

خوشه بندی و رتبه بندی پیمانکاران با استفاده از مدل های خوشه بندی و ویکور (مطالعه موردی: مسکن مهر شهر جدید هشتگرد)

مهدی نصراللهی* - استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
محمد مهدی مظفری - استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

چکیده

مدیریت بر اجرای طرح های مسکن مهر که نیازمند سرعت عمل بسیار زیاد و در حجم گسترده است تنها با دریافت و پردازش صحیح و به موقع داده ها و اطلاعات قابل اعتماد محقق خواهد شد. برنامه ریزی های بلند مدت مدیران در تمامی سطوح پروژه های مسکن مهر که مسیر حرکت و نحوه ی عملکرد کلیه ی دست اندرکاران طرح مسکن مهر را تعیین می کند بر مبنای تحلیل داده های موجود انجام می شود. شرکت عمران شهر جدید هشتگرد به عنوان یکی از بزرگترین متولیان طرح مسکن مهر در سطح کشور است و بنابراین اعمال مدیریت صحیح بر اجرای پروژه ها در این شهر بسیار حیاتی می باشد. با توجه به اینکه بیش از ۸۰ پروژه ی مسکن مهر در شهر جدید هشتگرد در حال اجرا می باشد و با عنایت به اینکه عقد تفاهم نامه ها و شروع کار بیشتر مجریان پروژه ها در یک فرصت زمانی اندک صورت گرفته است بنابراین کسب اطلاعات صحیح در خصوص پیمانکاران و پروژه ها جهت اعمال سیاست های بلند مدت و اتخاذ رویه های یکپارچه بسیار حیاتی می باشد. در این تحقیق، ابتدا داده های مناسب در خصوص این پیمانکاران جمع آوری گردید و سپس با استفاده از روش های تحلیل خوشه ای تلاش شد تا یک خوشه بندی مناسب از پیمانکاران انجام گیرد و با اعتبار سنجی از صحت نتایج بدست آمده اطمینان حاصل شد. در نهایت با بکارگیری روش ویکور رتبه بندی پیمانکاران انجام شد.

واژگان کلیدی: مسکن مهر، خوشه بندی، رتبه بندی، شهر جدید هشتگرد، ارزیابی پیمانکار.

Clustering and ranking contractors using data mining algorithm and VIKOR (Case study: Mehr housing Hashtgerd New Town)

Abstract

The construction management of Mehr Housing projects, which has an increasing volume and is required to high speed, can be appropriately possible just through receiving and processing the reliable data and information on the right time. Long-term programs, which have been made by managers and can determine the whole levels of Mehr Housing projects, their executive process and the people's operation who are involved in Mehr Housing project, are entirely on the basis of existing data mining. Hashtgerd New Town Development Corporation is one of the most fundamental administrators of Mehr Housing project throughout the country and therefore, an efficient construction management is essential to execute the projects in this town. Considering the fact that more than 80 projects of Mehr Housing project are being executed in Hashtgerd New Town and regarding that the memoranda of understanding have been contracted and operated in a short time, assembling the appropriate information in the field of contractors and projects is fundamental to apply the long-term policies and coherent methods. To cluster the contractors of Mehr Housing projects in this research, firstly the required data has been collected with regard to these contractors and then they have been clustered through cluster analysis method. Correctness of achieved findings has been certified through validation methods. Finally, contractors have been ranked in every cluster by VIKOR as a multiple criteria decision-making method.

Key Words: Mehr Housing, Clustering, Ranking, Hashtgerd New Town, Contractor Evaluation

بررسی سوابق و یا با معرفی توسط تعاونی های مسکن مهر انتخاب شده اند. با توجه به اینکه طرح مسکن مهر با سرعت زیاد آغاز شد و هیچ تجربه ای درخصوص اجرای چنین طرح عظیمی از ساخت مسکن وجود نداشت بنابراین تمام شیوه های اجرای کار ابتکاری بوده اند و مشکلات پیش بینی نشده ای بروز کرده اند. یکی از مهمترین مشکلات ایجاد شده، عدم توانمندی برخی پیمانکاران در انجام تعهدات و تحویل پروژه با رعایت کیفیت و زمان مناسب و در قیمت مصوب است.

برای ساخت این تعداد واحد مسکونی در بازه ی زمانی تقریباً یکساله در شهر جدید هشتگرد نیاز شدیدی به یک شیوه ی مطمئن و جامع جهت دسته بندی پیمانکاران وجود دارد. شیوه های فعلی گزینش پیمانکاران دارای چندین ضعف اساسی هستند: (۱) شیوه ای استاندارد برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران وجود ندارد؛ (۲) با وجود اینکه نقاط ضعف زیادی در اجرای پروژه ها توسط پیمانکاران انتخاب شده با معیار های اولیه مشاهده می شود اما همچنان اعتماد بلند مدت به آنها وجود دارد؛ (۳) پیشنهاد قیمت توسط پیمانکاران مهمترین عامل تصمیم گیری در هنگام انتخاب نهایی است؛ و (۴) در زمان انتخاب پیمانکاران بیش از حد بر تحلیل های ذهنی تکیه می شود (Holt et al, ۱۹۹۴).

از این رو یافتن شیوه ای صحیح و عادلانه جهت انتخاب و دسته بندی پیمانکاران در پروژه های عمرانی ضروری است. بدیهی است که واگذار کردن یک پروژه به یک پیمانکار یکی از مهمترین تصمیماتی است که هر کارفرما اخذ می کند (Holt et al, ۱۹۹۵). تاکید بر کاهش هزینه ها در هنگام انتخاب پیمانکار باید همراه با توجه جدی به توانمندی وی در تامین رضایت کارفرما باشد. رقابت آزادانه میان پیمانکاران می تواند مزایای زیادی را برای کارفرمایان به دنبال داشته باشد. طبیعی است که بهره برداری از این فضای رقابتی یکی از دلایل اصلی استفاده از روش های مختلف انتخاب پیمانکار

حجم ساخت و ساز مسکن از جمله شاخص های اساسی رشد و توسعه در هر کشور محسوب می شود و رکود در بخش مسکن می تواند به رکود اقتصادی کل کشور منجر شود. با تصویب اجرای طرح مسکن مهر توسط دولت نهم در سال ۱۳۸۵ با هدف تامین مسکن برای اقشار کم درآمد، سرعت ساخت و ساز در کشور افزایش چشمگیری پیدا کرد به نحوی که طبق اظهار نظر معاون وزیر مسکن و شهرسازی میزان ساخت مسکن مهر در کشور با کل مسکن ساخته شده در ۳۰ سال گذشته برابری می کند (Fars News, ۲۰۱۱). با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از هزینه های آماده سازی و ایجاد تاسیسات زیربنایی همچون ایجاد خیابان ها در مجموعه های مسکن مهر از طریق دولت و به صورت یارانه به متولیان این طرح پرداخت می گردد، لزوم برنامه ریزی دقیق برای جلوگیری از اتلاف این منابع محدود ضروری به نظر می رسد تا علاوه بر افزایش بهره وری در استفاده از منابع مالی، ارائه امکانات نیز همراه با توسعه ی مسکن صورت پذیرد. شهر جدید هشتگرد به دلیل موقعیت ممتاز جغرافیایی و ظرفیت های بالقوه برای توسعه به عنوان یکی از مکان های اصلی برای اجرای طرح مسکن مهر در نظر گرفته شد. تعداد واحد های مسکونی مهر مصوب در شهر جدید هشتگرد در مرحله اول ۵۰,۰۰۰ واحد بود که تا افق طرح به ۵۵,۰۰۰ واحد افزایش پیدا می کند. وسعت زمین اختصاص یافته به مسکن مهر در شهر جدید هشتگرد ۷۰۰ هکتار و جمعیت پیش بینی شده در افق این طرح بیش از ۳۵۰,۰۰۰ نفر است. طبق اطلاعات گردآوری شده از مدیران شرکت عمران شهر جدید هشتگرد تا پایان بهار سال ۱۳۹۰ برای تعداد ۵۳,۱۴۷ واحد مسکن مهر قرارداد اجاره منعقد گردید و تعاونی ها و انبوه سازانی برای اجرا انتخاب شده اند. تا کنون اکثریت انبوه سازان فعال در طرح مسکن مهر از طریق ارائه ی درخواست مستقیم به شرکت عمران شهر جدید هشتگرد و

می باشد. به علاوه در صورت انتخاب یک پیمانکار نامناسب وضعیت مالی کارفرما نیز دچار مخاطره جدی خواهد شد. بسیاری از ضعف ها قبل از انتخاب پیمانکار وجود دارد و قابل مشاهده است و مشکلات اساسی و بزرگ نیز پس از انتخاب یک پیمانکار نامناسب ایجاد می شوند. در اثر انتخاب پیمانکاران نامناسب، انجام پروژه با اشکالات اساسی روبرو می شود به نحوی که بسیاری از پروژه ها از برنامه های زمانبندی اعلام شده عقب مانده اند و پیمانکاران به دلایل مختلف قادر به جبران عقب ماندگی نیستند (شرکت عمران شهر جدید هشتگرد، ۱۳۹۰). در مجموع به نظر می رسد روش انتخاب پیمانکاران در حالت کلی باید سه معیار مهم را در بر داشته باشد: زمان (تحویل پروژه در زودترین زمان ممکن)؛ هزینه (تحویل پروژه با کمترین هزینه ی ممکن)؛ و کیفیت (تحویل پروژه با بالاترین استانداردها).

در انتخاب پیمانکاران از شیوه های متعدد و متفاوتی استفاده می شود. بر طبق مشاهدات و مصاحبه های انجام گرفته هر یک از تعاونی ها بر اساس معیار های گوناگونی پیمانکار خود را برگزیده اند و حتی در استفاده از نسبت های مالی برای ارزیابی آنها یک روش واحد وجود ندارد. بنابراین تصمیمات نادرست و عدم توجه به روش های علمی و تکنیک های مناسب تصمیم گیری در انتخاب پیمانکاران، زیان های فراوانی را متوجه سازمان ها و جامعه می نماید (اصغری زاده و نصراللهی، ۱۳۸۷). از این رو اغلب پروژه های عمرانی با مشکلاتی مانند افزایش هزینه، تطویل زمان و یا کاهش کیفیت ناشی از عدم انتخاب پیمانکار مناسب و شایسته برای پروژه مورد نظر مواجه هستند. با توجه به این مطالب و در نظر گرفتن این نکته که مدیریت ارزیابی و انتخاب پیمانکار برای واگذاری پروژه ها، یک قسمت اساسی از فرآیند ساخت و ساز است، همچنین لزوم انجام پژوهش های کاربردی جهت رفع مشکلات مختلف پروژه های عمرانی از جمله مشکلات موجود در زمینه مدیریت پروژه، شناسائی ابعاد و عوامل اثر گذار بر

انتخاب و دسته بندی پیمانکاران و استفاده از شیوه های علمی برای مقایسه و خوشه بندی پیمانکاران و در نهایت جلوگیری از به هدر رفتن منابع ملی کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است. تحقیق حاضر برای خوشه بندی پیمانکاران در پروژه های مسکن مهر شهر جدید هشتگرد صورت گرفته و لکن می تواند الگویی جهت کلیه شهرهای جدید کشور، سایر متولیان مسکن مهر، شهرداری ها، وزارت نیرو و... باشد. در این مطالعه سه هدف عمده مورد نظر بوده است. این اهداف عبارتند از: مشخص نمودن فرایند و ساختاری جهت خوشه بندی پیمانکاران پروژه های مسکن مهر و سایر پروژه های عمرانی؛ خوشه بندی پیمانکاران مسکن مهر شهر جدید هشتگرد؛ و رتبه بندی پیمانکاران.

روش تحقیق

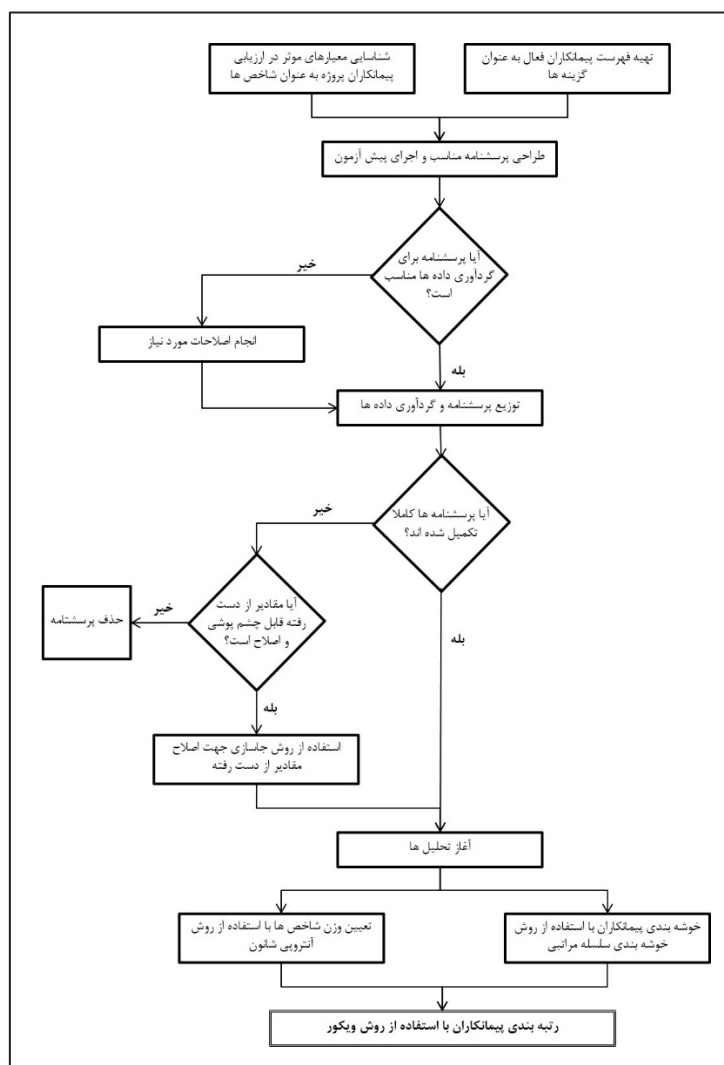
در انجام این تحقیق به دنبال پاسخگویی به سه پرسش اساسی برای دستیابی به اهداف تعیین شده بودیم: پیمانکاران پروژه های مسکن مهر شهر جدید هشتگرد در چند خوشه جای می گیرند؟ هر یک از این خوشه ها چند عضو دارند؟ و هر یک از پیمانکاران چه رتبه ای دارند؟ فرایند کلی خوشه بندی و رتبه بندی پروژه های مسکن مهر در شکل به طور خلاصه نمایش داده شده است. به دلیل اینکه شناسایی و تعیین شاخص های ارزیابی پیمانکاران اولین گام در اجرای خوشه بندی است، بنابراین برای شناسایی شاخص های موثر در انتخاب پیمانکاران پروژه های صنعت ساختمان گام های ذیل برداشته شد:

ابتدا با مراجعه به پیشینه مطالعات انجام شده در این زمینه تعدادی شاخص شناسایی شدند (Holt et al, ۱۹۹۴, a; Holt et al, ۱۹۹۵, Mahdi et al, ۲۰۰۲; Waara & Bröchner, ۲۰۰۶; Singh & Tiong, ۲۰۰۶; Doloi, ۲۰۰۹; Watt et al, ۲۰۱۰; Holt et al, ۲۰۰۵; Zavadskas, Diekmann, ۱۹۸۳; al, ۱۹۹۴, b). سپس بر مبنای داده های گردآوری شده، مهمترین شاخص هایی که در تمام مطالعات



فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۴ پاییز ۹۵
No.44 Autumn 2016

۵۳۹



نمودار ۱. مدل کلی خوشه بندی و رتبه بندی پیمانکاران مسکن مهر

پیشین به عنوان شاخص های موثر در ارزیابی از آنها یاد شده بود به عنوان شاخص های نهایی انتخاب شدند این شاخص ها شامل اندازه سازمان، سن، کنترل کیفیت، سیاست ایمنی و بهداشت، وضعیت حقوقی، نسبت ها و گردش های مالی، ارتباطات بانکی و تجاری، صلاحیت های کارکنان کلیدی سازمان، آموزش، تجربه، و توان تجهیزاتی هستند. پس از تعیین شاخص ها، پرسشنامه ای جهت ارزیابی پیمانکاران طراحی گردید و در مرحله اول تعداد محدودی پرسشنامه میان پیمانکاران توزیع گردید تا ضعف های آن شناسایی و برطرف گردند.

با انجام اصلاحات مورد نیاز، پرسشنامه ها میان ۸۰ انبوه ساز فعال در طرح مسکن مهر شهر جدید هشتگرد توزیع گردید و مقرر شد تا یکی از اعضای هیات مدیره مسئولیت پاسخگویی به پرسشنامه را به عهده بگیرد. ابزار گردآوری داده ها به نحوی طراحی شده بود تا علاوه بر سهولت و سرعت در پاسخگویی بتواند تمام ابعاد و شاخص های مورد نظر را مورد ارزیابی قرار دهد و تعدادی سوال تکراری نیز جهت راستی آزمایی و بررسی قابلیت اعتماد پاسخ ها مطرح شده بودند. از میان پرسشنامه های توزیع شده، تعداد ۵۸ پرسشنامه توسط پاسخگویان تکمیل

گردید که پس از بررسی ۳۵ پرسشنامه قابل استفاده تشخیص داده شد.

در میان پرسشنامه های تکمیل شده با تعدادی مقادیر از دست رفته مواجه بودیم. به این معنی که برخی افراد به تعدادی از سوالات پاسخ نداده بودند و یا در پاسخ به برخی سوالات جواب های نامعقول یا چند جواب وجود داشت. در مواردی که تعداد مقادیر از دست رفته در یک پرسشنامه زیاد بود، آن پرسشنامه را حذف نمودیم؛ اما برای برخورد با مقادیر از دست رفته در حالتی که تعداد آنها زیاد نبود از روش های جاسازی کردن استفاده شد (مومنی، ۱۳۹۰).

در صورتی که شاخص های با اهمیت یکسان، دارای دامنه مقادیر متفاوتی باشند در فرایند خوشه بندی تاثیر می گذارند و شاخصی که مقادیر بزرگتری دارد در محاسبات اهمیت بیشتری پیدا می کند و تاثیر سایر شاخص ها را کم می نماید. ضمناً چنانچه واحد اندازه گیری داده ها یکسان نباشد انجام اعمال ریاضی در مورد آنها صحیح نیست (مومنی، ۱۳۹۰). به دلایل ذکر شده قبل از انجام محاسبات بایستی داده ها را استاندارد نمود. در اینجا از روش نرمال سازی اقلیدسی جهت استاندارد کردن داده ها استفاده شده است. با داشتن ماتریس داده ها انجام تحلیل ها امکان پذیر می شود. همانطور که در نمودار ۱ دیده می شود، این داده ها در سه مرحله مورد استفاده قرار گرفتند. در مرحله اول خوشه بندی پیمانکاران انجام شد. در مرحله دوم وزن هر یک از شاخص ها تعیین گردید؛ و نهایتاً در مرحله سوم یک رتبه بندی با استفاده از مدل VIKOR انجام گرفت.

مساله خوشه بندی پیمانکاران مسکن مهر

داشتن داده های صحیح در مدیریت پروژه یکی از مهمترین دارایی ها است. با افزایش اندازه و سرعت پروژه ها، اهمیت داده نیز افزایش بیشتری پیدا می کند. بنابراین بهره برداری مناسب از داده ها می تواند اصلی ترین دغدغه ی مدیران پروژه و دولتی

باشد. این موضوع لزوم استفاده از روش های جدید تحلیل و بکارگیری داده ها را نشان می دهد. روش های داده کاوی می توانند به مدیران کمک کنند تا اطلاعات زیادی را از داده ها استخراج نمایند. به کمک این روش ها می توان ساختار اصلی، الگوها، روندها، و ارتباطات میان حجم عظیمی از داده های ذخیره شده را کشف نمود (Liao et al, ۲۰۰۸). روش های زیادی برای داده کاوی وجود دارند که در میان آنها خوشه بندی یکی از پرکاربردترین روش ها می باشد.

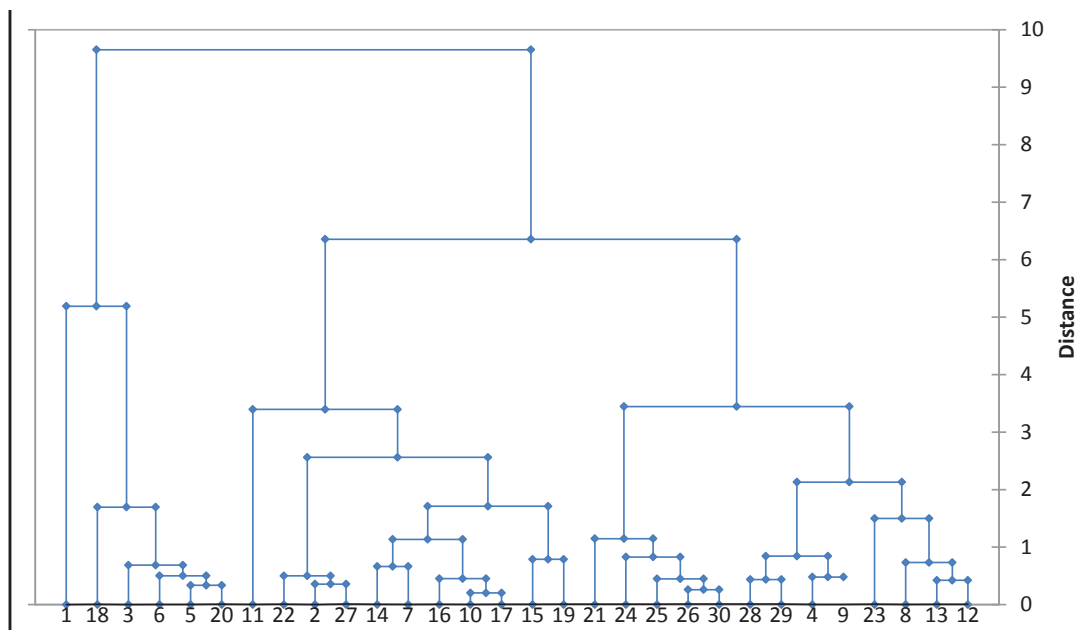
خوشه بندی را می توان به عنوان مهمترین مسئله در یادگیری بدون نظارت در نظر گرفت. خوشه بندی با یافتن یک ساختار درون یک مجموعه از داده های بدون برچسب درگیر است. خوشه به مجموعه ای از داده ها گفته می شود که به هم شباهت داشته باشند (Gupta, ۱۹۹۱). در خوشه بندی سعی می شود تا داده ها به خوشه هایی تقسیم شوند که شباهت بین داده های درون هر خوشه حداکثر و شباهت بین داده های درون خوشه های متفاوت حداقل شود. روش پیوند متوسط جزء روش های خوشه بندی سلسله مراتبی و انحصاری محسوب می شود. از آنجا که هر دو روش پیوند تکی و پیوند کامل به شدت به نویز حساس هستند، استفاده از این روش پیشنهاد شده است. در این روش برای محاسبه شباهت بین دو خوشه A و B از معیار زیر استفاده می شود:

$$d_{AB} = \frac{\sum_{i \in A, j \in B} d_{ij}}{N_A N_B}$$

که i یک نمونه داده متعلق به خوشه A و j یک نمونه داده متعلق به خوشه B می باشد و NA تعداد اعضا خوشه A و NB تعداد اعضا خوشه B است. در واقع در این روش، شباهت بین دو خوشه میانگین فاصله بین تمام اعضا یکی با تمام اعضا دیگری است (Maimon, & Rokach, ۲۰۱۰).

در این روش ابتدا هر داده به عنوان یک خوشه در نظر گرفته می شود و یافتن نزدیکترین خوشه در





نمودار ۲. دندوگرام خوشه بندی

نمودار ۲. دندوگرام خوشه بندی

شده است. خوشه اول دارای ده عضو، خوشه دوم دارای پانزده خوشه سوم دارای شش عضو، و خوشه چهارم نیز دارای چهار عضو است. به منظور سنجش اعتبار خوشه بندی از ضریب همبستگی کوفنتیک که از شاخص های درونی ارزیابی اعتبار است استفاده نمودیم. هدف شاخص های درونی، ارزیابی ساختار خوشه بندی هایی است که به وسیله مجموعه داده های کمی تولید شده است (مومنی، ۱۳۹۰). به این منظور ابتدا ماتریسی به نام ماتریس کوفنتیک محاسبه شده و سپس ضریب همبستگی کوفنتیک به عنوان شاخصی برای تشابه بین ماتریس کوفنتیک و ماتریس مجاورت حساب شد. ضریب همبستگی محاسبه شده برای این خوشه بندی برابر ۰/۸۲۳ گردید. هر چه ضریب همبستگی کوفنتیک به +۱ نزدیکتر باشد نشان می دهد که مقادیر دو ماتریس هماهنگ تر هستند و در نتیجه اعتبار خوشه بندی بیشتر است و به طور کلی مقادیر بالای ۰/۸ گویای اعتبار بالای خوشه بندی است (مومنی، ۱۳۹۰). بنابراین با توجه به مقدار بدست آمده می توان نتیجه گرفت که خوشه بندی انجام شده دارای

واقع یافتن کمترین فاصله بین داده ها خواهد بود. داده هایی کمترین فاصله را با یکدیگر دارند انتخاب شده و با هم ترکیب می کردند و خوشه جدیدی حاصل می شود که فاصله آن از سایر خوشه ها برابر است با میانگین فاصله اعضای خوشه از اعضای سایر خوشه ها.

در این مطالعه از روش خوشه بندی پیوند متوسط جهت خوشه بندی ۳۵ پیمانکار پروژه های مسکن مهر استفاده می شود. فرض کنید $P_1, P_2, \dots, P_{35}; X = \{P_1, P_2, \dots, P_{35}\}$ نشان دهنده مجموعه پیمانکارانی باشد که بایستی خوشه بندی شوند به طوری که P_i بیانگر پیمانکار i ام است. هر پیمانکار توسط یازده شاخص مورد ارزیابی قرار می گیرد. با انجام خوشه بندی توسط نرم افزار XLMiner به عنوان نرم افزار تخصصی داده کاوی (XLMiner, ۲۰۱۶)، سه خوشه از داده ها ایجاد شد. در ضمن آزمون خوشه بندی داده ها به وسیله نرم افزار IBM SPSS Statistics ۱۹ نیز نتیجه مشابهی را ایجاد نمود. در نمودار ۲ دندوگرام خوشه بندی سلسله مراتبی نشان داده شده است. در جدول ۱ اعضای هر یک از خوشه ها مشخص

جدول ۱. نتیجه خوشه بندی پیمانکاران پروژه های مسکن مهر

خوشه	تعداد اعضا خوشه	نام اعضا
۱	۱۷	۳۲-۲۷-۲۴-۲۳-۲۱-۲۰-۱۸-۱۶-۱۴-۱۲-۱۱-۷-۶-۵-۳-۲-۱
۲	۶	۲۸-۱۵-۱۳-۹-۸-۴
۳	۱۲	۳۵-۳۴-۳۳-۳۱-۳۰-۲۹-۲۶-۲۵-۲۲-۱۹-۱۷-۱۰

$$P_{ij} = \frac{f_j(a_i)}{\sum_{i=1}^n f_j(a_i)}; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \forall j$$

اعتبار مناسبی است.

مساله رتبه بندی پیمانکاران مسکن مهر

۴-۱. تعیین وزن شاخص ها

جهت وزن دهی به شاخص های تعیین شده با استفاده از داده های موجود از روش آنتروپی شانون استفاده شد. آنتروپی در نظریه اطلاعات یک معیار عدم اطمینان است که به وسیله توزیع احتمال مشخص بیان می شود. اندازه گیری این عدم اطمینان به وسیله شانون به صورت ذیل بیان شده است (Wu et al, ۲۰۱۱):

$$E_j = -M \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}; \quad \forall j$$

و M به عنوان مقدار ثابت به این ترتیب محاسبه می گردد:

$$M = \frac{1}{\ln n}$$

$$E_i = S(P_1, P_2, \dots, P_n) = -M \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (۲)$$

در این رابطه M یک مقدار ثابت است. از آنجا که رابطه فوق در محاسبات آماری مورد استفاده است، به نام آنتروپی توزیع احتمال نامیده می شود. واژه های آنتروپی و عدم اطمینان در یک مفهوم به کار می روند. زمانی که با یکدیگر مساوی باشند (برای تمام مقادیر i و j) در این صورت.

$$P_i = \frac{1}{n}$$

در یک ماتریس تصمیم گیری، می تواند برای ارزیابی گزینه های مختلف بکار رود. در ماتریس تصمیم گیری n گزینه و k شاخص وجود دارد که در جدول ۲ نشان داده شده است (Shemshadi et al, ۲۰۱۱). نتایج این ماتریس برای شاخص zام به شرح ذیل است:

(۳)

جدول ۲. جدول ارزیابی چند شاخصه

	$f_1(\cdot)$	$f_2(\cdot)$	...	$f_j(\cdot)$	...	$f_k(\cdot)$
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	...	$f_j(a_1)$	...	$f_k(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	...	$f_j(a_2)$	...	$f_k(a_2)$
...	...	...	...	...	...	...
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	...	$f_j(a_i)$	...	$f_k(a_i)$
...	...	...	...	...	...	...
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۴ پاییز ۹۵
No.44 Autumn 2016

۵۴۳

که مقدار را بین صفر و یک نگه می دارد. در ادامه مقدار درجه انحراف () محاسبه می شود که بیان می کند شاخص zام چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم گیری در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد. هر چه مقادیر اندازه گیری شده شاخصی به یکدیگر نزدیکتر باشد نشان دهنده آن است که گزینه های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت

چندانی با یکدیگر ندارند. بنابراین نقش آن شاخص در تصمیم گیری باید به همان اندازه کاهش یابد. بنابراین:

$$d_j = 1 - E_j; \quad \forall j \in C_1$$

سپس مقدار وزن () محاسبه می گردد (Shemshadi et al., ۲۰۱۱):

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^k d_j}; \quad \forall j$$

با انجام محاسبات بالا، وزن شاخص ها با روش آنتروپی به ترتیب زیر حاصل شد (جدول ۳):

۲-۴. رتبه بندی پیمانکاران با روش VIKOR

در اینجا ابتدا به طور خلاصه چارچوب مدل VIKOR را شرح می دهیم و سپس نتیجه رتبه بندی پیمانکاران با این روش را عرضه می کنیم. روش ویکور در سال ۱۹۹۸ ارائه گردید و می تواند برای رتبه بندی و انتخاب گزینه ها در یک سیستم چند معیاره پیچیده مورد استفاده قرار گیرد. از ویژگی های دیگر روش VIKOR این است که گزینه ها با توجه به تمام معیارهای تعیین شده (ماتریس عملکرد) ارزیابی می شوند و تجزیه و تحلیل پایداری فواصل در آن نیز ثبات وزن را نشان می دهد (قاسمیه، جمالی و کریمی اصل، ۱۳۹۴). روش ویکور در مسایلی مانند انتخاب شریک،

کیفیت خدمات خطوط هوایی، بهبود ریسک امنیت اطلاعات، انتخاب مواد اولیه، برنامه ریزی انرژی های تجدید پذیر، و برنامه ریزی منابع آب کاربرد داشته است (Chithambaranathan, Subramanian, Gunasekaran & Palaniappan, ۲۰۱۵). گام های پیاده سازی الگوریتم ویکور به شکل زیر است (جعفری اسکندری، علی احمدی و کامفیروزی، ۱۳۹۳):

گام اول: بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم به کمک رابطه ۸:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

گام دوم: تعیین ایده آل مثبت و منفی توسط روابط ۹ و ۱۰:

$$I^+ = \{(I_1^+, I_2^+, \dots, I_n^+) | I_j^+ = \max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}\}$$

گام سوم: محاسبه شکاف های S_i و R_i با روابط زیر:

$$I^- = \{(I_1^-, I_2^-, \dots, I_n^-) | I_j^- = \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}\}$$

گام چهارم: محاسبه شکاف Q_i با بکارگیری رابطه ۱۳:

جدول ۳. وزن شاخص ها

شاخص	وزن	شاخص	وزن	شاخص	وزن
اندازه سازمان	0.054 21	وضعیت حقوقی	0.070 78	آموزش	0.08185
سن	0.174 06	وضعیت گردش و نسبت های مالی	0.045 68	تجربه	0.12209
کنترل کیفیت	0.045 82	ارتباطات بانکی و تجاری	0.032 2	توان تجهیزاتی	0.18403
سیاست ایمنی و بهداشت	0.066 56	صلاحیت های کارکنان کلیدی سازمان	0.122 72		

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot \frac{I_j^+ - x_{ij}}{I_j^+ - I_j^-}$$

در رابطه فوق، $S^- = \min_i S_i$ و $S^* = \max_i S_i$ هستند. همچنین $R^- = \max_i R_i$ و $R^* = \min_i R_i$ است. در ضمن $v \in (0,1)$ بوده و ضریب خوش بینی نام دارد. البته معمولاً $v=0.5$ در نظر گرفته می شود. در این گام بر اساس مقادیر بدست آمده از Q_i رتبه گزینه ها به دست می آید.

گام پنجم: در صورت برقرار بودن دو شرط زیر، رتبه بندی انجام شده در گام قبل پذیرفته می شود: شرط اول: در صورتی که a^1 گزینه نخست و a^2 گزینه بعد از آن باشد، داشته باشیم:

(۱۴)

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ$$

که در عبارت فوق $DQ = 1/(J-1)$ و J بیانگر تعداد گزینه ها است.

شرط دوم: گزینه ای که کمترین مقدار شاخص ویکور دارا است باید در S و یا R نیز کمترین مقدار را داشته باشد.

گام ششم: در صورت برقرار نبودن یکی از دو شرط فوق:

اگر فقط شرط دوم برقرار نبود گزینه اول و دوم به لحاظ رتبه بندی شاخص ویکور را به عنوان بهترین گزینه ها می شناسیم.

اگر شرط اول برقرار نبود، $a^{(m)}, a'', \dots, a'$ را به عنوان بهترین گزینه ها می پذیریم. و m رتبه آخرین گزینه ای است که شرط زیر را تحقق بخشد:

(۱۵)

$$Q(a^m) - Q(a') < DQ$$

با پیگیری گام های معرفی شده و استفاده از داده های موجود، میزان اولویت کلی هر گزینه نسبت به سایر گزینه ها محاسبه شد و رتبه هر گزینه مشخص گردید. جدول ۴ نتیجه رتبه بندی پیمانکاران را نشان می دهد.

نتیجه گیری و جمع بندی

در این مطالعه دو مساله خوشه بندی و رتبه بندی پیمانکاران پروژه های ساخت مسکن را با مطالعه یک مورد مشخص (پروژه های مسکن مهر شهر جدید هشتگرد) مورد بررسی قرار دادیم. به منظور دستیابی به اهداف مطالعه، یک مدل طراحی شد که پس از گردآوری داده ها و در مرحله تحلیل دارای سه گام اساسی بود. این گام ها شامل خوشه

جدول ۴. رتبه بندی پیمانکاران

رتبه	کد پیمانکار	رتبه	کد پیمانکار	رتبه	کد پیمانکار	رتبه	کد پیمانکار	رتبه	کد پیمانکار
۱	پیمانکار ۱۳	۸	پیمانکار ۴	۱۵	پیمانکار ۱۶	۲۲	پیمانکار ۳۲	۲۹	پیمانکار ۲۹
۲	پیمانکار ۱۵	۹	پیمانکار ۱	۱۶	پیمانکار ۱۴	۲۳	پیمانکار ۳۰	۳۰	پیمانکار ۲۲
۳	پیمانکار ۲۰	۱۰	پیمانکار ۸	۱۷	پیمانکار ۲	۲۴	پیمانکار ۱۷	۳۱	پیمانکار ۲۴
۴	پیمانکار ۲۱	۱۱	پیمانکار ۷	۱۸	پیمانکار ۲۳	۲۵	پیمانکار ۲۵	۳۲	پیمانکار ۳۳
۵	پیمانکار ۹	۱۲	پیمانکار ۶	۱۹	پیمانکار ۱۲	۲۶	پیمانکار ۱۹	۳۳	پیمانکار ۳۴
۶	پیمانکار ۱۱	۱۳	پیمانکار ۵	۲۰	پیمانکار ۱۸	۲۷	پیمانکار ۲۷	۳۴	پیمانکار ۳۱
۷	پیمانکار ۳	۱۴	پیمانکار ۲۸	۲۱	پیمانکار ۱۰	۲۸	پیمانکار ۲۶	۳۵	پیمانکار ۳۵

بندی پیمانکاران، تعیین وزن شاخص های ارزیابی، و در نهایت رتبه بندی پیمانکاران بود. خوشه بندی و رتبه بندی پیمانکاران پروژه های مسکن یک مساله مهم است زیرا تمامی سرمایه گذاران و مدیران دولتی و نیز خریداران علاقه مند هستند تا بهترین پیمانکاران را شناسایی نموده و در عین حال برای پیمانکاران ضعیف تر چاره ای بیاندیشند. این مساله در خصوص پروژه های مسکن مهر شدت بیشتری دارد به این دلیل که ساخت منازل مسکونی مهر در یک دوره زمانی بسیار کوتاه و با حجم بسیار عظیم آغاز شد و به همین دلیل بسیاری از ضعف ها و مشکلات احتمالی در ابتدای کار نادیده گرفته شدند. اکنون تمامی فعالان در این حوزه و به ویژه مدیران و مجریان طرح مسکن مهر نیازمند کسب شناخت بیشتری نسبت به این پروژه ها و پیمانکاران آنها هستند تا بتوانند منابع مالی و انسانی و نیز زمین های محدود باقیمانده را به درستی برای پیشبرد صحیح این طرح مصرف نمایند. خوشه بندی پیمانکاران به مدیران کمک می کند تا وجوه تشابه پیمانکاران پروژه های به ظاهر متفاوت را دریابند و برای هر یک از خوشه های ایجاد شده به تناسب نیازمندی ها و ویژگی ها تصمیمات مناسب اتخاذ نمایند. رتبه بندی پیمانکاران نیز موجب می شود تا در هر خوشه بهترین پیمانکاران پروژه ها شناسایی شوند و به این ترتیب الگویی مناسب برای پیمانکاران ضعیف تر ایجاد گردد. با توجه به اینکه پیمانکاران قرار گرفته در یک خوشه بیشترین نزدیکی با یکدیگر و در عین حال بیشترین فاصله و تفاوت را با پیمانکاران پروژه های سایر خوشه ها دارند بنابراین اعضای یک خوشه می توانند برترین پیمانکار خوشه خود را به عنوان مناسب ترین الگو جهت بهبود فرایند ها و وضعیت خود انتخاب نمایند. جهت بهبود مطالعه حاضر و توسعه آن پیشنهاد های زیر برای محققان ارائه می شود:

جمع آوری داده های مورد نیاز با استفاده از روش های متفاوت دیگر همانند بررسی اسناد و مدارک و

یا بازدید از پروژه ها؛ استفاده از شاخص های کمی و کیفی به طور همزمان؛ بکارگیری سایر مدل های خوشه بندی و یا استفاده از الگو های ابتکاری؛ تعیین وزن شاخص ها به شیوه ای متفاوت از آنچه در این مطالعه انجام شده است؛ رتبه بندی پیمانکاران با توجه به نتیجه خوشه بندی در هر یک از خوشه ها؛ و استفاده از سایر مدل های تصمیم گیری چند شاخصه جهت رتبه بندی. نتایج حاصل از این مطالعه می تواند برای اتخاذ تصمیمات کاربردی تر و مناسب تر مورد استفاده مجریان طرح مسکن مهر قرار گیرد و نیز به عنوان الگویی در سطح وسیع تر اجرا شود. ضمناً مدل ارائه شده را می توان با ایجاد تغییراتی اندک در سایر حوزه های نیازمند داده کاوی مورد استفاده قرار داد.

منابع و مآخذ

اصغری زاده، ع. و نصراللهی، م.، (۱۳۸۷). شناسایی و تعیین وزن شاخص های مؤثر در انتخاب پیمانکاران پروژه های عمرانی. پژوهشهای مدیریت، ۲، ۱۲۲-۱۰۵.

جعفری اسکندری، م.، علی احمدی، ع.ر. و کامفیروزی، م.ح. (۱۳۹۳). تلفیق روش بولزای و ویکور برای تصمیم گیری چند معیاره با اعداد خاکستری سه پارامتره. نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، ۴(۲۵)، ۴۳۲-۴۳۷.

شرکت عمران شهر جدید هشتگرد، (۱۳۹۰). گزارش پیشرفت پروژه های مسکن مهر مرداد ۱۳۹۰. گزارش درون سازمانی.

قاسمیه، ر.، جمالی، غ. و کریمی اصل، ا. (۱۳۹۴). تحلیل ابعاد رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج در صنعت سیمان از طریق تلفیق تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره. مدیریت صنعتی ۷(۴)، ۸۱۳-۸۳۶.

مومنی، م.، (۱۳۹۰). خوشه بندی داده ها (تحلیل

12167.

Singh, D., and Tiong, R.L., (2006). Contractor Selection Criteria: Investigation of Opinions of Singapore Construction Practitioners; *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(9), 998-1008.

Waara, F., and Bröchner, J., (2006). Price and Non-price Criteria for Contractor Selection; *Journal of Construction Engineering and Management*. 132(8), 797-804.

Watt, D.J., Kayis, B., Willey, K., (2010). The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria; *International Journal of Project Management*. 28, 51-60.

Wu, J., Sun, J., Liang, L., Yingchun, Z., (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy; *Expert Systems with Applications*. 38, 5162-5165.

Xlminer, (2016). <http://www.solver.com/xlminer/>
Zavadskas, E.K., Turskis, Z., and Vilutiene, T., (2005). Simulation of Multi criteria Selection of Buildings Management Contractor Using the Game Theory; *Computer Modelling and New Technologies*, 9(2), 7-16.

Chithambaranathan, P., Subramanian, N., Gunasekaran, A. and Palaniappan, P.L.K. (2015). Service supply chain environmental performance evaluation using grey based hybrid MCDM approach; *International Journal of Production Economics*, 166, 163-176.

خوشه ای)، ناشر مومنی، تهران.

Diekmann, J.E., (1983). Cost-plus contractor selection: an analytical method; *Engineering Costs and Production Economics*. (7), 147-158.

Doloi, H., (2009). Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success; *Construction Management and Economics*. 27, 1245-1263.

Gupta, T., (1991). Clustering algorithms for the design of a cellular manufacturing system—an analysis of their performance; *Computers & Industrial Engineering*, 20(4), 461-468

Holt, G.D., Olomolaiye, P.O., and Harris, F.C., (1994/a). Factors Influencing U.K. Construction Clients' Choice of Contractor; *Building and Environment*, 29(2), 241-248.

Holt, G.D., Olomolaiye, P.O., and Harris, F.C., (1994/b). Evaluating Prequalification Criteria In Contractor Selection; *Building and Environment*, 29(4), 437-448.

Holt, G.D., Olomolaiye, P.O., and Harris, F.C., (1995). A Review of Contractor Selection Practice in the U.K. Construction Industry; *Building and Environment*, 30(4), 553-561.

Liao, S.H., Chen, C.M., Wu C.H., (2008). Mining customer knowledge for product line and brand extension in retailing; *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1763-1776.

Mahdi, I.M., Riley, M.J., Fereig, S.M., and Alex, A.P., (2002). A multi-criteria approach to contractor selection; *Engineering, Construction and Architectural Management*. 9, 29-37.

Maimon, O., Rokach, L., (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*; Springer.

Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., Tarokh, M.J., (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting; *Expert Systems with Applications*, 38, 12160-

مدیریت شهری

فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management

شماره ۴۴ پاییز ۹۵
No.44 Autumn 2016

۵۴۸