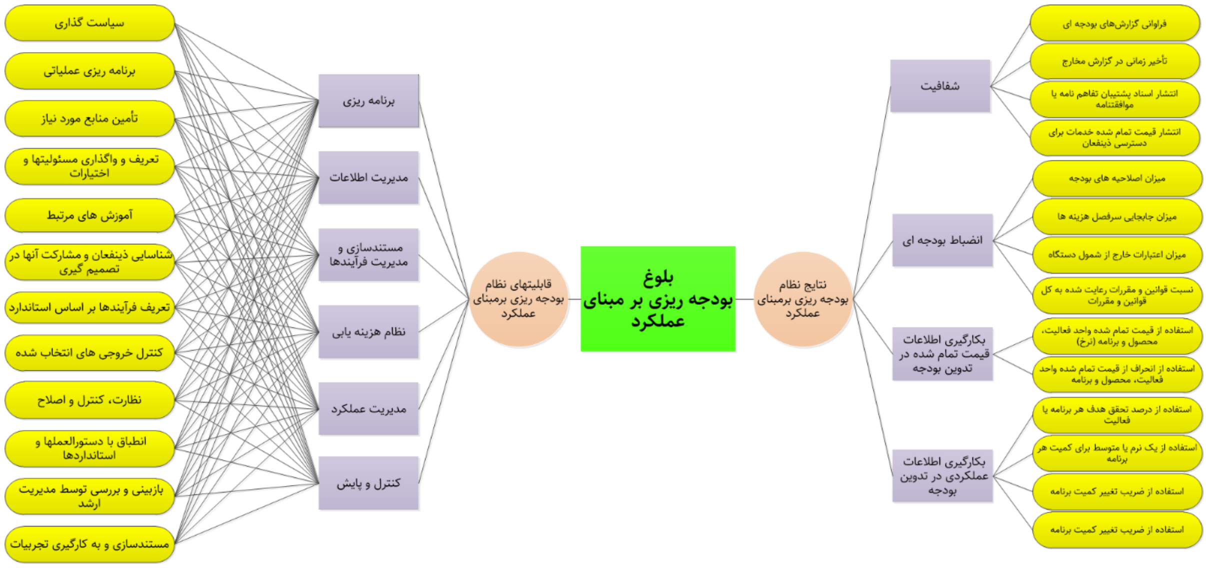
۱ -Performance Based Budgeting

استقرار نظام PBB می‌تواند یکی از اقدامات ضروری نهادهای تصمیم‌گیر باشد. آنچه در این تحقیق به آن پرداخته خواهد شد، ضمن اشاره به مدل توسعه‌یافته بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد آذر و امینی [٤، ٥]، ارائه الگویی برای سنجش میزان موفقیت دستگاه‌های مختلف در استقرار نظام PBB می‌باشد. بنابراین بطور مشخص، مسأله اصلی این تحقیق، چگونگی تمایز ایجاد کردن بین واحدهای مختلف تصمیم بوده به نحوی که بلوغ سیستم بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در هر واحد را به خوبی ارزیابی نماید.

۲- مروری بر پیشینه نظری

۲-۱- مدل بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

هر چند حرکت به سمت استفاده از نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در فرایند بودجه‌ریزی وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، شرکت‌ها و موسسه‌های دولتی، عمومی و خصوصی شروع شده است، ولی سرعت آن رضایت‌بخش نبوده و متناسب با زمانهای پیش بینی شده در قوانین نیست [٦]. با توجه به این امر، لازم است که سازمان‌ها نهایت تلاش خود را در راستای تغییر نظام بودجه‌ریزی بکار گیرند. برای تحقق این امر، باید وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، شرکت‌ها و موسسه‌های دولتی، عمومی و خصوصی که در بکارگیری نظام بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد اقداماتی انجام داده‌اند، به نحوی شناسایی، معرفی و مورد تشویق قرار گیرند. تا علاوه بر ترغیب سازمان‌های مذکور، سایر سازمان‌ها از تجربیات آنها برای بکارگیری نظام بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد استفاده کنند. به منظور سنجش میزان پیشرفت در استقرار و پیاده‌سازی نظام PBB، محققان مدل‌های بلوغ بودجه را پیشنهاد کرده اند تا مبنای سنجش عملکرد دستگاه‌ها قرار بگیرد. مدل بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد آذر و همکاران [۷]، مدل بلوغ بودجه مبتنی بر عملکرد نئوبرین [۸] دو مدل مرجع در این حوزه می‌باشند. آذر و امینی [٤]، با مروری انتقادی بر مدل‌های مذکور، به توسعه مدل بلوغ آذر و همکاران پرداختند و مدل توسعه‌یافته بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد را ارائه کردند. ساختار مدل مفهومی بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در شکل زیر ارائه شده است:



شکل ۱: ساختار مدل توسعه‌یافته بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

همانطور که در شکل فوق نیز ملاحظه می‌گردد، مدل بلوغ آذر و امینی [٤] دارای دو فرآیند کلی "قابلیت‌های یک نظام بالغ" و "نتایج یک نظام بالغ" می‌باشد و برای هر یک از فرآیندها مجموعه ای از شاخص‌ها تعریف شده است که بطور اختصار در جدول زیر ملاحظه می‌گردد:

جدول ۱: شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مدل بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد: منبع: آذر و امینی [٤]

فرآیند	شاخص کلان	زیر شاخص‌ها
قابلیت‌های یک نظام بالغ	برنامه ریزی	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
	مدیریت اطلاعات	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
	مدیریت فرآیند و مستندسازی	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
	نظام هزینه‌یابی	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
	مدیریت عملکرد	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
	کنترل و پایش	زیرشاخص‌های دوازده‌گانه
نتایج یک نظام بالغ	شفافیت و پاسخگویی	فراوانی گزارشهای بودجه
		تأخیر زمانی در گزارش عملکرد هزینه‌ای
		انتشار اسناد پشتیبان تفاهمنامه یا موافقتنامه
		انتشار قیمت تمام شده خدمات برای دسترسی ذینفعان

فرآیند	شاخص کلان	زیر شاخص‌ها
	انضباط بودجه‌ای	میزان اصلاحیه‌های بودجه
		میزان جابجایی در سرفصل هزینه‌ها
		میزان جابجایی در برنامه‌ها
		میزان اعتبارات خارج از شمول دستگاه
		پایبندی به دستورالعمل ها و قوانین و مقررات
	استفاده از اطلاعات قیمت تمام شده در تدوین بودجه	استفاده از قیمت تمام شده واحد فعالیت، محصول و برنامه (نرخ)
		استفاده از انحراف از قیمت تمام شده واحد فعالیت، محصول و برنامه
	استفاده از شاخص‌های عملکردی در تدوین بودجه	استفاده از درصد تحقق هدف هر برنامه یا فعالیت
		استفاده از یک نرم یا متوسط برای کمیت هر برنامه
		استفاده از ضریب تغییر کمیت برنامه
		استفاده از ضریب تغییر قیمت تمام شده واحد هر برنامه

همانطور که در جدول ۱ نیز ملاحظه می‌گردد، فرایند "قابلیتهای یک نظام بالغ"، دارای ٦ شاخص کلان می‌باشند (ستون دوم) که عملکرد دستگاه‌ها در هر یک از آنها را می‌توان از ۱۲ منظر یا زیرشاخص مختلف (ستون سوم) بررسی نمود که عبارتند از:

"سیاستگذاری و رویکردهای سازمانی "، "برنامه‌ریزی عملیاتی"، " تجهیز منابع مورد نیاز"، "مسئولیتها و اختیارات مربوط"، " آموزش‌های مرتبط "، "شناسایی ذینفعان و مشارکت آنها در تصمیم گیری"، "اجرای فرایندهای"، " کنترل خروجی های انتخاب شده "، "نظارت، کنترل و اصلاح"، "انطباق با دستورالعملها، استانداردها و شرح فرایندهای بررسی شده"، " بازبینی و بررسی توسط سطوح بالاتر مدیریت" و "جمع آوری و مستند سازی تجربیات". در فرآیند "نتایج یک نظام بالغ" نیز چهار شاخص کلان تعریف شده که عملکرد دستگاه‌ها در هر یک از آنها، توسط چند زیرشاخص مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت که در جدول ۱ ارائه شده است. بر این اساس، مدل بلوغ آذر و امینی [٤]، به عنوان مدل مفهومی این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است و در بخش بعدی، مدل تحلیل پوششی داده‌های منطبق بر آن ارائه خواهد شد.

۲-۲- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[۱])

مدل‌های پایه DEA، با به کارگیری از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی، به دنبال سنجش کارایی نسبی واحدهای تصمیم مختلف با ورودی و خروجی چندگانه می‌باشند [۹]. در شرایط نرمال، مطلوب این است که ورودی‌های کمتری مصرف شوند و خروجی‌هـای بیشتری تولید شوند، زیرا این کار منجر بـه کـارآیی بـالاتری مـی شـود[۱۰]. مدلهای پایه ای DEA فرض می‌کنند که داده‌ها کمی و غیر سلسله مراتبی هستند. هیچ یک از این مفروضات برای مطالعه کنونی صادق نیست [۱۱]. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) از یک منطق خود ارزیابی برخوردار است که در حوزه های گوناگون مورد توجه قرار گرفته است [۱۲]. ابا توجه به اینکه این پژوهش به دنبال ارزیابی واحدها بر اساس شاخص‌های عملکردی می‌باشد، در جدول ۲ مهمترین مطالعات مبتنی بر مدلهای DEA ارائه شده است:

جدول ۲: مهمترین مطالعات در حوزه ساخت شاخص‌های مبتنی برمدل DEA

حوزه	نویسنده	سال
شاخص عملکرد محیط زیست	فار و همکاران[۲] [۱۳]	۲۰۰۴
شاخص توسعه انسانی	دسپوتیس[۳] [۱٤]	۲۰۰٥
شاخص عملکرد اقتصاد کلان	راماناتان[٤] [۱٥]	۲۰۰٦
شاخص انرژی پایدار	ژو و همکاران[٥] [۱٦]	۲۰۰۷
شاخص بازار داخلی	چرچی و همکاران[٦] [۱۷]	۲۰۰۷
شاخص دستاورد فن‌آوری	چرچی و همکاران [۱۸]	۲۰۰۸
شاخص عملکرد ایمنی جاده	هرمانن[۷] و همکاران [۱۹]	۲۰۰۹
شاخص عملکرد ایمنی جاده	شن[۸] و همکاران [۲۰]	۲۰۱۱
شاخص ترکیبی ایمنی جاده	شن و همکاران [۲۱]	۲۰۱٤
شاخص سیاستهای مقابله با HIV	اریک سویگنی[۹] و همکاران [۱۱]	۲۰۲۰
شاخص ترکیبی بودجه	امینی و همکاران[۲۲]	۲۰۲۰
شاخص عملکرد پایدار شرکتی	زالاتار و کلارک[۱۰] [۲۳]	۲۰۲۰

---

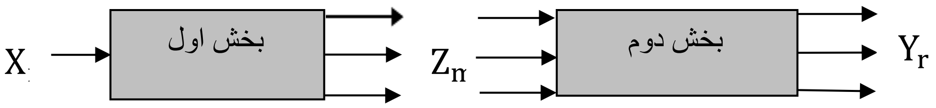
۱ Data Envelopment Analysis
۲ Färe et al.,
۳ Despotis
٤ Ramanathan
٥ Zhou et al.,
٦ Cherchye
۷ Hermans
۸ Shen
۹ Eric Sevigny
۱۰ Zalatar, W. F., & Clark, E. E

حوزه	نویسنده	سال
شاخص ایمنی راه	شن و همکاران[۲۴]	۲۰۲۰
شاخص رفتار کاربران در جاده ها	بابایی و همکاران ،[۲۵]	۲۰۲۱
کلاه ایمنی و شاخص اجرای کمربند ایمنی	برهوم و بهنود[۱] [۲۶]	۲۰۲۱

روش کلاسیک DEA، سازمان‌ها را بصورت جعبه سیاه در نظر گرفته و محاسبات خود را به ورودی‌های اولیه و خروجی‌های نهایی محدود کرده و از فرآیندهای داخلی غفلت می‌ورزند. لذا به‌منظور بر طرف نمودن این مشکل مدل‌های مختلفی تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای ارائه گردید. برای اولین بار در سال ۲۰۰۰ فار و گرسکوپف[۲] مقاله‌ای تحت عنوان « تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای» را ارائه نمودند که در این مقاله اهمیت تحلیل پوششی داده- های شبکه‌ای خاطر نشان شده بود [۲۷]. لویس و سکستون[۳] در سال ۲۰۰۱ روش تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای را برای اندازه‌گیری کارایی واحدهایی که در دو مرحله تولید می‌کنند، ارائه کردند [۲۸]. سپس در سال ۲۰۰۴ مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای: تحلیل کارایی سازمان‌ها با ساختار درونی پیچیده» را ارائه نمودند؛ مدل پیشنهادی آنها در این مقاله واحدهایی شامل یک شبکه از زیرواحدهای مرتبط می‌باشد که در آن برخی از زیرواحدها، منابعی را برای دیگر زیرواحدها تولید و برخی دیگر از منابع تولید شده، توسط دیگر زیر واحدها مصرف می‌شوند. آنها مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را برای ماهیت خروجی و ورودی فرموله نمودند [۲۹]. با توجه به هدف این تحقیق مبنی بر ملاحظه ساختار شبکه ای مدل بلوغ آذر و امینی [۴]، در ادامه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای وانک و باروس[۴] [۳۰] به اختصار ارائه شده است. در این مدل بطور متفاوت با مدلهای DEA مرسوم و به منظور معرفی مدل DEA شبکه ای دو مرحله ای، فرض شده است که DMU_j دارای D معیار میانجی می‌باشد $Z_{dj}(r = ۱,۲, \ldots, s)$؛ از طرف دیگر ورودی‌های اولیه $x_{ij}(i = ۱,۲, \ldots, m)$ و خروجی‌های نهایی $y_{rj}(r = ۱,۲, \ldots, s)$ می‌باشند. همچنین v_i، w_d و u_r را وزن‌های غیر منفی متغیرها در نظر بگیرید. مدل DEA شبکه ای دو مرحله ای بر اساس برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر می‌باشد [۳۰]:

---

۱ Barhoum, A., & Behnood, H. R
۲ Färe, R. And S. Grosskopf
۳ Sexton TR, Lewis HF
٤ Wanke, P, Barros, C.



$$\theta_o^{Global} = Max \sum_{r=1}^{S} U_r Y_{ro}$$

$$S.t.$$

$$\sum_{i=١}^{n} V_i X_{io} = ١$$

مدل (۱)

$$\sum_{d=١}^{D} W_d Z_{dj} - \sum_{i=١}^{m} V_i X_{ij} \leq ٠, \quad j = ١, \dots, n$$

$$\sum_{r=١}^{S} U_r Y_{rj} - \sum_{d=١}^{D} W_d Z_{dj} \leq ٠, \quad j = ١, \dots, n$$

که در آن θ_o^{Global} کارایی کلی فرآیند دو مرحله ای برای DMU_o می‌باشد. همچنین کارایی مراحل اول و دوم به ترتیب به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$\theta_o^{١} = \sum_{d=١}^{D} W_d^* Z_{do}$$

$$\theta_o^{٢} = \sum_{r=١}^{S} U_r^* Y_{ro} \Big/ \sum_{d=١}^{D} W_d^* Z_{do}$$

مدل شبکه‌ای فوق، بصورت یک مدل قطعی و بدون ملاحظه ساختار سلسله مراتبی موجود در شاخص‌ها می‌باشد. با بررسی پیشینه نظری مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل‌های و الگوهای گوناگونی در خصوص ساختار سلسله مراتبی یا اصطلاحا چندلایه ارائه شده است. در سال ۲۰۰۸، منگ[۱] و همکاران در مقاله‌ای با ارائه رویکرد تحلیل پوششی داده‌های دوسطحی در ارزیابی تحقیقات، ساختار دو لایه‌ای را برای معیارها و زیر معیار در نظر گرفت. البته مدل منگ و همکاران [۳۱] یک مدل غیر خطی بوده که وزن زیر معیارها در درون مدل محاسبه نمی‌شود. راهکار ایشان برای خطی‌سازی مدل، بهره‌گیری از فنون تصمیم‌گیری نرم همچون AHP جهت وزن دهی به زیر معیارها می‌باشد. پس از ایشان کائو[۲] در سال ۲۰۰۸ در مقاله‌ای با عنوان "ارائه یک صورت بندی خطی مدل تحلیل پوششی داده‌های دو سطحی"، با انجام تغییر و متغیر و تعریف متغیرهای جدید، فرم خطی مدل دو لایه‌ی کائو را ارائه کرد [۳۲]. البته

---

۱ Meng

۲ Kao

مدل ایشان همچنان فقط دو لایه از معیارها و زیرمعیارها را در نظر گرفته و پیشنهادی جهت ملاحظه ساختاری با بیش از دو لایه ارائه نکرده است. شن و همکاران [۳۳] با بررسی مدل‌های منگ و همکاران [۳۱] و کائو[۳۲]، مدل آنها را توسعه داده و فرم خطی مدل تحلیل پوششی داده‌های چند لایه را ارائه کردند. مزیت مدل شن و همکاران [۱٤] محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها توسط خود مدل می‌باشد. مدل تحلیل پوششی داده‌های چند لایه ارائه شده توسط شن و همکاران [۳۳] به شرح زیر است:

$$\text{Max } E_{\circ} = \sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 \circ}$$

$$\text{s.t.}$$

$$\sum_{g_1=1}^{m} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 \circ} = 1,$$

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 j} - \sum_{g_1=1}^{m} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 j} \leq 0, j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1} = U_{f_k}, \quad f_1 = 1, \dots, S, \qquad f_k = 1, \dots, S^{(k)}$$

$$\sum_{g_1 \in B_{g_L}^{(L)}}^{S} \hat{V}_{g_1} = V_{g_L}, \quad g_1 = 1, \dots, m, \qquad g_L = 1, \dots, S^{(k)}$$

$$\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1} \Big/ \sum_{f_1 \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}^{S} \hat{U}_{f_1} = P_{f_k\ f_k \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}^{(k)}$$

$$\sum_{g_1 \in B_{g_L}^{(L)}}^{m} \hat{V}_{g_1} \Big/ \sum_{g_1 \in B_{g_{L+1}}^{(L+1)}}^{m} \hat{V}_{g_1} = q_{g_l\ g_l \in B_{g_{l+1}}^{(L+1)}}^{(l)}$$

$$U_{f_k}, V_{g_l} \geq \varepsilon$$

$$P_{f_k\ f_k \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}^{(k)} \geq \xi$$

$$q_{g_l\ g_l \in B_{g_{l+1}}^{(L+1)}}^{(l)} \geq \xi$$

$$\hat{U}_{f_1}, \hat{V}_{g_1} \geq \xi^{(k-1)} \varepsilon$$

مدل (۲)

در مدل فوق $Y_{f_k j}$ بیانگر مقدار زیر معیار واحد تصمیم j در شاخص f در سطح k می‌باشد. در مدل تحقیق، مقادیر $Y_{f_1 j}$ بیانگر مقدار نرمالایز شده هر یک از زیر معیارها در پایین ترین سطح سلسله مراتب شاخص‌ها می‌باشد. همچنین $\hat{U}_{f_k}$ بیانگر وزن شاخص f در سطح k می‌باشد. پس از محاسبه وزن هر یک از زیر معیارها در لایه آخر، متغیر U_{f_k} به عنوان وزن هر معیار

در لایه اول بر اساس مجموع وزن ($\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \widehat{U}_{f_1}$) زیر معیارهای یک معیار محاسبه خواهد شد. متغیر $P_{f_k}^{(k)}$ نیز معرف سهم هر یک از زیر معیارهای معیار f می‌باشد. برای محاسبه این سهم نیز فراوانی نسبی وزن زیر معیارها در هر معیار محاسبه خواهد شد. البته به منظور بهبود قدرت مدل در ایجاد تمایز بین واحدهای تصمیم، قیودی نیز بر وزن معیارها و زیرمعیارها قابل تعریف بوده که می‌توان این قیود را بر اساس نظر خبرگان بر مدل تحمیل کرد.

چالش دیگر مدل‌های ارائه شده در فوق مواجهه با داده‌های کیفی در مدلها تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. اینکه آیا نتایج حاصل از حل مدل مبتنی بر DEA پایه آن هم در حضور داده‌های کیفی و مبتنی بر طیف لیکرت، قابل اعتماد و قابل دفاع است یا خیر؟

در مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده‌ها فرض بر کمی بودن داده می‌باشد. در حالی که اگر برخی از داده‌ها بر خلاف ماهیت اصلی خودشان و بصورت کیفی در نظر گرفته شوند، دیگر نمی‌توان از مدل‌های پایه DEA انتظار نتایج قابل دفاع داشت. با بررسی پیشینه نظری مدل‌های DEA، در مواجهه با داده‌های کیفی دو رویکرد تحلیل پوششی داده‌های نادقیق (Imprecise DEA) و تحلیل پوششی داده‌های فازی (fuzzy DEA) وجود دارد [۲۲]. جو و تاناکا[۱] [۳۴] و جو[۳۵] مدل فازی با ملاحظه ورودی و خروجی متغیر را بصورت زیر تعریف کردند:

$$
\begin{aligned}
&Max \;\; \lambda_1 \sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rc} - (1-h)\alpha_{rc}) + \lambda_2 \sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rc} + (1-h)\alpha_{rc}) \\
&S.t. \sum_{g=1}^{I} \widehat{V}_g X_{gc} \geq g_o \\
&\sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rj} - (1-h)\alpha_{rc}) \leq \sum_{g=1}^{I} \widehat{V}_g (X_{gj} - (1-h)b_{gj}), \\
&\sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rj} + (1-h)\alpha_{rc}) \leq \sum_{g=1}^{I} \widehat{V}_g (X_{gj} + (1-h)b_{gj}, \qquad j = 1, \dots, n
\end{aligned}
$$

مدل (۳)

در این مدل برای محاسبه g_o ، ابتدا مقدار e را از طریق معادله $e = \max_{j=1,\dots,n} (\max_{j=1;\dots;s}$ b_{ic} / X_{ic} محاسبه کرده و سپس با جایگذاری مقدار e در مدل زیر، مقدار g_o برای هر DMU محاسبه خواهد شد.

---

۱ Gou, P., Tanaka, H.,

$$g_{\cdot} = max \sum_{i=۱}^{I} \hat{V}_i b_{i0}$$

$$\sum_{i=۱}^{I} \hat{V}_i (X_{i0} - (۱-h) b_{i0}) = ۱ - (۱-h) * e \qquad \text{مدل (٤)}$$

$$\sum_{i=۱}^{I} \hat{V}_i (X_{ic} + (۱-h) b_{ic}) \leq ۱ + (۱-h) * e$$

در مدل‌های ۳ و ٤، h بیانگر درجه احتمال قطعیت در مدل فازی می‌باشد که از سوی تصمیم گیرندگان تعیین می‌گردد. طبیعتا انتظار می‌رود $h \in [۰,۱]$. اگر مقدار h توسط تصمیم‌گیرندگان برابر با یک در نظر گرفته شود، معنای آن اینست که داده‌های کیفی دقیقا معادل مقدار کمی خود در نظر گرفته خواهند شد و به عبارتی دیگر نتایج مدل در شرایطی که h=۱ باشد، همانند مدل پایه تحلیل پوششی داده‌ها خواهد بود. هر چه مقدار h کاهش پیدا کند، بدین معناست که تصمیم گیرندگان دقت و احتیاط بیشتری را در ماهیت داده‌ها در نظر گرفته‌اند. بر این اساس امتیاز فازی کارایی یک DMU با بردار ورودی فازی مثلثی متقارن $X_o = (x_o, b_o)_L$ و بردار خروجی $Y_{\cdot} = (y_o, d_o)_L$ به صورت یک امتیاز فازی مثلثی متقارن به شرح زیر تعریف می‌گردد:

$$\eta = \frac{\sum_{r=۱}^{S} U_r{}^* Y_{ro}}{\sum_{g=۱}^{I} \hat{V}_g X_{gc}} \quad ; \; W_l = \eta - \frac{\sum_{r=۱}^{S} U_r (Y_{rj} - (۱-h)\alpha_{rc})}{\sum_{g=۱}^{I} \hat{V}_g (X_{gj} + (۱-h) b_{gj})} \; ; \; W_r = \frac{\sum_{r=۱}^{S} U_r (Y_{rj} + (۱-h)\alpha_{rc})}{\sum_{g=۱}^{I} \hat{V}_g (X_{gj} - (۱-h) b_{gj})} - \eta$$

آنچه در این تحقیق به دنبال آن هستیم، طراحی مدلی جهت سنجش بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد می‌باشد. همانطور که در مروری بر ادبیات از نظر گذشت، مدل توسعه‌یافته بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در ایران[٤]، که دارای ساختاری شبکه‌ای دو مرحله‌ای بوده و در هر مرحله، معیارها بصورت درختواره‌ای از شاخص‌های کمی- کیفی می‌باشند، مبنای طراحی مدل سنجش مبتنی بر DEA خواهد بود.

بطور خلاصه مهمترین اهداف این تحقیق شامل انتخاب مدلی مبتنی بر DEA جهت محاسبه نمره بلوغ، ملاحظه ابهام در اطلاعات دریافتی از خبرگان و مواجهه با آنها بر اساس منطق فازی بوده است. همچنین لازم به ذکر است در محاسبه نمره بلوغ، سازمانی موفق به کسب بالاترین نمره یا به عبارتی دیگر تندیس بلورین خواهد شد که در تمامی زیرسیستم‌ها از موفقیت اجرا برخوردار بوده باشد. در حالی که رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، با مقایسه واحدهای تصمیم، نمره نسبی بلوغ را گزارش خواهد کرد. حال این مسئله پیش می‌آید که بر اساس منطق مدل DEA، به هر حال حداقل یکی از واحدهای تصمیم، به عنوان واحد کارا شناسایی می‌شود؛ در

پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری ـــ

مدل (۵)

$$E_c = \text{Max} \sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 c}$$

$$\sum_{g_1=1}^{n} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 c} = 1 \qquad \sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1} = U_{f_k}$$

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 j} - \sum_{g_1=1}^{n} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 j} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \qquad \sum_{g_1 \in B_{g_L}^{(L)}}^{S} \hat{V}_{g_1} = V_{g_L}$$

$$\sum_{h_1=1}^{M} \hat{W}_{h_1} Z_{h_1 j} - \sum_{g_1=1}^{n} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 j} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \qquad \sum_{h_1 \in C_{h_n}^{(n)}}^{S} \hat{W}_{h_1} = W_{h_n}$$

$$P_{f_{k-1}\, f_k \in A_{f_k}^{(k)}}^{(k-1)} = \frac{\sum_{f_1 \in A_{f_{k-1}}^{(k-1)}}^{S} \hat{U}_{f_1}}{\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1}} \qquad U_{f_k}, V_{g_l}, W_{h_n} \geq \varepsilon$$

$$P_{f_k\, f_k \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}^{(k)} \geq \xi$$

$$q_{g_l\, g_l \in B_{g_{l+1}}^{(L+1)}}^{(l)} \geq \xi$$

$$q_{g_{L-1}\, g_L \in B_{g_L}^{(L)}}^{(L-1)} = \frac{\sum_{g_1 \in B_{g_{L-1}}^{(L-1)}}^{S} \hat{V}_{g_1}}{\sum_{g_1 \in B_{g_L}^{(L)}}^{S} \hat{V}_{g_1}}$$

$$R_{h_{n-1}\, h_n \in C_{h_n}^{(n)}}^{(n-1)} \geq \xi$$

$$R^{(n-1)}_{h_{n-1}\ h_n \in C^{(n)}_{h_n}} = \frac{\sum^{s}_{h_1 \in C^{(n-1)}_{h_{n-1}}} \widehat{W}_{h_1}}{\sum^{s}_{h_1 \in C^{(n)}_{h_n}} \widehat{W}_{h_1}} \qquad \widehat{U}_{f_1}, \widehat{V}_{g_1}, \widehat{W}_{h_1} \geq \xi^{(k-1)}\varepsilon$$

همانطور که در مدل شن و همکارن [۹] نیز مطرح شد، در مدل فوق نیز $X_{g_l j}$ و $W_{h_n j}$ و $Y_{f_k j}$ به ترتیب بیانگر مقدار زیر معیار واحد تصمیم j در شاخص g، h و f در سطوح L و n و k می‌باشند. در مدل تحقیق، مقادیر $X_{g_1 j}$ و $W_{h_1 j}$ و $Y_{f_1 j}$ بیانگر مقدار نرمالایز شده هر یک از زیر معیارها در پایین ترین سطح سلسله مراتب شاخص‌ها می‌باشد. همچنین $\widehat{U}_{f_k}, \widehat{V}_{g_l}, \widehat{W}_{h_n}$ بیانگر وزن شاخص g، h و f در سطوح L و n و k می‌باشد. پس از محاسبه وزن هر یک از زیر معیارها در لایه آخر، متغیر V_{g_L}، W_{h_n} و U_{f_k} به عنوان وزن هر معیار در لایه اول بر اساس مجموع وزن ($\sum^{S}_{f_1 \in A^{(k)}_{f_k}} \widehat{U}_{f_1}$) زیر معیارهای آن معیار محاسبه خواهد شد. متغیرهای $q^{(l)}_{g_l}$، $p^{(k)}_{f_k}$ و $R^{(n)}_{h_n}$ نیز معرف سهم هر یک از زیر معیارهای معیارهای g، h و f می‌باشند. برای محاسبه این سهم نیز فراوانی نسبی وزن زیر معیارها در هر معیار محاسبه خواهد شد. بر این اساس مدل (۵) بیانگر فرم عمومی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه ای-سری چندلایه[۱] (GMN-DEA) می‌باشد.

دومین چالش پیش روی تحقیق، جنس کیفی داده‌ها می‌باشد. بنابراین لازم است با بهره‌گیری از رویکرد جو [۳۵] و شن و همکاران [۱۲] در مواجهه با داده‌های کیفی طیف لیکرتی اقدام شود. بنابراین همتای فازی مدل (۵) با عنوان فرم عمومی تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای دو مرحله-ای چندلایه فازی[۲] (GFMN-DEA) به شرح زیر خواهد بود:

$$E_c = \max \lambda_1 \sum^{S}_{f_1=1} \widehat{U}_{f_1}(Y_{f_1 c} - (1-h)\alpha_{f_1 c}) + \lambda_2 \sum^{S}_{f_1=1} \widehat{U}_{f_1}(Y_{f_1 c} + (1-h)\alpha_{f_1 c})$$

مدل (٦)

$$\sum^{I}_{i=1} \widehat{V}_{g_1} X_{g_1 c} \geq g_c,$$

$$\sum^{S}_{f_1=1} \widehat{U}_{f_1}(Y_{uf_1 j} + (1-h)a_{f_1 j}) - \sum^{I}_{i=1} \widehat{V}_{g_1}(X_{g_1 j} + (1-h)b_{g_1 j}) \leq 0, \quad \sum^{S}_{f_1 \in A^{(k)}_{f_k}} \widehat{U}_{f_1} = U_{f_k}$$

---

۱ - General Multiple Layer Network (Series) Data Envelopment Analysis

۲ - General Fuzzy Multiple Layer Network (Series) Data Envelopment Analysis

$$\sum_{f_1=1}^{S}\hat{U}_{f_1}(Y_{uf_1j}-(1-h)a_{fj})-\sum_{i=1}^{I}\hat{V}_{g_1}(X_{g_1j}-(1-h)b_{g_1j})\leq 0,\qquad \sum_{g_1\in B_{g_L}^{(L)}}^{S}\hat{V}_{g_1}=V_{g_L}$$

$$\sum_{h_1=1}^{S}\hat{W}_{h_1}(Z_{h_1j}+(1-h)d_{h_1j})-\sum_{i=1}^{I}\hat{V}_{g_1}(X_{g_1j}+(1-h)d_{g_1j})\leq 0\qquad \sum_{h_1\in C_{h_n}^{(n)}}^{S}\hat{W}_{h_1}=W_{h_n}$$

$$\sum_{h_1=1}^{S}\hat{W}_{h_1}(Z_{h_1j}-(1-h)d_{h_1j})-\sum_{i=1}^{I}\hat{V}_{g_1}(X_{g_1j}-(1-h)d_{g_1j})\leq 0\qquad P^{(k-1)}_{f_{k-1}\ f_k\in A_{f_k}^{(k)}}=\frac{\sum_{f_1\in A_{f_{k-1}}^{(k-1)}}^{S}\hat{U}_{f_1}}{\sum_{f_1\in A_{f_k}^{(k)}}^{S}\hat{U}_{f_1}}$$

$$\sum_{f_1=1}^{S}\hat{U}_{f_1}(Y_{uf_1j}+(1-h)a_{f_1j})-\sum_{h_1=1}^{S}\hat{W}_{h_1}(Z_{h_1j}+(1-h)d_{h_1j})\leq 0\qquad q^{(L-1)}_{g_{L-1}\ g_L\in B_{g_L}^{(L)}}=\frac{\sum_{g_1\in B_{g_{L-1}}^{(L-1)}}^{S}\hat{V}_{g_1}}{\sum_{g_1\in B_{g_L}^{(L)}}^{S}\hat{V}_{g_1}}$$

$$\sum_{f_1=1}^{S}\hat{U}_{f_1}(Y_{uf_1j}-(1-h)a_{f_1j})-\sum_{h_1=1}^{S}\hat{W}_{h_1}(Z_{h_1j}-(1-h)d_{h_1j})\leq 0,\qquad R^{(n-1)}_{h_{n-1}\ h_n\in C_{h_n}^{(n)}}=\frac{\sum_{h_1\in C_{h_{n-1}}^{(n-1)}}^{S}\hat{W}_{h_1}}{\sum_{h_1\in C_{h_n}^{(n)}}^{S}\hat{W}_{h_1}}$$

$$U_{f_k},V_{g_l},W_{h_n}\geq \varepsilon\quad;\quad P^{(k)}_{f_k\ f_k\in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}\geq \xi\quad R^{(n-1)}_{h_{n-1}\ h_n\in C_{h_n}^{(n)}}\geq \xi;\ \hat{U}_{f_1},\hat{V}_{g_1},\hat{W}_{h_1}\geq \xi^{(k-1)}\varepsilon\ ;\ q^{(l)}_{g_l\ g_l\in B_{g_{l+1}}^{(L+1)}}\geq \xi;$$

در مدل فوق، h بیانگر درجه احتمال قطعیت در مدل فازی می‌باشد که از سوی تصمیم گیرندگان تعیین می‌گردد. طبیعتا انتظار می‌رود $h\in[0,1]$. اگر مقدار h توسط تصمیم‌گیرندگان برابر با یک در نظر گرفته شود، معنای آن اینست که داده‌های کیفی دقیقا معادل مقدار کمی خود در نظر گرفته خواهند شد و به عبارتی دیگر نتایج مدل در شرایطی که $h=1$ باشد، همانند مدل پایه تحلیل پوششی داده‌ها خواهد بود.

هر چه مقدار h کاهش پیدا کند، بدین معناست که تصمیم گیرندگان دقت و احتیاط بیشتری را در ماهیت داده‌ها در نظر گرفته‌اند. بر این اساس امتیاز بلوغ هر واحد تصمیم در یک پیوستار قرار خواهد گرفت که در این پژوهش مدل طراحی شده به ازای سه درجه احتمال $h\in\{0,\ 0.5,1\}$ مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین به ازای هر یک از این درجات احتمال h، سه امتیاز بلوغ به عنوان حالت خوشبینانه، میانه و بد بینانه قابل گزارش می‌باشد. همچنین، برای محاسبه مقدار g_c در مدل (٦)، همانند جو [۱۷]، می‌بایست ابتدا مقدار e را از طریق معادله $e=max_{\,j=1\ldots n}\,(max_{\,j=1\ldots s}\, b_{ic}\,/\,X_{ic})$ محاسبه و سپس با جایگذاری مقدار e در مدل (۷) ، مقدار .g برای هر DMU محاسبه خواهد شد.

$$g_{.} = \max \sum_{g_1=1}^{I} \hat{V}_{g_1} b_{g_1 .}$$

مدل (۷)

$$\sum_{g_1=1}^{I} \hat{V}_{g_1}\left(X_{g_1 .} - (1-h)b_{g_1 .}\right) = 1 - (1-h) * e$$

$$\sum_{g_1=1}^{I} \hat{V}_{g_1}\left(X_{g_1 c} + (1-h)b_{g_1 c}\right) \leq 1 + (1-h) * e$$

همانطور که ملاحظه می‌گردد، مدل فوق، فرم عمومی می‌باشد به نحوی که دارای ورودی مرحله اول، خروجی مرحله اول (ورودی مرحله دوم) و خروجی مرحله دوم می‌باشد. حال بر اساس این مدل می‌توان فرم خاصی از این مدل را برای سنجش بلوغ بودجه استفاده کرد به نحوی که فرض تحلیل پوششی داده‌ها با ورودی ثابت در مرحله اول اعمال شده باشد به نحوی که عبارت $\sum_{i=1}^{I} \hat{V}_{g_1} X_{g_1 c}$ به عنوان ثابت و برابر با یک در نظر گرفته شده و در مدل جایگزین می‌شود [۱۲]. بر این اساس مدل شاخص ترکیبی سنجش بلوغ PBB مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای چندلایه فازی[۱] مربوط به این تحقیق به شرح زیر خواهد بود:

مدل (۸)

$$E_c = \max \lambda_1 \sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1}\left(Y_{f_1 c} - (1-h)\alpha_{f_1 c}\right) + \lambda_2 \sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1}\left(Y_{f_1 c} + (1-h)\alpha_{f_1 c}\right)$$

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1}\left(Y_{uf_1 j} + (1-h)a_{f_1 j}\right) \leq 1, \qquad P^{(k-1)}_{f_{k-1}\ f_k \in A^{(k)}_{f_k}} = \frac{\sum^{S}_{f_1 \in A^{(k-1)}_{f_{k-1}}} \hat{U}_{f_1}}{\sum^{S}_{f_1 \in A^{(k)}_{f_k}} \hat{U}_{f_1}}$$

$$\sum_{h_1=1}^{S} \hat{W}_{h_1}\left(Z_{h_1 j} + (1-h)d_{h_1 j}\right) \leq 1, \qquad R^{(n-1)}_{h_{n-1}\ h_n \in C^{(n)}_{h_n}} = \frac{\sum^{S}_{h_1 \in C^{(n-1)}_{h_{n-1}}} \hat{W}_{h_1}}{\sum^{S}_{h_1 \in C^{(n)}_{h_n}} \hat{W}_{h_1}}$$

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1}\left(Y_{uf_1 j} + (1-h)a_{f_1 j}\right) - \sum_{h_1=1}^{S} \hat{W}_{h_1}\left(Z_{h_1 j} + (1-h)d_{h_1 j}\right) \leq 0, \qquad \sum_{f_1 \in A^{(k)}_{f_k}} \hat{U}_{f_1} = U_{f_k}$$

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1}\left(Y_{uf_1 j} - (1-h)a_{f_1 j}\right) - \sum_{h_1=1}^{S} \hat{W}_{h_1}\left(Z_{h_1 j} - (1-h)d_{h_1 j}\right) \leq 0, \qquad \sum^{S}_{h_1 \in C^{(n)}_{h_n}} \hat{W}_{h_1} = W_{h_n}$$

$$; \qquad P^{(k)}_{f_k\ f_k \in A^{(k+1)}_{f_{k+1}}} \geq \xi; \qquad R^{(n-1)}_{h_{n-1}\ h_n \in C^{(n)}_{h_n}} \geq \xi; \qquad \hat{U}_{f_1}, \hat{W}_{h_1} \geq \xi^{(k-1)} \varepsilon U_{f_k}, W_{h_n} \geq \varepsilon$$

---

۱ -Fuzzy Multiple-layer Network DEA based- CI model

که در این مدل، امتیاز کارایی نسبی هر واحد تصمیم بصورت عدد فازی مثلثی و در سه حالت خوشبینانه، میانه و بدبینانه به شرح زیر قابل تعریف خواهد بود:

$$Fuzzy\ CI = \left[\sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rc} - (1-h)\alpha_{rc})\,, U_r Y_{rc}\,, \sum_{r=1}^{S} U_r(Y_{rc} + (1-h)\alpha_{rc})\right]$$

بدین ترتیب مدل (۸) کاملا منطبق بر مدل مفهومی بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد آذر و امینی [٤] بوده به نحوی که هر سه ویژگی ساختار دومرحله‌ای فرآیندها، ساختار سلسله مراتبی معیارها و جنس کیفی داده‌ها را نیز در نظر گیرد و می‌توان از طریق نرم افزار LINGO۱۳٫۰ کدنویسی و حل گردد. نتایج حل مدل در بخش بعد ارائه شده است.

۵- یافته‌های پژوهش

پس از انجام مدلسازی، حال لازم است داده‌های مورد نیاز برای حل مدل اصلی تحقیق (۸) جمع‌آوری شده و آماده‌سازی داده‌ها انجام شود. به منظور جمع‌آوری داده‌های مربوط به معیارهای مختلف مدل تحقیق، دو فرم پرسشنامه مورد استفاده قرار گرفت. که پرسشنامه اول بر اساس طیف لیکرت، به جمع آوری اطلاعات مربوط به بخش قابلیت‌ها پرداخته و پرسشنامه دوم دارا دو قسمت کمی و کیفی بوده به نحوی که اطلاعات کمی آن از طریق دیوان محاسبات کل کشور احصاء گردده و بخش کیفی آن نیز توسط ارزیابان تکمیل شده است.

پس از احصاء اطلاعات، به منظور آماده‌سازی داده‌ها، ابتدا داده‌های کیفی بر اساس منطق شن و همکاران [۱۲] به صورت یک عدد فازی مثلثی تنظیم شده است. بر این اساس، مقدار مرکز و برش α_{rj} برای هر داده کیفی $\tilde{Y}_{rj} = (\tilde{Y}_{rj}, \alpha_{rj})$ بر اساس رویکرد شن و همکاران [۲۰] به شرح جدول زیر خواهد بود: $\{5:(\frac{5}{5},\frac{1}{5}), 4:(\frac{4}{5},\frac{1}{5}), 3:(\frac{3}{5},\frac{1}{5}), 2:(\frac{2}{5},\frac{1}{5}), 1:(\frac{1}{5},\frac{1}{5})\}$.

بر این اساس برای داده‌های کیفی از طیف لیکرت، علاوه بر تعریف برش نرمالایز α_{rj}، عدد مرکز نیز نرمالایز شده است. در گام دوم نیز داده‌های کمی از طریق روش DTR[۱] نرمالایز شده‌اند. مزیت این روش بی‌مقیاس نمودن معیارها و همچنین هم‌جهت کردن آنها می‌باشد[۳۵]. همچنین در محاسبه نمره شاخص بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، دستگاه‌های مختلف ارزیابی خواهند شد و تا به سازمان‌ها و دستگاه‌های برتر تندیس‌هایی در قالب تندیس بلورین،

---

۱ -Distance to a reference

تندیس طلایی، تندیس نقره ای، تندیس برنزی و همچنین لوح شایسته تقدیر ارائه گردد. قبل از حل مدل، لازم به ذکر است در محاسبه نمره بلوغ، سازمانی موفق به کسب بالاترین نمره یا به عبارتی دیگر تندیس بلورین خواهد شد که در تمامی بخش‌ها از موفقیت اجرا برخوردار بوده باشد. در حالی که رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، با مقایسه واحدهای تصمیم، نمره نسبی بلوغ را گزارش خواهد کرد. بنابراین ممکن است پس از حل مدل، یکی از واحدهای تصمیم به عنوان واحد تصمیم کارا معرفی شود در حالی که به لحاظ برخی از زیر سیستم‌ها هنوز به بلوغ کافی نرسیده باشد و تنها بخاطر اینکه در مقایسه با سایر واحدها از وضعیت بهتری برخوردار بوده به عنوان واحد کارا معرفی شده است. همچنین دسته‌بندی واحدهای تصمیم پس از محاسبه‌ی نمره بلوغ، ممکن است دچار اختلاف سلیقه شده و دسته‌بندی سازمان‌ها را با مشکل مواجه کند.

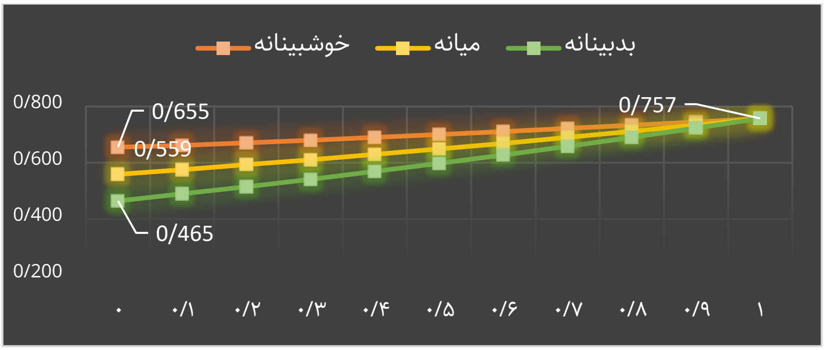
به منظور رفع این مشکل، به ازای هر تندیس و لوح تقدیر، یک واحد تصمیم مجازی با عنوان آن تندیس تعریف گردیده و به مدل اضافه می‌گردد (جمعا ٤ تندیس و یک لوح تقدیر)؛ که البته نمرات این واحد بر اساس نظرات کارشناسان خبره امر بودجه‌ریزی تعیین می‌گردد. بدین معنا که بطور مثال برای واحد مجازی تندیس بلورین، پرسشنامه‌ی معیارها و زیر معیارهای بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در اختیار خبرگان قرار گرفته و حد نصاب امتیازی برای اطلاق واژه کاملا بالغ یا تندیس بلورین به واحدهای تصمیم مجازی تندیس بلورین مشخص می‌گردد. برای سایر واحدهای مجازی نیز این کار انجام می‌پذیرد. به این ترتیب، استاندارد یا حد نصاب امتیاز معیارها و زیرمعیارها برای دریافت تندیس بلورین، طلایی، نقره ای، برنزی و لوح تقدیر قبل از حل مدل و توسط خبرگان مشخص شده و حد نصاب نمره شاخص بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد برای هر تندیس پس از حل مدل *DEA* و توسط مدل محاسبه خواهد شد. جدول زیر گزارشی کامل از نتایج مربوط به حل مدل شماره (٨) بر اساس امتیاز کل شاخص بلوغ بودجه، امتیاز اجزاء (شامل بخش قابلیت‌ها و نتایج) می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌گردد، مدل برای هر یک از سطوح عدم اطمینان h، به ازای {۰, ۰٫۵, ۱}=h، حل شده است. با توجه به منطق دیفازی کردن مدل فازی، برای هر سطح از h نیز یک امتیاز کارایی فازی مثلثی ارائه شده است که در ستونهای مختلف جدول زیر ملاحظه می‌گردد. همچنین جهت ملاحظه رتبه‌بندی و انجام تحلیل های بعدی، سناریوی $h=۰٫۵$ و حالت خوشبینانه انتخاب و رتبه‌بندی DMU ها

انجام پذیرفت. همانطور که اشاره شد، در مدل فوق، h بیانگر درجه احتمال قطعیت در مدل فازی می‌باشد که از سوی تصمیم گیرندگان تعیین می‌گردد. با توجه به گستردگی نتایج، نتایج مدل به ازای h=۰٫۵ مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. اگرچه بسته به میزان دقت و احتیاط تصمیم گیرندگان در ماهیت داده‌ها، دو سناریوی دیگر (h=۰ و h=۱) نیز می‌تواند مورد تحلیل قرار گیرد. بر این اساس به ازای $h=0.5$، سه امتیاز بلوغ به عنوان حالت خوشبینانه، میانه و بدبینانه قابل گزارش می‌باشد. همانطور که در جدول زیر نیز ملاحظه می‌گردد، امتیاز فازی شاخص بلوغ بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد برای واحد تصمیم تندیس بلورین معادل {۰٫۸۱۸, ۰.۹۰۹,۱} بوده که بیشترین مقدار را بین سایر DMU ها کسب کرده است. هیچ واحد تصمیم دیگری نتوانسته است امتیازی مشابه با واحد مجازی تندیس بلورین کسب کند. دومین واحد تصمیم که پس از واحد تصمیم تندیس بلورین بیشترین نمره شاخص بلوغ بودجه‌ریزی را کسب کرده است واحد تصمیم تندیس طلایی می‌باشد. امتیاز شاخص بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد این واحد در سناریوی مورد تحلیل (به ازای h=۰٫۵ و سه امتیاز فازی مثلثی) نیز معادل {۰٫۸۱۲, ۰٫۹۰۳, ۰٫۹۹٤} می‌باشد. بدین معنا که هر کدام از DMU ها که بتوانند امتیاز شاخص بلوغ PBB برابر یا بیشتر از آن را کسب کنند، استحقاق دریافت تندیس طلایی بلوغ PBB را خواهند داشت. به همین ترتیب حد نصاب لازم برای کسب تندیس نقره‌ای معادل {۰٫۶۳۳, ۰٫۷۲٤, ۰٫۸۱٥}، حد نصاب تندیس برنزی معادل {۰٫٤٥۲, ۰٫٥٦٦, ۰٫۷۰۷} و همچنین حدنصاب اعطای لوح شایسته تقدیر معادل {۰٫٤۱۷, ۰٫٥٥۸, ۰٫٦۹۹} می‌باشد. به منظور رتبه‌بندی دقیق‌تر واحدها تصمیم، به ازای h=۰٫۵، امتیازات حالت خوشبینانه را در نظر بگیرید. همانطور که در ستون دوم نیز ملاحظه می‌گردد، هیچ DMU نتوانسته حدنصاب تندیس طلایی و تندیس نقره‌ای را کسب کند. اما DMU شماره ۳ و ۷ به ترتیب با کسب امتیازات ۰/۷٤۸ و ۰/۷۲۷ موفق شده‌اند حد نصاب لازم برای اخذ تندیس برنزی (امتیاز فازی در حالت خوشبینانه معادل ۰/۷۰۷ می‌باشد) را کسب نمایند. همچنین با توجه به حدنصاب واحد تصمیم لوح تقدیر که معادل با ۰/۶۹۹ می‌باشد، دو DMU دوم و ششم به ترتیب با کسب امتیازات ۰/۷۰۱ و ۰/۷ حایز دریافت لوح تقدیر شده‌اند. سایر واحدهای تصمیم (DMU های ٤، ٥، ۸، ۹ و ۱۰) نیز با توجه به اینکه امتیاز شاخص بلوغ بودجه‌ریزی شان کمتر از حد نصاب شایسته تقدیر بود، هیچگونه تندیس یا لوح تقدیری دریافت نکردند.

جدول ۳: امتیاز بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در کل و اجزاء (قابلیت‌ها و نتایج)

DMU	امتیاز شاخص ترکیبی کل				
	Opt, *h*=۰٫۵	رتبه	*h* = ۰	*h* = ۰,۵	*h* = ۱
تندیس بلورین	۱	۱	{۰,۶۶۶, ۰,۸۳۳, ۱}	{۰,۸۱۸, ۰,۹۰۹, ۱}	{۱, ۱, ۱}
طلایی	۰.۹۹۴	۲	{۰,۶۶۰, ۰,۸۲۷, ۰,۹۹۴}	{۰,۸۱۲, ۰,۹۰۳, ۰,۹۹۴}	{۰,۹۹۳, ۰,۹۹۳, ۰,۹۹۳}
نقره ای	۰.۸۱۵	۳	{۰,۴۹۷, ۰,۶۶۳, ۰,۸۳۰}	{۰,۶۳۳, ۰,۷۲٤, ۰,۸۱۵}	{۰,۷۹۷, ۰,۷۹۷, ۰,۷۹۷}
DMU۰۳	۰.۷٤۸	٤	{۰,٤۳٤, ۰,۶۰۱, ۰,۷۶۸}	{۰,۵۶۶, ۰,۶۵۷, ۰,۷٤۸}	{۰,۷۲٤, ۰,۷۲٤, ۰,۷۲٤}
DMU۰۷	۰.۷۲۷	۵	{۰,۵۱۳, ۰,۵۸٤, ۰,۶۶۰}	{۰,۶۵۱, ۰,۶۸۹, ۰,۷۲۷}	{۰,۸۱۶, ۰,۸۱۶, ۰,۸۱۶}
برنزی	۰.۷۰۷	٦	{۰,۳۳۱, ۰,٤۹۸, ۰,۷٤۳}	{۰,٤۵۲, ۰,۵۶۶, ۰,۷۰۷}	{۰,۶۵۹, ۰,۶۵۹, ۰,۶۵۹}
DMU۰۲	۰.۷۰۱	۷	{۰,٤۶۵, ۰,۵۵۹, ۰,۶۵۵}	{۰,۵۹۸, ۰,۶٤۹, ۰,۷۰۱}	{۰,۷۵۸, ۰,۷۵۸, ۰,۷۵۸}
DMU۰٦	۰.۷۰۰	۸	{۰,٤۶٤, ۰,۵۵۸, ۰,۶۵۵}	{۰,۵۹۷, ۰,۶٤۸, ۰,۷۰۰}	{۰,۷۵۷, ۰,۷۵۷, ۰,۷۵۷}
شایسته تقدیر	۰.۶۹۹	۹	{۰,۲۶۸, ۰,٤۸۹, ۰,۷۳۶}	{۰,٤۱۷, ۰,۵۵۸, ۰,۶۹۹}	{۰,۶۵۰, ۰,۶۵۰, ۰,۶۵۰}
DMU۰٤	۰.۶۹۶	۱۰	{۰,۲٤۰, ۰,٤۸۶, ۰,۷۳۳}	{۰,٤۱٤, ۰,۵۵۵, ۰,۶۹۶}	{۰,۶٤۷, ۰,۶٤۷, ۰,۶٤۷}
DMU۰۸	۰.۶۶۹	۱۱	{۰,٤٤۷, ۰,۵۲۹, ۰,۶۵۲}	{۰,۵۷۹, ۰,۶۱۷, ۰,۶۶۹}	{۰,۷۳۷, ۰,۷۳۷, ۰,۷۳۷}
DMU۱۰	۰.۶۶۸	۱۲	{۰,٤٤۶, ۰,۵۲۹, ۰,۶۵۲}	{۰,۵۷۸, ۰,۶۱۶, ۰,۶۶۸}	{۰,۷۳۶, ۰,۷۳۶, ۰,۷۳۶}
DMU۰۵	۰.۶۵۸	۱۳	{۰,٤۲۶, ۰,۵۲۹, ۰,۶۵۳}	{۰,۵۵۶, ۰,۶۰۱, ۰,۶۵۸}	{۰,۷۱۲, ۰,۷۱۲, ۰,۷۱۲}
DMU۰۹	۰.۶۲۲	۱٤	{۰,۳۲۰, ۰,٤۸۷, ۰,۶۵۳}	{۰,٤٤۰, ۰,۵۳۱, ۰,۶۲۲}	{۰,۵۸۵, ۰,۵۸۵, ۰,۵۸۵}

نمودار ۲ بیانگر امتیاز فازی شاخص بلوغ بودجه برای DMU ششم می‌باشد که به ازای سطوح مختلف h ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد با افزایش سطح اطمینان h از صفر به یک، بازه امتیاز فازی (امتیاز حد بالا منهای امتیاز حد پایین) کاهش پیدا خواهد کرد به نحوی که در سطح h=۱ که حاکی از اطمینان کامل دارد، این بازه امتیاز به صفر رسیده است. به این ترتیب هرچه عدم اطمینان تصمیم گیران بیشتر باشد (هرچه h به سمت صفر میل کند)، تفاوت بین امتیاز حالت خوشبینانه و بدبینانه بیشتر خواهد شد. که این خود تأییدی بر صحت دیفازی کردن مدل فازی می‌باشد.

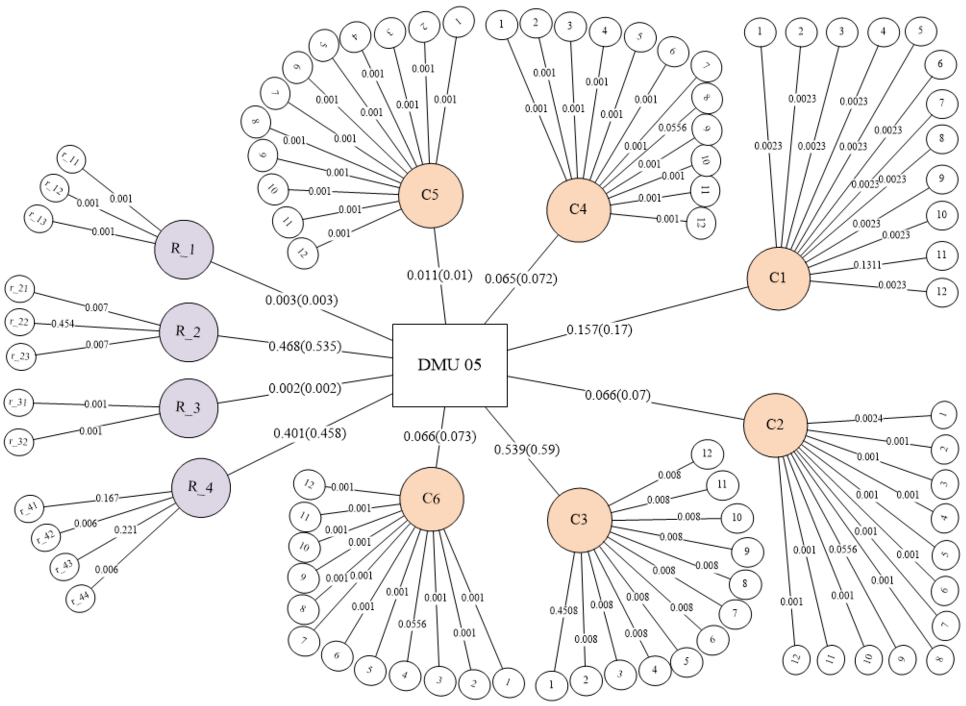


نمودار ۲: امتیاز فازی شاخص بلوغ *PBB* در *DMU* ششم به ازای سطوح مختلف h

۴-۱- تحلیل وزن معیارها و زیر میعارها

بهره‌گیری از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای چندلایه فازی علاوه بر اطلاعاتی همچون رتبه واحدها و امتیاز شاخص بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد و تعیین سطح بلوغ هر واحد که در جدول فوق نیز به آن اشاره شد، اطلاعات بسیار کاربردی دیگری همچون وزن معیارها و زیرمعیارها برای هر DMU را در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار خواهد داد. نمودار زیر بیانگر وزن معیارها و زیر معیارهای بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در DMU ششم را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای چندلایه فازی (مدل ۸)، محاسبه‌ی مستقیم وزن معیارها و زیر معیارها برای هر واحد تصمیم توسط خود مدل می‌باشد. همانطور که در شکل نیز ملاحظه می‌گردد، برای هر واحد تصمیم یا DMU وزن شش معیار بخش قابلیت‌ها و چهار عامل بخش نتایج قابل گزارش بوده و علاوه بر وزن این معیارهای اصلی، سهم (اعداد داخل پرانتز بیانگر سهم هر معیار از امتیاز شاخص می‌باشند) هر کدام در تعیین امتیاز شاخص بلوغ PBB نیز ارائه شده است. بر اساس مطالعه شن و همکاران [۱۲] وزن تخصیص یافته به هر معیار را میتوان به عنوان درجه اهمیت آن معیار برای آن DMU خاص تفسیر نمود. همچنین وزن هر یک از زیرمعیارها در دو بخش قابلیت‌ها و نتایج نیز قابل گزارش‌گیری می‌باشد. به دلیل حجم گسترده اوزان محاسبه شده برای معیارها و زیر معیارهای هر یک از DMU ها، در ادامه تنها به ذکر یک نمونه بسنده خواهد شد.

بطور مثال سناریوی h=۰،۵ و حالت میانه را برای DMU شماره ۵ در نظر بگیرید. مجموعه اوزان لایه های اول و دوم برای این DMU معادل شکل زیر می‌باشد:



نمودار ۳: نمونه‌ای از وزن (سهم) معیارها و زیر معیارها در یکی از واحدهای تصمیم

در بخش قابلیت‌ها (که در شکل فوق با دایره‌های قرمز و با حرف C مشخص شده‌اند)، معیارها یا زیرسیستم‌های "مدیریت فرآیند و مستندسازی" و "برنامه‌ریزی" به ترتیب با اوزان ۰/۵۳۹ و ۰/۱۵۷ به ترتیب بیشترین وزن را در بین معیارها بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بر اساس مطالعه شن و همکاران [۱۲ ۲۰]، سهم این دو معیار در کسب این امتیاز بلوغ به ترتیب ۵۹٪ و ۱۷ ٪ می‌باشد. این سهم‌ها بیانگر آن است که دو زیرسیستم یا دو معیار در کسب امتیاز بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در این DMU، از اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها برخوردارند. در لایه دوم یا به عبارتی دیگر زیرمعیارهای هر معیار نیز تحلیلی مشابه تحلیل لایه اول قابل ارائه می‌باشد.

در بخش نتایج (که در شمل فوق با دایره‌های بنفش و با حرف R مشخص شده‌اند) نیز، معیارهای انضباط بودجه‌ای با ۰/٤٦٣ و استفاده از اطلاعات عملکردی در تدوین بودجه با ۰/٤۰۱ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند که سهم این دو معیار در تحقق امتیاز بلوغ بودجه این DMU نیز به ترتیب ۰/۵۳۵ و ۰/٤۵۸ می‌باشند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

تخصیص منابع در سازمان‌های دولتی و شرکت‌های خصوصی، یکی از مهمترین دغدغه‌های تصمیم‌گیران است. اگرچه بهره‌گیری از بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به عنوان یکی از روش‌های مدیریت بهینه منابع آغاز شده است، اما میزان پیشرفت آن در ایران رضایت‌بخش نیست. به منظور پایش میزان پیشرفت در استقرار نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف، مدل‌های مختلفی به سنجش بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد پرداخته‌اند که نمره نهایی بلوغ هر سازمان در اکثر این مدل‌ها از طریق میانگین وزنی زیرشاخص‌های مرتبط و انجام تحلیل های آماری محاسبه خواهد شد. اگرچه مطالعات مختلفی در زمینه ساخت شاخص ترکیبی بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها در حوزه های مختلف ارائه شده است، اما در حوزه بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد مطالعه‌ای که مبتنی بر رویکردهای بهینه‌سازی به ارزیابی بلوغ بپردازد، یافت نشده است.

آنچه در این مطالعه به آن پرداخته شده است، طراحی مدلی می‌باشد که ارزیابی عملکرد را اولا بر اساس رویکرد بهینه‌سازی انجام داده، ثانیا بتواند کاملا منطبق بر مدل دو مرحله‌ای بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد بوده، ثالثا بتواند ساختار سلسله مراتبی موجود در معیارها را نیز لحاظ نماید. همچنین چهارمین ویژگی این مدل، بهره‌گیری از منطق فازی در مواجهه با داده‌های کیفی برخی معیارها و زیر معیارها می‌باشد. و این اختیار را به تصمیم‌گیران می‌دهد تا متناسب با سطح عدم قطعیت مورد انتظار خود یا همان *h*، سناریوی مورد نظر خود را اجرا و نتایج را تحلیل نمایند. در این تحقیق مدل تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای چندلایه فازی به ازای سه سطح از عدم قطعیت شامل h={۰, ۰،۵, ۱} و در سه حالت خوشبینانه، میانه و بدبینانه، حل و نتایج ارائه گردید. آنچه در نظامات بلوغ بخصوص نظام بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد حائز اهمیت است، طبقه‌بندی سازمان‌ها بر اساس جوایز بلوغ می‌باشد. در این

پژوهش با اضافه کردن واحدهای تصمیم مجازی، حد نصاب هر سطح از جوایز بلوغ مشخص گردیده است.

ملاحظه چهار ویژگی فوق سبب شده تا علاوه محاسبه امتیاز شاخص بلوغ در سطح کل، امتیاز اجزاء نیز بطور مجزا محاسبه گردد. علاوه بر امتیاز شاخص بلوغ در سطوح کلان و سطوح جزء، وزن معیارها و زیرمعیارها بصورت سلسله مراتبی نیز این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان برای هر DMU بطور مجزا بر اساس نقاط قوت و ضعف در معیارها تحلیل عملکرد را ارائه نمود.

یکی از محدودتهای این تحقیق تعداد کم واحدهای تصمیم می‌باشد که با توجه به لزوم استقرار نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در دستگاه‌های مختلف، پیشنهاد می‌گردد، مدل این تحقیق به منظور ارزیابی تمامی دستگاه‌های کشور که از بودجه عمومی استفاده می‌کنند، مورد استفاده قرار گرفته تا علاوه بر بهبود قدرت تفکیک مدل، بتوان در خصوص واحدهای بنچ‌مارک نیز تحلیل دقیقی انجام داد. همچنین به محققان پیشنهاد می‌گردد که یک سیستم پایش و ارزیابی دائمی برای اندازه‌گیری پیشرفت در استقرار سیستم بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در سازمان‌ها و شرکت‌ها ایجاد کنند؛ با تأکید بر در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده‌های کیفی، مدل‌های تحلیلی پیشرفته‌تری را برای ارزیابی و بررسی بلوغ بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد توسعه دهند؛ فرآیندها و روش‌های مناسبی برای طبقه‌بندی سازمان‌ها و شرکت‌ها بر اساس جوایز بلوغ ایجاد کنند، و توصیه‌هایی برای بهبود عملکرد آن‌ها در زمینه‌های مختلف ارائه دهند؛ به لحاظ تکنیکی هم سایر روش‌های مواجهه با داده‌های کیفی همچون مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای، مورد توجه قرار گرفته و نتایج آن با مدل‌های فازی مقایسه شود.

۶- منابع

[۱] Melkers, J. and K. Willoughby, The state of the state: Performance-based budgeting requirement in ٤٧b out of ٥٠. Public Administration Review, ١٩٩٨. ٦١(١): p. ٥٤-٦٤(doi.org/١٠,٢٣٠٧/٩٧٦٨٩١)

[۲] Rostami, Malihe; Azar, Adel; Dehghan Neiri, Mahmoud; Hossein, Safiri. "Dynamic Performance-Based Budgeting Model with Balanced Scorecard Approach (Case Study: A Commercial Bank)", New Research in Decision

Making, Vol. ٥, No. ٣, Autumn ٢٠٢٠, pp. ٨٨-١٢٥(in Persian).(DOR : ٢٠,١٠٠١,١,٢٤٧٦٦٢٩١,١٣٩٩,٥,٣,٤,٩)

[٣] Panahi, A., About the budget bill of ١٣٨٥ in the whole country, ٢٠٠٥, Tehran, Office of Program and Budget Studies, pp. ١ to p. ٢٧, ٢٠٠٥.

[٤] Azar. Adel, Amini. Mhamadreza, Bayat. Karim, Khadivar, Amenah (٢٠١٨)," Presenting a developed Performance Based Budgeting Maturity Model: With focusing on capabilities and results in a mature system ", (in Persian).(Dor: ٢٠,١٠٠١,١,٢٣٢٢٢٠٠,١٣٩٧,٢٢,٤,١٠,٥)

[٥] M.R. Amini, A. Azar, M.D. Nayeri, K. Bayat, Developing a performance-based budgeting maturity model and constructing a DEA-based composite indicator to measure it ' s score, Ind. Eng. Manag. Syst. ١٨ (٢٠١٩) ١٤٤–١٥٤.(doi.org/١٠,٧٢٣٢/iems.٢٠١٩,١٨,١,١٤٣)

[٦] Valipour Khatir, Mohamad; Azar, Adel; Amini, M. R.; Developing performance based budgeting model: organizational excellence approach, ٢١, Issue ٢, ٢٠١٧,pp. ١٧٩-١٩٨. (٢٠,١٠٠١,١,٢٣٢٢٢٠٠,١٣٩٦,٢١,٢,٩,٣)

[٧] Azar, Adel, Bayat, Karim, Khadivar, Amenah, Amirkhani, Tayyebeh (٢٠١٣), "Performance-Based Budgeting Performance Model Report", Third Edition, Performance-Based Budgeting Conference Secretariat (in Persian)

[٨] Jeremy Carter (٢٠١٢), "performance-based budgeting methodology and tools", Neubrain.com., White paper, \\www.neubrain.com

[٩] Shen, Y., (٢٠١٢): "Inter-national Benchmarking of Road Safety Performance and Development using Indicators and Indexes Data Envelopment Analysis based Approaches", PHD. Thesis, Hasselt University, Belgium.

[١٠] Azizi, Hossein; Amirtimouri, Alireza; Kordrostami, Sohrab. "Measuring Decision-Making Units' Worst Performance: Combining Undesirable Outputs and Non-Controllable Inputs in Inaccurate DEA", New Research in Decision Making, Vol. ٣, No. ٢, Summer ٢٠١٨. (in Persian)

[١١] Sevigny, E. L., Meylakhs, P., Feizollahi, M. J., & Amini, M. R. (٢٠٢٠). Development of a global index measuring national policy commitments to HIV prevention and treatment among people who inject drugs. International Journal of Drug Policy, ٨٤, ١٠٢٨٧٧.(doi.org/١٠,١٠١٦/j.drugpo.٢٠٢٠,١٠٢٨٧٧)

[١٢] Shen, Y., Ruan, D., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., Vanhoof, K. (٢٠١١a): Modeling qualitative data in data envelopment analysis for composite indicators. Int. J. Syst. Assur Eng Manag ٢(١), ٢١–٣٠.(doi: ١٠,١٠٠٧/s١٣١٩٨-٠١١-٠٠٥١-z)

[۱۳] Färe, R., Grosskopf, S. & Hernández-Sancho, F., (۲۰۰٤). Environmental performance: An index number approach, Resource and Energy Economics, Vol. ۲٦, pp. ۳٤۳-۳٥۲.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.reseneeco.۲۰۰۳,۱۰,۰۰۳)

[۱٤] Despotis, D.K.:(۲۰۰٥), Measuring human development via data envelopment analysis: the case of Asia and the Pacific. Omega ۳۳, ۳۸٥–۳۹۰. (doi.org /۱۰,۱۰۱٦/j.omega.۲۰۰٤,۰۷,۰۰۲)

[۱٥] Ramanathan, R., (۲۰۰٦). Evaluating the comparative performance of countries of the Middle East and North Africa: A DEA application, Socio-Economic Planning Sciences, Vol. ٤۰, pp. ۱٥٦-۱٦۷.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.seps.۲۰۰٤,۱۰,۰۰۲)

[۱٦] Zhou, P., Ang, B.W. & Poh, K.L., (۲۰۰۷). A mathematical programming approach to constructing composite indicators, Ecological Economics, Vol. ٦۲, pp. ۲۹۱-۲۹۷. (doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.ecolecon.۲۰۰٦,۱۲,۰۲۰)

[۱۷] Cherchye, L., Lovell, C.A.K., Moesen, W., & van Puyenbroeck, T., (۲۰۰۷). One market, one number? A composite indicator assessment of EU internal market dynamics, European Economic Review, Vol. ٥۱, pp. ۷٤۹-۷۷۹.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.euroecorev.۲۰۰٦,۰۳,۰۱۱)

[۱۸] Cherchye, L., Moesen, W., Rogge, N., van Puyenbroeck, T., Saisana, M., Saltelli, A., Liska, R. & Tarantola, S., (۲۰۰۸). Creating composite indicators with DEA and robustness analysis: The case of the technology achievement index, Journal of the Operational Research Society, Vol. ٥۹, pp. ۲۳۹-۲٥۱.(doi.org/۱۰,۱۰٥۷/palgrave.jors.۲٦۰۲٤٤٥)

[۱۹] Hermans, E., (۲۰۰۹). A Methodology for Developing a Composite Road Safety Performance Index for Cross-country Comparison, PhD Dissertation, Hasselt University, Hasselt.(hdl.handle.net/۱۹٤۲/۱۰۲۳۲)

[۲۰] Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D,, Wets, G., Brijs, T., & Vanhoof, K. (۲۰۱۱b). A generalized multiple layer data envelopment analysis model for hierarchical structure assessment: A case study in road safety performance evaluation. Expert Systems with Applications,۳۸(۱۲).(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۱۱,۰٥,۰۷۳)

[۲۱] Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G.(۲۰۱٤) Fuzzy Data Envelopment Analysis in Composite Indicator Construction, A. Emrouzinejad and M. Tavana, Performance Measurement with Fuzzy Data Envelopment Analysis, Studies in Fuzziness and Soft Computing, Chapter ٤.(DOI:۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-٦٤۲-٤۱۳۷۲-۸-٤)

[۲۲] Amini, M. R., Azar, A., Eskandari, H., & Wanke, P. F. (۲۰۲۱). A generalized fuzzy Multiple-Layer NDEA: An application to performance-based budgeting. Applied Soft Computing, ۱۰۰, ۱۰٦۹۸٤. (doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asoc.۲۰۲۰,۱۰٦۹۸٤)

[۲۳] Zalatar, W. F., & Clark, E. E. (۲۰۲۰). A Multiple Layer DEA Model for Evaluating Corporate Sustainable Performance Using Lean Manufacturing Practices. In ۲۰۲۰ IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)pp. ۱۸۰–۱۸٤. (DOI:۱۰,۱۱۰۹/IEEM٤٥٠٥٧,۲۰۲۰,۹۳۰۹۹٥٦)

[۲٤] Shen, Y., Hermans, E., Bao, Q., Brijs, T., & Wets, G. (۲۰۲۰). Towards better road safety management: Lessons learned from inter-national benchmarking. Accident Analysis & Prevention, ۱۳۸, ۱۰٥٤۸٤.(DOI: ۱۰,۱۰۱٦/j.aap.۲۰۲۰,۱۰٥٤۸٤)

[۲٥] Babaee, S., Toloo, M., Hermans, E., & Shen, Y. (۲۰۲۱). A new approach for index construction: The case of the road user behavior index. Computers & Industrial Engineering, ۱٥۲, ۱۰٦۹۹۳.(Doi: ۱۰,۱۰۱٦/j.cie.۲۰۲۰,۱۰٦۹۹۳)

[۲٦] Barhoum, A., & Behnood, H. R. (۲۰۲۱). Composite performance indicators for helmet and seat-belt enforcement as imprecise data. Traffic Injury Prevention, ۲۲(۳), ۲۳۰–۲۳٥. (Doi ۱۰,۱۰۸۰/۱٥۳۸۹٥۸۸,۲۰۲۱,۱۸۷۷۲۷۷)

[۲۷] Färe, R. And S. Grosskopf. (۲۰۰۰). "Network DEA." Socio-Economic Planning Sciences ۳٤, ۳٥-٤۹. (doi.org/۱۰,۱۰۱٦/S۰۰۳۸-۰۱۲۱(۹۹)۰۰۰۱۲-۹)

[۲۸] Sexton TR, Lewis HF. (۲۰۰۳) Two-stage DEA: an application to major league baseball. Journal of Productivity Analysis; ۱۹(۲/۳):۲۲۷-٤۹. (DOI:۱۰,۱۰۲۳/A:۱۰۲۲۸٦۱٦۱۸۳۱۷)

[۲۹] Lewis, H. F. And T. R. Sexton. (۲۰۰٤). " Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure", Journal of Computers and Operations Research, Vol. ۳۱, Issue ۹, pp. ۱۳٦٥ – ۱٤۱۰.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/S۰۳۰٥-۰٥٤۸(۰۳)۰۰۰۹٥-۹)

[۳۰] Wanke, P, Barros, C. (۲۰۱٤), Tw stage DEA: An application to major Brazilian banks, Expert Systems with Application, Vol. ٤۱, pp. ۲۳۳۷-۲۳٤٤.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۱۳,۰۹,۰۳۱)

[۳۱] Meng, W., Zhang, D., Qi, L. & Liu, W., (۲۰۰۸). Two-level DEA approaches in research evaluation, Omega, International Journal of Management Science, Vol. ۳٦, pp. ۹٥۰-۹٥۷. (DOI:۱۰,۱۰۱٦/j.omega.۲۰۰۷,۱۲,۰۰٥)

[۳۲] Kao, C., (۲۰۰۸). A linear formulation of the two-level DEA model, Omega, International Journal of Management Science, Vol. ۳٦, pp. ۹٥۸-۹٦۲.(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.omega.۲۰۰۸,۰۱,۰۰۲)

[۳۳] Shen, Y., Hermans, E., Ruan, D,, Wets, G., Brijs, T., & Vanhoof, K. (۲۰۱۱b). A generalized multiple layer data envelopment analysis model for hierarchical structure assessment: A case study in road safety performance evaluation. Expert Systems with Applications,۳۸(۱۲).(doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.eswa.۲۰۱۱,۰٥,۰۷۳)

[٣٤] Gou, P., Tanaka, H., (٢٠٠١), "Fuzzy DEA: a perceptual evaluation method", Fuzzy Sets and Systems, Vol. ١١٩, pp. ١٤٩-١٦٠.(doi.org/١٠,١٠١٦/S٠١٦٥-٠١١٤(٩٩)٠٠١٠٦-٢)

[٣٥] Gou, P., (٢٠٠٩), "Fuzzy data envelopment analysis and its application to location problems", Journal of Information Sciences, Vol. ١٧٩, pp. ٨٢٠-٨٢٩. (doi.org/١٠,١٠١٦/j.ins.٢٠٠٨,١١,٠٠٣)

[٣٦] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).(٢٠٠٨), Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide, OECD, Paris. Www.oecd.org/publishing/corrigenda (DOI:١٠,١٧٨٧/٥٣٣٤١١٨١٥٠١٦)