فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج - سال پنجم / شماره ۱۳ / پاییز ۱۳۸۹

مدل سازی مسأله چیدمان تسهیلات در شرایط تعاملی با استفاده از نظریه بازی ها

حمیدرضا نویدی
استادیار گروه ریاضی دانشگاه شاهد،Navidi@shahed.ac.ir
معصومه مسی بیدگلی
کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه شاهد(نویسنده مسؤول) Bidgoli_m2000@yahoo.com

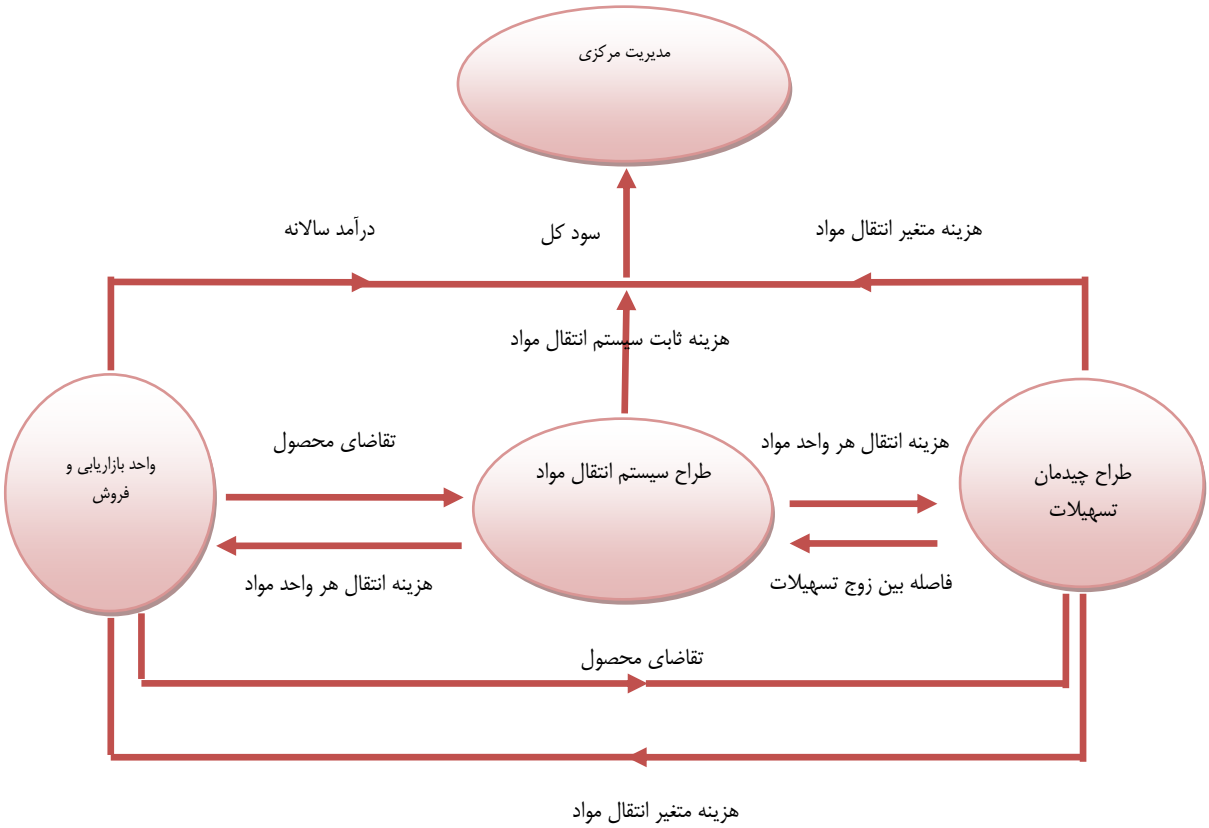
تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۱ ❋ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱۸

چکیده
چیدمان تسهیلات مسأله ای است که به نحوه‌ی چیدمان دپارتمانها در منطقه کاری می پردازد. به دلیل تنوع مسائل چیدمان، تاکنون تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام گرفته است. اما لحاظ ننمودن تأثیر مسائل درونی و بیرونی سیستم بر چیدمان، کارآمدی مدلهای موجود را به چالش می کشد. به منظور مطالعه این تأثیرات، گروهی از محققین مدلهای برنامه ریزی چندهدفه ای را ارائه کرده اند که عمدتاً به دنبال بهینه سازی سازی ترکیب خطی توابع هدف می باشند. به دلیل دشواری نرمالسازی و محاسبه اوزان، چنین روشهایی نیز کارایی لازم را ندارند. به خصوص در شرایطی که چیدمان تسهیلات از یک سو تحت تأثیر رفتار رقیب بیرونی است و از سوی دیگر مسائل درونی سیستم توسط تصمیم گیرندگانی مجزا بررسی می شوند، مدلهای موجود غیرواقعی به نظر می رسند. در این تحقیق، مدل بازیی پیشنهاد می شود که طراحی چیدمان در بازارهای انحصاری چندجانبه با مطالعه اثر تصمیمات اتخاذ شده از سوی طراح سیستم انتقال مواد را ممکن می سازد. در انتهای این مقاله با حل نمونه ای عددی و مقایسه نتایج به دست آمده از بازی مدل پیشنهادی با مدل های موجود، این حقیقت آشکار می گردد که استفاده از ترکیب خطی توابع هزینه تصمیم گیرندگان در شرایط تصمیم گیری گروهی، لزوما به حصول جواب بهینه شدنی و قابل پیاده سازی در سیستم تولیدی نمی انجامد. در چنین شرایطی نظریه بازی ها می تواند ابزار مناسبی برای به دست آوردن استراتژی های تعادلی بین دو گروه تصمیم گیری با منافع متضاد باشد.

واژه‌های کلیدی:
طراحی چیدمان، طراحی سیستم انتقال مواد، انحصار دوجانبه، رقابت برتراند، نظریه بازی ها.

۱- مقدمه

مسأله چیدمان تسهیلات، مسأله ای است که به مکانیابی و چیدمان دپارتمان ها یا ماشین آلات در یک منطقه کاری مثل سوله یک کارخانه تولیدی یا دفاتر کاری در یک واحد اداری و یا شعب یک واحد تولیدی و یا خدماتی در یک منطقه مشخص می پردازد. بررسی کاملی از تحقیقات انجام گرفته در این زمینه توسط آمینا دریرا و همکارانش ارائه شده است(Amine Drira et al,2007). اکثر راه حل هایی که برای چنین مسائلی پیشنهاد شده اند بر کاهش هزینه های انتقال مواد تمرکز کرده اند که ۲۰ تا ۵۰ درصد کل هزینه های تولیدی یک واحد تولیدی را شامل می شوند (Tompkins et al, 1996). این هزینه، به حجم مواد جابه جا شده بین هر زوج تسهیل، فاصله بین زوج تسهیلات و هزینه جابه جایی واحد مواد در واحد مسافت بستگی دارد که در بسیاری از تحقیقات فرض شده است بین هر یک از این عوامل با هزینه متغیر انتقال مواد رابطه ای خطی وجود دارد، به این صورت که هزینه انتقال مواد کل از حاصلضرب این سه عامل به دست می آید. یکی از ایرادات عمده ای که به این معیار ارزیابی چیدمان ها وارد می شود، این است که ارتباط متقابل مسأله چیدمان با سایر مسائل داخلی و خارجی سیستم نادیده گرفته می‌شود(Vollmann et al, 1966). به عبارت دیگر، در اغلب مدل های موجود فرض می شود که حجم مواد جابجا شده بین هر زوج تسهیل که به میزان تقاضا بستگی دارد و هزینه جابه جایی واحد مواد در واحد مسافت که به سیستم انتقال مواد مورد استفاده بستگی دارد، مقادیر مشخصی دارند و بر این اساس فاصله هر زوج تسهیلات از یکدیگر، تنها متغیرهای مسأله هستند که با حل مسأله، چیدمان تسهیلات به دست می آید. اما در عمل عمدتا این گونه نیست و از یک سو میزان تقاضای مشتریان بدون در نظر گرفتن رفتار رقبا قابل پیش بینی نمی باشد و از سوی دیگر بدون مشخص بودن سیستم انتقال مواد، هزینه های انتقال مواد بین زوج تسهیلات قابل محاسبه نیست. در عمل، عمدتا طراحی سیستم انتقال مواد پس از طراحی چیدمان تسهیلات و یا در بهترین حالت همزمان با آن انجام می گیرد. از این رو طراحی چیدمان تسهیلات در شرایطی کاملا نامعین انجام می گیرد که طی آن چیدمان تسهیلات از یک سو تحت تأثیر رقیب خارجی و از سوی دیگر تحت تأثیر محیط داخلی سیستم قرار می گیرد. به منظور مطالعه چنین شرایطی، ابتدا لازم است کلیه واحدهای تصمیم گیری مؤثر بر چیدمان، شناسایی و سپس روشی برای منظور نمودن تأثیر تصمیمات اتخاذ شده توسط هر یک از این واحدها بر چیدمان تسهیلات ارائه شود. در شکل (۱)، شمای کلی از واحدهای تصمیم گیری داخلی تأثیرگذار بر چیدمان تسهیلات در شرکت و نحوه تعامل واحدها با یکدیگر ارائه شده است. همان طور که در شکل (۱) مشاهده می شود، در هر شرکت تولیدی، می توان کلیه‌ی واحدهای تصمیم گیری تأثیرگذار بر چیدمان تسهیلات را در قالب سه واحد زیر در نظر گرفت که تحت نظارت مدیریت شرکت مشغول به فعالیت هستند و تصمیمات هر یک از این واحدها به طور مؤثری بر تصمیمات واحدهای دیگر تأثیرگذار است. این واحدها عبارتند از: واحد بازاریابی و فروش، طراح چیدمان تسهیلات، طراح سیستم انتقال مواد. طراح سیستم انتقال مواد، مشتمل بر کلیه واحدهای تصمیم گیری موجود در شرکت و یا به عبارتی محیط درونی سیستم است، که به طور مؤثری در انتخاب تجهیزات انتقال مواد، دخالت دارند. به جریان اطلاعاتی که لازم است بین بخش های متفاوت مبادله شود، در این شکل توجه نمایید. همان طور که مشاهده می شود، هر یک از این بخش ها به اطلاعاتی نیاز دارند که واحدهای دیگر به علت تاخیر فاز تصمیم گیری در اختیار ندارند. برای مثال، طراح چیدمان و طراح سیستم انتقال مواد به منظور تعیین حجم انتقال مواد، به میزان تقاضا برای محصول نیاز دارند. اما به دلیل این که تقاضا به قیمت وابسته است و یکی از مهم ترین هزینه های تأثیرگذار بر قیمت، هزینه انتقال مواد می باشد که به دلیل مشخص نبودن چیدمان تسهیلات و هزینه های انتقال مواد، این هزینه هنوز در دسترس نیست، نمی توان در مورد میزان تقاضای محصول، اظهار نظر قطعی نمود. سایر جریان های اطلاعاتی نشان داده شده در شکل فوق نیز به همین صورت در دسترس نیستند.



شکل (۱): جریان اطلاعات در شرکت

بنابه توضیحاتی که ارائه شد مدل های موجود در ادبیات موضوع با نادیده گرفتن موارد مهم فوق، قابلیت پیاده سازی در شرایط واقعی را دارا نمی باشند. در این مقاله، سعی شده است با لحاظ نمودن تأثیرات مربوط به اختلاف فاز تصمیم گیری بین بخش‌های مختلف، مدل مناسبتر و واقع گرایانه تری برای مسأله چیدمان تسهیلات ارائه شود. برای این منظور لازم است به این نکته توجه شود که چیدمان تسهیلات از یک سو تحت تأثیر رفتار رقبای بیرونی شرکت و از سوی دیگر تحت تأثیر سیستم انتقال مواد قرار دارد. در ادامه، مختصری به مطالعه ادبیات مربوط به هر یک از این دو مورد می پردازیم.

۱-۱- انواع بازارهای رقابت انحصاری

از نقطه نظر بررسی اثر عوامل خارجی تأثیرگذار بر چیدمان تسهیلات، متأسفانه تحقیقاتی در این زمینه در ادبیات موضوع یافت نمی شود. اکثر تحقیقات موجود به مطالعه چیدمان تسهیلات در یک بازار کاملا انحصاری پرداخته اند و از اثر رفتار و فعالیت های رقبا بر میزان تقاضا و در نتیجه تصمیمات شرکت در زمینه چیدمان تسهیلات صرف نظر کرده اند.

به منظور لحاظ نمودن رفتار رقبا، لازم است ابتدا نوع بازار و رقابت موجود بین تولیدکنندگان فعال در بازار مورد بررسی قرار گیرد. بازار بسیاری از کالاها و خدمات در دنیای واقعی نه کاملا رقابتی است و نه کاملا انحصاری. بلکه بازار کالاها، انحصار چندجانبه یا رقابت ناقص است، مثل صنعت خودرو سازی، هواپیماسازی، لوازم برقی و ... که هر کدام از صنایع مذکور در اختیار چند شرکت قرار دارد. لذا بازار این نوع کالاها، بازار رقابت انحصاری یا انحصار چند جانبه است. مدل های انحصاری موجود در ادبیات به دو دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند. اول، حالتی که رقابت بین اجزاء بازار از نوع «کورنو» است، یعنی افراد بر سر تعیین مقادیر بهینه تولید خود رقابت می کنند. دوم، حالتی که رقابت بین اعضا از نوع «برتراند» است، یعنی افراد بر سر قیمت‌های بهینه خود با یکدیگر رقابت می‌کنند. در مدل کورنو فرض بر این است که بنگاه‌های یک صنعت به طور همزمان مقادیر تولید خود را تعیین می‌کنند. اما در دنیای واقعی این طور نیست، بلکه بنگاه‌های یک صنعت به طور همزمان قیمت خود را تعیین می‌کنند و مصرف

کنندگان و مشتریان، مقدار خرید خود را بر اساس قیمت داده شده انتخاب می‌کنند. با وارد کردن این فرض اساسی در مدل انحصار چندجانبه یا دوجانبه، بازی برتراند شکل می گیرد (Farahat et al, 2008).

در بازی برتراند، سود هر بنگاه نه تنها تابع قیمت محصول آن بنگاه است، بلکه تابع قیمت بنگاه (بنگاه های) رقیب نیز می باشد. زیرا اگر کالاهای تولید شده، قابل جایگزینی باشند، با افزایش قیمت یک بنگاه، مشتری جذب بنگاه دیگر خواهد شد و از این رو میزان تقاضا به قیمت وابسته است و با ایجاد نوسان در قیمت، میزان تقاضا برای محصول تولید شده توسط هر بنگاه در حال تغییر است.

در تحقیق حاضر، جهت تعیین میزان تقاضای مشتریان در یک بازار انحصار دوجانبه که به قیمت های تعیین شده توسط شرکت و رقبایش بستگی دارد، فرض می شود که بین دو شرکت، رقابتی از نوع برتراند برقرار است و علاوه براین رابطه موجود بین تقاضا و قیمت، مشخص و به صورت خطی فرض شده است. به عبارت دیگر پارامتر الاستیسیته اثر قیمت شرکت و هم چنین پارامتر الاستیسیته قیمت رقیب بر اساس اطلاعات موجود از دو شرکت، معلوم می باشد.

۱-۲- مروری بر ادبیات حل همزمان مسائل چیدمان تسهیلات و سیستم انتقال مواد

در مورد نحوه‌ی تأثیر سیستم انتقال مواد بر چیدمان تسهیلات، توجه به این نکته بسیار مهم است که از یک سو، نوع تجهیزات انتقال مواد، الگویی برای تنظیم ماشین آلات در مسیر جریان مواد در اختیار ما قرار می دهد(Devise et al,2000) و از سوی دیگر، نوع چیدمان تسهیلات نیز بر نوع تجهیزات انتقال مواد مورد استفاده در شرکت تأثیرگذار است (Co et al,1989). این تأثیرگذاری متقابل، منجر به حل همزمان این دو مسأله می شود. از آن جا که حل این دو مسأله به صورت همزمان، کار دشواری است، در اکثر مقالات موجود در این زمینه، این دو مسأله به صورت متوالی حل شده اند (Hassan,1994). اما گروهی از محققین روشی برای حل همزمان این دو مسأله ارائه کرده اند (Shayan et al,2004). آن ها مسأله چیدمان را به صورت یک مسأله بهینه سازی تعریف کرده اند که با در نظر گرفتن اثرات متقابل این دو مسأله بر هم، به چیدمان کارایی دست می یابند.

علاوه بر این کریشنان و همکارانش در مقاله خود روش طراحی یکپارچه ای برای تعیین همزمان چیدمان بلوک هایی از تسهیلات، نقاط ورود و خروج جریان مواد به تسهیلات و هم چنین سیستم حمل و نقل ارائه کرده اند که مجموع هزینه های ثابت و متغیر جریان مواد را کمینه می کند (Krishnan et al, 2005) .

بررسی ادبیات مربوط به حل این دو مسأله به صورت همزمان، مؤید این مطلب است که مدل های ارائه شده در تحقیقات موجود، عمدتا هدف کمینه کردن تابع هزینه ای را دنبال نموده اند که از ترکیب خطی چند هزینه که شامل هزینه های ثابت و متغیر انتقال مواد هستند، تشکیل شده است و با اضافه کردن محدودیت هایی از قبیل محدودیت بودجه، زمان در دسترس بودن تسهیلات و تجهیزات انتقال مواد در افق برنامه ریزی و ... مسأله برنامه ریزی غیر خطیی را پیشنهاد و با استفاده از نرم افزارهای موجود در این حوزه، جواب بهینه را به دست می آورند. در این بخش، نمونه ای از این نوع برنامه غیرخطی که تابع هدف آن عبارت است از مجموع هزینه های متغیر و ثابت انتقال مواد ارائه می شود. برای مدلسازی مسأله فوق، ابتدا پارامترهای زیر را تعریف می کنیم:

w_{ij}: حجم موادی که باید بین تسهیلات i و j جابه جا می شود.

d_{ij}: فاصله بین تسهیلات i و j که متغیر تصمیم گیری است. چون هزینه انتقال مواد به ازاء هر چیدمان محاسبه می شود می توان فاصله بین هر زوج تسهیل را از روی چیدمان مربوطه و به صورت پله ای محاسبه کرد.

r: تعداد انواع وسیله انتقال مواد،

n: تعداد تسهیلات تولیدی مورد استفاده برای تولید محصول،

f_{ijg}: ظرفیت تجهیز انتقال مواد g برای انتقال مواد از ماشین i به ماشین j در هر سفر،

TL_g: درصد متوسط زمان حمل تجهیز نوع g با بار،

$LULT_g$: متوسط زمان بارگیری و تخلیه (به دقیقه) تجهیز نوع g با سرعت متوسط(متر بر دقیقه)،

S_g: متوسط سرعت تجهیز نوع g (متر بر دقیقه)،

Y_{ijg}: برابر ۱ است اگر از تجهیز نوع g برای انتقال مواد از ماشین i به ماشین j استفاده شود، در غیر اینصورت برابر ۰ است.

OP_g: هزینه نیروی انسانی و غیرانسانی(سوخت، نیرو، نگهداری)جهت کارکرد تجهیز نوع g در دقیقه.

T_{ijg}: زمان(به دقیقه) انتقال هر واحد از مواد از ماشین i به ماشین j توسط تجهیز نوع g در هر سفر.

MHc_{ijg}: هزینه انتقال هر واحد از مواد در واحد مسافت از ماشین i به ماشین j توسط تجهیز نوع g که متغیر تصمیم گیری است. این هزینه ها بر اساس نوع وسیله انتقال موادی که برای انتقال مواد از ماشین i به ماشین j پیشنهاد شده است، محاسبه می شود.

$$Min.Z = \sum_{g=1}^{r}\sum_{k=1}^{n}\sum_{\substack{l=1,\\ l\neq k}}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{\substack{i=1,\\ i\neq j}}^{n} x_{ik}x_{jl}\{MHC_{ijg}\}w_{ij}\,d_{kl} + \sum_{g=1}^{r} N_g C_g$$

$$S.t.$$

$$T_{ijg} = \frac{1}{f_{ijg}}\left(LULT_g y_{ijg} + \frac{d_{ij}y_{ijg}}{S_g TL_g}\right) \quad (۱)$$

$$MHc_{ijg} = \frac{T_{ijg}f_{ijg}OP_g}{d_{ij}} \quad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ik} = 1 \quad , \quad \forall k = 1,\dots,n \quad (۳)$$

$$\sum_{k=1}^{n} x_{ik} = 1 \quad , \quad \forall i = 1,\dots,n \quad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{\substack{i=1,\\ i\neq j}}^{n} T_{ijg}y_{ijg}w_{ij}/f_{ijg} \leq 60\times 24\times 365\times N_g \quad , \quad \forall g = 1,\dots,r \quad (۵)$$

$$d_{kl} = |X_k - X_l| + |Y_k - Y_l| \quad (۶)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\} \quad , \quad \forall i = 1,\dots,n, \quad \forall k = 1,\dots,n \quad (۷)$$

$$y_{ijg} \in \{0,1\} \quad , \forall i = 1,\dots,n, \quad \forall j = 1,\dots,n \quad , \quad \forall g = 1,\dots,r \quad (۸)$$

$$N_g \in Integer \quad , \quad \forall g = 1,\dots,r \quad (۹)$$

پارامترها و متغیرهای تصمیم گیری مدل برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته فوق به صورت زیر تعریف می شوند:

متغیرهای تصمیم مسأله عبارتند از:

x_{ik} : متغیر صفر و یکی است که اگر تسهیل iام در مکان kام قرار بگیرد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد،

x_{jl} : متغیر صفر و یکی است که اگر تسهیل jام در مکان lام قرار بگیرد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد،

y_{ijg} : متغیر صفر و یکی است که اگر مواد بین زوج تسهیل i,j با تجهیز حمل و نقل g جابه جا شود مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر می گیرد،

N_g: متغیر حقیقی مثبتی است که نشان دهنده تعداد تجهیز حمل و نقل نوع gام می باشد.

محدودیت (۳) بیان می دارد که هر مکان تنها متعلق به یک تسهیل است. محدودیت (۴) بیان می دارد که هر تسهیل فقط می‌تواند به یک مکان تخصیص داده شود. محدودیت (۵) نشان دهنده این مطلب است که تعداد تجهیز حمل و نقل نوع gام از نسبت حاصل از مجموع زمان کاری تجهیز نوع gام به کل زمان تولید در طول یک سال، بزرگتر و یا برابر با این نسبت می باشد تا امکان حمل کلیه موادی که باید با این نوع تسهیل جابه جا شوند، فراهم شود.

سه ایراد عمده بر این نوع مدل ها وارد است:

اولا: محاسبه اوزان اهداف مختلف در این مدل ها عمدتا به نظر طراح چیدمان وابسته است.

ثانیا: مدلهای موجود قادر نیستند تعامل بین تصمیم گیرندگان مجزا را لحاظ نمایند. به عبارت دیگر تا زمانی که طراحی چیدمان تسهیلات و سیستم انتقال مواد به یک تصمیم گیرنده واحد واگذار شود، کمینه کردن ترکیب خطی هزینه ها می تواند رویکرد مناسبی برای حل دو مسأله باشد. اما در مورد مسائل با ابعاد بزرگ مثل شرکت های تولیدکننده خودرو، طراحی هر یک از این دو فاز مهم و اساسی طراحی کارخانه، سطح بالاتری از تخصص و تجربه را می طلبد. از این رو در این شرایط، مدیریت ممکن است تصمیم بگیرد که این دو مسؤولیت مهم را به گروه های کاری مجزا واگذار نماید، که هر یک از این گروه ها به دنبال اتخاذ تصمیماتی هستند که تابع هدف خود آن ها را بهینه نماید. به طور مثال، طراح چیدمان به دنبال چیدمانی است که هزینه متغیر انتقال مواد بین تسهیلات را کمینه نماید و از سوی دیگر، طراح سیستم انتقال مواد به دنبال طراحی سیستم انتقال موادی است که هزینه های سرمایه گذاری روی تجهیزات انتقال مواد را کمینه نماید. البته کاهش هزینه های متغیر انتقال مواد، مستلزم در اختیار داشتن تجهیزات انتقال مواد پیشرفته تر با هزینه های سرمایه گذاری بیشتر است و برعکس. به دلیل رابطه بسیار نزدیکی که بین این دو مسأله وجود دارد، هیچ یک از این دو گروه نمی توانند مستقل از دیگری به تصمیم گیری در مورد مسأله مربوط به خود بپردازند. علاوه براین رابطه معکوس بین اهداف تصمیم گیرندگان، نشان دهنده وجود تضاد منافع بین آن هاست که مؤید این حقیقت است که ترکیب خطی هزینه های مربوط به دو مسأله لزوما نمی تواند تعادل مناسب بین منافع دو تصمیم گیرنده را برقرار نماید.

ثالثا: مدل های موجود به بررسی مسأله چیدمان در شرایطی کاملا معین می پردازند. همانطور که قبلا توضیح داده شد در هر شرکت تولیدی، می توان کلیه واحدهای تصمیم گیری تأثیرگذار بر چیدمان تسهیلات عبارتند از: واحد بازاریابی و فروش، طراح چیدمان تسهیلات، طراح سیستم انتقال مواد. هر یک از این بخش ها در زمان تصمیم گیری به اطلاعاتی نیاز دارند که واحدهای دیگر به علت تاخیر فاز تصمیم گیری در اختیار ندارند. از این رو ارائه مدل های قطعی برای حل مسأله چیدمان در شرایط واقعی امکان پذیر نمی باشد.

در راستای رفع این مشکلات، گروهی از محققین، روش هایی ارائه نموده اند که تعیین اوزان اهداف مختلف، مستقل از تصمیم‌گیرنده صورت می گیرد(Singh et al, 2010). اما جهت برطرف شدن مشکلات دوم و سوم در ادبیات موضوع، تاکنون تحقیقاتی انجام نگرفته است. یکی از ابزارهای بسیار مفید جهت بر طرف سازی مشکل وجود تضاد منافع بین واحدهای تصمیم‌گیری مجزا و اختلاف فاز زمانی تصمیم گیری بین بخش های مختلف، استفاده از نظریه بازی هاست که از تکنیک های ریاضیاتی به منظور تجزیه و تحلیل مواردی که دو فرد یا بیشتر ملزم به تصمیم گیری در شرایطی هستند که تصمیم هر یک از طرفین بر پیامد طرف دیگر تأثیرگذار است، استفاده می نماید.

به طور خلاصه می توان گفت، اهداف مطالعه حاضر عبارتند از:

الف- بررسی نحوه‌ی تأثیر رفتار رقبای بیرونی شرکت بر نوع چیدمان تسهیلات

ب- مطالعه تأثیر سیستم های انتقال مواد بر چیدمان تسهیلات در حالتی که بین تصمیم گیرندگان، تعارض منافع موجود می باشد.

در بخش دوم این تحقیق، چارچوب مدل بازی پیشنهادی ارائه و نحوه‌ی محاسبه تعادل های نش ارائه می شود و در بخش سوم با حل مثال های عددی و مقایسه نتایج با یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط، کارایی مدل پیشنهادی، نشان داده می شود. در انتها نیز خلاصه ای از نتایج به دست آمده از این تحقیق و پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده ارائه می شود.

۲-مواد و روش ها

چون چیدمان تسهیلات از تصمیمات اتخاذ شده توسط واحدهای تصمیم گیری داخلی سیستم تولیدی و هم چنین تصمیمات دیگر تولیدکنندگان تأثیر می پذیرد، نظریه بازی ها ابزار مناسبی برای حل چنین مسأله ای به نظر می رسد. طبق تعریفی که مایرسون ارائه کرده است، نظریه بازی ها مطالعه مدل های ریاضی تعارض و همکاری بین تصمیم گیرندگان عاقل و هوشمند است. نظریه بازی ها از تکنیک های ریاضیاتی به منظور تجزیه و تحلیل مواردی که دو فرد یا بیشتر ملزم به تصمیم گیری در

شرایطی هستند که تصمیم هر یک از طرفین بر پیامد طرف دیگر تأثیرگذار است، استفاده می نماید. چون تصمیم گیری در مورد قیمت و چیدمان در فازهای زمانی متفاوتی رخ می دهد، بین تولیدکنندگان مختلف، بازی پویای پیوسته ای شکل می گیرد. آن چه در واقعیت روی می دهد به شرح زیر است:

مرحله اول: بهترین چیدمان ممکن و همین طور بهترین سیستم انتقال مواد ممکن انتخاب می شود. براین اساس هزینه های انتقال مواد قابل محاسبه است.

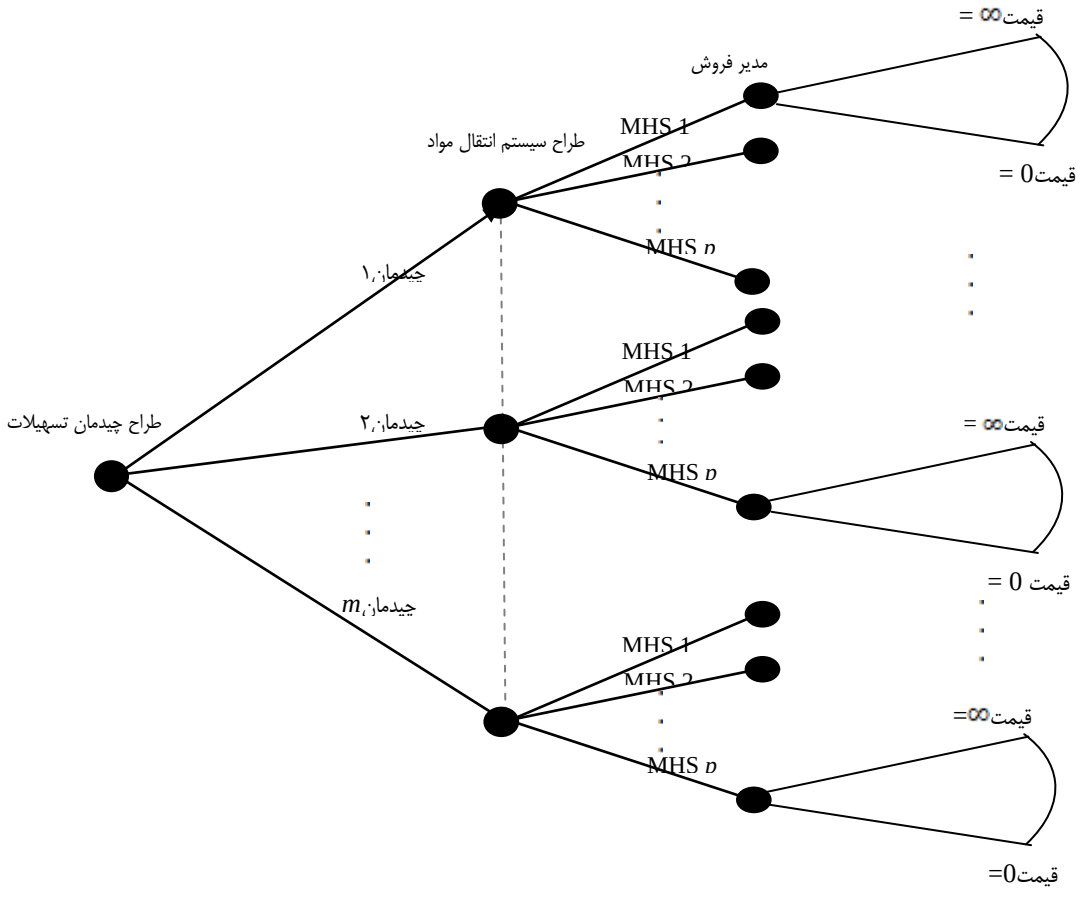
مرحله دوم: با مشخص بودن هزینه های انتقال مواد که حجم عمده ای از هزینه های تولیدی را شامل می شود، شرکت در مورد قیمت محصولات مختلف تولیدی خود تصمیم گیری می کند.

با استفاده از روش استنتاج عقبگرد، مدل بازی پیشنهادی فوق به صورت بازگشتی، قابل حل می باشد. برای این منظور از مرحله دوم بازی شروع می نماییم. ابتدا شرکت با فرض مشخص بودن هزینه های بهینه انتقال مواد، در مورد قیمت محصول تولیدی تصمیم گیری می کند. با مشخص شدن قیمت، امکان پیش بینی تقاضا که یکی از پارامترهای نامعلوم در محاسبه هزینه انتقال مواد می باشد، فراهم می آید. به منظور مشخص شدن پارامتر دوم که هزینه های انتقال مواد بین زوج تسهیلات می باشد لازم است سیستم انتقال مواد مشخص شود. همان طور که قبلا ذکر شد، معمولا طراحی سیستم انتقال مواد پس از طراحی چیدمان و در خوش بینانه ترین حالت، همزمان با طراحی چیدمان انجام می گیرد. بدین منظور بازی شکل گرفته بین این دو واحد تصمیم گیری، از نوع بازی با اطلاعات ناتمام است که فرم بسط یافته بازی مذکور در شکل (۲) نمایش داده شده است.در این تحقیق، مدل بازی فوق برای حالتی که طراحی چیدمان تسهیلات و طراحی سیستم انتقال مواد به صورت همزمان انجام می گیرند، مورد بررسی قرار می گیرد. متغیرهای تصمیم مدل فوق عبارتنداز:

p_k: قیمت محصول تولیدی شرکت k.

c_{ijk}: هزینه جابه جایی هر واحد محصول در واحد مسافت بین زوج تسهیلات i, j در شرکت kام.

d_{ijk}: فاصله بین زوج تسهیلات i, j در شرکت kام. در ادامه، گام های بازی فوق توضیح داده می شود.



شکل (۲): فرم بسط یافته بازی پیشنهادی

۲-۱- مرحله دوم بازی: تعیین قیمت های بهینه محصول تولیدی

توابع مورد استفاده برای مدلسازی مسأله در این مرحله از بازی عبارتند از:

۲-۱-۱- تابع تقاضا

در این جا از مدل تابع خطی تقاضا استفاده می‌شود که محققین بسیاری از آن استفاده کرده‌اند(Tsay et al,. 2000, Yao et al, 2008). می‌توان با تقریب خطی تابع تقاضا نشان داد که مدل ارائه شده، برای توابع تقاضای غیر خطی نیز قابل تعمیم است. شرایطی را در نظر می گیریم که در بازار دو تولید کننده k و k' وجود دارند. در این صورت تابع تقاضا برای محصول تولیدی شرکت k عبارتست از:

$$D_k = \alpha_k - \beta p_k + \gamma(p_{k'} - p_k) \qquad ,k' = 1,2 \ \ (k' \neq k) \qquad (۱۰)$$

که پارامترهای موجود در مدل فوق عبارتنداز:

D_k: تقاضا برای محصول تولیدی شرکت k،

α_k: مقدار پایه تقاضا برای محصول تولیدی توسط شرکت k است که به قیمت کالا بستگی ندارد.

β: نسبتی از تقاضاست که با افزایش یک واحد در قیمت کالا، کاهش می‌یابد.

γ: نسبتی از تقاضاست که به ازای هر واحد اختلاف بین قیمت‌های محصول تولیدی توسط شرکت مورد نظر و رقیبش، ایجاد می‌شود.

فرضیات زیر در مورد پارامترهای تابع تقاضا برقرار هستند:

۱- مقدار پایه تقاضا $\alpha_k (k = 1,2)$، بزرگتر از سایر پارامترهای تابع تقاضا می باشد. این فرض در مسائل دنیای واقعی به وضوح قابل مشاهده است.

۲- فرض می کنیم اثر مستقیم تغییر قیمت بر تقاضا بیش از اثر اختلاف قیمت با قیمت پیشنهادی رقباست. به عبارت دیگر داریم: $\beta > \gamma$.

۲-۱-۲- تابع سود تولیدکننده

سود تولید کننده را می توان با کم کردن هزینه های تولیدی از درآمد محاسبه نمود. در این تحقیق بدون از دست رفتن کلیت موضوع، فرض می کنیم تنها هزینه های تولیدی تحمیل شده بر شرکت، هزینه های انتقال مواد بین زوج تسهیلات و هزینه فروش از دست رفته می باشد و برای سهولت فرض می کنیم سایر هزینه های تولیدی شرکت k ام صفر است. بر این اساس داریم:

$$\pi_k = [D_k p_k - C_1] = [[\alpha_k - \beta p_k + \gamma(p_{k'} - p_k)]p_k - C_1] \ \ ,k' = 1,2 \ \ (k' \neq k) \qquad (۱۱)$$

$$C_1 = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} w_{ijk} d_{ijk} c_{ijk} \qquad (۱۲)$$

$$w_{ijk} = l_{ijk} D_k \qquad (۱۳)$$

در صورتی که در شرکت k بین زوج تسهیل j,i ،جریان مواد وجود داشته باشد.

با مشتق گیری از رابطه فوق نسبت به p_k، قیمت نش تعیین شده از سوی شرکت k برای محصول تولیدی اش به دست می آید.

$$\frac{\partial \pi_k}{\partial p_k} = 0 \ , \frac{\partial \pi_{k'}}{\partial p_{k'}} = 0 \Longrightarrow$$

$$p_k{}^* = \frac{1}{2(\beta+\gamma)}\left[\alpha_k + \gamma p_{k'} + (\beta+\gamma)\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} x_{ijk} d_{ijk} c_{ijk}\right], k' = 1,2 \ \ (k' \neq k) \qquad (۱۴)$$

لازم به یادآوری است که در این تحقیق به منظور سهولت در انجام محاسبات، ضریب مصرف قطعات مورد استفاده در عملیات‌های متوالی تولید محصول برابر با یک در نظر گرفته شده است. همان طورکه در مدل فوق مشاهده می شود، قیمت محصول تولیدی شرکت k به قیمت محصولات تولید شده توسط رقیبش بستگی دارد. برای مسأله فوق در شرایط ورود همزمان رقبا به بازار، لازم است تا هر بازیکن از قیمتی که رقبا برای محصولات خود تعیین می کنند برآوردی داشته باشد. به علت این که بندرت اتفاق می افتد که شرکت ها اطلاعات کاملی در مورد رقبای خود در اختیار داشته باشند، بنابراین این برآورد کار آسانی نیست. به این منظور هر شرکت فرض می کند که هزینه های انتقال هر واحد از مواد در شرکت رقیب دارای توزیع های یکنواختی به صورت $c = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} l_{ijk'} d_{ijk'} c_{ijk'} \sim U[\tilde{c} - \varepsilon, \tilde{c} + \varepsilon]$ هستند. بنابراین می توانیم پس از برآورد قیمت پیشنهادی شرکت رقیب، $\widetilde{p_{k'}}$، قیمت $p_k{}^*$ را به صورت زیر بازنویسی نماییم.

$$\widetilde{p_{k'}} = \int_{\tilde{c}-\varepsilon}^{\tilde{c}+\varepsilon} \frac{1}{2(\beta+\gamma)}\left[\alpha_k + \gamma p_{k'} + (\beta+\gamma)\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} x_{ijk} d_{ijk} c_{ijk}\right] f(c)\, dc$$
$$= \frac{1}{2(\beta+\gamma)}\left[\alpha_{k'} + \gamma p_k + \frac{(\beta+\gamma)}{4\varepsilon}\{(\tilde{c}+\varepsilon)^2 - (\tilde{c}-\varepsilon)^2\}\right], k = 1,2 \ \ (k \neq k') \qquad (۱۵)$$

$$p_k{}^* = \frac{2(\beta+\gamma)}{\beta^2 + 3\gamma^2 + 4\beta\gamma}\left[\alpha_k + \frac{\gamma}{2(\beta+\gamma)}\left[\alpha_{k'} + \frac{(\beta+\gamma)\{(\tilde{c}+\varepsilon)^2 - (\tilde{c}-\varepsilon)^2\}}{4\varepsilon}\right] + (\beta+\gamma)\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} l_{ijk} d_{ijk} c_{ijk}\right], k' = 1,2 \ \ (k' \neq k) \qquad (۱۶)$$

۲-۲- مرحله اول بازی: تعیین طرح بهینه چیدمان و سیستم انتقال مواد

با مشخص بودن قیمت محصول، میزان تقاضا برای محصول به دست می آید، که با استفاده از آن می توان ماتریس از- به را محاسبه نمود. با وجود مشخص شدن ماتریس مربوط به حجم موادی که بین هر زوج از تسهیلات جابه جا می شوند، هزینه انتقال مواد بین هر زوج از تسهیلات هم چنان مجهول است. همان طور که پیشتر توضیح داده شد، این هزینه به سیستم انتقال مواد بستگی دارد و از آن جا که طراحی سیستم انتقال و طراحی چیدمان دو بخش مهم در طراحی کارخانه می باشند که به یکدیگر وابسته اند در این مرحله از بازی بین طراح چیدمان و طراح سیستم انتقال مواد بازی ایستای دو نفره ای شکل می گیرد که طی آن از یک سو طراح چیدمان به دنبال یافتن طرح چیدمانی است که کل هزینه های متغیر انتقال مواد در طول فرایند را مینیمم می نماید و از سوی دیگر طراح سیستم انتقال مواد در تلاش است سیستم انتقال موادی را برای شرکت طراحی نماید که هزینه سرمایه گذاری برای خرید تجهیزات انتقال مواد را مینیمم نماید. عناصر بازی ایستای فوق عبارتند از:

۱- بازیکنان: طراح چیدمان و طراح سیستم انتقال مواد

۲- استراتژی های بازیکنان: مجموعه استراتژی های ممکن بازیکن اول، یعنی طراح چیدمان، کلیه طرح های چیدمانی است، که قصد دارد بهترین طرح ممکن را از بین آن ها انتخاب نماید که تعداد استراتژی های طراح چیدمان $n!$ است. از سوی دیگر استراتژی های طراح سیستم انتقال مواد، مجموعه سیستم های مختلف انتقال مواد ممکن است. لزوما نوع تجهیز انتقال مواد از تسهیل i به j با تجهیز انتقال مواد مورد استفاده در حرکت برگشت این مسیر، یکسان نیست.

۳- پیامد بازیکنان: پیامد طراح چیدمان، هزینه متغیر انتقال مواد مربوط به هر یک از سیستم های انتقال مواد پیشنهادیست. هزینه هایی که ما در این جا به عنوان پیامد بازیکن اول منظور می کنیم صرفا هزینه های متغیر انتقال مواد را شامل می شود. بر این اساس پیامد بازیکن اول به ازاء هر چیدمان و هر سیستم انتقال مواد از رابطه زیر به دست می آید:

$$C^{variable} = \sum_{g=1}^{r}\sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} \mathrm{MHC_{ijg}}\, \mathrm{d_{ij}} \mathrm{w_{ij}} \qquad (۱۷)$$

همانطور که قبلا توضیح داده شد، پیامد بازیکن دوم یعنی طراح سیستم انتقال مواد، هزینه سرمایه گذاری تجهیزات انتقال مواد است.

N_g: تعداد واحدهای موجود تجهیز نوع g

C_g: هزینه سرمایه گذاری تجهیز نوع g در ابتدای دوره.

$$C^{constant} = \sum_{g=1}^{r} N_g C_g \qquad (۱۸)$$

۲-۳- حل مدل پیشنهادی

همانطور که در بخش قبلی بیان شد مدل بازی پیشنهادی، یک بازی معکوس است. برای حل این بازی بر اساس روش استنتاج عقبگرد، ابتدا فرض می کنیم قیمت انتخاب شده برای محصول تولیدی از سوی شرکت در مرحله دوم بازی در اختیار است و بازیکنان با در اختیار داشتن این قیمت ها به دنبال یافتن بهترین طرح چیدمان و هم چنین بهترین سیستم انتقال مواد هستند. برای این منظور لازم است تعادل نش بازی ایستای شکل گرفته بین بازیکنان در این مرحله از بازی را به دست آوریم.

۳- نتایج و بحث

نمونه مورد مطالعه قرار گرفته، طراحی چیدمان تسهیلات یک شرکت تولید کننده خوراک دام و طیور می باشد که در یک بازار انحصار دوجانبه فعالیت می کند. هدف، طراحی چیدمان ۸ تسهیل تولیدی هم اندازه و هم شکل در فضایی مستطیل شکل می باشد. با مطالعه کامل بازار هدف و نوع رفتار رقبا و مشتریان در بازار، این نتیجه حاصل شده است که با توجه به آمار مربوط به تعداد دام و طیور موجود در بازار هدف، میزان تقاضا برای محصول تولیدی شرکت در قیمت صفر، ۱۱۸۵۰۰ واحد و برای شرکت رقیب، ۱۱۶۵۰۰ واحد خواهد بود. اختلاف بین میزان تقاضای این دو شرکت، به واسطه اختلاف در کیفیت محصول تولیدی، موقعیت قرارگیری دو شرکت و هم چنین میزان فاصله از بازار هدف می باشد. به ازاء هر واحد افزایش در قیمت محصول تولیدی، دامداران به منظور کاهش هزینه های خود ترجیح می دهند که سهم بیشتری از خوراک دام و طیور خود را از علوفه جات تامین نمایند. لازم به ذکر است، دامداران به منظور تامین مواد غذایی و پروتئین مصرفی دام و طیور خویش، ناچار به استفاده از محصول تولیدی شرکت می باشند. به همین دلیل با مطالعه میزان علوفه در دسترس در منطقه مورد بررسی و هم چنین میزان ماد غذایی و پروتئین های لازم برای دام و طیور که صرفا از طریق مصرف محصول تولیدی شرکت قابل تامین می باشد، این نتیجه حاصل شده است که افزایش هر دلار قیمت محصول، منجر به کاهش ۸۰ واحد در تقاضای سالیانه محصول می شود. مطالعه رفتار مشتریان در گذشته نشان می دهد که اختلاف در قیمت محصول تولیدی توسط دو شرکت رقیب، موجب تغییر ۲۰ واحدی در تقاضای سالیانه محصول می شود. سایر اطلاعات مربوط به تسهیلات تولیدی و تجهیزات انتقال مواد در جدول(۱) نمایش داده شده است. همان طور که در این جدول مشاهده می شود، تجهیزات انتقال موادی که هزینه های سرمایه گذاری بالاتری دارند، سرعت انتقال مواد بالاتر و هم چنین هزینه های نیروی انسانی کمتری را در پی دارند. به منظور بررسی تعداد بیشتری مسأله با استفاده از روش پیشنهادی، با استفاده از داده های مربوط به مسأله واقعی فوق، مسائلی به صورت تصادفی تولید می کنیم. در مسائل تصادفی تولید شده، سعی شده است رابطه بین پارامترهای مختلف، مسأله نسبتا ثابت بماند. به عبارت دیگر، تجهیزات

انتقال مواد پیشرفته تر که سرعت انتقال مواد بالاتری دارند، هزینه متغیر انتقال واحد مواد در واحد مسافت کوچکتر و هزینه سرمایه گذاری بالاتری را در پی دارند.

جدول(۱): پارامترهای مربوط به مسأله طراحی چیدمان تسهیلات در شرکت تولیدی خوراک دام و طیور

پارامتر	مقدار اختصاص یافته
n	۸
r	۷
α_1	۱۱۸۵۰۰
α_2	۱۱۶۵۰۰
β	۸۰
γ	۲۰
TL	[۰/۶, ۰/۷۵, ۰/۵, ۰/۸۷, ۰/۳۵, ۰/۷۵, ۰/۵۹]
LULT	[۲, ۵, ۱۰, ۱۷, ۲, ۲۸, ۸]
S	[۲, ۵,۱۲, ۲۰, ۶, ۸, ۱۲]
OP	[۱/۵, ۰/۶, ۰/۴, ۰/۱, ۰/۵, ۰/۲۵, ۱]
C_g	[۱۴۸۰۰, ۶۵۰۰۰, ۳۵۰۰۰, ۲۰۰۰۰۰, ۱۲۰۰۰, ۴۵۰۰۰, ۳۸۰۰۰]

به منظور بررسی کیفیت نتایج به دست آمده از مدل پیشنهادی و هم چنین امکان تعمیم آن برای کلیه مسائل چیدمان، مسأله چیدمان تسهیلات را برای کارخانه تولید خوراک دام و طیور و هم چنین ۱۵ دسته مسأله تصادفی دیگر با تعداد تسهیلات تولیدی متفاوت که عبارتست از $n = ۵۶۷۸$ و تعداد متفاوت تجهیزات انتقال مواد که عبارتند از $r = ۵۶۷۸$ حل کرده ایم. تعداد استراتژی های بازیکن دوم، $p = r^{n^2}$ و تعداد استراتژی های طراح چیدمان تسهیلات می تواند به اندازه $m = n!$ باشد. نتایج حاصل از حل مسائل فوق با استفاده از مدل بازی پیشنهادی و هم چنین با استفاده از حل مدل برنامه ریزی عددصحیح مختلط توسط نرم افزار لینگو، در جدول(۲) نمایش داده شده است.

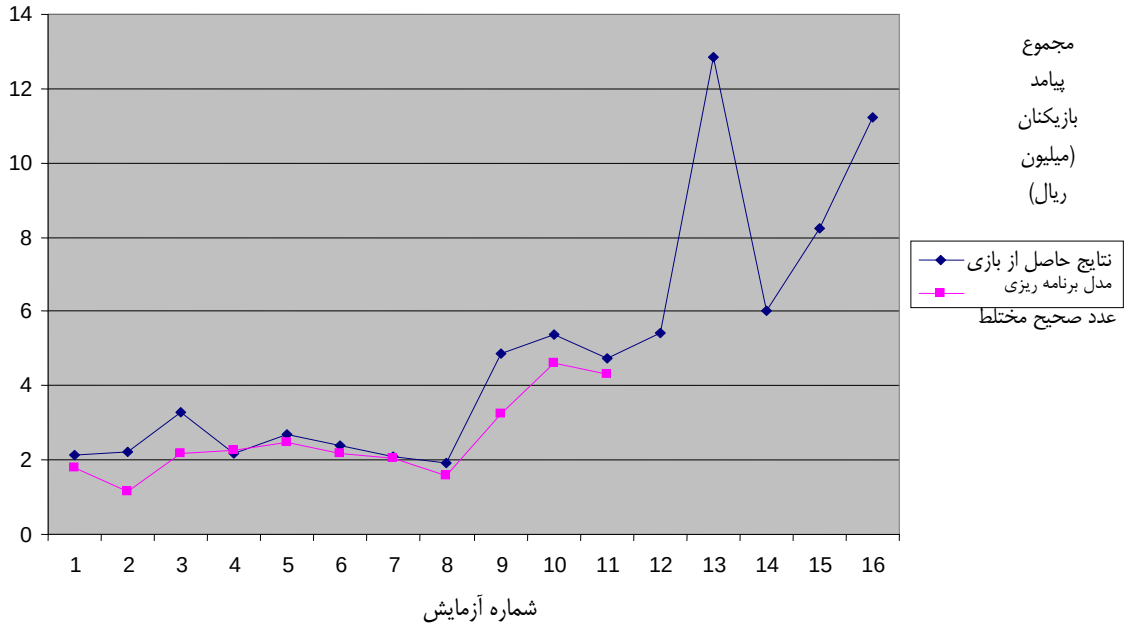
ستون های مربوط به G_{1ne} و G_{2ne} در جدول(۲)، به ترتیب نشان دهنده پیامدهای حاصل از تعادل نش برای طراح چیدمان تسهیلات و طراح سیستم انتقال مواد می باشند. قسمت دوم جدول نیز، نتایج حاصل از برنامه ریزی عددصحیح مختلط برای مسائل مختلف را نشان می دهد.

جدول(۲): مقایسه نتایج حاصل از مدل بازی پیشنهادی با نتایج حاصل از مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط

	مدل بازی پیشنهادی					مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط	
	$m = n!$	$p=r^{n^2}$	G1ne(e+006) (سال/ریال)	G2ne e+006 (ریال)	زمان حل (ثانیه)	تابع هدف	زمان حل (ثانیه:دقیقه:ساعت)
۱	n=۵	r=۵	۰/۶۰۴۹	۱/۵۴۲۸	۲/۵۹۰۵	۱۷۷۵۲۵۵	۰۱:۲۴:۳۶
۲		r=۶	۱/۰۹۳	۱/۱۲۶۸	۱۴/۵۳	۱۱۶۹۳۱۳	۰۲:۴۴:۰۹
۳		r=۷	۱/۱۲۳	۲.۱۷۳۹	۱۳۲.۱۹۴	۲۱۶۵۴۵۰	۰۵:۱۲:۰۷
۴		r=۸	۱/۲۱۸۱	۰/۹۵	۲۰۵/۸۶	۲۲۷۲۵۳۵	۰۷:۴۹:۴۸
۵	n=۶	r=۵	۱/۸۹۱۹	۰/۸۱۲۸	۲۱/۸۶۲۲	۲۴۷۳۰۰۰	۰۶:۲۵:۵۳
۶		r=۶	۱/۴۳۶۱	۰/۹۳۴۹	۱۴۳/۸۴۷۰	۲۱۵۶۹۱۰	۰۷:۲۰:۳۶

۷		r=۷	۱/۵۰۴۲	۰/۵۸۸۲	۱۱۱۰/۷۴	۲۰۶۹۴۲۱	۱۰ساعت >
۸		r=۸	۱/۰۵۴۲	۰/۸۵۶۲	۵۵۱۸/۲۳	۱۵۶۹۲۵۱	۱۰ساعت >
۹	n=۷	r=۵	۲/۲۱۰۳	۲/۶۶۸	۸۰۱/۹۶	۳۲۵۴۳۲۸	۱۰ ساعت >
۱۰		r=۶	۱/۵۶۵	۳/۸۲۳۷	۲۴۰۴/۲۸	۴۵۹۵۸۷۱	۱۰ ساعت >
۱۱		r=۷	۲/۳۹۷۳	۲/۳۲۲	۱۱۱۶۷/۹	۴۳۱۵۵۸۹	۱۰ ساعت >
۱۲		r=۸	۲/۵۵۷۴	۳/۸۴۸	۳۴۱۵۰/۹	–	-
۱۳	n=۸	r=۵	۷/۷۵۷۶	۲/۰۷۶۰	۲۹۸۹/۹۹	–	-
۱۴		r=۶	۳/۳۰۶۱	۲/۷۲۹۰	۱۰۲۸۷/۷	–	-
۱۵		r=۷	۳/۴۵۶۸	۴/۷۶۳۲	۱۷۶۰۷/۷	–	-
۱۶		r=۸	۳/۴۵۶۷	۵/۷۶۳۲	۴۸۲۴۶/۷	–	-

جهت نمایش کارایی مدل بازی پیشنهادی، لازم است مقایسه ای بین نتایج حاصل از مدل بذنامه ریزی عدد صحیح مختلط و نتایج حاصل از بازی پیشنهادی انجام دهیم. شکل (۳)، مقایسه مجموع پیامدهای دو بازیکن و هزینه به دست آمده از مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط را امکان پذیر می نماید.



شکل (۳): مقایسه نتایج حاصل از مدل بازی پیشنهادی با مدل برنامه ریزی عددصحیح مختلط

محور افقی شکل فوق، شماره مسأله و محور عمودی، هزینه به دست آمده از هر مسأله توسط هر یک از دو روش برنامه ریزی عددصحیح مختلط و مدل بازی پیشنهادی را نمایش می دهند.

همان طور که در شکل (۳) مشاهده می شود، مجموع پیامدهای دو بازیکن در هر مسأله، از تابع هدف به دست آمده از مدل برنامه ریزی عددصحیح مختلط بزرگتر است. این مطلب، این حقیقت را آشکار می سازد که استفاده از ترکیب خطی توابع هزینه تصمیم گیرندگان در شرایط تصمیم گیری گروهی، لزوما به حصول جواب بهینه شدنی و قابل پیاده سازی در سیستم تولیدی نمی انجامد. در چنین شرایطی که هر یک از تصمیم گیرندگان به صورت مستقل اما با در نظر گرفتن استراتژی های ممکن تصمیم گیرنده دیگر، اقدام به تصمیم گیری می نمایند، نظریه بازی ها می تواند ابزار مناسبی برای به دست آوردن استراتژی های تعادلی بین دو گروه تصمیم گیری با منافع متضاد باشد.

البته لازم است به این نکته مهم توجه شود که محاسبه تعادل نش برای مسائل با ابعاد بزرگ، وقت گیر است. همان طور که از جدول (۲) مشاهده می شود، جهت حل یک مسأله متوسط با ابعاد $n = ۸, r = ۸$، بیش از ۱۳ ساعت وقت صرف می شود. بنابراین برای حل مسائل با ابعاد بزرگ، استفاده از روش های تقریبی هم چون متاهیورستیک ها ضروری است.

۳-۱- دستاوردهای تحقیق و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی

تحقیق حاضر از جنبه های زیر از تحقیقات موجود در زمینه چیدمان تسهیلات متمایز است: ۱- در این تحقیق، تأثیر شرکت های رقیب بر میزان تقاضا و در نتیجه چیدمان تسهیلات شرکت در نظر گرفته شده است. ۲- پیش بینی تقاضا در این تحقیق بر مبنای قیمت فروش محصول و شاخص های اقتصادی تأثیرگذار بر تقاضا انجام گرفته است. ۳- با مدل کردن همزمان مسائل طراحی چیدمان و طراحی سیستم انتقال مواد در این تحقیق روشی برای مقابله با مشکل نامعین بودن هزینه های انتقال مواد بین زوج تسهیلات در هنگام طراحی چیدمان ارائه می شود. ۴- استفاده از نظریه بازی ها به جای استفاده از ترکیب خطی توابع هزینه در طراحی چیدمان تسهیلات در شرایط تصمیم گیری گروهی، یکی دیگر از مهم ترین دستاوردهای تحقیق حاضر می باشد.

در این تحقیق فرض شده است، که توابع توزیع احتمال پارامتر هزینه شرکت رقیب دارای توزیع یکنواخت است. می توان نتایج حاصل را برای توزیع های احتمال دیگری نیز محاسبه نمود. از سوی دیگر در این تحقیق فرض شده است که دپارتمان ها و تسهیلات تولیدی همگی هم اندازه و هم شکل هستند. لازم است مدل فوق، برای شرایطی که دپارتمان ها غیر هم اندازه و غیر هم شکل هستند نیز تعمیم داده شود. علاوه براین در این پژوهش، فرض شده است که تابع تقاضای وابسته به قیمت، مشخص است به این معنا که پارامترهای مربوط به الاستیسیته تقاضا نسبت به قیمت خود شرکت و رقبایش ثابت و مشخص در نظر گرفته شده اند. اما ممکن است چنین فرضی در شرایط واقعی برقرار نباشد. از این رو توصیه می شود، مدل فوق برای حالتی که تابع تقاضا مشخص نباشد نیز تعمیم داده شود. در این تحقیق، رقابت بین تولیدکننده با رقیب بیرونی از نوع رقابت قیمتی که برتراند نامیده می شود مورد بررسی قرار گرفته است. مدل بازی پیشنهادی قابل تعمیم برای مدل رقابتی کورنو نیز می باشد. به محققین توصیه می شود تعادل نش به دست آمده از دو نوع رقابت با یکدیگر مقایسه و ارزیابی شوند.

منابع

1- Amine, D., Pierreval, H., Hajri-Gabouj,S. 2007. Facility layout problems: A survey. Annual Reviews in Control .31, 255–267.
2- Farahat,A., Perakis,G. 2008. A Comparison of Price and Quantity Competition in Oligopolies with Differentiated Products. Johnson School Research Paper Series. 7,108-125.
3- Co, H. C., Wu, A., Reisman, A. 1989. A throughput-maximizing facility planning and layout model. International Journal of Production Research. 27(1), 1–12.
4- Devise, O., Pierreval, A. 2000. Indicators for measuring performances of morphology and materials handling systems. International Journal of Production Economics. 64(1–3), 209–218.
5- Dong-Qing, Y., Xiaohang Y., Liu,J. 2008. Vertical cost information sharing in a supply chain with value-adding retailers. The International Journal of Management science. Omega. 36, 838 – 851.
6- Hassan, M.1994. Machine layout problem in modern manufacturing facilities. International Journal of Production Research. 32(11), 2559–2584.
7- Krishnan, K. K., Nayak, C. Cheraghi, H., Dave, C. 2005. Integrated facility layout for heterogonous material handling systems hybrid genetic algorithm. 35th International Conference on Computers and Industrial Engineering. Turkey.

8- Shayan, E., Chittilappilly, A, 2004. Genetic algorithm for facilities layout problems based on slicing tree structure. International Journal of Production Research. 42(19), 4055–4067.
9- Singh S. P., Singh V. K. 2010. An improved heuristic approach for multi-objective facility layout problem. International Journal of Production Research. 48(4), 1171 – 1194.
10- Singh S. P., Singh V. K. 2010. Three-level AHP-based heuristic approach for a multi-objective facility layout problem. International Journal of Production Research.
11- Tompkins, J., White, J., Bozer Y, Frazelle, E.1996. Facilities planning. New York: Wiley. 137–285.
12- Tsay,A., Agrawal, N. 2000. Channel dynamics under price and service competition. Manufacturing & Service Operations Management. 2:372–91.
13- Vollmann, T. 1966. The Facilities Layout Problem in perspective," Management Science, 12(10), 450-468.