چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۱۰ ـ تابستان ۱۳۹۲
ص‌ص ۸۴ – ۵۷

طراحی مدل تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی جهت انتخاب طرح جانمایی تسهیلات

احمد توکلی*، علیرضا پویا، سید جواد علوی طبری*****

چکیده

جانمایی تسهیلات مسئله‌ای است که به نحوه‌ی چیدمان دپارتمان‌ها در منطقه کاری می‌پردازد. در این مقاله ابتدا به شناسایی معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان پرداخته شد. همچنین یک روش تلفیقی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای انتخاب طرح چیدمان مطلوب ارائه شد. به‌کارگیری نظریه مجموعه‌های فازی به دلیل توانایی بیشتر در بیان مقادیر غیردقیق معیارهای کیفی باعث افزایش کیفیت طرح چیدمان خواهد شد. در این روش از AHP گروهی فازی برای تعیین مقادیر عملکردی طرح‌های چیدمان با توجه به معیارهای کیفی، از آنتروپی شانون برای تعیین وزن معیارها و از تاپسیس برای رتبه-بندی نهایی طرح‌های چیدمان استفاده شد. در روش حاضر معیارهای کمّی و کیفی به صورت همزمان در نظر گرفته شده است و عملکرد طرح‌های چیدمان برای معیارهای کیفی به صورت فازی در نظر گرفته می‌شوند. همچنین طرح بهینه به طور موزون اما بدون در نظر گرفتن اهمیت نسبی بین معیارها از طریق نظر مستقیم خبرگان، انتخاب می‌شود. برای بررسی روش پیشنهادی، این روش در یک مطالعه موردی در شرکت مشهدپانل به کار گرفته شد.

کلیدواژه‌ها: انتخاب طرح چیدمان تسهیلات؛ تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی؛ AHP گروهی فازی؛ آنتروپی شانون؛ تاپسیس.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱/۳۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۶/۲.

* استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد.

** استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد.

*** کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول مقاله).
E-mail: SeyedJavad.AlaviTabari@Gmail.com

۱. مقدمه

مسئله چیدمان تسهیلات به عنوان یک اصل کلیدی برای بهبود بهره‌وری کارخانه در نظر گرفته می‌شود و هدف از آن رسیدن به اثربخش‌ترین ترتیب ماشین‌آلات یا ایستگاه‌های کاری است، به طوری‌که محصولات در حداکثر بهره‌وری و سودآوری تولید شوند. طبق نظر یانگ و هانگ [۳۴] مسئله طراحی چیدمان را می‌توان به عنوان یک موضوع استراتژیک در نظر گرفت که تأثیر بسزایی در عملکرد سیستم تولیدی خواهد داشت. تصمیم‌گیری در مورد طراحی استقرار بر جریان مواد، هزینه‌های حمل‌ونقل و نگهداری، کارایی تجهیزات، بهره‌وری کارخانه، مؤثر بودن کارکنان و مدیریت تأثیر می‌گذارد. هر طراحی استقرار باید رسیدن به هدف یا اهداف خاصی را ممکن کند. طراحی استقرار معمولاً برای کمینه کردن یک معیار، مثل زمان جابه‌جایی کل، هزینه‌ها یا تأخیرها، یا بیشینه کردن معیاری دیگر، مثل کیفیت یا انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی می‌شود [۴]. برنامه‌ریزی تسهیلات ممکن است بین ۱۰ تا ۳۰ درصد هزینه عملیاتی را از طریق تأثیرگذاری بر سیستم‌های جابه‌جایی مواد، نیروی انسانی و ... کاهش دهد [۵]. در رویکرد طراحی چیدمان، مجموعه‌ای از معیارهای کمّی و کیفی تأثیرگذارند. برخی الگوریتم‌ها تنها داده-های کمّی را می‌پذیرند و برخی دیگر فقط از داده‌های کیفی استفاده می‌کنند. همچنین الگوریتم‌های طراحی‌شده در نرم‌افزارها و روش‌های دستی موجود تنها با در نظر گرفتن یک هدف مانند کمینه‌سازی کل هزینه جابه‌جایی یا بیشینه‌سازی نرخ نزدیکی کل، اقدام به تولید طرح می‌کنند که این ضعف‌ها در تأثیر همزمان داده‌های کمّی و کیفی و همچنین تک‌هدفه بودن الگوریتم‌های طراحی باعث کاهش کیفیت طرح استقرار می‌شود. بنابراین با توجه به ماهیت چندمعیاره بودن مسائل طراحی چیدمان و وجود معیارهای کیفی در این نوع مسائل، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی می‌تواند مفید باشد. در این پژوهش با ارائه یک روش تلفیقی فازی توانستیم با در نظر گرفتن همزمان عوامل کمّی و کیفی، بیان داده‌های غیردقیق کیفی به صورت فازی و در نهایت رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان به رفع این نواقص بپردازیم. در این روش بعد از ایجاد طرح‌های چیدمان به کمک نرم‌افزار، با استفاده از روش پیشنهادی به تعیین اندازه عملکرد طرح‌های چیدمان و ارزش‌های اولویت معیارها و رتبه‌بندی آن‌ها به کمک ماتریس تصمیم می‌پردازیم.

۲. پیشینه پژوهش

هراگو و کوسیاک [۱۴] در مطالعه‌ای دو مدل جدید برای مسئله طراحی چیدمان ارائه دادند که شامل خطی پیوسته با ارزش‌های مطلق در تابع هدف و محدودیت‌ها و خطی عدد صحیح مختلط است. مدل‌های خطی عدد صحیح مختلط متغیرهای عدد صحیح کمتری نسبت به

فرمول‌های دیگر موجود برای مسائل طراحی چیدمان دارند. یکی از مزیت‌های مدل ارائه‌شده این است که نیازی به از پیش مشخص بودن مکان بخش‌ها ندارد و مهم‌تر اینکه دو مدل ارائه‌شده توانایی حل مسئله طراحی چیدمان با مساحت‌های نابرابر را دارند. نتایج محاسباتی به دست آمده نشان می‌دهد که الگوریتم ابتکاری پیشنهادشده توانایی حل مسائل، با کیفیت بالا و زمان محاسباتی کمتر را دارد. کمبرن و اوانس [۱۰] برای حل مسئله طراحی چیدمان ابتدا با استفاده از ترکیبی از روش‌های دستی و سه الگوریتم کرفت، کورلپ و آلدپ به ایجاد شش طرح چیدمان پرداختند و سپس از روش AHP برای انتخاب طرح چیدمان مناسب‌تر استفاده کردند. معیارهای قضاوت در اینجا شامل حرکت کارآمد مواد، حرکت کارآمد پرسنل، سهولت گسترش، به‌کارگیری و پیکربندی خوب فضا، سازگاری با فرایند و تغییرات تجهیزات، نظارت مؤثر، امنیت، ضمانت، زیبایی‌گرایی و کنترل صدا هستند. در پژوهش دیگری پرتوی و بورتن [۲۴] برای مسئله طراحی چیدمان از یک رویکرد چندهدفه به کمک AHP استفاده کردند. آن‌ها با استفاده از توسعه یک برنامه کامپیوتری بر پایه AHP و ماژول ساخت مکان بخش‌ها، به طراحی چیدمان پرداختند. در پژوهش دیگری هوشیار و وایت [۱۵] یک مدل ریاضیاتی برای سیستم‌های طراحی چیدمان ارائه دادند. این مدل از برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک به عنوان عنصر بهینه‌سازی استفاده می‌کند. هدف این مدل مرتب کردن تمامی بخش‌ها در مکان‌ها است، به طوری که مجموع ارزش‌های وزنی مجاورت برای تمامی بخش‌ها حداکثر شود. این روش برای حل مسائل کوچک مناسب است. ماک، وانگ و چان [۲۱] در تحقیقی الگوریتم ژنتیک را به عنوان یک روش عمومی برای حل مسائل طراحی چیدمان به کار گرفتند. آن‌ها یک مدل ریاضی را برای بررسی چیدمان دستگاه‌ها و الگوی جریان مواد برای محیط‌های ساخت کارگاهی و محصولی توسعه دادند. الگوریتم ژنتیک ارائه‌شده با هدف حداقل کردن هزینه جابه‌جایی مواد، چیدمان بهینه ماشین‌آلات را استخراج می‌کند. آزادیور و وانگ [۸] در مطالعه‌ای یک تکنیک برای بهینه‌سازی چیدمان تسهیلات ارائه دادند که ویژگی‌های پویا و محدودیت‌های عملیاتی سیستم را در نظر می‌گیرد و توانایی حل مسئله طراحی چیدمان تسهیلات را بر اساس اندازه‌های عملکرد سیستم، مانند بهره‌وری و زمان سیکل دارد. رویکرد پیشنهادشده ترکیبی از الگوریتم ژنتیک، شبیه‌سازی کامپیوتری و یک تولیدکننده مدل شبیه‌سازی است. در این روش هر حل به دست آمده از چیدمان در یک شکل رشته‌ای ارائه می‌شود که برای تحلیل به وسیله الگوریتم ژنتیک مناسب است. این حل‌ها سپس به وسیله تولیدکننده مدل شبیه‌سازی به مدل‌های شبیه‌سازی برگردانده می‌شوند. از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی چیدمان استفاده می‌شود، در حالی‌که شبیه‌سازی به عنوان یک ابزار ارزیابی عملکرد عمل می‌کند. لی، هان و روح [۲۰] در پژوهشی از یک الگوریتم ژنتیک بهبود یافته برای مسائل طراحی چیدمان استفاده کردند. در این روش تمامی روابط بین

تسهیلات و معابر به صورت یک گراف مجاورت داده می‌شود و کوتاه‌ترین مسیر بین دو بخش با استفاده از الگوریتم دیکسترا[1] از تئوری گراف محاسبه می‌شود. یانگ و کو [۳۵] در مقاله دیگری برای حل مسئله انتخاب طرح چیدمان بهینه از روش تحلیل سلسله مراتبی و رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. آن‌ها از یک نرم‌افزار کامپیوتری برای ایجاد پیشنهادهای طراحی و همچنین مقادیر عملکرد معیارهای کمّی استفاده کردند و از AHP نیز برای تعیین مقادیر عملکرد معیارهای کیفی استفاده شد. در نهایت DEA برای حل مسئله چندهدفه به کار گرفته شد. آیلو، انی و گالانته [۶] در مطالعه‌ای از یک روش چندهدفه برای حل مسئله طراحی چیدمان بهره بردند؛ به این صورت که در گام اول حل‌های بهینه‌ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک تعیین کردند و در گام بعد برای انتخاب حل بهینه از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ELECTRE استفاده کردند. معیارهای انتخاب به صورت معیارهای کمّی هزینه جابه‌جایی و نسبت ابعاد و معیارهای کیفی، مجاورت و درخواست فاصله بین بخش‌ها هستند. سلیمان‌پور و جعفری [۳۱] یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط غیرخطی برای تعیین چیدمان بهینه ماشین‌آلات در یک سطح دوبعدی ارائه دادند. پارامترهای در نظر گرفته شده در این مدل شامل ظرفیت تولید دستگاه‌ها، دستگاه‌های متعدد از هر نوع، مسیر پردازش قطعات و ابعاد دستگاه‌ها است. یک الگوریتم بر اساس رویکرد شاخه و حد برای به دست آوردن حل بهینه از مدل برنامه‌ریزی ریاضی پیشنهادشده، ارائه شده است. سمرقندی و عشقی [۲۷] در مطالعه‌ای که انجام داده‌اند از یک الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه برای مسئله طراحی چیدمان تک‌ردیفه استفاده کردند. الگوریتم ممنوعه پیشنهادشده از تکنیکی به نام حافظه تطبیقی[2] برای تنوع و افزایش شدت استفاده می‌کند. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که روش پیشنهادشده در کاهش عملیات محاسباتی برای حل مسئله بسیار مؤثر بوده است. در مقاله دیگری کمارودین و وانگ [۱۹] از یک سیستم مورچگان که یکی از انواع بهینه‌سازی جامع مورچگان است برای حل مسائل طراحی چیدمان با مساحت نابرابر استفاده کردند. هدف اصلی آن‌ها در این مطالعه حداقل کردن کل هزینه جابه‌جایی مواد است. الگوریتم پیشنهادی به عنوان یک الگوریتم بهینه‌سازی گسسته از درخت برش برای نمایش مسائل، بدون محدود کردن بیش از حد فضای حل استفاده می‌کند و برای بهبود عملکرد جست‌وجو از انواع مختلف جست‌وجوی محلی استفاده می‌کند. جن‌کوویتس، لو، آنجوس و وانیلی [۱۷] در تحقیقی یک چارچوب مبتنی بر بهینه‌سازی محدّب برای مسئله طراحی چیدمان با مساحت‌های نابرابر ارائه کردند. این چارچوب بر اساس ترکیب دو مدل برنامه‌ریزی ریاضی است. مدل اول که تخفیف محدّب[3] نامیده می‌شود، موقعیت نسبی بخش‌ها را

1. Dijkstra's algorithm
2. daptive memory
3. onvex relaxation

تعیین می‌کند و مدل دوم از بهینه‌سازی نیمه‌قطعی[1] برای تعیین چیدمان نهایی استفاده می‌کند. ساهین [۲۶] در مطالعه‌ای برای حل مسئله طراحی چیدمان دوهدفه یک الگوریتم تبریدی شبیه-سازی‌شده پیشنهاد کرد که این الگوریتم با ترکیب دو هدف حداقل کردن کل هزینه‌های جابه‌جایی مواد و حداکثر کردن کل امتیازات نزدیکی بین بخش‌ها به حل مسئله می‌پردازد. همچنین مقایسه‌ای بین الگوریتم تبریدی شبیه‌سازی‌شده با کارهای قبلی انجام شد که نشان داد این الگوریتم بهتر از روش‌های قبلی عمل می‌کند. صدرزاده [۲۵] یک الگوریتم ژنتیک با رویکرد فراابتکاری برای حل مسئله طراحی چیدمان در یک سیستم تولیدی که الگوی جریان از چیدمان چندخطی با چند محصول در نظر گرفته می‌شود، ارائه داد. الگوریتم پیشنهادی یک جدول نزولی از داده‌های مربوط به ارزش‌های ورودی اطلاعات جریان و هزینه، تولید می‌کند که برای ایجاد یک نمایش شماتیکی از بخش‌ها به کار برده می‌شود. تابع هدف در این الگوریتم به صورت حداقل کردن کل هزینه‌های جابه‌جایی مواد است. آیلو، اسکالیا و انی [۷] در پژوهشی یک الگوریتم ژنتیک چندهدفه جدید برای حل مسائل طراحی چیدمان با مساحت نابرابر ارائه کردند که بر اساس ساختار برش عمل می‌کند. در این مطالعه چهار تابع هدف هزینه‌های جابه‌جایی مواد، نسبت ابعاد، درخواست‌های نزدیکی و جدایی به وسیله یک رویکرد تکاملی مبتنی بر پارتو مورد توجه قرار گرفته است. مزیت اصلی روش پیشنهادشده، گسترده بودن فضای جست‌وجو و عملی بودن طرح‌های چیدمان است. تورفی، زنجیرانی و رضاپور [۳۲] در مقاله برای ارزیابی وزن معیارها و رتبه‌بندی پیشنهادهای طراحی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی استفاده کردند. روش‌های به کار رفته در این مقاله شامل AHP فازی برای تعیین وزن معیارها و تاپسیس فازی برای رتبه‌بندی طرح‌های پیشنهادی هستند. همچنین نتایج تحقیق نشان داد زمانی که اندازه‌های عملکرد، اعداد مبهمی هستند، تکنیک فازی روش بهتری است.

درکارهای انجام‌شده برای ارائه روش‌های تصمیم‌گیری برای انتخاب طرح جانمایی مناسب، معمولاً به منظور تعیین وزن معیارها از نظر خبرگان استفاده می‌کنند که ممکن است به علت عدم آگاهی کافی از مسئله به تعیین وزن‌های نامناسب بینجامد. همچنین برای تعیین میزان عملکرد طرح‌ها با توجه به وجود معیارهای کیفی از روش‌های قطعی استفاده شده که نمی‌تواند به جواب‌های منطقی با توجه به شرایط مبهم منجر شود. هدف از ارائه مدل حاضر تلاش در جهت رفع این ضعف‌ها برای دستیابی به انتخاب مناسب‌تر است.

1. Semidefinite optimisation

۳. تعیین معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان

مسئله طراحی چیدمان به انتخاب اثربخش‌ترین ترتیب از چیدمان تسهیلات، برای رسیدن به بهترین بهره‌برداری از منابع موجود برای تولید محصولات می‌پردازد [۱۶]؛ از این رو تعیین معیارهایی که در ارزیابی طرح‌های چیدمان تأثیرگذارند ضروری به نظر می‌رسد. مسائل طراحی چیدمان از نوع مسائل بدساختار هستند که هم معیارهای کمّی و هم معیارهای کیفی باید در آن در نظر گرفته شوند. بنابراین طراح باید در عمل طرح‌های چیدمان مختلفی ایجاد کند و سپس با ارزیابی طرح‌های ایجادشده به وسیله این معیارها به انتخاب بهترین طرح چیدمان بپردازد [۱۰]. برای دستیابی به چنین هدفی ممکن است هیچ‌یک از رویکردهای بهینه‌سازی، دقیق و تقریبی به دلیل محدودیت‌های حاکم بر آن‌ها که مهم‌ترین آن در نظر نگرفتن عوامل کیفی در مسئله چیدمان تسهیلات است، قادر به طراحی یک چیدمان مناسب نباشند [۵].در نظر گرفتن معیارهای کمّی و کیفی بسیار مهم است؛ برای نمونه اگر در طرحی که با در نظر گرفتن یک معیار، هزینه کل جابه‌جایی را به حداقل می‌رساند، معیار دیگری مانند امتیاز نزدیکی را در نظر بگیریم، همان طرح خیلی ضعیف نشان داده می‌شود و برعکس. همچنین طراح ممکن است بخواهد هم هزینه جابه‌جایی مواد را به حداقل برساند و هم بخش‌های خاصی را نزدیک هم یا دور از هم در نظر بگیرد [۱۶]. به طور واضح ارزیابی معیارها برای یک طرح چیدمان، اغلب وظیفه‌ای چالشی و پیچیده است [۳۴].

در این تحقیق با بررسی مطالعات مختلف انجام‌شده در زمینه طراحی چیدمان به شناسایی و دسته‌بندی مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار پرداختیم که در زیر به معرفی آن‌ها می‌پردازیم:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان

شماره	عنوان معیار	معیارها به انضمام منابع	توضیحات
۱	انعطاف‌پذیری	*سهولت گسترش: [۱۰،۲۴]* انعطاف‌پذیری: [۲۴،۲۹،۱۲،۳۳]* سازگاری با تغییرات فرآیند و تجهیزات: [۱۰]* هزینه بازآرایی طرح: [۹]	این معیار در بر گیرنده دو جنبه است؛ یکی توانایی برای انجام وظایف گوناگون تحت شرایط عملیاتی مختلف و دیگری انعطاف-پذیری برای گسترش در آینده که اگر یک طرح چیدمان به طور مناسبی طراحی شده باشد می‌تواند با اخلال کم در عملیات و بهره‌وری گسترش یابد.
۲	ارتباط محیطی	*ارتباط محیطی: [۱۱]*امنیت: [۱۰،۲۴،۲۹] *نگرانی‌های امنیتی: [۲۳] *ضمانت/ سلامتی: [۱۰] *کنترل صدا: [۱۰] *سروصدا: [۲۴،۲۹] *درجه حرارت: [۲۹] *تقاضای فاصله/ جدایی بین بخش‌ها: [۶،۷،۱۳]	در صورتی که ارتباط محیطی بین دو بخش پرمخاطره باشد، بهتر است آن دو بخش از هم دور باشند که این ممکن است به دلایلی چون سر وصدا، ارتعاش و لرزش، آلودگی یا جنبه‌های مربوط به امنیت کارگران و یا خطرات ناشی از آتش‌سوزی و انفجار باشد.
۳	ارتباط اطّلاعاتی	*جریان اطّلاعات: [۱۸] *ارتباط اطّلاعاتی: [۱۱]	ارتباط اطلاعاتی. نشان دهنده میزان ارتباط اطّلاعاتی میان بخش‌ها می-باشد.
۴	ارتباط نظارتی	*ارتباط نظارت: [۱۱]	این معیار بیان کننده میزان ارتباط نظارتی بین بخش‌های مختلف می-باشد.
۵	جریان تجهیزات	*جریان تجهیزات: [۱۸]	نشان دهنده ارتباط تجهیزاتی بین بخش‌های مختلف می‌باشد.
۶	جریان مواد	*جریان مواد: [۱۸،۱۱]	بیان کننده ارتباط جریان مواد بین بخش‌ها می‌باشد.
۷	استفاده مشترک از نیروی انسانی	*استفاده از نیروی انسانی: [۲۴]	استفاده مشترک از نیروی انسانی. نشان دهنده بخش‌هایی می‌باشد که جهت انجام وظایف از نیروهای انسانی مشترکی استفاده می‌کنند.
۸	استفاده از فضا	*به‌کارگیری و پیکربندی خوب فضا: [۱۰] *استفاده از فضا: [۲۴] *استفاده از مساحت: [۳۳]	ترکیبی از ملاحظاتی است که در انتخاب بین طرح‌های چیدمان مهم می‌باشد. یک ساختمان با شکل معمولی و تا حدودی مستطیل شکل، در ساخت ارزان‌تر و همچنین

			موقع فروش آسان‌تر است. همچنین یک ساختمان بدون بعد در طول و عرض، چندین برابر در گرم کردن، خنک کردن و نگهداری سخت‌تر می‌باشد.
۹	نظارت مؤثّر	*نظارت مؤثّر: [۱۰] *سهولت نظارت: [۲۴]	بسیاری از جنبه‌های چیدمان تسهیلات به توسعه یا محدود کردن اثربخشی نظارت می‌پردازد. مکان دفاتر سرپرستی با توجّه به بخش-های تولید، مدیریت و زیردستان باید به خوبی طرّاحی شده باشد.
۱۰	قابلیت دستیابی	*حرکت کارآمد مواد: [۱۰] *بهره‌وری حمل و نقل مواد: [۲۴] *کار در جریان: [۲۹] *حرکت کارآمد پرسنل: [۱۰] *قابلیت دستیابی: [۳۴]	این معیار نشان دهنده‌ی کارآمد بودن مسیرهای جابجایی مواد و اپراتورها است.
۱۱	تعمیر و نگهداری	*به‌کارگیری وسایل جابه‌جایی مواد: [۱۲] *تعمیر و نگهداری: [۳۴]	این معیار شامل فضای مورد نیاز برای مهندسان تعمیر و نگهداری و همچنین حرکت ابزارها است.
۱۲	زیبایی	*زیبایی: [۱۰،۲۴،۲۹]	تعیین اثر این معیار دشوار است و منظور از آن تعیین میزان تأثیری است که زیبایی روی عملکرد بخش‌ها خواهد گذاشت.
۱۳	هزینه جابه‌جایی مواد	*هزینه جابه‌جایی مواد: [۱۶،۲۹،۲۱،۳۰،۳۳،۱۲،۶،۹،۱۳،۲۸،۲۳،۱۹،۲۶،۷،۲۵] *مسافت جریان: [۱۲] *مسافت جابه‌جایی مواد: [۳۴]	این معیار نشان‌دهنده هزینه جریان مواد بین بخش‌ها است که برابر مجموع حاصل ضرب تعداد جریان مواد در هزینه جریان (هر واحد بار در واحد مسافت) در واحد مسافت جریان برای هر جفت تسهیل است.
۱۴	نسبت شکل	*نسبت شکل: [۱۳،۳۴،۱۲،۳۳] *نسبت ابعاد: [۶،۷]	داشتن یک نسبت شکل مناسب برای هر بخش تأثیر مثبتی در عملکرد خواهد داشت. نسبت شکل کل طرح چیدمان برابر است با: $\prod_{i=1}^{N}(\frac{Pi}{4\sqrt{Ai}})^{\frac{1}{N}}$ که در این رابطه N=تعداد بخش‌ها، Pi=محیط بخش I و Ai=مساحت مورد نیاز بخش i است [۳۳].

٤. مدل‌سازی و الگوریتم حل

در این بخش برای حل مسئله انتخاب طرح چیدمان به تشریح مدل می‌پردازیم. در این روش طرح چیدمان مطلوب به کمک اهمیت نسبی معیارهای طراحی به دست می‌آید که از داده‌های ماتریس تصمیم حاصل می‌شود. در بیشتر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تصمیم‌گیران نیاز به تعیین اهمیت نسبی بین معیارهای انتخاب یا وزن هریک از معیارها دارند. اگر تصمیم‌گیرنده اطلاعات کافی در مورد تعیین اهمیت نسبی بین معیارها نداشته باشد، به انتخاب طرح چیدمان نامناسب منجر خواهد شد. در روش حاضر اهمیت مربوط به معیارها به کمک داده‌های ماتریس تصمیم و با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون محاسبه می‌شود. روش حاضر علاوه بر رفع این نقص با در نظر گرفتن اعداد فازی و با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی AHP فازی به جمع‌آوری نظرات تیم تصمیم در مورد اهمیت طرح‌های چیدمان نسبت به هم و تعیین مقادیر عملکردی معیارهای کیفی با توجه به هر طرح چیدمان پرداخته که به دلیل مبهم بودن این مقادیر از نظر تصمیم‌گیرنده و توانایی بیشتر این نوع اعداد در نشان دادن قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان، بهتر است از اعداد فازی به جای مقادیر قطعی استفاده شود.

روش پیشنهادی

مدلسازی

ـ تعریف مسئله: شامل تعریف وضعیت تولید یا صنایع تولیدی، برای طراحی چیدمان مورد نیاز است.

ـ ایجاد طرح‌های چیدمان پیشنهادی: در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار Layout Add-in به ایجاد طرح‌های چیدمان پرداخته شد.

ـ تعیین معیارهای طراحی چیدمان تسهیلات: مشتمل بر شناسایی و تعیین معیارهای مهم طراحی چیدمان تسهیلات است که در بخش ۳ این معیارها مشخص شدند.

ـ فرمول‌سازی ماتریس تصمیم: برای حل مسئله MADM با ساخت ماتریس تصمیم شروع می‌کنیم که در آن $A=\{A_i \text{ for } i=1,2,3,\ldots,m\}$ نشان‌دهنده مجموعه پیشنهادهای طراحی، $C=\{C_j \text{ for } j=1,2,3,\ldots,n\}$ نشان‌دهنده مجموعه معیارهای انتخاب طرح چیدمان و X_{ij} نشان‌دهنده عملکرد گزینه Ai، وقتی با معیار Cj بررسی می‌شود، هستند. ماتریس تصمیم شامل تمامی اندازه‌های عملکرد طرح‌های چیدمان، وقتی با معیارهای کمّی و کیفی بررسی می‌شوند، است. در این ماتریس اندازه‌های عملکرد معیارهای کمّی که از طریق نرم‌افزار و روش‌های رایج قابل محاسبه هستند، مقادیر قطعی به شمار می‌شوند، اما مقادیر عملکرد معیارهای کیفی با

استفاده از نظر خبرگان و با به‌کارگیری پرسشنامه مقایسات زوجی AHP فازی که از اعداد مثلثی استفاده شده به دست می‌آیند؛ به این صورت که گزینه‌های مختلف هر بار بر اساس یک معیار مقایسه زوجی می‌شود و اوزان نهایی حاصل از فرآیند AHP برای هر معیار، ستون عملکرد گزینه در آن معیار را در ماتریس تصمیم شکل زیر تشکیل می‌دهد:

C_1	C_2	...	C_n	شاخص / گزینه
X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	A_1
.	.		.	A_2
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}	A_m

شکل ۱. ماتریس تصمیم

اعداد فازی مورد استفاده در این تحقیق برای مقایسات زوجی بر اساس جدول ۲ مورد محاسبه قرار گرفتند. این اعداد در منابع مختلف کمی متفاوت تعریف شده‌اند که در این تحقیق، از اعداد فازی مثلثی مورد استفاده در تحقیق ثریایی، نوری‌فر و حیدرزاده [۲]، استفاده شده است.

جدول ۲. جدول اعداد فازی مورد استفاده در مقایسات زوجی

عدد فازی مثلثی	ترجیحات
(۱، ۱، ۱)	اهمیت یکسان
(۱/۲، ۱، ۳/۲)	اهمیت تقریباً یکسان
(۱، ۳/۲، ۲)	کمی مهم‌تر
(۳/۲، ۲، ۵/۲)	مهم‌تر
(۲، ۵/۲، ۳)	بسیار مهم‌تر
(۵/۲، ۳، ۷/۲)	کاملاً مهم

بعد از تکمیل شدن مقایسات زوجی توسط تیم تصمیم، برای تعیین مقادیر عملکرد طرح‌های چیدمان با توجه به هر معیار کیفی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

محاسبه شاخص سازگاری: ابتدا برای تأیید صحت اطلاعات تکمیل‌شده توسط تیم تصمیم به محاسبه شاخص سازگاری برای تمامی جداول مقایسات زوجی می‌پردازیم.

محاسبه میانگین هندسی فازی نظرات خبرگان: اگر تیم تصمیم از چندین خبره تشکیل شده باشد، ابتدا باید میانگین هندسی نظرات را با توجه به هر معیار به دست آوریم. با توجه به اینکه خبرگان نظرات خود را به صورت فازی بیان می‌کنند و اعداد فازی در اینجا به صورت مثلثی (l,m,u) هستند، برای محاسبه میانگین هندسی نظرات به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$l_{ij} = (\prod_{k=1}^{k} l_{ijk})^{1/k} , m_{ij} = (\prod_{k=1}^{k} m_{ijk})^{1/k} , u_{ij} = (\prod_{k=1}^{k} u_{ijk})^{1/k} \quad (\ )$$

K نشان‌دهنده تعداد تصمیم‌گیرندگان است [۲۲].

محاسبه امتیاز طرح‌های چیدمان (Si) برای هریک از سطرهای ماتریس مقایسه زوجی: بعد از محاسبه میانگین هندسی فازی ماتریس‌های مقایسه زوجی، Si که خود یک عدد فازی مثلثی است برای هریک از سطرهای ماتریس‌های به دست آمده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Si = \sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j} \times \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (\ )$$

در این رابطه i بیانگر شماره سطر و j بیانگر شماره ستون است. M_{gi}^{i} در این رابطه اعداد فازی مثلثی ماتریس مقایسه زوجی هستند.

محاسبه درجه بزرگی Siها نسبت به یکدیگر: به طور کلی اگر $S_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $S_2 = (l_2, m_2, u_2)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی S_2 نسبت به S_1 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(S_2 \geq S_1) = hgt(S_1 \cap S_2) = \mu_{S2}(d) = \begin{cases} 1 & if\ m_2 \geq m_1 \\ 0 & if\ l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & Otherwise \end{cases} \quad (\ )$$

محاسبه وزن یا اندازه عملکرد پیشنهادهای طرّاحی: بدین منظور میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از K عدد فازی مثلثی دیگر را برای تعیین اندازه‌های عملکرد از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$V(S \geq S_1, S_2, \dots S_k) = V[(S \geq S_1) and (S \geq S_2) and \dots and\ (S \geq S_k)] = MinV(S \geq S_i), \quad i = 1,2,3, \dots, k \qquad (\ )$$

$$\acute{d}(A_i) = MinV(S_i \geq S_k) \quad k = 1,2, \dots, n \ , \ k \neq i$$

بنابراین بردار وزن نرمالیزه‌نشده به صورت زیر خواهد بود:

$$\acute{W} = \left(\acute{d}(A_1), \acute{d}(A_2), \dots, \acute{d}(A_n)\right)^T \qquad A_i(i = 1,2, \dots, n) \qquad (\ )$$

محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها: برای محاسبه بردار وزن نهایی باید بردار وزن محاسبه‌شده در مرحله قبل را نرمالیزه کرد؛ بنابراین:

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum d'(A_i)} \qquad (\ )$$

$$X_{ij} = W = \left(d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)\right)^T \qquad (\ )$$

[۳:106-105]

محاسبه اوزان معیارهای چیدمان. برای تعیین وزن معیارها با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون و به‌کارگیری ماتریس تصمیم حاصله در مرحله قبل به صورت زیر عمل می‌کنیم:

ـ محتوی اطلاعاتی موجود از ماتریس تصمیم را ابتدا به صورت (P_{ij}) به شکل زیر محاسبه می‌کنیم:

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}};\ \forall i, j \qquad (\ )$$

ـ محاسبه Ej از مجموعه Pij ها به ازای هر مشخصه:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^{m} \left[P_{ij}.LnP_{ij}\right];\ \forall j \qquad (\ )$$

به طوری که $K = \frac{1}{Ln(m)}$ است.

ـ محاسبه عدم اطمینان یا درجه انحراف (dj) از اطلاعات ایجادشده به ازای شاخص jام:

$$d_j = 1 - E_j;\ \forall j \qquad (\ )$$

ـ محاسبه وزن نهایی شاخص‌ها:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j};\ \forall j \qquad (\ )$$

[۱:196-198]

۳. رتبه‌بندی نهایی

ـ تبدیل ماتریس تصمیم موجود به یک ماتریس بی‌مقیاس‌شده با استفاده از فرمول زیر:

$$nij = \frac{Xij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} Xij^2}} \qquad (\ )$$

در این گام بار دیگر از داده‌های حاصل از ماتریس تصمیم در گام ۱ استفاده می‌کنیم.

ـ ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین:

با استفاده از وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌ها از گام ۲ به ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین به صورت زیر می‌پردازیم:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \qquad (\ )$$

$$\text{ماتریس بی‌مقیاس وزین} = V = N_D.W_{n \times n} = \begin{bmatrix} V_{11}, \dots V_{1j}, & \cdots & V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1}, \dots V_{mj}, & \cdots & V_{mn} \end{bmatrix}$$

ـ تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی:

برای گزینه ایده‌آل مثبت (A^+) و برای ایده‌آل منفی (A^-) تعریف می‌کنیم:

$$\text{گزینه ایدآل مثبت} = A^+ \qquad (\ )$$
$$= \{(\max V_{ij}|j\epsilon J), (minV_{ij}|j\epsilon J')|i = 1,2,\dots m\} = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

$$\text{گزینه ایدآل منفی} = A^- \qquad (\ )$$
$$= \{(\min V_{ij}|j\epsilon J), (maxV_{ij}|j\epsilon J')|i = 1,2,\dots m\} = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

ـ محاسبه فاصله نزدیکی:

فاصله گزینه iام با ایده‌آل‌ها با استفاده از روش اقلیدسی بدین قرار است:

$$(\ )$$
$$d_{i+} = \text{فاصله گزینه } i\text{ام از ایدآل} = \{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2\}^{0.5} \quad ; i = 1,2,\dots,m$$

$$d_{i-} = \text{فاصله گزینه } i\text{ام از ایدآل منفی} = \{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2\}^{0.5} \quad ; i = 1,2,\dots,m \qquad (\ )$$

ـ محاسبه نزدیکی نسبی Ai به راه حل ایده‌آل:

این نزدیکی نسبی را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i-})}; 0 \le cl_{i+} \le 1; i = 1,2,\dots,m \qquad (\ )$$

می‌بینیم که اگر $A_i = A^+$ شود، $d_{i+} = 0$ است و $cl_{i+} = 1$ می‌شود و اگر $A_i = A^-$ شود، $d_{i-} = 0$ است و $cl_{i+} = 0$ خواهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه A_i به راه حل ایده‌آل (A^+) نزدیک‌تر باشد، ارزش cl_{i+} به واحد نزدیک‌تر خواهد بود.

ـ رتبه‌بندی گزینه‌ها:

در نهایت بر اساس ترتیب نزولی cl_{i+}ها می‌توان گزینه‌های موجود از مسئله مفروض را رتبه‌بندی کرد [۱:۲۶۰-۲۶۲].

مورد مطالعه. برای نشان دادن صحت و اعتبار مدل به اجرای آن در واحد صنعتی مشهدپانل می‌پردازیم. این شرکت در زمینه تولید مصالح ساختمانی فعالیت می‌کند. مراحل اجرای روش ترکیبی به صورت زیر است:

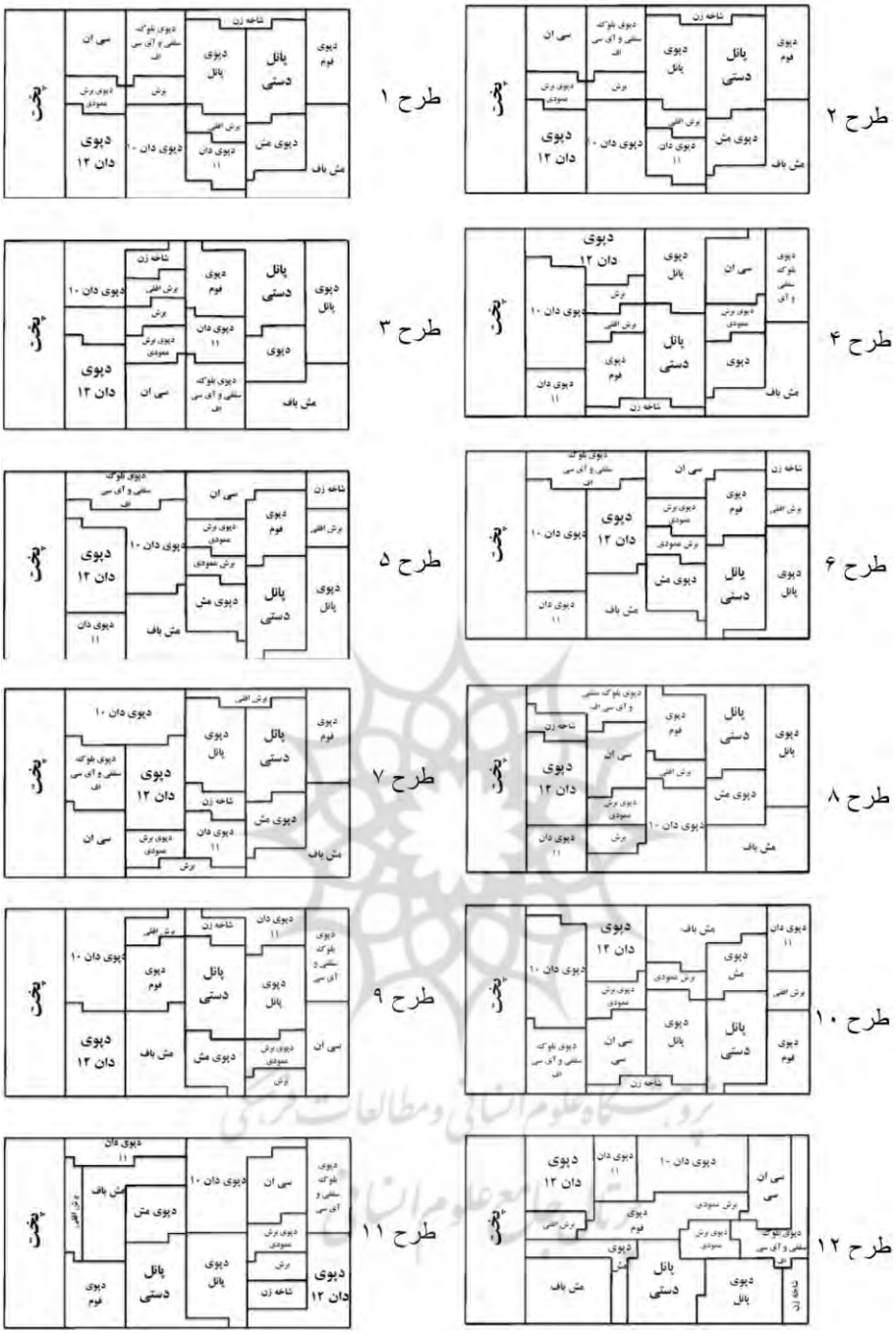
تعریف مسئله: هدف این مسئله انتخاب طرح چیدمان مناسب برای شرکت مورد مطالعه با توجه به طرح‌های پیشنهادی است.

ایجاد طرح‌های چیدمان: در این مطالعه بعد از جمع‌آوری اطلاعات لازم، با استفاده از نرم‌افزار LAYOUT Add-in دوازده طرح چیدمان برای انتخاب مناسب‌ترین طرح ایجاد شد. از میان این طرح‌ها یازده طرح توسط نرم‌افزار ایجاد شد و طرح شماره دوازده، طرح چیدمان فعلی کارخانه است. طرح‌های ایجادشده را در شکل ۲ نشان داده‌ایم.

تعیین معیارهای طراحی چیدمان: معیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل تمامی چهارده معیار شناسایی‌شده در بخش ۳ هستند که به ترتیب با نام‌های C1، C2، C3، ... و C14 شناخته می‌شوند.

فرمول‌سازی ماتریس تصمیم نرمال: در این گام برای تشکیل ماتریس تصمیم ابتدا به جمع‌آوری نظرات تیم تصمیم در مورد ارزیابی طرح‌های چیدمان با توجه به معیارهای کیفی و با استفاده از پرسشنامه مقایسات زوجی AHP فازی می‌پردازیم. این پرسشنامه‌ها بین افراد تیم تصمیم توزیع و نظرات آن‌ها جمع‌آوری شد. مقادیر عملکرد دو معیار کمّی هزینه جابه‌جایی و نسبت شکل نیز برای تمامی طرح‌های چیدمان با استفاده از نرم‌افزار و روش دستی محاسبه شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲. طرح‌های چیدمان پیشنهادی

محاسبه شاخص سازگاری: به منظور تأیید ماتریس‌های تکمیل شده توسط تیم تصمیم به محاسبه شاخص‌های سازگاری برای تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی همان‌طور که در مقاله ییننگ و چنگ [۳۶] آمده پرداختیم. نرخ ناسازگاری برای تمامی ماتریس‌ها کمتر از ۰,۱ به دست آمد که درستی داده‌ها را تأیید می‌کند.

محاسبه میانگین هندسی فازی نظرات تیم تصمیم: در این گام برای ادامه محاسبات مربوط به تعیین مقادیر عملکرد معیارهای کیفی، به محاسبه میانگین هندسی نظرات تیم تصمیم با توجه به هر معیار نیاز داریم. این کار با استفاده از فرمول ۱ انجام شد. میانگین هندسی فازی نظرات تیم تصمیم مربوط به معیار انعطاف‌پذیری (C1) را در ضمایم آورده‌ایم.

محاسبه Si: برای هریک از سطرهای ماتریس‌های حاصل از مرحله قبل به محاسبه مقدار Si با استفاده از فرمول ۲ می‌پردازیم. مقادیر جدول زیر مربوط به محاسبه Siها برای معیار انعطاف‌پذیری است.

جدول ۳. مقادیر Si مربوط به معیار انعطاف‌پذیری

S1	(0.0387,0.0700,0.1307)	S7	(0.0438,0.0788,0.1455)
S2	(0.0369,0.0651,0.1168)	S8	(0.0403,0.0731,0.1338)
S3	(0.0402,0.0729,0.1335)	S9	(0.0510,0.0912,0.1640)
S4	(0.0476,0.0887,0.1622)	S10	(0.0435,0.0775,0.1402)
S5	(0.0444,0.0831,0.1497)	S11	(0.0461,0.0836,0.1530)
S6	(0.0450,0.0820,0.1485)	S12	(0.0747,0.1340,0.2331)

محاسبه درجه بزرگی Siها نسبت به یکدیگر: با استفاده از فرمول ۳ مقادیر درجه‌های بزرگی را محاسبه می‌کنیم. در جدول ۴ تنها مقادیر درجه بزرگی S1 نسبت به بقیه Siها مربوط به معیار انعطاف‌پذیری را آورده‌ایم.

جدول ۴. مقادیر درجه بزرگی $S1$ نسبت به Siها برای معیار انعطاف‌پذیری

$V(S1 \geq S2)$	۱	$V(S1 \geq S8)$	۰/۹۶۶۹
$V(S1 \geq S3)$	۰/۹۶۸۶	$V(S1 \geq S9)$	۰/۷۸۹۷
$V(S1 \geq S4)$	۰/۸۱۶۱	$V(S1 \geq S10)$	۰/۹۲۰۲
$V(S1 \geq S5)$	۰/۸۶۷۸	$V(S1 \geq S11)$	۰/۸۶۱۴
$V(S1 \geq S6)$	۰/۸۷۶۵	$V(S1 \geq S12)$	۰/۴۶۶۶
$V(S1 \geq S7)$	۰/۹۰۷۴		

محاسبه وزن‌ها یا اندازه‌های عملکرد نرمال‌نشده: بدین منظور به محاسبه درجه بزرگی یک Si بر Siهای دیگر با استفاده از فرمول ۴ می‌پردازیم که نتایج آن را در زیر آورده‌ایم. این نتایج تنها مربوط به معیار انعطاف‌پذیری هستند.

جدول ۵. اندازه‌های عملکرد نرمال‌نشده برای هریک از طرح‌های چیدمان برای معیار $C1$

$V(S1 \geq Si)$	۰/۴۶۶۶	$V(S7 \geq Si)$	۰/۵۶۱۹
$V(S2 \geq Si)$	۰/۳۷۹۱	$V(S8 \geq Si)$	۰/۴۹۲۲
$V(S3 \geq Si)$	۰/۴۹۰۳	$V(S9 \geq Si)$	۰/۶۷۶۰
$V(S4 \geq Si)$	۰/۶۵۸۹	$V(S10 \geq Si)$	۰/۵۳۶۹
$V(S5 \geq Si)$	۰/۵۹۵۸	$V(S11 \geq Si)$	۰/۶۰۸۳
$V(S6 \geq Si)$	۰/۵۸۷۰	$V(S12 \geq Si)$	۱

به طور نمونه طبق فرمول ۴ داریم:

$$V(S1 \geq S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12) = Min(1, 0.9686, 0.8161, 0.8678, 0.8765, 0.9074, 0.9669, 0.7897, 0.9202, 0.8614, 0.4666) = 0.4666$$

مقادیر زیر با استفاده از فرمول ۵ به دست آمده است که همان مقادیر اندازه‌های عملکرد نرمال‌نشده هریک از طرح‌های چیدمان با توجه به معیار انعطاف‌پذیری هستند.

$$w = (0.4666\ ,\ 0.3791\ ,\ 0.4903\ ,\ 0.6589\ ,\ 0.5958\ ,\ 0.5870\ ,\ 0.5619\ ,\ 0.4922\ ,\ 0.6760\ ,\ 0.5369\ ,\ 0.6083\ ,\ 1)$$

وزن‌ها یا اندازه‌های عملکرد نهایی: حال باید وزن‌های غیرنرمال حاصل از مرحله قبل را با استفاده از فرمول ۶ نرمال کرد که مقادیر آن به صورت زیر است:

$$W = (0.0662, 0.0538, 0.0695, 0.0934, 0.0845, 0.0832, 0.0797, 0.0698, 0.0958, 0.0761, 0.0862, 0.1418)$$

این مقادیر اندازه‌های عملکرد طرح‌های چیدمان با توجه به معیار انعطاف‌پذیری (C1) هستند. اندازه‌های عملکرد تمامی طرح‌های پیشنهادی با توجه به معیارهای کیفی و همچنین دو معیار کمّی هزینه جابه‌جایی و نسبت شکل را در جدول ۶ آورده‌ایم:

جدول ۶. مقادیر عملکرد نهایی هریک از طرح‌های چیدمان با توجه به هر معیار

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	۰/۰۶۶۲	۰/۰۶۸۷	۰/۰۷۸۰	۰/۰۸۰۶	۰/۰۷۵۹	۰/۰۷۲۸	۰/۰۷۲۳	۰/۰۷۶۱	۰/۰۸۴۰	۰/۰۸۱۶	۰/۰۷۷۵	۰/۰۷۴۳	۴۷۳۵	۱/۱۷۳۷
A2	۰/۰۵۳۸	۰/۰۶۶۴	۰/۰۷۵۲	۰/۰۸۴۵	۰/۰۷۶۲	۰/۰۷۲۹	۰/۰۷۵۷	۰/۰۷۵۷	۰/۰۷۸۶	۰/۰۷۷۹	۰/۰۷۶۱	۰/۰۸۰۲	۴۸۸۲	۱/۱۶۱۵
A3	۰/۰۶۹۵	۰/۰۸۹۷	۰/۰۸۶۴	۰/۰۹۰۳	۰/۰۸۸۴	۰/۰۸۴۸	۰/۰۹۶۹	۰/۰۸۱۰	۰/۰۹۱۱	۰/۰۸۹۸	۰/۰۸۸۰	۰/۰۸۱۱	۴۸۹۷	۱/۱۳۹۷
A4	۰/۰۹۳۴	۰/۰۸۸۰	۰/۰۷۷۵	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۲۶	۰/۰۷۷۱	۰/۰۷۴۹	۰/۰۸۸۵	۰/۰۷۳۴	۰/۰۷۶۵	۰/۰۷۹۳	۰/۰۸۳۶	۴۹۶۰	۱/۱۸۰۴
A5	۰/۰۸۴۵	۰/۰۸۷۶	۰/۰۸۱۵	۰/۰۹۰۵	۰/۰۸۸۴	۰/۰۹۲۱	۰/۰۸۷۸	۰/۰۸۶۹	۰/۰۸۵۹	۰/۰۸۶۲	۰/۰۸۹۹	۰/۰۸۷۲	۴۹۸۹	۱/۱۵۸۲
A6	۰/۰۸۳۲	۰/۰۸۴۳	۰/۰۸۵۰	۰/۰۸۱۳	۰/۰۹۵۱	۰/۰۹۷۸	۰/۰۸۹۹	۰/۰۸۵۳	۰/۰۸۶۶	۰/۰۸۴۵	۰/۰۹۶۶	۰/۰۸۸۱	۵۰۰۱	۱/۱۳۷۲
A7	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۴۶	۰/۰۷۷۴	۰/۰۶۹۳	۰/۰۷۹۴	۰/۰۸۰۵	۰/۰۷۹۳	۰/۰۷۳۸	۰/۰۸۲۲	۰/۰۷۸۶	۰/۰۷۰۳	۰/۰۶۵۷	۵۰۲۴	۱/۱۸۴۰
A8	۰/۰۶۹۸	۰/۰۸۴۴	۰/۰۶۸۸	۰/۰۷۷۷	۰/۰۷۱۷	۰/۰۷۲۷	۰/۰۷۳۷	۰/۰۷۸۸	۰/۰۸۳۱	۰/۰۸۰۹	۰/۰۷۶۳	۰/۰۶۹۳	۵۰۳۷	۱/۱۴۷۶
A9	۰/۰۹۵۸	۰/۰۷۹۶	۰/۰۸۲۴	۰/۰۷۹۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۲	۰/۰۹۲۴	۰/۰۷۸۵	۰/۰۷۲۲	۰/۰۸۰۴	۰/۰۸۱۵	۰/۰۸۸۳	۵۱۷۳	۱/۱۵۶۷
A10	۰/۰۷۶۱	۰/۰۶۸۱	۰/۰۷۵۵	۰/۰۶۶۰	۰/۰۶۵۶	۰/۰۶۳۴	۰/۰۷۳۰	۰/۰۷۶۳	۰/۰۷۶۸	۰/۰۷۹۶	۰/۰۷۴۱	۰/۰۸۰۲	۵۱۹۲	۱/۱۷۱۰
A11	۰/۰۸۶۲	۰/۰۸۵۵	۰/۰۷۷۶	۰/۰۸۰۹	۰/۰۸۰۷	۰/۰۷۶۳	۰/۰۷۴۷	۰/۰۸۰۸	۰/۰۸۳۹	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۸۹	۰/۰۸۵۹	۵۲۰۲	۱/۱۹۹۴
A12	۰/۱۴۱۸	۰/۱۲۳۱	۰/۱۳۴۷	۰/۱۱۹۸	۰/۱۲۰۴	۰/۱۲۴۵	۰/۱۰۹۴	۰/۱۱۸۵	۰/۱۰۲۱	۰/۱۰۴۴	۰/۱۱۱۸	۰/۱۱۶۲	۶۰۶۳	۱/۱۶۸۰

نرمالایز کردن ماتریس تصمیم: در این گام ماتریس تصمیم به دست آمده در مرحله قبل را با استفاده از فرمول ۸ نرمال می‌کنیم. در جدول زیر مقادیر نرمال‌شده مربوط به جدول قبل آمده است:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۷. جدول مقادیر نرمال

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	۰/۰۶۶۲	۰/۰۶۸۷	۰/۰۷۸۰	۰/۰۸۰۶	۰/۰۷۵۹	۰/۰۷۲۸	۰/۰۷۲۳	۰/۰۷۶۱	۰/۰۸۴۰	۰/۰۸۱۶	۰/۰۷۷۵	۰/۰۷۴۳	۰/۰۷۷۴	۰/۰۸۴۰
A2	۰/۰۵۳۸	۰/۰۶۶۴	۰/۰۷۵۲	۰/۰۸۴۵	۰/۰۷۶۲	۰/۰۷۲۹	۰/۰۷۵۷	۰/۰۷۵۷	۰/۰۷۸۶	۰/۰۷۷۹	۰/۰۷۶۱	۰/۰۸۰۲	۰/۰۷۹۸	۰/۰۸۳۱
A3	۰/۰۶۹۵	۰/۰۸۹۷	۰/۰۸۶۴	۰/۰۹۰۳	۰/۰۸۸۴	۰/۰۸۴۸	۰/۰۹۶۹	۰/۰۸۱۰	۰/۰۹۱۱	۰/۰۸۹۸	۰/۰۸۸۰	۰/۰۸۱۱	۰/۰۸۰۱	۰/۰۸۱۵
A4	۰/۰۹۳۴	۰/۰۸۸۰	۰/۰۷۷۵	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۲۶	۰/۰۷۷۱	۰/۰۷۴۹	۰/۰۸۸۵	۰/۰۷۳۴	۰/۰۷۶۵	۰/۰۷۹۳	۰/۰۸۳۶	۰/۰۸۱۱	۰/۰۸۴۵
A5	۰/۰۸۴۵	۰/۰۸۷۶	۰/۰۸۱۵	۰/۰۹۰۵	۰/۰۸۸۴	۰/۰۹۲۱	۰/۰۸۷۸	۰/۰۸۶۹	۰/۰۸۵۹	۰/۰۸۶۲	۰/۰۸۹۹	۰/۰۸۷۲	۰/۰۸۱۶	۰/۰۸۲۹
A6	۰/۰۸۳۲	۰/۰۸۴۳	۰/۰۸۵۰	۰/۰۸۱۳	۰/۰۹۵۱	۰/۰۹۷۸	۰/۰۸۹۹	۰/۰۸۵۳	۰/۰۸۶۶	۰/۰۸۴۵	۰/۰۹۶۶	۰/۰۸۸۱	۰/۰۸۱۸	۰/۰۸۱۴
A7	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۴۶	۰/۰۷۷۴	۰/۰۶۹۳	۰/۰۷۹۴	۰/۰۸۰۵	۰/۰۷۹۳	۰/۰۷۳۸	۰/۰۸۲۲	۰/۰۷۸۶	۰/۰۷۰۳	۰/۰۶۵۷	۰/۰۸۲۲	۰/۰۸۴۷
A8	۰/۰۶۹۸	۰/۰۸۴۴	۰/۰۶۸۸	۰/۰۷۷۷	۰/۰۷۱۷	۰/۰۷۲۷	۰/۰۷۳۷	۰/۰۷۸۸	۰/۰۸۳۱	۰/۰۸۰۹	۰/۰۷۶۳	۰/۰۶۹۳	۰/۰۸۲۴	۰/۰۸۲۱
A9	۰/۰۹۵۸	۰/۰۷۹۶	۰/۰۸۲۴	۰/۰۷۹۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۲	۰/۰۹۲۴	۰/۰۷۸۵	۰/۰۷۲۲	۰/۰۸۰۴	۰/۰۸۱۵	۰/۰۸۸۳	۰/۰۸۴۶	۰/۰۸۲۸
A10	۰/۰۷۶۱	۰/۰۶۸۱	۰/۰۷۵۵	۰/۰۶۶۰	۰/۰۶۵۶	۰/۰۶۳۴	۰/۰۷۳۰	۰/۰۷۶۳	۰/۰۷۶۸	۰/۰۷۹۶	۰/۰۷۴۱	۰/۰۸۰۲	۰/۰۸۴۹	۰/۰۸۳۸
A11	۰/۰۸۶۲	۰/۰۸۵۵	۰/۰۷۷۶	۰/۰۸۰۹	۰/۰۸۰۷	۰/۰۷۶۳	۰/۰۷۴۷	۰/۰۸۰۸	۰/۰۸۳۹	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۸۹	۰/۰۸۵۹	۰/۰۸۵۱	۰/۰۸۵۸
A12	۰/۱۴۱۸	۰/۱۲۳۱	۰/۱۳۴۷	۰/۱۱۹۸	۰/۱۲۰۴	۰/۱۲۴۵	۰/۱۰۹۴	۰/۱۱۸۵	۰/۱۰۲۱	۰/۱۰۴۴	۰/۱۱۱۸	۰/۱۱۶۲	۰/۰۹۹۱	۰/۰۸۳۶

محاسبه Ej از مجموعه Pij ها به ازای هر مشخصه: با استفاده از فرمول ۹ مقدار Ej را برای هریک از معیارها با توجه به جدول ۷ محاسبه می‌کنیم. این مقادیر را در جدول ۸ آورده‌ایم.

محاسبه مقادیر عدم اطمینان: حال به ازای هر معیار میزان عدم اطمینان یا درجه انحراف را با استفاده از فرمول ۱۰ به دست می‌آوریم. مقادیر این گام را در جدول ۸ آورده‌ایم.

وزن نهایی معیارها: در نهایت وزن معیارها را از فرمول ۱۱ تعیین می‌کنیم. این وزن‌ها را در جدول ۸ آورده‌ایم.

جدول ۸. مقادیر مربوط به محاسبه Ej، dj و Wj

معیارها	Wj	dj	Ej
انعطاف‌پذیری	۰/۲۰۰۳	۰/۰۱۱۷	۰/۹۸۸۳
ارتباط محیطی	۰/۰۹۶۷	۰/۰۰۵۷	۰/۹۹۴۳
ارتباط اطلاعاتی	۰/۱۱۲۴	۰/۰۰۶۶	۰/۹۹۳۴
ارتباط نظارتی	۰/۰۷۷۶	۰/۰۰۴۵	۰/۹۹۵۵
جریان تجهیزات	۰/۰۸۷۶	۰/۰۰۵۱	۰/۹۹۴۹
جریان مواد	۰/۱۰۸۵	۰/۰۰۶۴	۰/۹۹۳۶
استفاده مشترک از نیروی انسانی	۰/۰۶۱۸	۰/۰۰۳۶	۰/۹۹۶۴
استفاده از فضا	۰/۰۵۹۸	۰/۰۰۳۵	۰/۹۹۶۵
نظارت مؤثر	۰/۰۲۹۱	۰/۰۰۱۷	۰/۹۹۸۳
قابلیت دستیابی	۰/۰۲۵۰	۰/۰۰۱۵	۰/۹۹۸۵
تعمیر و نگهداری	۰/۰۵۸۱	۰/۰۰۳۴	۰/۹۹۶۶
زیبایی	۰/۰۶۹۳	۰/۰۰۴۱	۰/۹۹۵۹
هزینه جابه‌جایی مواد	۰/۰۱۳۰	۰/۰۰۰۸	۰/۹۹۹۲
نسبت شکل	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۵	۰/۹۹۹۹۵

بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم: ابتدا ماتریس تصمیم حاصله از مرحله ۶,۴,۱ (جدول ۶) را به صورت فرمول ۱۲ بی‌مقیاس می‌کنیم. جدول ۹ نشان‌دهنده این مقادیر است.

جدول ۹: جدول مقادیر بی‌مقیاس‌شده

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	۰/۲۲۲۲	۰/۲۳۴۵	۰/۲۶۵۲	۰/۲۷۶۰	۰/۲۵۹۳	۰/۲۴۷۹	۰/۲۴۸۱	۰/۲۶۱۰	۰/۲۸۹۸	۰/۲۸۱۴	۰/۲۶۶۳	۰/۲۵۴۶	۰/۲۶۷۷	۰/۲۹۰۹
A2	۰/۱۸۰۶	۰/۲۲۶۵	۰/۲۵۵۷	۰/۲۸۹۴	۰/۲۶۰۴	۰/۲۴۸۵	۰/۲۵۹۷	۰/۲۵۹۶	۰/۲۷۱۱	۰/۲۶۸۷	۰/۲۶۱۲	۰/۲۷۴۸	۰/۲۷۶۰	۰/۲۸۷۸
A3	۰/۲۳۳۵	۰/۳۰۶۱	۰/۲۹۳۸	۰/۳۰۹۱	۰/۳۰۲۲	۰/۲۸۸۸	۰/۳۳۲۵	۰/۲۷۷۹	۰/۳۱۴۳	۰/۳۰۹۸	۰/۳۰۲۱	۰/۲۷۸۲	۰/۲۷۶۸	۰/۲۸۲۴
A4	۰/۳۱۳۸	۰/۳۰۰۵	۰/۲۶۳۴	۰/۲۷۲۷	۰/۲۴۸۳	۰/۲۶۲۷	۰/۲۵۶۹	۰/۳۰۳۶	۰/۲۵۳۲	۰/۲۶۴۱	۰/۲۷۲۳	۰/۲۸۶۵	۰/۲۸۰۴	۰/۲۹۲۵
A5	۰/۲۸۳۸	۰/۲۹۹۰	۰/۲۷۷۱	۰/۳۰۹۹	۰/۳۰۲۳	۰/۳۱۳۷	۰/۳۰۱۳	۰/۲۹۸۱	۰/۲۹۶۳	۰/۲۹۷۴	۰/۳۰۸۵	۰/۲۹۸۸	۰/۲۸۲۰	۰/۲۸۷۰
A6	۰/۲۷۹۶	۰/۲۸۷۶	۰/۲۸۹۲	۰/۲۷۸۲	۰/۳۲۵۰	۰/۳۳۳۲	۰/۳۰۸۷	۰/۲۹۲۷	۰/۲۹۸۸	۰/۲۹۱۶	۰/۳۳۱۶	۰/۳۰۲۱	۰/۲۸۲۷	۰/۲۸۱۸
A7	۰/۲۶۷۶	۰/۲۵۴۶	۰/۲۶۳۳	۰/۲۳۷۲	۰/۲۷۱۵	۰/۲۷۴۲	۰/۲۷۲۳	۰/۲۵۳۱	۰/۲۸۳۷	۰/۲۷۱۳	۰/۲۴۱۳	۰/۲۲۵۱	۰/۲۸۴۰	۰/۲۹۳۴
A8	۰/۲۳۴۴	۰/۲۸۸۳	۰/۲۳۴۰	۰/۲۶۶۰	۰/۲۴۵۰	۰/۲۴۷۵	۰/۲۵۲۸	۰/۲۷۰۶	۰/۲۸۶۵	۰/۲۷۹۲	۰/۲۶۱۹	۰/۲۳۷۷	۰/۲۸۴۸	۰/۲۸۴۴
A9	۰/۳۲۱۹	۰/۲۷۱۸	۰/۲۸۰۳	۰/۲۷۲۱	۰/۲۹۲۳	۰/۲۹۰۴	۰/۳۱۷۳	۰/۲۶۹۵	۰/۲۴۹۰	۰/۲۷۷۴	۰/۲۷۹۷	۰/۳۰۲۷	۰/۲۹۲۴	۰/۲۸۶۶
A10	۰/۲۵۵۷	۰/۲۳۲۳	۰/۲۵۶۹	۰/۲۲۵۸	۰/۲۲۴۴	۰/۲۱۵۹	۰/۲۵۰۶	۰/۲۶۱۸	۰/۲۶۵۰	۰/۲۷۴۵	۰/۲۵۴۳	۰/۲۷۵۰	۰/۲۹۳۵	۰/۲۹۰۲
A11	۰/۲۸۹۷	۰/۲۹۱۹	۰/۲۶۳۸	۰/۲۷۶۸	۰/۲۷۶۰	۰/۲۵۹۹	۰/۲۵۶۶	۰/۲۷۷۱	۰/۲۸۹۴	۰/۲۷۵۱	۰/۲۷۰۹	۰/۲۹۴۵	۰/۲۹۴۱	۰/۲۹۷۲
A12	۰/۴۷۶۳	۰/۴۲۰۳	۰/۴۵۸۱	۰/۴۱۰۰	۰/۴۱۱۵	۰/۴۲۴۲	۰/۳۷۵۶	۰/۴۰۶۶	۰/۳۵۲۲	۰/۳۶۰۳	۰/۳۸۳۸	۰/۳۹۸۳	۰/۳۴۲۸	۰/۲۸۹۴

محاسبه ماتریس بی‌مقیاس وزین: با مشخص شدن ماتریس بی‌مقیاس و معلوم بودن وزن معیارها به محاسبه ماتریس بی‌مقیاس وزین می‌پردازیم، به این صورت با استفاده از فرمول ۱۳ وزن هر معیار در ستون مربوط به همان معیار در ماتریس بی‌مقیاس ضرب می‌شود. مقادیر مربوطه را در جدول ۱۰ آورده‌ایم.

جدول ۱۰. جدول مقادیر بی‌مقیاس وزین

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
A1	۰/۰۴۴۵	۰/۰۲۲۷	۰/۰۲۹۸	۰/۰۲۱۴	۰/۰۲۲۷	۰/۰۲۶۹	۰/۰۱۵۳	۰/۰۱۵۶	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۷۷	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۲
A2	۰/۰۳۶۲	۰/۰۲۱۹	۰/۰۲۸۷	۰/۰۲۲۵	۰/۰۲۲۸	۰/۰۲۷۰	۰/۰۱۶۱	۰/۰۱۵۵	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۶۷	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۰۲
A3	۰/۰۴۶۸	۰/۰۲۹۶	۰/۰۳۳۰	۰/۰۲۴۰	۰/۰۲۶۵	۰/۰۳۱۳	۰/۰۲۰۶	۰/۰۱۶۶	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۷۸	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۹۳	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۰۲
A4	۰/۰۶۲۸	۰/۰۲۹۰	۰/۰۲۹۶	۰/۰۲۱۲	۰/۰۲۱۸	۰/۰۲۸۵	۰/۰۱۵۹	۰/۰۱۸۲	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۶۶	۰/۰۱۵۸	۰/۰۱۹۹	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۰۲
A5	۰/۰۵۶۸	۰/۰۲۸۹	۰/۰۳۱۱	۰/۰۲۴۰	۰/۰۲۴۵	۰/۰۳۳۰	۰/۰۱۸۶	۰/۰۱۷۸	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۷۹	۰/۰۲۰۷	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۲
A6	۰/۰۵۶۰	۰/۰۲۷۸	۰/۰۳۲۵	۰/۰۲۱۶	۰/۰۲۸۵	۰/۰۳۶۱	۰/۰۱۹۱	۰/۰۱۷۵	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۱۹۳	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۲
A7	۰/۰۵۳۶	۰/۰۲۴۶	۰/۰۲۹۶	۰/۰۱۸۴	۰/۰۲۳۸	۰/۰۲۹۷	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۵۱	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۶۸	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۶	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۲
A8	۰/۰۴۶۹	۰/۰۲۷۹	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۰۶	۰/۰۲۱۵	۰/۰۲۶۸	۰/۰۱۵۶	۰/۰۱۶۲	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۶۵	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۲
A9	۰/۰۶۴۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۳۱۵	۰/۰۲۱۱	۰/۰۲۵۶	۰/۰۳۱۵	۰/۰۱۹۶	۰/۰۱۶۱	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۶۲	۰/۰۲۱۰	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۲
A10	۰/۰۵۱۲	۰/۰۲۲۵	۰/۰۲۸۹	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۹۷	۰/۰۲۳۴	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۵۷	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۴۸	۰/۰۱۹۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۲
A11	۰/۰۵۸۰	۰/۰۲۸۲	۰/۰۲۹۶	۰/۰۲۱۵	۰/۰۲۴۲	۰/۰۲۸۲	۰/۰۱۵۹	۰/۰۱۶۶	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۵۷	۰/۰۲۰۴	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۲
A12	۰/۰۹۵۴	۰/۰۴۰۶	۰/۰۵۱۵	۰/۰۳۱۸	۰/۰۳۶۱	۰/۰۴۶۰	۰/۰۲۳۲	۰/۰۲۴۳	۰/۰۱۰۳	۰/۰۰۹۰	۰/۰۲۲۳	۰/۰۲۷۶	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۲

تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی: با به‌کارگیری فرمول‌های ۱۴ و ۱۵ به تعیین این مقادیر به صورت زیر می‌پردازیم:

$$A^+ = \{0.0954, 0.0406, 0.0515, 0.0318, 0.0361, 0.0460, 0.0232, 0.0243, 0.0103, 0.0090, 0.0223, 0.0276, 0.0035, 0.0002\}$$

$$A^- = \{0.0362, 0.0219, 0.0263, 0.0175, 0.0197, 0.0234, 0.0153, 0.0151, 0.0073, 0.0066, 0.0140, 0.0156, 0.0044, 0.0002\}$$

محاسبه فاصله نزدیکی: در اینجا برای هر طرح چیدمان به محاسبه فاصله گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده آل منفی می‌پردازیم. این کار با استفاده از فرمول ۱۶ و ۱۷ برای هر طرح چیدمان انجام می‌شود.

تعیین مقدار نزدیکی نسبی: در اینجا با استفاده از فرمول ۱۸ به محاسبه نزدیکی نسبی به راه ایده‌آل خواهیم پرداخت. این مقادیر را در جدول ۱۱ آورده‌ایم.

رتبه‌بندی نهایی طرح‌های پیشنهادی: حال برای رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان به ترتیب نزولی cl_{i+} ها را مرتب می‌کنیم (جدول ۱۱).

جدول ۱۱. رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان

طرح‌های چیدمان	نزدیکی نسبی	رتبه‌بندی
A1	/۱۴۶۸	۱۱
A2	/۱۰۱۹	۱۲
A3	/۲۶۳۴	۷
A4	/۳۶۸۰	۳
A5	/۳۵۷۵	۵
A6	/۳۶۳۵	۴
A7	/۲۵۰۸	۸
A8	/۱۷۳۱	۱۰
A9	/۴۰۶۲	۲
A10	/۱۹۸۰	۹
A11	/۳۱۹۳	۶
A12	/۹۸۷۴	۱

همان‌طورکه می‌بینیم، طرح ۱۲ به عنوان بهترین طرح انتخاب شد. با محاسبه وزن معیارها با استفاده از تکنیک آنتروپی نتیجه گرفتیم که بیشترین وزن‌ها به ترتیب مربوط به معیارهای اول،

سوم، ششم و دوم، یعنی انعطاف‌پذیری، ارتباط اطلاعاتی، جریان مواد و ارتباط محیطی هستند و وزن معیار هزینه جابه‌جایی پایین و در اولویت سیزدهم قرار دارد که نشان‌دهنده این است که هزینه جابه‌جایی برای مورد مطالعه این تحقیق از اهمیت بسیاری برخوردار نیست. در پایان با توجه به نظرات گرفته‌شده از تیم تصمیم در مورد ارزیابی عملکرد طرح‌ها با توجه به معیارها طرح فعلی کارخانه که با توجه به معیارهای کیفی امتیازات بالاتری نسبت به دیگر طرح‌ها به دست آورده بود، به عنوان مناسب‌ترین طرح انتخاب شد.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا به شناسایی معیارهای گوناگون مورد استفاده در مقالات مختلف پرداختیم. از بین معیارهای شناسایی‌شده موارد زیادی دارای عنوان‌های متفاوت اما مفاهیم یکسان و مواردی نیز جزئی از یک معیار کلی‌تر بودند که با ترکیب و حذف موارد تکراری در نهایت به چهارده معیار کمّی و کیفی برای ارزیابی طرح‌های چیدمان دست یافتیم. در مقالاتی که در این زمینه انجام شده، بیشتر به دلیل جامع نبودن معیارهای در نظر گرفته شده، ارزیابی تمامی جنبه-های طرح‌های چیدمان امکان‌پذیر نبود، اما در تحقیق حاضر با شناسایی معیارهای مختلف به کار رفته در مقالات گوناگون و در نظر گرفتن تمامی آن‌ها، به ارزیابی دقیق‌تری از طرح‌های چیدمان دست یافتیم. سپس روشی برای رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان تسهیلات با استفاده از تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شد. این مدل، ترکیبی از تکنیک‌های AHP گروهی فازی، آنتروپی شانون و تاپسیس است که از مزایای این سه روش به طور همزمان استفاده می‌کند. این روش قابلیت به‌کارگیری همزمان معیارهای کمّی و کیفی برای مقایسه طرح‌های مختلف را دارد. از جمله برتری‌های این روش نسبت به روش‌های تصمیم‌گیری دیگر این است که در روش حاضر طرح چیدمان بهینه بدون در نظر گرفتن اهمیت نسبی بین معیارها (وزن معیارها) که معمولاً از طریق نظر مستقیم خبرگان تعیین می‌شوند، به دست می‌آید، زیرا ناآشنایی خبرگان با مسئله، موجب ایجاد ارزش‌های معیار نامناسب و در نتیجه انتخاب طرح‌های ناکارآمد خواهد شد. در مقالات مختلف در این زمینه برای تعیین مقادیر عملکرد طرح‌های چیدمان با توجه به معیارهای کیفی از روش‌های قطعی استفاده شده که به علت مبهم بودن قضاوت‌ها در این موارد بهتر است از روش‌های فازی که توانایی بیشتری در بیان مقادیر غیر دقیق کیفی دارند استفاده شود، بنابراین در مدل حاضر برای رفع این ضعف در مرحله تعیین مقادیر عملکرد معیارهای کیفی از روش AHP فازی استفاده کردیم که کارایی روش را با توجه به وجود معیارهای کیفی در مسائل و توانایی بیشتر اعداد فازی در انعکاس نظر خبرگان بهبود داده است. همچنین به دلیل وجود معیارهای افزایشی و کاهشی در این مطالعه، برای رتبه‌بندی طرح‌های

چیدمان از تاپسیس استفاده کردیم که از جمله روش‌های قوی در تصمیم‌گیری است. پیشنهاد می‌کنیم برای ایجاد طرح‌های چیدمان از روش‌های ابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک، مورچگان و ... استفاده شود تا با ایجاد طرح‌های متنوع‌تر امکان دستیابی به طرح ایده آل افزایش یابد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. اصغرپور، محمد جواد (۱۳۸۸). *تصمیم‌گیری چند معیاره*. تهران: دانشگاه تهران.

۲. ثریایی، سید علی، نوری‌فر، راحله، حیدرزاده، ارمغان (۱۳۸۵). اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد نیروی انسانی با استفاده از AHP-FUZZY. *چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت تهران*.

۳. عطائی، محمد (۱۳۸۸). *تصمیم‌گیری چند معیاره فازی*. شاهرود: دانشگاه صنعتی شاهرود.

۴. نوری، حمید، رادفورد، راسل (۱۳۸۸). *مباحث نوین در مدیریت تولید و عملیات*. دردانه داوری، بنفشه بهنام، هاله ولیان، تهران: سازمان مدیریت صنعتی.

۵. وینچه، عبداله هادی، قاسمی، امیر محمد (۱۳۸۸). یک مدل بهینه سازی وزین غیر خطی جهت رتبه‌بندی مدل‌های مختلف چیدمان در مسئله طراحی چیدمان تسهیلات. *مجله ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان، ۶ (۲۳)*، ۶۰-۵۱.

6. Aiello, G., Enea, M., & Galante, G. (2006). A multi-objective approach to facility layout problem by genetic search algorithm and Electre method. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 22 (5-6)*, 447-455.

7. Aiello, G., Scalia, G.L., & Enea, M. (2012). A multi objective genetic algorithm for the facility layout problem based upon slicing structure encoding. *Expert Systems With Applications, 39 (12)*, 10352-10358.

8. Azadivar, F., & Wng, J. (2000). Facility layout optimization using simulation and genetic algorithm. *International Journal of production research. 38 (17)*, 4369-4383.

9. Baykasoglu, A., Dereli, T., & Sabuncu, I. (2006). An ant colony algorithm for solving budget constrained and unconstrained dynamic facility layout problems. *The International Journal of Management Science, 34 (4)*, 385-396.

10. Cambron, K.E., & Evans, G.W. (1991). Layout design using the analytic hierarchy process. *Computers and Industrial Engineering, 20 (2)*, 211-229.

11. Deb, S.K., & Bhattacharyya, B. (2005). Fuzzy decision support system for manufacturing facilities layout planning. *Decision Support Systems, 40 (2)*, 305-314.

12. Ertay, T., Ruan, D., & Tuzkaya, U.T. (2006). Integrated data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems. *Information science, 176 (3)*, 237-262.

13. Ghaseminejad, A., Navidi, H., & Bashiri, M. (2011). Using data envelopment analysis and TOPSIS method for solving flexible bay structure layout. *International Journal of Management Science, 6 (1)*, 49-57.

14. Heragu, S.S., & Kusiak, A. (1991). Efficient models for the facility layout problem. *European journal of operational research, 53 (1)*, 1-13.

15. Houshyar, A., & White, B. (1993). Exact optimal solution for facility layout: Deciding Which Pairs of Locations Should Be Adjacent. *Computers & Industrial Engineering, 24(2)*, 177-187.

16. Houshyar, A. (1991). Computer aided facility layout:An interactive multi-goal approach. *Computers and Industrial Engineering, 20 (2)*, 177-186.

17. Jankovits, I., Luo, Ch., Anjos, M.F., & Vannelli, A. (2011). A convex optimization framework for the unequal-areas facility layout problem. *European Journal of Operational Research, 214 (2),* 199-215.

18. Karray, F., Zaneldin, E., Hegazy, T., Shabeeb, A.H.M., & Elbeltagi, E. (2000). Tools of soft computing as applied to the problem of facilities layout planning. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems, 8 (4),* 367-379.

19. Komarudin, & Wong, K.Y. (2010). Applying Ant System for solving Unequal Area Facility Layout Problems. *European Journal of Operational Research, 202 (3),* 730-746.

20. Lee, K-Y., Han S-N., & Roh, M-I. (2003). An improved genetic algorithm for facility layout problems having inner structure walls and passages. *Computers & Operation Research, 30 (1),* 117-138.

21. Mak, K. l., Wong, Y.S., & Chan, F.T.S. (1998). A genetic algorithm for facility layout problems. *Computer Integrated Manufacturing Systems, 11 (1-2),* 113-127.

22. Meixner, O., (2009). Fuzzy ahp group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources. *Institute of marketing and innovation*.

23. Ning, X.L., Ka-Chi, L., & M, C-K. (2010). Daynamic construction site layout planning using max-min ant system. *Automation in construction, 19 (1),* 55-65.

24. Partovi, F.Y., & Burton, J. (1992). An analytical hierarchy approach to facility layout. *Computers & Industrial Engineering, 22 (4),* 447-457.

25. Sadrzadeh, A. (2012). A genetic algorithm with the heuristic procedure to solve the multi-line layout problem. *Computers and Industrial Engineering, 62 (4),* 1055-1064.

26. Sahin, R. (2011). A simulated annealing algorithm for solving the bi-objective facility layout problem. *Expert Systems With Applications, 38 (4),* 4460-4465.

27. Samarghandi, H., & Eshghi, K. (2010). An efficient tabu algorithm for the single row facility layout problem. *European Journal of Operational Research, 205 (1),* 98-105.

28. Scholz, D., Jaehn, F., & Junker, A. (2011). Extensions to STaTS for practical applications of the facility layout problem. *Europen Journal of Operational Research, 204 (3),* 463-472.

29. Shang, J.S. (1993). Multicriteria facility layout problem:An integrated approach. *European Journal of Operational Research, 66 (3),* 291-304.

30. Shouman, M.A., Nawara, G.M., Mohamed, H.E., & Shaer, R.H. (2004). Genetic algorithm approach for solving multi-objective facility layout problem. *Alexandria Engineering Journal, 43 (3),* 285-295.

31. Solimanpur, M., & Jafari, A. (2008). Optimal solution for the two-dimensional facility layout problem using a branch-and-bound algorithm. *Computers & Industrial Engineering, 55 (3),* 606-619.

31. Torfi, F., zanjirani Farahani, R., & Rezapour, SH. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. *Applied Soft Computing, 10 (2),* 520-528.

32. Wang, M-J., Hu, M.H., & Ku, M-Y. (2005). A solution to the unequal area facilities layout problem by genetic algorithm. *Computers in Industry, 56 (2),* 207-220.

33. Yang, T., Hung, & Chih-Ching. (2007). Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem. *Robotic and Computer-Integrated Manufacturing, 23 (1),* 126-137.

34. Yang, T., & Kuo, Ch. (2003). A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem. *Europen Journal of Operational research, 147 (1),* 128-136.

35. Ying, H., & Chang, L.J. (2009). A Fuzzy-AHP based innovation ability evaluation system for small medium sized enterprise clusters. *International Conference of Information Management, Innavation Management and Industrial Engineering*, 277-281.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۸. ضمایم

جدول مربوط به مقادیر میانگین هندسی فازی نظرات تیم تصمیم مربوط به معیار انعطاف‌پذیری

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۱/۰۱۴۸و۱/۴۶۶۰و (۰/۳۲۸۹و)	۱/۱۶۴۲و۱/۶۴۳۹و (۰/۸۳۷۷و)	۰/۸۱۷۸و۱/۱۰۵۰و (۰/۶۱۳۹و)	۰/۹۵۶۰و۱/۰۵۲۰و (۰/۵۵۷۰و)	۰/۹۰۵۰و۱/۲۰۶۸و (۰/۵۹۴۴و)	۱/۱۳۰۴و۱/۷۵۵۵و (۰/۷۷۱۱و)	۰/۷۵۶۹و۱/۷۱۷۸و (۰/۵۵۴۱و)	۰/۶۸۳۱و۰/۹۷۷۵و (۰/۵۳۲۵و)	۰/۸۷۷۰و۱/۱۴۲۷و (۰/۵۹۱۷و)	۰/۸۲۸۶و۱/۲۳۲۷و (۰/۵۹۲۴و)	۰/۶۳۸۹و۰/۸۷۸۷و (۰/۴۶۷۶و)
A2	۰/۹۸۴۰و۱/۳۵۳۴و (۰/۶۸۲۱و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۷۷۱۱و۱/۰۲۴۶و (۰/۵۶۶۹و)	۰/۶۳۸۹و۰/۹۷۱۰و (۰/۵۹۶۴و)	۰/۶۳۸۹و۰/۹۷۱۰و (۰/۴۸۰۶و)	۰/۶۸۶۶و۱/۰۲۴۶و (۰/۵۰۸۱و)	۰/۸۲۸۶و۱/۱۴۳۲و (۰/۵۹۴۲و)	۱/۰۱۴۸و۱/۳۱۶۱و (۰/۶۸۷۷و)	۰/۸۴۵۲و۱/۰۲۴۶و (۰/۶۸۱۷و)	۰/۹۲۴۴و۱/۱۵۳۱و (۰/۷۲۳۴و)	۰/۶۸۷۷و۰/۹۸۵۴و (۰/۴۹۴۲و)	۰/۵۶۶۹و۰/۳۴۱۹و (۰/۴۳۴۷و)
A3	۰/۸۵۸۹و۱/۱۷۹۷و (۰/۶۰۸۳و)	۱/۲۹۶۸و۱/۶۴۰۰و (۰/۹۳۰۶و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۶۳۵۷و۰/۹۱۷۰و (۰/۴۲۲۹و)	۰/۸۵۸۹و۱/۳۳۳۵و (۰/۵۶۹۳و)	۰/۹۶۴۷و۱/۲۸۲۳و (۰/۶۴۱۳و)	۰/۸۵۸۹و۱/۲۶۹۶و (۰/۵۶۵۲و)	۱/۱۳۰۴و۱/۶۳۰۷و (۰/۸۱۱۲و)	۰/۹۲۸۱و۱/۲۵۱۰و (۰/۶۹۶۸و)	۱/۰۱۴۸و۱/۳۶۴۳و (۰/۷۱۲۸و)	۰/۷۳۸۶و۱/۰۷۴۶و (۰/۵۷۴۴و)	۰/۵۹۰۷و۰/۳۲۸۹و (۰/۴۸۸۴و)
A4	۱/۳۲۲۸و۱/۶۳۰۷و (۰/۹۰۵۰و)	۱/۲۵۱۰و۱/۶۷۸۸و (۰/۸۷۳۰و)	۱/۵۷۳۱و۲/۲۵۷۷و (۱/۰۹۰۵و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۹۰۳۶و۱/۲۸۴۵و (۰/۵۸۵۹و)	۰/۹۱۷۰و۱/۳۱۶۱و (۰/۵۷۱۴و)	۱/۱۷۱۸و۱/۶۷۶۸و (۰/۸۵۳۴و)	۱/۳۰۵۵و۱/۶۹۰۴و (۰/۹۵۶۸و)	۱/۲۹۶۸و۱/۸۵۵۲و (۰/۸۸۴۶و)	۱/۱۰۵۰و۱/۵۵۲۵و (۰/۲۴۳۹و)	۰/۸۶۴۳و۱/۲۰۵۰و (۰/۶۸۴۲و)	۰/۶۵۰۳و۰/۶۴۴۷و (۰/۴۶۶۰و)
A5	۱/۳۳۲۲و۱/۲۹۵۵و (۰/۹۵۰۶و)	۱/۵۶۵۱و۲/۰۸۰۹و (۱/۰۲۹۹و)	۱/۶۶۴۲و۱/۶۶۸۳و (۰/۲۴۹۹و)	۱/۰۶۷۶و۱/۷۰۶۷و (۰/۶۲۲۳و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۹۱۷۰و۱/۰۹۰۵و (۰/۷۷۴۴و)	۰/۹۱۷۰و۱/۳۶۴۶و (۰/۵۹۲۴و)	۰/۹۸۶۹و۱/۳۱۶۱و (۰/۶۹۶۸و)	۰/۶۵۹۰و۰/۹۱۷۰و (۰/۴۳۹۱و)	۱/۲۱۶۶و۱/۶۷۶۸و (۰/۸۸۴۶و)	۱/۰۲۳۱و۱/۳۹۱۶و (۰/۶۶۳۴و)	۰/۵۷۷۴و۰/۸۰۵۸و (۰/۴۲۸۸و)
A6	۱/۱۰۵۰و۱/۶۶۸۳و (۰/۸۲۸۶و)	۱/۳۵۵۵و۱/۹۶۸۰و (۰/۹۳۰۶و)	۱/۰۳۶۶و۱/۳۳۳۷و (۰/۷۲۳۴و)	۱/۰۹۰۵و۱/۷۲۹۴و (۰/۷۵۸۸و)	۱/۰۹۰۵و۱/۲۸۶۴و (۰/۹۱۷۰و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۸۴۰۹و۱/۰۹۰۵و (۰/۶۰۱۳۲و)	۰/۸۸۴۶و۱/۲۵۱۰و (۰/۶۰۴۳و)	۰/۷۷۳۴و۱/۱۴۳۲و (۰/۵۳۲۵و)	۱/۲۰۶۸و۱/۷۱۵۵و (۰/۱۹۸۹و)	۱/۲۱۶۶و۱/۴۸۳۳و (۰/۹۶۴۷و)	۰/۵۹۰۷و۰/۸۰۵۸و (۰/۴۵۷۱و)
A7	۰/۸۸۴۶و۱/۳۹۶۸و (۰/۵۸۴۹و)	۱/۲۰۶۸و۱/۶۴۸۳و (۰/۸۷۱۷و)	۱/۱۶۴۲و۱/۷۶۹۲و (۰/۷۸۸۷و)	۰/۸۵۴۲و۱/۷۷۱۸و (۰/۵۹۶۴و)	۱/۰۹۰۵و۱/۶۶۸۳و (۰/۷۸۸۷و)	۱/۱۸۹۲و۱/۶۳۰۷و (۰/۹۱۷۰و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۹۸۵۴و۱/۳۷۱۲و (۰/۷۲۳۴و)	۰/۹۲۸۱و۱/۲۱۱۱و (۰/۷۱۹۷و)	۰/۹۱۷۰و۱/۱۴۲۷و (۰/۷۱۲۸و)	۱/۰۲۸۳و۱/۵۰۷۵و (۰/۷۵۶۰و)	۰/۵۵۷۰و۰/۸۰۱۷و (۰/۴۱۱۹و)
A8	۱/۳۱۶۱و۱/۸۰۴۷و (۰/۸۵۵۳و)	۰/۹۵۵۴و۱/۴۵۳۲و (۰/۷۵۹۸و)	۰/۸۸۴۶و۱/۳۲۲۷و (۰/۶۱۳۲و)	۰/۷۶۶۰و۱/۰۴۱۹و (۰/۵۹۱۶و)	۱/۰۱۳۳و۱/۴۳۵۲و (۰/۷۵۹۸و)	۱/۱۳۰۴و۱/۶۵۴۹و (۰/۷۹۹۳و)	۱/۰۱۴۸و۱/۲۸۳۳و (۰/۷۲۹۳و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۷۰۹۲و۱/۰۱۴۸و (۰/۴۸۵۵و)	۰/۹۰۳۶و۱/۱۷۹۷و (۰/۶۶۳۴و)	۰/۷۳۹۹و۱/۱۴۷۲و (۰/۴۸۳۰و)	۰/۴۷۶۷و۰/۵۹۰۷و (۰/۴۰۱۶و)
A9	۱/۴۶۳۹و۱/۴۱۳۹و (۱/۰۲۳۴و)	۱/۱۸۳۲و۱/۴۲۹۹و (۰/۹۳۰۶و)	۱/۰۶۵۹و۱/۴۳۵۲و (۰/۹۹۶۳و)	۰/۷۷۱۱و۱/۱۳۰۴و (۰/۵۳۸۹و)	۱/۵۱۷۵و۲/۰۸۷۱و (۱/۰۹۰۵و)	۱/۲۸۶۴و۱/۴۱۳۹و (۰/۸۸۷۱و)	۱/۰۶۵۹و۱/۲۹۲۴و (۰/۸۲۵۷و)	۱/۴۱۰۰و۱/۰۵۹۸و (۰/۹۵۵۴و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۱/۰۲۸۳و۱/۵۰۷۵و (۰/۷۵۶۰و)	۱/۲۶۷۶و۱/۵۳۷۶و (۱/۰۷۸۳و)	۰/۶۰۹۲و۰/۸۸۴۶و (۰/۴۳۵۲و)
A10	۱/۲۶۹۶و۱/۸۱۹۳و (۰/۸۷۱۷و)	۱/۰۸۱۷و۱/۲۸۲۳و (۰/۶۸۴۲و)	۰/۹۸۵۴و۱/۴۰۲۹و (۰/۷۳۳۰و)	۰/۹۰۵۰و۱/۳۳۴۲و (۰/۶۴۳۱و)	۰/۸۲۱۹و۱/۳۰۴۰و (۰/۵۹۶۳و)	۰/۸۲۸۶و۱/۴۶۷۶و (۰/۸۵۸۹و)	۱/۰۹۰۵و۱/۴۰۲۹و (۰/۸۷۱۷و)	۱/۱۰۶۷و۱/۵۰۷۵و (۰/۸۴۳۷و)	۰/۹۷۳۵و۱/۳۲۲۸و (۰/۶۳۴۴و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۱/۰۲۸۳و۱/۳۸۴۵و (۰/۷۱۲۸و)	۰/۵۲۹۳و۰/۶۸۶۷و (۰/۴۱۵۵و)
A11	۱/۲۰۶۸و۱/۶۶۸۳و (۰/۸۱۱۲و)	۱/۲۵۳۴و۲/۰۲۳۷و (۱/۰۱۴۸و)	۱/۲۵۴۴و۱/۷۴۰۹و (۰/۹۳۰۶و)	۱/۱۱۵۶و۱/۴۶۱۷و (۰/۸۲۹۹و)	۰/۹۷۷۵و۱/۵۰۷۵و (۰/۷۱۸۶و)	۰/۸۲۱۹و۱/۰۳۶۶و (۰/۶۰۴۳و)	۰/۹۲۴۵و۱/۳۲۲۸و (۰/۶۶۳۴و)	۱/۳۳۳۵و۲/۰۷۰۳و (۰/۸۷۱۷و)	۰/۷۸۸۹و۰/۹۵۳۳و (۰/۶۵۰۳و)	۰/۸۲۴۵و۱/۴۰۲۹و (۰/۷۲۲۳و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)	۰/۵۹۸۵و۰/۸۲۲۱و (۰/۴۳۵۶و)
A12	۱/۵۸۶۱و۱/۳۸۱۶و (۱/۱۳۸۰و)	۱/۷۶۴۰و۲/۳۵۴۷و (۱/۳۳۳۵و)	۱/۶۹۳۰و۲/۰۰۶۳و (۱/۵۳۵۳و)	۱/۵۳۷۶و۲/۱۴۶۱و (۱/۱۵۶۵و)	۱/۸۳۳۱و۲/۳۳۲۱و (۱/۲۴۱۰و)	۱/۶۹۳۰و۲/۱۸۷۹و (۱/۲۴۲۰و)	۱/۴۷۵۵و۲/۴۳۷۵و (۱/۲۴۳۳و)	۲/۰۹۷۸و۲/۴۸۹۸و (۱/۶۹۳۰و)	۱/۶۴۱۶و۲/۲۴۶۲و (۰/۹۳۰۴و)	۱/۸۸۸۸و۲/۴۰۶۷و (۱/۴۴۹۹و)	۱/۶۷۰۹و۲/۲۹۵۸و (۱/۱۲۷۱و)	۱/۰۰۰۰و۱/۰۰۰۰و (۱/۰۰۰۰و)