دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال سوم، شماره دوازدهم، زمستان ۱۳۹۶
شماره شاپا: ۱۶۸۲-۰۱۶۹

پژوهش‌های نوین در ریاضی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

مطلوبیت سنجی رتبه کاندیداهای انبار در مکانیابی درون کارگاهی با استفاده از روش تابع مطلوبیت تجمعی ستاره UTASTAR

محمد احسانی فر[۱]، فرهاد حسین‌زاده‌لطفی[۲*]

[(۱)] دانش آموخته دوره پسا دکتری تخصصی مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[(۲)] استاد، گروه ریاضی کاربردی (تحقیق در عملیات)، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۸/۲۲

چکیده

اهمیت مکان‌یابی در شرکت‌های تولیدی و خدماتی موضوع جدیدی نیست. یکی از مهمترین کاربردهای آن، تعیین مکان مناسب جهت انبارهای کارگاه‌های تولیدی به منظور نگهداری از مواد مصرفی یا تولیدات می‌باشد. پیدا کردن مکان مناسب جهت استقرار انبارها در راستای افزایش خدمت‌رسانی و افزایش کارایی جز معضلات بسیار مهم و پرهزینه هر سازمانی محسوب می‌شود. مکان‌یابی انبار یک تصمیم مهم و به لحاظ ساختاری چند معیاره است که هدف‌های کمی و کیفی را شامل می‌شود. در این مطالعه با استفاده از یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به یک رتبه‌بندی اولیه از مکان‌های بالقوه و پیشنهادی انبار شرکت مورد مطالعه خواهیم پرداخت و سپس رتبه‌های فوق را به عنوان ورودی مدل مطلوبیت تجمعی ستاره که روشی جدید و در عین حال بسیار کاربردی برای استنتاج توابع مطلوبیت از میان داده‌های گذشته تصمیم‌گیری می‌باشد وارد نموده و به مطلوبیت سنجی نتایج خواهیم پرداخت و میزان مطلوبیت گزینه‌های رتبه‌بندی شده را جهت ارزیابی و انتخاب مکان انبار معرفی خواهد گردید.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی انبار، تصمیم‌گیری چند شاخصه[۱]، روش مطلوبیت تجمعی ستاره[۲]

*. عهده‌دار مکاتبات: Email: hosseinzadeh_lotfi@srbiau.ac.ir

1. Multiple Attribute Decision Making (MADM)
2. UTASTAR

۱- مقدمه

مکان‌یابی و استقرار، مولفه مهمی در طراحی سیستم‌های صنعتی است که باید مورد توجه قرار گیرد. تصمیم‌گیری در مورد موقعیت و مکان‌یابی تسهیلات، از اساسی‌ترین تصمیمات سرمایه‌گذاران به شمار می‌رود که می‌تواند در جهت‌گیری استراتژیک کارخانه نقش اساسی ایفا کند و سودآوری آن را در بلند مدت تحت تاثیر قرار دهد. به گونه‌ای که تصمیمات نادرست منجر به هدر رفتن سرمایه‌گذاری زیادی می‌شود، در نتیجه تعیین بهترین مکان برای تسهیلات استراتژی مهمی است. [۱]

مسائل مکان‌یابی هدف‌های مختلفی دربردارند. هدف‌ها در شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری در مساله مکان‌یابی و زیرمعیارهای آن اهمیت و نقش مهمی دارند. یکی از مهمترین مسائل مکان‌یابی در واحدهای صنعتی، مکان‌یابی مناسب انبار، در راستای افزایش خدمت‌رسانی و افزایش کارایی و بهره‌وری به نقاط تقاضا می‌باشد. از عوامل موثر بر تعیین مکان انبارها می‌توان به هزینه احداث، هزینه حمل و نقل، هزینه نیروی انسانی، شرایط جوی و مدت زمان خدمت‌دهی اشاره کرد، که انتخاب نادرست مکان استقرار می‌تواند هزینه‌های اضافی را به واحد تحمیل کند. [۲]

در بررسی واحدهای تولیدی مشخص شده است که بیش از ۵۰ درصد آن‌ها در سال اول و حدود ۳۰ درصد آن‌ها پس از ۲ سال، ورشکسته می‌شوند. ممکن است درآغاز راه اندازی، تمام جوانب ارائه خدمات بررسی شوند ولی بی توجهی به مساله مهم مکان یابی سبب می‌شود تا واحد تولیدی به سوددهی مورد نظر نرسد و از رسیدن به هدف خود باز بماند. [۳]

انجام مطالعات مکان‌یابی درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی و اقتصادی در منطقه محل احداث خواهد داشت. [۲]

تصمیم‌گیری در مورد راه کارهای انتخاب و به ویژه مکان‌یابی استقرار ممکن است دارای مطلوبیت کافی و مناسب نباشد. از این رو با استفاده از روش مطلوبیت تجمعی که روشی برای استنتاج توابع مطلوبیت از میان داده‌های گذشته تصمیم‌گیری می‌باشد به سنجش مطلوبیت تصمیم‌گیری خواهیم پرداخت. [۴] هدف از این روش، استنتاج یا ارزیابی مدل‌های تصمیم‌گیری از میان داده‌های ارجحیت و یا تصمیمات گذشته می‌باشد. علت استفاده از مدل مطلوبیت تجمعی، بررسی مطلوبیت مدل‌های کلاسیک جهت مکان‌یابی می‌باشد که نشان می‌دهد مدل منتخب جهت مکان‌یابی انبار تا چه اندازه دارای مطلوبیت قابل قبول است.

۲- پیشینه تحقیق

مساله مکان‌یابی انبار سال‌هاست مورد بحث میان محققین است، با این حال مطالعه نظریه مکان‌یابی در سال ۱۹۰۹ توسط آلفرد وبر آغاز شد. وبر مکان‌یابی انبار را با هدف حداقل سازی فاصله بین انبار و تسهیلات موجود به کار برد. [۵] همچنین طبق تحقیقات کارماکر و همکارش، مهم‌ترین معیار جهت انتخاب مکان انبار مدت زمان پاسخ گویی، شرایط حمل و نقل، هزینه، شرایط مکانی و منابع انسانی به عنوان مهم‌ترین معیارها شناخته شده است که در این مطالعات هزینه شامل هزینه زمین و هزینه حمل و نقل است و مدت زمان پاسخ‌گویی شامل زمان پاسخ‌دهی و مدت تاخیر تعریف شده است. [۶] اوزکان و همکارانش انتخاب مکان انبار را به عنوان مهمترین بخش تصمیم‌گیری معرفی نموده و به تحلیل و معرفی معیارهای مهمی چون قیمت واحد، هزینه موجودی، میانگین فاصله تا کارگاه‌ها، میانگین فاصله تا عرضه‌کننده و انعطاف‌پذیری پرداختند. [۷] در تحقیقات انجام شده در رابطه با تصمیم‌گیری مکان انبار از مدل-های تصمیم‌گیری بسیاری استفاده شده است که خلاصه‌ای از مدل ها در جدول (۱) آمده است:

جدول (۱): طبقه‌بندی مدل‌های تصمیم‌گیری

طبقه	روش	منابع
برنامه‌ریزی ریاضی	Mixed integer programming Non-linear programming Global optimization	[۸-۱۴]
تصمیم‌گیری چند معیاره	AHP – TOPSIS- ELECTRE- VIKOR	[۶، ۷، ۱۵-۱۷]

در جدول (۱) برخی از رایج‌ترین مدل‌هایی که در ارزیابی و انتخاب مکان انبار ارائه شده است معرفی شدند. در برخی از مقاله‌ها از یک مدل و در برخی دیگر از ترکیبی از مدل‌ها استفاده شده است. همچنین نمی‌توان ادعا کرد که یک مدل از سایر مدل‌ها بهتر است، زیرا تمامی مدل‌ها نقاط ضعف و قوت خود را دارند و هر مدل ممکن است برای مساله خاصی مناسب و کاربردی باشد. نکته دیگر اینکه در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه باید به مدل‌های جبرانی[1] و غیر جبرانی[2] هم توجه داشت. برخی از مدل‌ها اجازه مبادله بین معیارها را نمی‌دهند و برخی مجوز مبادله را صادر می‌کنند. در این مقاله علاوه بر اینکه یکی از مدل‌های کلاسیک جهت مکانیابی استفاده خواهد شد، با استفاده از روش UTASTAR مطلوبیت رتبه‌بندی گزینه‌های مورد ارزیابی در مدل فوق نیز سنجش خواهد گردید. در مجموع باید عنوان نمود که اهمیت ویژه استفاده از مدل UTASTAR اینست که قادر به پاسخ گویی به این سوال است که آیا گزینه‌های رتبه‌بندی شده توسط هر مدل تصمیم‌گیری توانایی برطرف نمودن نیاز تصمیم‌گیرنده را داراست یا خیر؟ و در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که آیا کاندیداهای احداث انبار در شرکت مورد مطالعه که توسط یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری شناخته شده رتبه‌بندی شده‌اند واقعاً کاندیداهای مناسبی هستند یا خیر؟

۳- روش مطلوبیت تجمعی

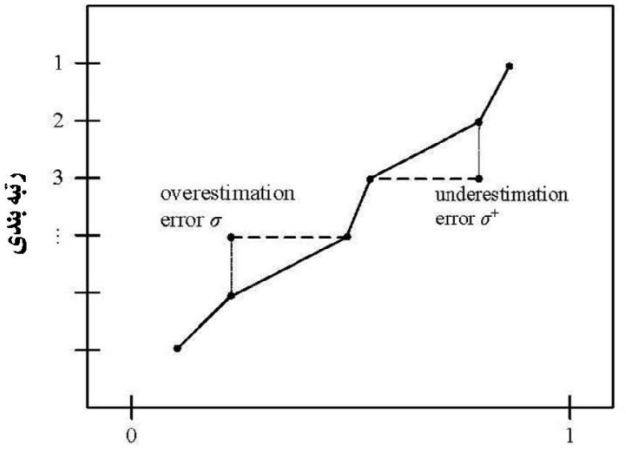
برای انتخاب بهترین تصمیم در تصمیم‌گیری چند معیاره، تکنیک‌های متعددی وجود دارد. روش مطلوبیت تجمعی تکنیکی است که به ارزیابی و تحلیل تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری می‌پردازد. این روش اولین بار توسط سیسکوس ۱۹۸۵مطرح گردید [۴]. توابع مطلوبیت می‌توانند به ازای یک مقیاس مشترک بدون ابعاد برای تغییر ارزش عملکردی بررسی نشده گزینه‌ها در مقابل معیارهای مختلف کمی و کیفی به اجرا درآیند. بنابراین عملکردی که بیشتر ارجحیت داده می‌شود، ارزش مطلوبیت بالاتری را کسب می‌کند. روش مطلوبیت تجمعی همزمان امتیازهای تخصیص داده شده توسط تصمیم گیرندگان به مجموعه‌ای از گزینه‌ها که مرجع نامیده می‌شود و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها از بیشترین به کمترین ارجحیت به عنوان ورودی دریافت می‌کند، پس از دریافت ورودی‌ها، روش‌ها مطلوبیت تجمعی تکنیک برنامه‌ریزی خطی را به کار می‌گیرند تا یک مدل تصمیم‌گیری به فرم تابع مطلوبیت را برای تصمیم‌گیرنده استنتاج کنند تا رتبه‌بندی ارائه شده برای گزینه‌ها را تا حد امکان دقیق باز آفرینی نمایند. به منظور اعتبار سنجی مدل، تحلیل حساسیت پس از بهینگی انجام می‌شود. این مدل قادر است در حین برآورد تابع مطلوبیت مشکل وابستگی شاخص‌ها را حل نماید. [۱۸]

۲-۲- روش UTASTAR

این روش توسط سیسکوس و یاناکوپلس در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است. این روش نتیجه اصلاح شده روش اولیه مطلوبیت تجمعی است. در روش مطلوبیت اولیه، برای هر فعالیت $a \in A_R$، خطایی مستقل تحت عنوان $\sigma(a)$ تعریف شده که باید حداقل شود، اما در مدل UTASTAR دو خطای مثبت دوبل تعریف می‌کند. الگوریتم UTASTAR مطابق ۵ مرحله عنوان شده به صورت زیر است: [۴-۹]

1. Compensatory Models
2. Non-Compensatory Models

شکل (۱): منحنی رگرسیون توصیفی براساس مطلوبیت کلی [۴]



مرحله اول: ایجاد مجموعه مرجع $A_R=\{a_1,a_2,...,a_m\}$، اعضای این مجموعه به نحوی مرتب شده‌اند که a_1 بهترین و در راس و a_m بدترین و در انتهای رتبه‌بندی است. با توجه به اینکه رتبه‌بندی R به صورت نزولی بوده، لذا برای هر زوج متوالی (a_k,a_{k+1}) ممکن است بر هم ارجحیت داشته باشند $(a_k>a_{k+1})$ و یا $(a_k<a_{k+1})$.

مرحله دوم: ابتدا مقادیر مطلوبیت حاشیه‌ای $u_i(g_i)$ را به دست آورده و سپس براساس متغیرهای w_{ij} و مطلوبیت تجمعی هر گزینه را مطابق فرمول زیر به دست می‌آوریم:

$$u_i(g_i(a))=\sum_{i=1}^{q-1}w_{ik}+\frac{g_i(a)-g_i^{\,j}}{g_i^{\,j+1}-g_i^{\,j}}w_{iq}$$
$$\forall i=1,2,...,N$$

مرحله سوم: برای هر زوج گزینه پشت سر هم در رتبه‌بندی انجام شده روی گزینه‌های کلیدی توابع، خطای دوگانه مطابق فرمول زیر بیان کرده:

$$\Delta(a_k,a_{k+1})=$$
$$u'[g(a_k)]-u'[g(a_{k+1})]=$$
$$u[g(a_k)]-\sigma^+(a_k)+\sigma^-(a_k)-$$
$$u[g(a_{k+1})]+\sigma^+(a_{k+1})-\sigma^-(a_{k+1})$$

مرحله چهارم: مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را حل می‌نمائیم:

$$[\min]z=\sum_{i=1}^{m}(\sigma^+(a_k)+\sigma^-(a_k))$$

Subject to :

$$\Delta(a_k,a_{k+1})\geq\partial \quad if\ \ a_k\succ a_{k+1}$$
$$\Delta(a_k,a_{k+1})=0 \quad if\ \ a_k\sim a_{k+1}$$
$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{J=1}^{\alpha_i-1}w_{ij}=1$$
$$w_{ij}\geq 0,\quad \sigma^+(a_k)\geq 0,\quad \sigma^-(a_k)\geq 0,$$
$$\forall i,j \text{ and k}$$

مرحله پنجم: در این مرحله وجود جواب‌های بهینه یا جواب‌های نزدیک به آن، تست می‌شود. اگر بیش از یک جواب بهینه یافت شود میانگین تابع مطلوبیت بهینه انتخاب می‌شود. آنالیز پایداری شامل حداکثرسازی جواب‌های بهینه است.

$$u_i[g_i^{\,*}]=\sum_{i=1}^{\alpha_i-1}w_{ik}\qquad \forall i=1,2,...,N$$

بامحدودیت زیر:

$$\sum_{i=1}^{m}[\sigma^+(a_k)+\sigma^-(a_k)]\leq z^*+\varepsilon$$

و z^* یک مقدار بهینه برنامه‌ریزی خطی است و ε یک عدد بسیار کوچک مثبت است.

۳- مطالعه موردی

دلیل استفاده از روش UTASTAR در این مقاله، سنجش مطلوبیت و رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی و بالقوه انبار در شرکت تولیدی فولاد کویر دامغان است. در ابتدا پژوهشگران به رتبه‌بندی اولیه گزینه‌ها با استفاده از یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه پرداخته و سپس جهت سنجش مطلوبیت مدل فوق ازروش UTASTAR استفاده خواهد شد. رتبه‌بندی اولیه در این پژوهش با استفاده از روش TOPSIS حاصل شده است که در جدول (۴) ارائه شده است. در جدول (۵) نتایج نهایی حاصل از رتبه‌بندی اولیه و روش UTASTAR نشان داده شده است.

جدول (۲): ماتریس تصمیم‌گیری مکان‌های بالقوه انبار (گزینه‌ها) و معیارهای ارزیابی آنها

معیارها		C_{11}	C_{12}	C_{21}	C_{22}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}
گزینه ها	A_1	۳/۶۶	۵/۶۶	۶/۳۳	۶/۳۳	۴/۳۳	۴/۳۳	۷	۷/۶۶	۷	۸/۳۳	۸/۳۳
	A_2	۵	۵/۶۶	۴/۳۳	۹	۴/۳۳	۵	۷	۷	۲/۳	۶/۳۳	۸/۳۳
	A_3	۱/۳۳	۱/۳۳	۵	۶/۳۳	۳	۳/۶۶	۷	۱	۱	۲/۳	۵
	A_4	۴،۳۳	۳/۶۶	۵	۳/۶۶	۴/۳۳	۳	۳	۳/۶۶	۱/۶۶	۳/۶۶	۳/۶۶

جدول (۳): معیارهای انتخاب مکان انبار [۷]

نماد	معیار
C_{11}	تحویل به موقع
C_{12}	تاخیر در تحویل
C_{21}	کیفیت حمل ونقل
C_{22}	قابلیت حمل ونقل
C_{31}	هزینه حمل ونقل
C_{32}	هزینه منابع انسانی
C_{33}	هزینه سرویس‌دهی
C_{41}	سرعت دسترسی به کارگاه‌ها
C_{42}	امکان توسعه و ظرفیت
C_{43}	قابلیت سرویس‌دهی
C_{44}	میزان فاصله

جدول (۴): رتبه‌بندی اولیه گزینه‌ها با استفاده از مدل TOPSIS

گزینه‌ها	رتبه‌بندی
A_1	1
A_2	2
A_3	3
A_4	4

پس از بدست آمدن رتبه‌بندی اولیه گزینه‌های بالقوه انبار در شرکت فولاد، نتایج فوق در مدل سنجش مطلوبیت ستاره تزریق گردید. مدل برنامه‌ریزی خطی زیر حاصل از عملیات فوق می‌باشد:

$$[\min]\ z=\sum_{k=1}^{m}[\sigma^{+}(a_k)-\sigma^{-}(a_k)]$$

$$subjectto:$$

$$-0.73w_{12}+w_{31}+w_{32}$$
$$-w_{42}-0.33w_{61}+0.2w_{82}$$
$$+0.5w_{91}+0.67w_{10;2}-\sigma^{+}(A_1)$$
$$+\sigma^{-}(A_1)+\sigma^{+}(A_2)-\sigma^{+}(A_2)\geq\partial$$
$$w_{11}+w_{12}-w_{21}-w_{22}$$
$$-0.67w_{31}+w_{42}-w_{51}$$
$$-w_{52}-w_{61}-0.34w_{62}$$
$$+w_{81}+0.8w_{82}+0.43w_{91}$$
$$+w_{10;1}+0.33w_{10;2}-w_{11;1}$$
$$-0.43w_{11;2}-\sigma^{+}(A_2)+$$
$$\sigma^{-}(A_2)+\sigma^{+}(A_3)-\sigma^{-}(A_3)\geq\partial$$
$$-w_{11}-0.64w_{12}+0.08w_{21}$$
$$+w_{22}+w_{41}+w_{51}+w_{52}-0.66w_{62}$$
$$-w_{71}-w_{72}-0.8w_{81}-0.22w_{91}$$
$$-0.45w_{10;1}-0.47w_{11;2}-\sigma^{+}(A_3)$$
$$+\sigma^{-}(A_3)+\sigma^{+}(A_4)-\sigma^{-}(A_4)\geq\partial$$
$$w_{11}+w_{12}+w_{21}+w_{22}$$
$$+w_{31}+w_{32}+w_{41}+w_{42}$$
$$+w_{51}+w_{52}+w_{61}+w_{62}$$
$$+w_{71}+w_{72}+w_{81}+w_{82}$$
$$+w_{91}+w_{92}+w_{10;1}+w_{10;2}$$
$$+w_{11;1}+w_{11;2}=1$$

$w_{ij}\geq 0;\sigma^{+}(a_k)\geq 0;\sigma^{-}(a_k)\geq 0\ \ \forall$ i;j and lk

For this case $\partial=0.05$

پس از حل مدل فوق نتایج زیر حاصل شدند:

$z^{*}=0$

w_{11} =0.07727273

w_{22} =0.08636364

w_{32} =0.10353636

w_{41} =0.16426636

w_{42} =0.001645455

w_{51} =0.04090909

w_{62} =0.07727273

w_{82} =0.16328182

w_{91} =0.01057273

w_{92} =0.08009091

$w_{10;1}$ =0.08636364

$w_{11;1}$ =0.04027273

جدول (۵): نتایج نهایی حاصل از رتبه‌بندی اولیه مدل TOPSIS و روش UTASTAR

گزینه	ارزش کلی در مدل مطلوبیت تجمعی ستاره	رتبه اولیه بدست آمده از مدل TOPSIS
A_1	۰/۶۸	1
A_2	۰/۴۶	2
A_3	۰/۳۳	3
A_4	۰/۲۶	4

۴. نتیجه‌گیری

دراین مقاله از روش UTASTAR برای برآورد مطلوبیت رتبه‌های حاصل از مدل TOPSIS جهت انتخاب مکان انبار اصلی شرکت فولاد کویر دامغان استفاده شده است. در این روش می‌توان میزان مطلوبیت نتایج رتبه‌بندی مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری کلاسیک را جهت بکارگیری در هر مساله‌ای که مورد نظر تصمیم‌گیرنده است سنجش نمود. نکته مهم دیگر در بکارگیری مدل فوق اینست که باید توجه داشت که رتبه‌بندی گزینه‌های مرجع باید با دقت کامل انجام گیرد تا تابع مطلوبیت بدست آمده کارایی لازم را داشته باشد. به‌عبارتی اهمیت معرفی و بکارگیری روش فوق معرفی مدل یا مدل‌هایست که مناسب‌ترین جواب را به استفاده کننده از نتایج مدل‌های کلاسیک می‌دهد و تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا مدل مناسب و همزمان گزینه مناسب مساله خود را از بین گزینه‌های مختلف تصمیم‌گیری انتخاب کند، مساله‌ای که بسیاری از استفاده کنندگان از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از آن بی اطلاع هستند و نمی‌توانند از نتایج مدل تصمیم‌گیری منتخب خود جهت حل مساله پیش روی خود مطمئن باشند. در این پژوهش همانگونه که در جدول (۵) مشخص است، گزینه رتبه ۱ شرکت فولاد نیز نتوانسته گزینه‌ای با ۱۰۰ درصد مطلوبیت جهت احداث انبار باشد و لذا پژوهشگران به مدیریت شرکت توصیه کردند تا گزینه های جدیدی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی معرفی نمایند. به دیگر بیان، حسن بکارگیری روش فوق، امکان ارزیابی و تحلیل حساسیت تمامی گزینه‌های بالقوه و بالفعل و حتی گزینه‌هایی که تاکنون کاندیدای ارزیابی نبوده‌اند می‌باشد.

فهرست منابع

[1] S. H. Owen and M. S. Daskin, "Strategic facility location: A review," European Journal of Operational Research, vol. 111, pp. 423-447, 1998#

[2] Z. Drezner, Facility Location A Survey of Applications and Methods: Springer-Verlag New York, 1995

[3] H. Deng, "Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison," International Journal of Approximate Reasoning, vol. 21, pp. 215-231, 1999#

[4] E. Jacquet-Lagreze and J. Siskos, "Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method," European Journal of Operational Research, vol. 10, pp. 151-164, 1982#

[5] A. Weber, "Theory of the Location of Industries," CSISS Classics,1929#

[6] C. L. K. a. M. Sahab, "Optimization of warehouse location through fuzzy multi-criteria decision making methods," Decision Science Letters, vol. (2015), pp.315-334, 2015#

[7] T. Özcan, N. Çelebi, and Ş. Esnaf, "Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem," Expert Systems with Applications, vol. 38, pp.9773-9779, 2011#

[8] L.-Y. Wu, X.-S. Zhang, and J.-L. Zhang, "Capacitated facility location problem with general setup cost," Computers & Operations Research, vol. 33, pp. 1226-1241, 2006#

[9] A. Klose and A. Drexl, "Facility location models for distribution system design," European Journal of Operational Research, vol. 162, pp. 4-29, 2005#

[10] R. Aboolian, O. Berman, and D. Krass, "Competitive facility location and design problem," European Journal of Operational Research, vol. 182, pp. 40-62, 2007#

[11] J. K. S. N. J. P. and A. M. Rodríguez-Chía, "The ordered capacitated facility location problem," Top, vol. 2010, pp. 203-222, 2010#

[12] I. F. F. D. A. · and D. J. A. P. H. L. Liberti, "On the Weber facility location problem with limited distances and side constraints," Optim Lett, vol. 2012#

[13] M.-C. Lai, H.-s. Sohn, T.-L. Tseng, and C. Chiang, "A hybrid algorithm for capacitated plant location problem," Expert Systems with Applications, vol. 37, pp.8599-8605,2010#

[14] Z. Zhu, F. Chu, and L. Sun, "The capacitated plant location problem with customers and suppliers

matching," Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol. 47 ،pp.469-480,2010#

[15] C.-T. Chen, "A fuzzy approach to select the location of the distribution center," Fuzzy Sets and Systems, vol. 118, pp.65-73, 2001#

[16] R. Z. Farahani, M. SteadieSeifi, and N. Asgari, "Multiple criteria facility location problems: A survey," Applied Mathematical Modelling, vol. 34, pp1689-1709, 2010#

[17] W. H. C. K. M. L. G. T. S. Ho, "Optimization of the facility location-allocation problem in a customer-driven supply chain," Oper Manag Res, vol. 2008 ،pp.69-79, 2008#

[18]M. Beuthe and G. Scannella, "Comparative analysis of UTA multicriteria methods," European Journal of Operational Research, vol. 130, pp.249-262, 2001#