مدیریت شهری
شماره ۴۴ پاییز ۹۵
No.44 Automn 2016
۵۳۷-۵۴۸
زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۲۳ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۵/۱

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.
محمدمهدی 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، خوشه‌بندی، 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

* نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۵۶۵۲۶۷۰، رایانامه: nazemi1352@yahoo.com

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

۱. مقدمه

حجـم سـاخت و سـاز مسـکن از جملـه شـاخص های اساسـی رشـد و توسـعه در هـر کشـور محسـوب مـی شـود و رکـود در بخـش مسـکن مـی توانـد بـه رکـود اقتصـادی کل کشـور منجـر شـود. بـا تصویـب اجـرای طرح مسـکن مهر توسـط دولت نهم در سـال ۱۳۸۵ با هـدف تامیـن مسـکن برای اقشـار کـم درآمد، سـرعت سـاخت و ساز در کشـور افزایش چشـمگیری پیدا کرد بـه نحـوی کـه طبـق اظهـار نظـر معـاون وزیر مسـکن و شهرسـازی میـزان سـاخت مسـکن مهر در کشـور با کل مسـکن سـاخته شـده در ۳۰ سال گذشـته برابری می¬کنـد (Fars News, ۲۰۱۱). بـا توجـه بـه اینکه بخـش قابـل توجهـی از هزینـه هـای آمـاده سـازی و ایجاد تاسیسـات زیربنایی همچون ایجـاد خیابان ها در مجموعـه های مسـکن مهر از طریق دولـت و به صورت یارانـه بـه متولیـان این طـرح پرداخت می گـردد، لزوم برنامـه ریزی دقیـق برای جلوگیری از اتـلاف این منابع محـدود ضـروری بـه نظر می رسـد تا علاوه بـر افزایش بهـره وری در اسـتفاده از منابـع مالی، ارائـه امکانات نیز همـراه با توسـعه ی مسـکن صورت پذیرد. شـهر جدید هشـتگرد به دلیل موقعیت ممتـاز جغرافیایی و ظرفیت هـای بالقوه برای توسـعه بـه عنوان یکـی از مکان های اصلـی بـرای اجـرای طرح مسـکن مهـر در نظـر گرفته شـد. تعـداد واحـد های مسـکونی مهر مصوب در شـهر جدیـد هشـتگرد در مرحلـه اول ۵۰،۰۰۰ واحـد بود که تـا افق طرح بـه ۵۵،۰۰۰ واحـد افزایش پیـدا می کند. وسـعت زمیـن اختصاص یافته به مسـکن مهر در شـهر جدیـد هشـتگرد ۷۰۰ هکتـار و جمعیـت پیـش بینـی شـده در افـق این طـرح بیـش از ۳۵۰،۰۰۰ نفر اسـت. طبـق اطلاعـات گـردآوری شـده از مدیـران شـرکت عمران شـهر جدید هشـتگرد تا پایان بهار سـال ۱۳۹۰ بـرای تعداد ۵۳،۱۴۷ واحد مسـکن مهر قـرارداد اجاره منعقـد گردیـد و تعاونـی هـا و انبوه سـازانی بـرای اجرا انتخـاب شـده اند. تـا کنون اکثریـت انبوه سـازان فعال در طـرح مسـکن مهـر از طریـق ارائـه ی درخواسـت مسـتقیم بـه شـرکت عمـران شـهر جدیـد هشـتگرد و بررسـی سـوابق و یـا بـا معرفـی توسـط تعاونـی هـای مسـکن مهـر انتخاب شـده اند. بـا توجه بـه اینکه طرح مسـکن مهـر بـا سـرعت زیاد آغـاز شـد و هیـچ تجربه ای درخصـوص اجـرای چنین طرح عظیمی از سـاخت مسـکن وجود نداشـت بنابراین تمام شـیوه های اجرای کار ابتـکاری بوده اند و مشـکلات پیش بینی نشـده ای بـروز کرده اند. یکی از مهمترین مشـکلات ایجاد شـده، عـدم توانمنـدی برخی پیمانـکاران در انجـام تعهدات و تحویـل پـروژه بـا رعایت کیفیـت و زمان مناسـب و در قیمـت مصوب اسـت.

بـرای سـاخت ایـن تعـداد واحـد مسـکونی در بـازه ی زمانـی تقریبـاً یکسـاله در شـهر جدیـد هشـتگرد نیـاز شـدیدی بـه یـک شـیوه ی مطمئـن و جامـع جهـت دسـته بندی پیمانـکاران وجود دارد. شـیوه های فعلی گزینـش پیمانـکاران دارای چندیـن ضعـف اساسـی هسـتند: ۱) شـیوه ای اسـتاندارد برای ارزیابی و انتخاب پیمانـکاران وجـود نـدارد؛ ۲) بـا وجـود اینکـه نقـاط ضعـف زیـادی در اجـرای پـروژه هـا توسـط پیمانکاران انتخـاب شـده بـا معیـار هـای اولیه مشـاهده می شـود امـا همچنـان اعتمـاد بلنـد مـدت به آنهـا وجـود دارد؛ ۳) پیشـنهاد قیمت توسـط پیمانـکاران مهمترین عامل تصمیـم گیـری در هنگام انتخاب نهایی اسـت؛ و ۴) در زمـان انتخـاب پیمانکاران بیـش از حد بـر تحلیل های ذهنـی تکیـه مـی شـود (Holt et al., ۱۹۹۴/a).

از ایـن رو یافتـن شـیوه ای صحیـح و عادلانـه جهـت انتخـاب و دسـته بنـدی پیمانـکاران در پـروژه هـای عمرانـی ضـروری اسـت. بدیهـی اسـت کـه واگـذار کـردن یـک پـروژه به یـک پیمانـکار یکـی از مهمترین تصمیماتـی اسـت کـه هـر کارفرمـا اخـذ مـی کنـد (Holt et al., ۱۹۹۵). تاکیـد بـر کاهـش هزینـه ها در هنـگام انتخـاب پیمانکار بایـد همراه با توجـه جدی به توانمنـدی وی در تامیـن رضایـت کارفرما باشـد. رقابت آزادانـه میـان پیمانـکاران مـی توانـد مزایای زیـادی را بـرای کارفرمایان به دنبال داشـته باشـد. طبیعی اسـت کـه بهـره بـرداری از ایـن فضـای رقابتی یکـی از دلایل اصلـی اسـتفاده از روش های مختلف انتخـاب پیمانکار

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

مـی باشـد. بـه عـلاوه در صـورت انتخاب یـک پیمانکار نامناسـب وضعیـت مالـی کارفرمـا نیـز دچـار مخاطـره جدی خواهد شـد. بسـیاری از ضعف هـا قبل از انتخاب پیمانکار وجود دارد و قابل مشـاهده اسـت و مشـکلات اساسـی و بـزرگ نیـز پـس از انتخـاب یـک پیمانـکار نامناسـب ایجـاد می شـوند. در اثر انتخـاب پیمانکاران نامناسـب، انجـام پـروژه با اشـکالات اساسـی روبرو می شـود بـه نحوی که بسـیاری از پـروژه هـا از برنامه های زمانبنـدی اعلام شـده عقب مانـده اند و پیمانـکاران به دلایـل مختلـف قـادر به جبـران عقب ماندگی نیسـتند (شـرکت عمـران شـهر جدیـد هشـتگرد، ۱۳۹۰). در مجمـوع بـه نظر می رسـد روش انتخاب پیمانـکاران در حالـت کلـی باید سـه معیار مهم را در بر داشـته باشـد: زمـان (تحویل پـروژه در زودترین زمـان ممکن)؛ هزینه (تحویـل پـروژه با کمترین هزینـه ی ممکن)؛ و کیفیت (تحویل پـروژه بـا بالاترین اسـتانداردها).

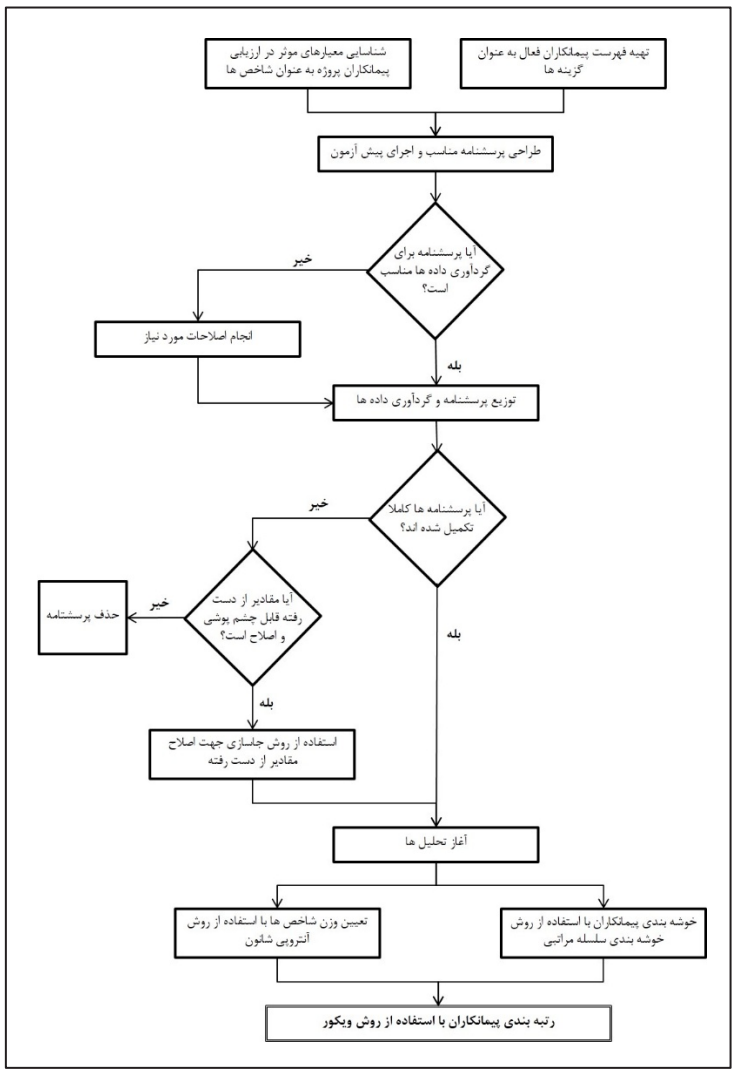
در انتخـاب پیمانکاران از شـیوه هـای متعدد و متفاوتی اسـتفاده مـی شـود. بـر طبـق مشـاهدات و مصاحبـه هـای انجـام گرفتـه هـر یـک از تعاونـی هـا بـر اسـاس معیـار هـای گوناگونـی پیمانکار خـود را برگزیـده اند و حتـی در اسـتفاده از نسـبت هـای مالـی بـرای ارزیابی آنهـا یـک روش واحد وجود نـدارد. بنابرایـن تصمیمات نادرسـت و عـدم توجـه بـه روش های علمـی و تکنیک هـای مناسـب تصمیم گیـری در انتخـاب پیمانـکاران، زیـان هـای فراوانـی را متوجه سـازمان هـا و جامعه می نمایـد (اصغـری زاده و نصراللهـی، ۱۳۸۷). از ایـن رو اغلـب پـروژه هـای عمرانی با مشـکلاتی ماننـد افزایش هزینـه، تطویل زمـان و یا کاهش کیفیت ناشـی از عدم انتخـاب پیمانکار مناسـب و شایسـته برای پـروژه مورد نظـر مواجـه هسـتند. بـا توجـه بـه ایـن مطالـب و در نظـر گرفتـن این نکتـه که مدیریـت ارزیابـی و انتخاب پیمانـکار برای واگذاری پروژه ها، یک قسـمت اساسـی از فرآینـد سـاخت و سـاز اسـت، همچنیـن لـزوم انجام پژوهـش هـای کاربردی جهـت رفع مشـکلات مختلف پروژه های عمرانی از جمله مشـکلات موجود در زمینه مدیریـت پـروژه، شناسـائی ابعـاد و عوامـل اثر گـذار بر انتخـاب و دسـته بندی پیمانکاران و اسـتفاده از شـیوه های علمی برای مقایسـه و خوشـه بنـدی پیمانکاران و در نهایـت جلوگیـری از به هدر رفتن منابع ملی کشـور از اهمیـت ویـژه ای برخوردار اسـت. تحقیق حاضر برای خوشـه بنـدی پیمانـکاران در پـروژه های مسـکن مهر شـهر جدیـد هشـتگرد صورت گرفتـه و لکن مـی تواند الگویـی جهـت کلیـه شـهرهای جدیـد کشـور، سـایر متولیـان مسـکن مهـر، شـهرداری هـا، وزارت نیـرو و... باشـد. در این مطالعه سـه هـدف عمده مـورد نظر بوده اسـت. این اهداف عبارتند از: مشـخص نمودن فرایند و سـاختاری جهت خوشـه بنـدی پیمانکاران پـروژه های مسـکن مهر و سـایر پـروژه های عمرانی؛ خوشـه بندی پیمانـکاران مسـکن مهر شـهر جدید هشـتگرد؛ و رتبه بنـدی پیمانکاران.

روش تحقیق

در انجـام ایـن تحقیـق بـه دنبـال پاسـخگویی بـه سـه پرسـش اساسـی بـرای دسـتیابی بـه اهـداف تعییـن شـده بودیـم: پیمانکاران پروژه های مسـکن مهر شـهر جدیـد هشـتگرد در چنـد خوشـه جـای مـی گیرنـد؟ هـر یـک از ایـن خوشـه هـا چنـد عضـو دارنـد؟ و هـر یـک از پیمانـکاران چـه رتبـه ای دارنـد؟ فراینـد کلـی خوشـه بنـدی و رتبـه بنـدی پـروژه هـای مسـکن مهر در شـکل بـه طـور خلاصه نمایش داده شـده اسـت. به دلیـل اینکـه شناسـایی و تعیین شـاخص هـای ارزیابی پیمانـکاران اولیـن گام در اجـرای خوشـه بندی اسـت، بنابراین برای شناسـایی شـاخص های موثـر در انتخاب پیمانـکاران پـروژه هـای صنعـت سـاختمان گام هـای ذیل برداشـته شـد:

ابتـدا بـا مراجعه بـه پیشـینه مطالعـات انجام شـده در ایـن زمینـه تعدادی شـاخص شناسـایی شـدند (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; Zavadskas, ۲۰۰۵; Diekmann, ۱۹۸۳; Holt et al., ۱۹۹۴/b). سـپس بـر مبنـای داده هـای گـردآوری شـده، مهمتریـن شـاخص هایی کـه در تمـام مطالعات

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]



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 تکرای 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

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

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

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. ضمنا 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 نهایتا 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.

خوشه‌بندی را می‌توان به عنوان مهمترین مسئله در یادگیری بدون نظارت در نظر گرفت. خوشه‌بندی با یافتن یک ساختار درون یک مجموعه از داده‌های بدون برچسب درگیر است. خوشه به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که به هم شباهت داشته باشند (Gupta, ۱۹۹۱). در خوشه‌بندی سعی می‌شود تا داده ها به خوشه‌هایی تقسیم شوند که شباهت بین داده‌های درون هر خوشه حداکثر و شباهت بین داده‌های درون خوشه‌های متفاوت حداقل شود.

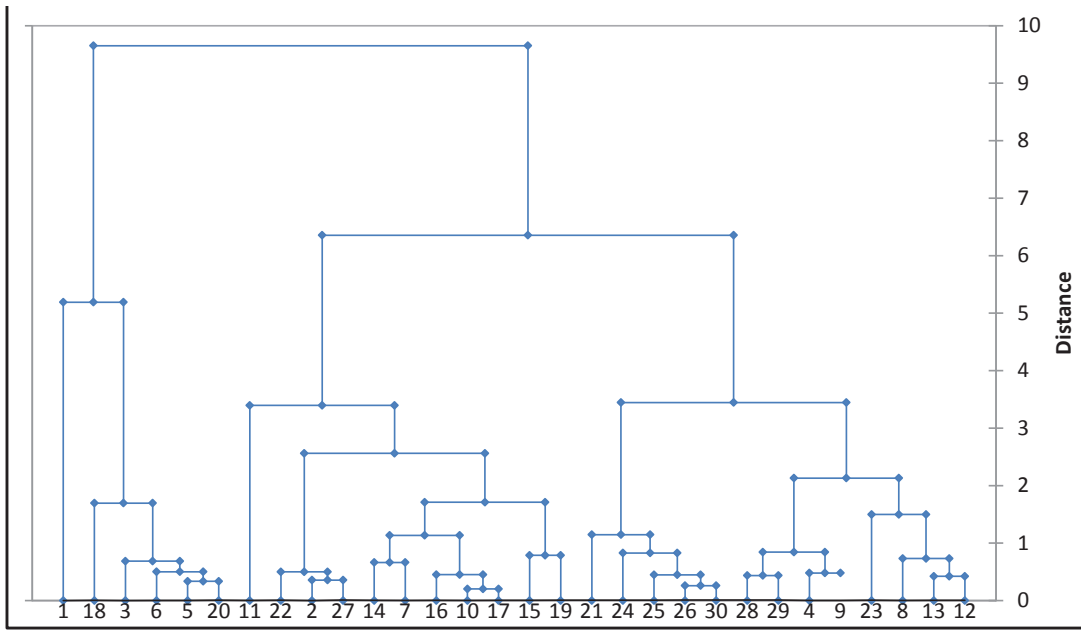
روش پیوند متوسط جزء روش های خوشه‌بندی سلسله مراتبی و انحصاری محسوب می‌شود. از آنجا که هر دو روش پیوند تکی و پیوند کامل به شدت به نویز حساس هستند، استفاده از این روش پیشنهاد شده است. در این روش برای محاسبهٔ شباهت بین دو خوشهٔ A و B از معیار زیر استفاده می‌شود:

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

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

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

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]



نمودار ۲. دندوگرام خوشه بندی

نمودار ۲. دندوگرام خوشه بندی

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

واقـع یافتـن کمتریـن فاصلـۀ بیـن داده‌ها خواهـد بود. داده‌هایـی کمتریـن فاصله را بـا یکدیگر دارنـد انتخاب شـده و بـا هـم ترکیـب مـی کردنـد و خوشـۀ جدیدی حاصـل می‌شـود که فاصلـۀ آن از سـایر خوشـه‌ها برابر اسـت با میانگین فاصلۀ اعضای خوشـه از اعضای سـایر خوشـه‌ها.

در ایـن مطالعـه از روش خوشـه بنـدی پیوند متوسـط جهت خوشه بندی ۳۵ پیمانکار پروژه های مسکن مهر اسـتفاده می شـود. فرض کنید {P۱;P۲;...;P۳۵} نشـان دهنده مجموعـه پیمانکارانی باشـد که بایسـتی خوشـه بندی شـوند بـه طوری کـه Pi بیانگـر پیمانکار i ام اسـت. هـر پیمانـکار توسـط یـازده شـاخص مـورد ارزیابـی قـرار مـی گیـرد. با انجام خوشـه بندی توسـط نـرم افـزار XLMiner بـه عنـوان نـرم افـزار تخصصی داده کاوی (Xlminer, ۲۰۱۶)، سـه خوشـه از داده ها ایجـاد شـد. در ضمـن آزمون خوشـه بنـدی داده ها به وسـیله نـرم افـزار IBM SPSS Statistics ۱۹ نیـز نتیجـه مشـابهی را ایجاد نمـود. در نمـودار ۲ دندوگرام خوشـه بندی سلسـله مراتبی نشـان داده شـده اسـت. در جـدول ۱ اعضـای هـر یـک از خوشـه هـا مشـخص شده است. خوشه اول دارای ده عضو، خوشه دوم دارای پانزده خوشـه سـوم دارای شـش عضو، و خوشـه چهارم نیـز دارای چهـار عضو اسـت. به منظور سـنجش اعتبار خوشـه بنـدی از ضریـب همبسـتگی کوفنتیـک که از شـاخص هـای درونـی ارزیابـی اعتبـار اسـت اسـتفاده نمودیـم. هـدف شـاخص های درونـی، ارزیابی سـاختار خوشـه بندی هایی اسـت که به وسـیله مجموعـه داده هـای کمـی تولیـد شـده اسـت (مومنـی، ۱۳۹۰). بـه ایـن منظـور ابتدا ماتریسـی به نـام ماتریـس کوفنتیک محاسـبه شـده و سـپس ضریب همبسـتگی کوفنتیک به عنوان شـاخصی برای تشـابه بین ماتریس کوفنتیک و ماتریـس مجـاورت حسـاب شـد. ضریب همبسـتگی محاسـبه شـده بـرای ایـن خوشـه بنـدی برابـر ۰/۸۲۳ گردیـد. هـر چـه ضریـب همبسـتگی کوفنتیـک به ۱+ نزدیکتـر باشـد نشـان می دهد کـه مقادیـر دو ماتریس هماهنـگ تـر هسـتند و در نتیجه اعتبار خوشـه بندی بیشـتر اسـت و بـه طور کلـی مقادیر بـالای ۰/۸ گویای اعتبـار بـالای خوشـه بنـدی اسـت (مومنـی، ۱۳۹۰). بنابرایـن بـا توجـه بـه مقـدار بدسـت آمـده مـی تـوان نتیجـه گرفـت کـه خوشـه بنـدی انجـام شـده دارای

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

جدول ۱. نتیجه خوشه بندی پیمانکاران پروژه های مسکن مهر

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

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):

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

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.

$$P_i = 1/n .$$

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 j ام به شرح ذیل است:

(۳)

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

آنتروپی (E_j) به این صورت محاسبه می شود:

(۴)

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

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

(۵)

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

که مقدار را بین صفر و یک نگه می دارد.

در ادامه مقدار درجه انحراف ( ) محاسبه می شود که بیان می کند شاخص j ام 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

جدول ۲. جدول ارزیابی چند شاخصه

	$f_1(.)$	$f_2(.)$	...	$f_j(.)$	...	$f_k(.)$
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	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

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

(۶)

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

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

(۷)

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

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

۴-۲. 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:

(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:

(۹)

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

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

(۱۱)

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

گام چهارم: محاسبه شکاف Q_i با بکارگیری رابطه ۱۳:

(۱۳)

جدول ۳. وزن شاخص ها

شاخص	وزن	شاخص	وزن	شاخص	وزن
اندازه سازمان	0.05421	وضعیت حقوقی	0.07078	آموزش	0.08185
سن	0.17406	وضعیت گردش و نسبت های مالی	0.04568	تجربه	0.12209
کنترل کیفیت	0.04582	ارتباطات بانکی و تجاری	0.0322	توان تجهیزاتی	0.18403
سیاست ایمنی و بهداشت	0.06656	صلاحیت های کارکنان کلیدی سازمان	0.12272		

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

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

در رابطه فوق، $S^* = Max_i S_i$ و $S^- = Min_i S_i$ هستند. همچنین $R^* = Min_i R_i$ و $R^- = Max_i R_i$ است. در ضمن $v \in (0,1)$ بوده و ضریب خوش بینی نام دارد. البته معمولا ۰٫۵=v 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^' گزینه نخست و a^'' گزینه بعد از آن باشد، داشته باشیم:

(۱۴)

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

که در عبارت فوق $DQ = 1/(J-1)$ و J 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، $a', a'', \ldots, a^{(m)}$ 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 جمعبندی

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 ٤	۱۵	پیمانکار ١٦	۲۲	پیمانکار ۳۲	۲۹	پیمانکار ۲۹
۲	پیمانکار ۱۵	۹	پیمانکار ۱	۱۶	پیمانکار ١٤	۲۳	پیمانکار ۳۰	۳۰	پیمانکار ۲۲
۳	پیمانکار ۲۰	۱۰	پیمانکار ۸	۱۷	پیمانکار ۲	۲۴	پیمانکار ۱۷	۳۱	پیمانکار ۲٤
۴	پیمانکار ۲۱	۱۱	پیمانکار ۷	۱۸	پیمانکار ۲۳	۲۵	پیمانکار ۲۵	۳۲	پیمانکار ۳۳
۵	پیمانکار ۹	۱۲	پیمانکار ٦	۱۹	پیمانکار ۱۲	۲۶	پیمانکار ۱۹	۳۳	پیمانکار ۳٤
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 ۲٦	۳۵	پیمانکار ۳۵

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

بنـدی پیمانکاران، تعیین وزن شـاخص هـای ارزیابی، و در نهایـت رتبـه بندی پیمانـکاران بود. خوشـه بندی و رتبـه بنـدی پیمانکاران پروژه های مسـکن یک مسـاله مهـم اسـت زیـرا تمامـی سـرمایه گـذاران و مدیـران دولتـی و نیـز خریـداران علاقه مند هسـتند تـا بهترین پیمانـکاران را شناسـایی نمـوده و در عیـن حـال بـرای پیمانـکاران ضعیـف تر چاره ای بیاندیشـند. این مسـاله در خصـوص پـروژه های مسـکن مهر شـدت بیشـتری دارد بـه ایـن دلیل که سـاخت منازل مسـکونی مهر در یـک دوره زمانـی بسـیار کوتـاه و با حجم بسـیار عظیم آغـاز شـد و بـه همیـن دلیـل بسـیاری از ضعـف هـا و مشـکلات احتمالـی در ابتدای کار نادیده گرفته شـدند. اکنـون تمامـی فعـالان در این حـوزه و به ویـژه مدیران و مجریـان طرح مسـکن مهر نیازمند کسـب شـناخت بیشـتری نسـبت بـه ایـن پـروژه هـا و پیمانـکاران آنها هسـتند تـا بتواننـد منابـع مالی و انسـانی و نیـز زمین هـای محـدود باقیمانـده را بـه درسـتی بـرای پیشـبرد صحیـح ایـن طـرح مصـرف نماینـد. خوشـه بنـدی پیمانـکاران بـه مدیـران کمک مـی کند تا وجوه تشـابه پیمانـکاران پـروژه هـای به ظاهـر متفـاوت را دریابند و بـرای هـر یـک از خوشـه هـای ایجاد شـده به تناسـب نیازمنـدی هـا و ویژگـی هـا تصمیمـات مناسـب اتخاذ نماینـد. رتبـه بنـدی پیمانـکاران نیـز موجـب مـی شـود تـا در هـر خوشـه بهتریـن پیمانـکاران پـروژه ها شناسـایی شـوند و بـه ایـن ترتیـب الگویـی مناسـب بـرای پیمانـکاران ضعیـف تـر ایجاد گـردد. بـا توجه به اینکـه پیمانـکاران قرار گرفته در یک خوشـه بیشـترین نزدیکـی بـا یکدیگر و در عیـن حال بیشـترین فاصله و تفـاوت را بـا پیمانـکاران پـروژه هـای سـایر خوشـه ها دارنـد بنابرایـن اعضای یک خوشـه می تواننـد برترین پیمانـکار خوشـه خـود را به عنوان مناسـب تریـن الگو جهـت بهبـود فرایند ها و وضعیت خـود انتخاب نمایند. جهت بهبود مطالعه حاضر و توسـعه آن پیشـنهاد های زیـر بـرای محققـان ارائه می شـود:

جمـع آوری داده هـای مـورد نیـاز بـا اسـتفاده از روش هـای متفـاوت دیگر همانند بررسـی اسـناد و مدارک و یـا بازدید از پـروژه ها؛

اسـتفاده از شـاخص هـای کمـی و کیفـی بـه طـور همزمـان؛

بکارگیری سـایر مدل های خوشـه بندی و یا اسـتفاده از الگو هـای ابتکاری؛

تعییـن وزن شـاخص هـا به شـیوه ای متفـاوت از آنچه در ایـن مطالعه انجام شـده اسـت؛

رتبـه بنـدی پیمانـکاران بـا توجـه بـه نتیجـه خوشـه بنـدی در هـر یـک از خوشـه هـا؛ و

اسـتفاده از سـایر مـدل هـای تصمیـم گیـری چنـد شـاخصه جهـت رتبـه بنـدی.

نتایـج حاصـل از ایـن مطالعـه مـی توانـد بـرای اتخـاذ تصمیمـات کاربـردی تـر و مناسـب تـر مورد اسـتفاده مجریـان طرح مسـکن مهـر قرار گیـرد و نیز بـه عنوان الگویی در سـطح وسـیع تر اجرا شـود. ضمنا مدل ارائه شـده را مـی تـوان بـا ایجـاد تغییراتـی اندک در سـایر حـوزه های نیازمنـد داده کاوی مورد اسـتفاده قرار داد.

منابع و ماخذ

اصغـری زاده، ع. و نصراللهـی، م.، (۱۳۸۷). شناسـایی و تعیین وزن شـاخص¬های موثـر در انتخاب پیمانکاران پـروژه هـای عمرانـی. پژوهشـهای مدیریـت، ۲، ۱۲۲-۱۰۵.

جعفـری اسـکندری، م. علـی احمـدی، ع.ر. و کامفیـروزی، م.ح. (۱۳۹۳). تلفیق روش بولزای و ویکور بـرای تصمیـم گیـری چند معیـاره با اعداد خاکسـتری سـه پارامتـره. نشـریه بیـن المللـی مهندسـی صنایع و مدیریـت تولیـد، ۴(۲۵)، ۴۳۲-۴۳۷.

شـرکت عمـران شـهر جدیـد هشـتگرد، (۱۳۹۰). گـزارش پیشـرفت پـروژه هـای مسـکن مهـر مـرداد ۱۳۹۰. گـزارش درون سـازمانی.

قاسـمیه، ر.، جمالـی، غ. و کریمـی اصـل، ا. (۱۳۹۴). تحلیـل ابعـاد رویکرد مدیریـت زنجیرۀ تأمیـن لارج در صنعـت سـیمان از طریـق تلفیق تکنیک هـای تصمیم گیـری چنـد معیـاره. مدیریـت صنعتـی ۷(۴)، ۸۱۳-۸۳۶.

مومنـی، م.، (۱۳۹۰)، خوشـه بنـدی داده هـا (تحلیـل

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

خوشــه ای)، ناشــر مومنــی، 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, 12160–12167.
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 Nonprice 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, PL.K. (2015). Service supply chain environmental performance evaluation using grey based hybrid MCDM approach; International Journal of Production Economics, 166, 163–176.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]

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

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-19]