کاربرد مبحث MCDM
در تدوین مدل برنامه‌ریزی تولید ترکیبی آرمانی

محسن قانون

۱- مقدمه

یکی از اساسی‌ترین وظایف برنامه‌ریزی تولید، ارائه راهکاری منطقی و قابل اجرا با توجه به نقاط قوت و ضعف سازمان و همچنین فرصت‌ها و تهدیدات محیطی می‌باشد که امکان دستیابی به مزیت نسبی را در صنعتی خاص برای سیستم تولیدی فراهم آورد. در این زمینه، به کارگیری روش‌های تحقیق در عملیات (OR) ضمن ایجاد شرایط برخورد منطقی با مشکلات سازمان، امکان تحقق اهداف را تا سر حد بهینگی فراهم خواهند ساخت. در مقالهٔ حاضر تلاش شده تا با به کارگیری ترکیبی از مباحث تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، مدلی کاربردی برای برنامه‌ریزی تولید در صنعت لوله و پروفیل ارائه شود.

۲- آشنایی با فرایند تولید لوله و پروفیل

قبل از تشریح مدل ریاضی، جهت درک بهتر ویژگی‌های مدل، آشنایی اجمالی با فرایند تولید لوله و پروفیل به روش نورد سرد (Coldroll forming) الزامی می‌باشد.

به طور مختصر می‌توان گفت که در فرایند تولید لوله و پروفیل بدون به کارگیری عملیات حرارتی، مقطع عرضی نوارهای فولادی که برحسب نوع محصول تولیدی، دارای عرض و ضخامت استانداردی می‌باشند، ضمن عبور از میان غلطک‌های شکل‌دهنده که به صورت چند جفت غلطک مستقر بر روی هم بوده، تغییر شکل می‌یابند و به مقطع دایره‌ای تبدیل می‌شوند.

سپس با استفاده از سیستم جوش القایی، دو لبه نوار به هم جوش خورده و با عبور از میان دروازه‌های غلطک‌های کالیبر برحسب نیاز، لوله تولید شده به لوله‌ای با اوالیته کامل و یا انواع پروفیل‌ها تبدیل می‌شود و نهایتاً توسط سیستم برش به شاخه‌هایی با طول‌های مورد نظر بریده می‌شوند.

باتوجه به امکان تغییر غلطک‌های نصب شده بر روی دستگاه «تعویض خط»، امکان تولید طیف گسترده‌ای از محصولات با یک دستگاه فراهم است. لذا در برنامه‌ریزی تولید صنعت مورد بحث، امکان مواجه با تنوع محصولات و تعدد ماشین‌آلات دارای توانایی مشابه یا متفاوت وجود دارد. در این تحقیق، تنوع محصولات قابل تولید معادل ۵۹ محصول در نظر گرفته شده است.

۳- مراحل تدوین مدل برنامه‌ریزی تولید ترکیبی آرمانی

یکی از مباحث کاربردی تحقیق در عملیات، به روش‌های MCDM (تصمیم‌گیری چند معیاره) مربوط می‌باشد که امکان تصمیم‌گیری در فضایی با چندین معیار اثرگذار بر هدف را فراهم می‌سازدو این امر موجب دستیابی به بهترین پاسخ در مواجه با شرایط و اهداف بعضاً متضاد سازمان می‌شود. در دنیای کنونی به علت پیچیدگی نیازها و دشواری شرایط محیطی و روند فزاینده محدودیت منابع، دستیابی به چندین هدف در حد امکان از ضروریات موفقیت سازمان‌های تولیدی است؛

لذا به منظور حصول به این مهم، در مقاله حاضر از روش برنامه‌ریزی آرمانی برای مدل‌سازی مسأله و روش TOPSIS برای تعیین اولویت اهداف مدل آرمانی و از روش بردار ویژه در جهت محاسبه مقادیر اوزان شاخص‌های مورد استفاده در محاسبات TOPSIS و گزینه‌های مدل آرمانی، استفاده شده است که در ادامه، هر یک از موارد مذکور تشریح می‌شود.

هدف از به کارگیری مدل آرمانی، بهره‌گیری از امکان دستیابی به چندین هدف بعضاً متضاد در حد امکان می‌باشد؛ به نحوی که منافع سازمان تولیدی را تا مرزهای بهینگی تأمین نماید. اگر سیستم‌های تولیدی می‌توانستند از بخشی از اهداف خود صرف‌نظر کنند و یا مدل برنامه‌ریزی تولید را در قالب مدل برنامه‌ریزی سود (مدلی که متضمن حداکثرسازی سود حاصل از عملیات تولیدی صرف‌نظر از محدودیت امکانات سیستم تولیدی باشد) و یا مدل برنامه‌ریزی عملیاتی تولید (مدلی که متضمن حداکثر میزان تولید ممکن با توجه به محدودیت امکانات سیستم تولیدی باشد)، تدوین کنند، هر یک به تنهایی می‌توانستند منافع سازمان را تأمین نمایند.

اما به دلیل اینکه مدل‌های کاربردی ریاضی بایستی توانایی درک الزامات واقعی سازمان و محدودیت‌ها را داشته باشند، لذا به کارگیری همزمان ابعاد مثبت هر یک از این مدل‌ها در قالب مدل آرمانی، امکان کاربرد مدل طراحی شده را در شرایط واقعی فراهم می‌سازد.

لازم به یادآوری است که انواع روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی عبارتند از برنامه‌ریزی آرمانی وزنی (WGP)، برنامه‌ریزی آرمانی

کلسیکوگراف(LGP)، برنامه‌ریزی آرمانی مینی ماکس (Minmax GP)، برنامه‌ریزی چند هدفی (MOP)

مدل آرمانی مورد نظر از سه جزء اصلی شامل محدودیت‌ها، اوزان گزینه‌ها و اولویت گزینه‌ها تشکیل گردیده است:

۳-۱- محدودیت‌ها: محدودیت‌هایی که با توجه به نیازهای خاص صنعت لوله و پروفیل، برای به کارگیری در این مدل در نظر گرفته شده‌اند، شامل بندهای زیر می‌باشند:

- محدودیت ارضای قیمت تمام شده کل محصولات
- محدودیت میزان موارد در دسترس در برنامه‌ریزی عملیاتی تولید و برنامه‌ریزی سود
- محدودیت میزان نیاز فروش از هر محصول
- محدودیت حداقل سفارش قابل پذیرش از هر محصول
- محدودیت زمان در دسترس به تفکیک ماشین‌الات
- محدودیت حداکثر سفارش مشتریان از هر محصول
- محدودیت حداقل مقدار اقتصادی تولید از هر محصول

۳-۲اوزان: دومین جزء مؤثر در مدل آرمانی، اوزان گزینه‌ها و شاخص‌ها (Wi) می‌باشد. در مدل مورد بحث، دانستن مقدار نرمالیزه شدن اوزان به عنوان معیاری جهت تعیین اهمیت و میزان تأثیر گذاری هر یک از گزینه‌ها و شاخص‌ها ضروری است و این، ضریب میزان تأثیرگذاری هر گزینه و هر شاخص را نسبت به سایر موارد نمایش می‌دهد.

یکی از روش‌های محاسبه اوزان در شرایط عدم وجود ثبات کامل برای ماتریس تصمیم، روش بردار ویژه می‌باشد. در این روش پس از حصول اطمینان از عدم ثبات ماتریس تصمیم، برای محاسبه مقادیر Wi ضمن استفاده از توان افزایشی K برای ماتریس تصمیم (DM) و نرمالیزه کردن نتایج حاصله، به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$W = Lim\, D^{K}\ .e / e^{t}.D^{K}.e \qquad k \to \infty$$

به طوری که

$$(1)\, e = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{vmatrix}$$

ماتریس تصمیم

		+	-	+	+	+
ماهیت مثبت (مطلوب) یا منفی (نامطلوب) گزینه						
تاثیر گزینه در بکارگیری زمانهای در دسترس						
تاثیر گزینه در بکارگیری حداکثر از امکانات سخت افزاری و ماشین الات موجود						
تاثیرگزینه دربرآورده نیاز بازار						
تاثیر گزینه درافزایش هزینه تولید				R_{ii}		
تاثیر گزینه درافزایش سود اوری نقدی سازمان						
		X1	X2	X3	X4	X5
قیمت تمام شده کل محصولات	A1	۸,۵۵	۸	۱,۹۳	۱,۴۷	۳
مواد قابل دسترس در برنامه ریزی سود	A2	۸,۱۳	۳,۴۹	۷,۲۳	۵,۱۶	۶,۲۱
نیاز فروش هر محصول	A3	۶,۸۸	۳,۷۳	۴,۹۸	۴	۶,۱
حداقل سطح سفارش قابل قبول	A4	۲,۸	۳,۳۲	۲,۹۵	۲,۰۳	۲,۹۵
مواد قابل دسترس در برنامه عملیاتی	A5	۸,۱۳	۳,۷۳	۸,۱۳	۷,۲۳	۷,۷۴
حداکثر زمان در دسترس در پریود عملیات	A6	۷,۲۳	۴,۴۳	۶,۱	۸,۱۳	۸,۵۵
حداکثر سفارش مشتریان	A7	۷,۶	۲,۹۵	۵,۵۱	۷,۷۴	۷,۷۴
حداقل مقدار اقتصادی تولید	A8	۳,۶۸	۲,۹۵	۱,۹۳	۱,۴۷	۱,۳۷

$$R^{2}_{ij}$$

		X1	X2	X3	X4	X5
قیمت تمام شده کل محصولات	A1	۷۳,۱۰۲۵	۶۴	۳,۷۲۴۹	۲,۱۶۰۹	۹
مواد قابل دسترس در برنامه ریزی سود	A2	۶۶,۰۹۶۹	۱۲,۱۸۰۱	۵۲,۲۷۲۹	۲۶,۶۲۵۶	۳۸,۵۶۴۱
نیاز فروش هر محصول	A3	۴۷,۳۳۴۴	۱۳,۹۱۲۹	۲۴,۸۰۰۴	۱۶	۳۷,۲۱
حداقل سطح سفارش قابل قبول	A4	۷,۸۴	۱۱,۰۲۲۴	۸,۷۰۲۵	۴,۱۲۰۹	۸,۷۰۲۵
مواد قابل دسترس در برنامه عملیاتی	A5	۶۶,۰۹۶۹	۱۳,۹۱۲۹	۶۶,۰۹۶۹	۵۲,۲۷۲۹	۵۹,۹۰۷۶
حداکثر زمان در دسترس در پریود عملیات	A6	۵۲,۲۷۲۹	۱۹,۶۲۴۹	۳۷,۲۱	۶۶,۰۹۶۹	۷۳,۱۰۲۵
حداکثر سفارش مشتریان	A7	۵۷,۷۶	۸,۷۰۲۵	۳۰,۳۶۰۱	۵۹,۹۰۷۶	۵۹,۹۰۷۶
حداقل مقدار اقتصادی تولید	A8	۱۳,۵۴۲۴	۸,۷۰۲۵	۳,۷۲۴۹	۲,۱۶۰۹	۱,۸۷۶۹

$$R_{j}^{SUM} = \sum_{i=1}^{n} R_{ij} =$$

۳۸۴,۰۴۶	۱۵۲,۰۵۸۲	۲۲۶,۸۹۲۶	۲۲۹,۳۴۵۷	۲۸۸,۲۷۱۲

$$N_{ij} = R_{j}^{SUM} / \sqrt{(\sum_{i=1} R_{ij}^{2})}$$

		X1	X2	X3	X4	X5
قیمت تمام شده کل محصولات	A1	۰,۴۳۶۲۸۹	۰,۶۳۸۷۶۱۵	۰,۱۲۸۱۲۸۹	۰,۰۹۷۰۶۷۱	۰,۱۷۶۶۹۳۵
مواد قابل دسترس در برنامه ریزی سود	A2	۰,۴۱۴۸۵۷	۰,۲۸۳۰۲۲۲	۰,۴۷۹۹۸۵۵	۰,۳۳۰۷۲۵۳	۰,۳۶۵۷۵۵۶
نیاز فروش هر محصول	A3	۰,۳۵۱۰۷۳	۰,۳۰۲۴۸۵	۰,۳۳۰۶۱۲۴	۰,۲۶۴۱۲۸۲	۰,۳۵۹۲۷۶۸
حداقل سطح سفارش قابل قبول	A4	۰,۱۴۲۸۷۸	۰,۲۶۹۲۲۶	۰,۱۹۵۸۲۴۷	۰,۱۳۲۰۴۵	۰,۱۷۲۲۳۸۶
مواد قابل دسترس در برنامه عملیاتی	A5	۰,۴۱۴۸۵۷	۰,۳۰۲۴۸۵	۰,۵۳۹۷۳۴۷	۰,۴۷۷۴۱۱۶	۰,۴۵۵۸۶۹۳
حداکثر زمان در دسترس در پریود عملیات	A6	۰,۳۶۸۹۱۳۲	۰,۳۵۹۲۵۱۷	۰,۴۰۴۹۶۷	۰,۵۳۶۸۴۰۵	۰,۵۰۳۵۷۶۵
حداکثر سفارش مشتریان	A7	۰,۳۸۷۸۱۳	۰,۲۳۹۲۳۰۸	۰,۳۶۵۷۹۸۱	۰,۵۱۱۰۸۸	۰,۴۵۵۸۶۹۳
حداقل مقدار اقتصادی تولید	A8	۰,۱۸۷۷۸۳	۰,۲۳۹۲۳۰۸	۰,۱۲۸۱۲۸۹	۰,۰۹۷۰۶۷۱	۰,۰۸۰۶۹

(اوزان انتقال یافته از تکنیک بردار ویژه) $W_j = [W_1, W_2, \ldots, W_n] =$

۰,۰۴۷	۰,۲۷۹	۰,۱۳۹	۰,۰۸۱	۰,۰۲۸

$$V_{ij} = N_{ij} \times W_j$$

		X1	X2	X3	X4	X5
قیمت تمام شده کل محصولات	A1	۰,۰۱۲۲۱۶	۰,۰۵۲۵۴۹۷	۰,۰۱۷۸۰۹۹	۰,۰۲۷۰۸۱۷	۰,۰۸۳۰۴۶
مواد قابل دسترس در برنامه ریزی سود	A2	۰,۰۱۱۶۱۶	۰,۰۲۲۹۲۴۸	۰,۰۶۶۷۱۸	۰,۰۹۵۰۶۲۴	۰,۱۷۱۹۰۵۱
نیاز فروش هر محصول	A3	۰,۰۰۹۸۳	۰,۰۲۴۵۰۱۳	۰,۰۴۵۹۵۵۱	۰,۰۷۳۶۹۱۸	۰,۱۶۸۸۶۰۱
حداقل سطح سفارش قابل قبول	A4	۰,۰۰۴۰۰۱	۰,۰۲۱۸۰۸۱	۰,۰۲۷۲۲۲۴	۰,۰۳۷۳۹۸۶	۰,۰۸۱۶۶۱۹
مواد قابل دسترس در برنامه عملیاتی	A5	۰,۰۱۱۶۱۶	۰,۰۲۴۵۰۱۳	۰,۰۷۵۰۲۳۱	۰,۱۳۳۱۹۷۸	۰,۲۱۴۲۵۸۶
حداکثر زمان در دسترس در پریود عملیات	A6	۰,۰۱۰۳۳	۰,۰۲۹۰۹۹۴	۰,۰۵۶۲۹۰۴	۰,۱۴۹۷۷۸۵	۰,۲۳۶۶۸۱
حداکثر سفارش مشتریان	A7	۰,۰۱۰۸۵۹	۰,۰۱۹۳۷۷۷	۰,۰۵۰۸۴۵۹	۰,۱۴۲۵۹۳۵	۰,۲۱۴۲۵۸۶
حداقل مقدار اقتصادی تولید	A8	۰,۰۰۵۲۵۸	۰,۰۱۹۳۷۷۷	۰,۰۱۷۸۰۹۹	۰,۰۲۷۰۸۱۷	۰,۰۳۷۹۲۴۳

$$A^{+} = [MAX(V_{ij} \mid i = 1,2,\ldots,m)] = [V_1^{+}, V_2^{+}, \ldots, V_n^{+}]$$

$$A^{+} = \text{۰,۰۱۲۲۱۶} \quad \text{۰,۰۵۲۵۴۹۷} \quad \text{۰,۰۷۵۰۲۳۱} \quad \text{۰,۱۴۹۷۷۸۵} \quad \text{۰,۲۳۶۶۸۱}$$

$$A^{-} = [MIN(V_{ij} \mid i = 1,2,\ldots,m)] = [V_1^{-}, V_2^{-}, \ldots, V_n^{-}]$$

$$A^{-} = \text{۰,۰۰۴۰۰۱} \quad \text{۰,۰۱۹۳۷۷۷} \quad \text{۰,۰۱۷۸۰۹۹} \quad \text{۰,۰۲۷۰۸۱۷} \quad \text{۰,۰۳۷۹۲۴۳}$$

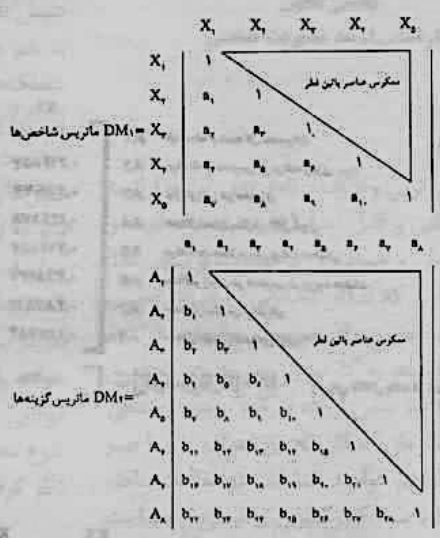
جدول شماره ۱

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}((V_{ij} - A_j^+)^2)} \qquad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}((V_{ij} - A_j^-)^2)} \qquad CL_i^+ = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)}$$

					priority
$S_1^+ = ۰,۲۰۴۷۷۲$	$S_1^- = ۰,۰۵۶۶۰۲$	فهمت تمام شده کل محصولات	$CL_1^+ =$	۰,۲۱۷	<== ۶
$S_2^+ = ۰,۰۹۰۲۰۴$	$S_2^- = ۰,۱۵۸۲۲۴$	مواد قابل دسترس در برنامه ریزی سود	$CL_2^+ =$	۰,۶۳۷	<== ۴
$S_3^+ = ۰,۱۰۹۶۶۴$	$S_3^- = ۰,۱۴۲۰۱۸$	نیاز فروش هر محصول	$CL_3^+ =$	۰,۵۶۴	<== ۵
$S_4^+ = ۰,۱۹۹۸۹۴$	$S_4^- = ۰,۰۴۵۹۷۷$	حداقل سطح سفارش قابل قبول	$CL_4^+ =$	۰,۱۸۷	<== ۷
$S_5^+ = ۰,۰۳۹۵۵۷$	$S_5^- = ۰,۲۱۳۸۰۴$	مواد قابل دسترس در برنامه عملیاتی	$CL_5^+ =$	۰,۸۴۴	<== ۳
$S_6^+ = ۰,۰۳۰۰۷۳$	$S_6^- = ۰,۲۳۷۰۱۱$	حداکثر زمان در دسترس در پروسه عملیات	$CL_6^+ =$	۰,۸۸۷	<== ۲
$S_7^+ = ۰,۰۴۷۳۴۱$	$S_7^- = ۰,۲۱۳۴۸۳$	حداکثر سفارش مشتریان	$CL_7^+ =$	۰,۸۸۹	<== ۱
$S_8^+ = ۰,۲۴۲۸۶$	$S_8^- = ۰,۰۰۱۲۵۷$	حداقل مقدار اقتصادی تولید	$CL_8^+ =$	۰,۰۰۵	<== ۸

برای اجرای روش مورد بحث، در اولین قدم به تهیه دو ماتریس تصمیم‌گیری، یکی برای تعیین اوزان گزینه‌ها به عنوان ورودی مستقیم در مدل آرمانی و دیگری جهت محاسبه اوزان شاخص‌ها به عنوان ورودی روش TOPSIS اقدام می‌نماییم. لازم به ذکر است که ورودی اولیه هریک ازدو ماتریس مذکور از طریق پرسشنامه‌های مجزایی که در سازمان مورد مطالعه توزیع می‌گردند، تأمین می‌شود. نمونه ماتریس نتایج پرسشنامه‌ها برای پنج شاخص و هشت گزینه به ترتیب زیر می‌باشد: در ماتریس‌های مذکور، حروف X نشان دهندهٔ شاخص‌ها، A به عنوان گزینه‌های مدل و a و b عناصر ماتریس می‌باشند.

در اجرای روش بردار ویژه، از هر بار محاسبه با



استفاده از فرمول‌های پیش ذکر شده، مقادیری برای اوزان گزینه‌ها یا شاخص‌ها به دست می‌آید و این محاسبات تا جایی تکرار خواهد شد که اوزان محاسبه شده برای هر گزینه یا شاخص در دو مرحله متوالی مساوی یکدیگر باشند.در اجرای محاسبات بردار ویژه با توجه به حجم محاسبات و امکان اشتباه در محاسبات دستی، به کارگیری نرم‌افزارهای کامپیوتری (به عنوان نمونه Excel) ضروری است. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، اوزان محاسبه شده به عنوان بخشی از ورودی‌های محاسبات TOPSIS و مدل GP به کار گرفته خواهند شد.

جدول شماره دو (نتایج حل مدل آرمانی در مقایسه با مدل برنامه ریزی سود و برنامه ریزی عملیاتی)

نام محصول	شماره متغیر	برنامه ریزی عملیاتی		برنامه ریزی سود			مدل برنامه ریزی آرمانی		
		زمان بهینه تولید (ساعت)	تولید بهینه (کیلوگرم)	زمان بهینه تولید (ساعت)	تولید بهینه (کیلوگرم)	سود تولید (ریال)	زمان بهینه تولید در طارهشت (ساعت)	تولید بهینه در فاز هشت (کیلوگرم)	سود تولید در فاز هشت (ریال)
48.3	x1	0	0	0	0	0	0	0	0
30*30	x2	0	0	0	0	0	0	0	0
40*20	x3	0	0	0	0	0	0	0	0
40*30	x4	0	0	199.9	299990	53383196	0	0	0
40*40	x5	0	0	0	0	0	0	0	0
507	x6	1595	2299990	1595	2299990	409283221	1595	2299990	409283221
509	x7	0	0	1109	1599178	284573725	338	486891	86642307
50*30	x8	0	0	390	549989	97870553	0	0	0
60*20	x9	0	0	156	249999	44487400	0	0	0
60*30	x10	179	250000	179	250000	44487493	179	250000	44487493
50.8	x11	0	0	122	199993	35588683	0	0	0
76	x12	0	0	0	0	0	0	0	0
48.3	x13	0	0	89	139996	24912302	88.8	139996	24912302
30*30	x14	0	0	0	0	0	0	0	0
40*20	x15	0	0	0	0	0	0	0	0
40*30	x18	192	299998	0	0	0	192	299998	53384594
50*30	x17	325	549988	0	0	0	325	549988	97970361
60*20	x18	148	249987	0	0	0	148	249987	44485115
60*30	x19	0	0	0	0	0	0	0	0
80*40	x20	437	1749973	0	0	0	437	1749973	311407688
90*90	x21	248	399998	248	399998	71179576	248	399998	71179576
50.8	x22	0	0	0	0	0	115	199996	35589217
76	x23	123	249992	15	29994	5337454	123	249992	44485998
40*40	x24	224	499985	0	0	0	224	499985	88972416
95	x25	549	150000	549	150000	26962473	549	150000	26962473
14"	x26	190	1249562	11	69943	10169759	190	1249562	181686283
140*140	x27	0	0	0	0	0	0	0	0
10"	x28	333	999643	17	49973	7266096	333	999643	145348136
12"	x29	1127	5999997	9	49949	7262512	1127	5999997	872399564
8"	x30	140	999933	7	49982	7267441	140	999933	145390229
30*30	x31	0	0	86	99992	17793568	86	99992	17793568
20*20	x32	1572	999996	1572	999996	177949203	1572	999996	177949203
48.3	x33	0	0	0	0	0	0	0	0
507	x34	0	0	0	0	0	0	0	0
509	x35	0	0	0	0	0	0	0	0
30*30	x36	0	0	0	0	0	0	0	0
40*20	x37	0	0	0	0	0	0	0	0
40*30	x38	2112	3537600	10507	17600046	3.132E+09	2112	3537600	629515920
40*40	x39	0	0	17	29995	5337544	0	0	0
50*30	x40	0	0	0	0	0	0	0	0
60*20	x41	0	0	0	0	0	0	0	0
60*30	x42	0	0	0	0	0	0	0	0
80*40	x43	0	0	13	29999	5338318	0	0	0
76	x44	0	0	0	0	0	0	0	0
48.3	x45	79	139988	0	0	0	0	0	0
508	x46	60	149993	12	29979	5334720	60	149993	26691340
50.8	x47	107	199983	0	0	0	0	0	0
76	x48	0	0	0	0	0	0	0	0
509	x49	804	1600000	0	0	0	559	1113087	198073760
30*30	x50	72	99989	0	0	0	0	0	0
40*20	x51	241	299991	241	299991	53383327	241	299991	53383327
110*110	x52	170	139994	170	139994	20355164	170	139994	20355164
140*140	x53	131	139993	131	139993	20355046	131	139993	20355046
5"	x54	592	399996	592	399996	58159413	592	399996	58159413
6"	x55	389	399993	389	399993	58158965	389	399993	58158965
Z18	x56	595	199997	595	199997	35589516	595	199997	35589516
Z22	x57	581	199998	581	199998	35589673	581	199998	35589673
86.1	x58	84	199995	8	19990	3557203	84	199995	35589068
86.2	x59	94	199999	9	19989	3557085	94	199999	35589733
جمع		13494	24856549	19620	26998921	4762418770	13619	24858551	4087280668

۳-۳- اولویت‌ها: اولویت گزینه‌ها در مدل آرمانی، معیاری جهت تعیین اهمیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر می‌باشد. در این مقاله با به کارگیری روش TOPSIS که از زیر گروه مدل‌های جبرانی در مبحث MADM (تصمیم‌گیری‌های چند گزینه‌ای) می‌باشد، اولویت اهداف « گزینه‌ها » محاسبه شده است. روشن است که در طی حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی، اولویت‌های بالاتر به میزان بیشتری ارضا خواهند شد و چه بسا اولویت‌های پایین‌تر به‌طور کامل ارضا نشوند؛ لذا در مدل‌های آرمانی، دقت در تعیین اولویت اهداف از ضروریات دستیابی به پاسخ مناسب می‌باشد.

همان‌طور که ذکر شد، مدل TOPSIS به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های مدل‌های جبرانی می‌باشد؛ در این زیر گروه، اجازهٔ مبادله در بین شاخص‌ها مجاز است.

بنابراین ضعف در یک شاخص می‌تواند از طریق امتیاز شاخص دیگر جبران شود. لذا این مدل‌ها واقع گرایانه‌تر هستند. در روش TOPSIS علاوه بر درنظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطهٔ مطلوب، فاصلهٔ آن از نقطهٔ مطلوب منفی (نامطلوب) هم درنظر گرفته می‌شود و این بدان معناست که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل مطلوب و در عین حال دورترین فاصله از راه‌حل منفی باشد. جهت به کارگیری این روش، ضمن تدوین یک پرسشنامه (که از طریق روش امتیازدهی فاصله‌ای، امکان ارائه امتیاز تعلق گرفته در زمینهٔ ارتباط هر یک از گزینه‌ها با هر یک از شاخص‌ها را فراهم آورد)، به ایجاد ماتریس تصمیم «DM3» اقدام کرده و سپس بر اساس گام‌های زیر، اولویت‌های اهداف را محاسبه می‌نماییم. محاسبات گام‌های اجرایی TOPSIS در جدول شمارهٔ ۱ ارائه گردیده است.

پس از پیمایش بندهای ۳-۱ الی ۳-۳، نتایج حاصله به مدل GP انتقال می‌یابد. در مسأله مورد بررسی با توجه به تنوع ۵۹ نوع محصول قابل تولید، متغیرهای اختصاص یافته به محصولات از X1 تا X59 در نظر گرفته شده‌اند. همچنین متغیرهای انحراف تعلق گرفته به محدودیت‌های آرمانی، ۱۲۹ متغیر می‌باشند.

علایم به کار گرفته شده در مدل آرمانی مورد نظر به شرح زیر می‌باشند:

S= سود حاصله از تولید هر واحد از هر محصول در یک ساعت (باتوجه به تنوع تعداد محصولات قابل تولید)

CT= قیمت تمام شده هر واحد از هر محصول

C= هزینه صرف شده برای تولید هر واحد از هر محصول در یک ساعت

X= زمان اختصاص یافته توسط مدل ریاضی برای تولید هر محصول

D= نیاز فروش هر محصول طی دورهٔ مورد نظر (تقاضا)

A = نرخ ساعتی استاندارد شده تولید هر محصول بر روی هر دستگاه

MY= کل مواد اولیه قابل دسترس در دورهٔ برنامه‌ریزی سود

Mm= کل مواد اولیه قابل دسترس در دورهٔ برنامه‌ریزی عملیاتی (که می‌تواند با My مساوی و یا متفاوت باشد)

I= حداقل سفارش قابل پذیرش برای تولید هر محصول

T= زمان در دسترس در دورهٔ برنامه‌ریزی عملیاتی

Z*= حداکثر سفارش مشتریان برای تولید هر محصول

D= متغیر انحراف در مدل آرمانی

Z= مقادیر محاسبه شده برای تابع هدف

P= اولویت اهداف در مدل آرمانی

W= اوزان اهداف در مدل آرمانی

$$MinZ = P_1\left[w_7 * \sum_{i=1}^{n}\left[-d_i^+\right]\right] + P_2\left[w_6 * \sum_{i,j=1}^{n,m}\left[-d_{ij}^+\right]\right] + P_3\left[w_5 * \left[-d_i^+\right]\right] + P_4\left[w_2 * \left[-d_i^+\right]\right] + P_5\left[w_3 * \sum_{i,j=1}^{n,m}\left[d_{ij}^-\right]\right] + P_6\left[w_1 * \left[d_i^-\right]\right] + P_7\left[w_4 * \sum_{i,j=1}^{n,m}\left[d_{ij}^-\right]\right] + P_8\left[w_8 * \sum_{i,j=1}^{n,m}\left[d_{ij}^-\right]\right]$$

$$ST: \sum_{i=1}^{N}(ci + si)\,xi + d_1^- - d_1^+ = \sum_{i=1}^{n}\left[CT * D_i\right]$$

$$and\ w = w_1,\ p = 6$$

محدودیت ارضای قیمت تمام شده کل محصولات

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i + d_2^- - d_2^+ = M_Y \qquad and\ w = w_2,\ p = 4$$

محدودیت مواد در دسترس در برنامه‌ریزی سود

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_{ij} + d_3^- - d_3^+ = D_{ij} \quad For j = 1,2,...m\ and w = w_3,\ p = 5$$

محدودیت نیاز فروش هر محصول

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i + d_4^- - d_4^+ = L_{ij} \qquad For j = 1,2,...m\ and w = w_4, p = 7$$

محدودیت حداقل سفارش قابل پذیرش از هر محصول

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i + d_5^- - d_5^+ = M_M \qquad and\ w = w_5,\ p = 3$$

محدودیت مواد قابل دسترس در برنامه‌ریزی عملیاتی

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} + d_6^- - d_6^+ = T_{1j} \qquad For j = 1,2,...m \qquad and w = w_6, p = 2$$

محدودیت زمان در دسترس در برنامه‌ریزی عملیاتی به تفکیک ماشین

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_{ij} + d_7^- - d_7^+ = Z_{ij} \qquad For j = 1,2,...m \qquad and w = w_7, p = 1$$

محدودیت حداکثر سفارش مشتریان از هر محصول

$$\sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_{ij} + d_8^- - d_8^+ = E_{1j} \qquad For j = 1,2,...m \qquad and w = w_8, p = 8$$

محدودیت حداقل مقدار اقتصادی تولید از هر محصول

$$d_i^- * d_i^+ = o \qquad and \qquad x_{ij}, d_i \geq 0$$

باتوجه به متعدد بودن اهداف مدل آرمانی مورد بحث در این مقاله و همچنین ابعاد نسبتا بزرگ مسأله از لحاظ تعداد متغیرها و محدودیت‌ها، مسأله توسط نرم‌افزار Lingo و از طریق الگوریتم انتقالات متوالی حل شد. لازم به ذکر است که در الگوریتم انتقالات متوالی، مسأله اصلی به L مسأله تک هدفی تبدیل می‌شود؛ به نحوی که اولین مسأله شامل هدف در رتبه یکم اهمیت بوده و آخرین مسأله شامل هدف در آخرین رتبهٔ اهمیت باشد، به گونه‌ای که

$$\min = h_1(d, d^1)$$

$$ST: g_i(x) + d_i - d_i^1 = b_i \qquad , i = 1,2,...,m$$

$$d, d^1 \geq 0$$

$$\min: h_2(d, d^1)$$

$$ST: g_i(x) + d_i - d_i^1 = b_i \quad , i = 1,2,...,m$$

$$h_1(d, d^1) \leq h_1^*$$

(اولین تابع هدف در ارجحیت w2)

$$f_1(x) + d_{m+1} - d_{m+1}^* = b_1$$

$$d, d^1 \geq 0$$

$$\min: h_j(d, d^1)$$

$$ST: g_i(x) + d_i - d_i^1 = b_i \quad , i = 1,2,...,m$$

$$h_t(d, d^1) \leq h_t^* \quad , t = 1,2,...,j-1$$

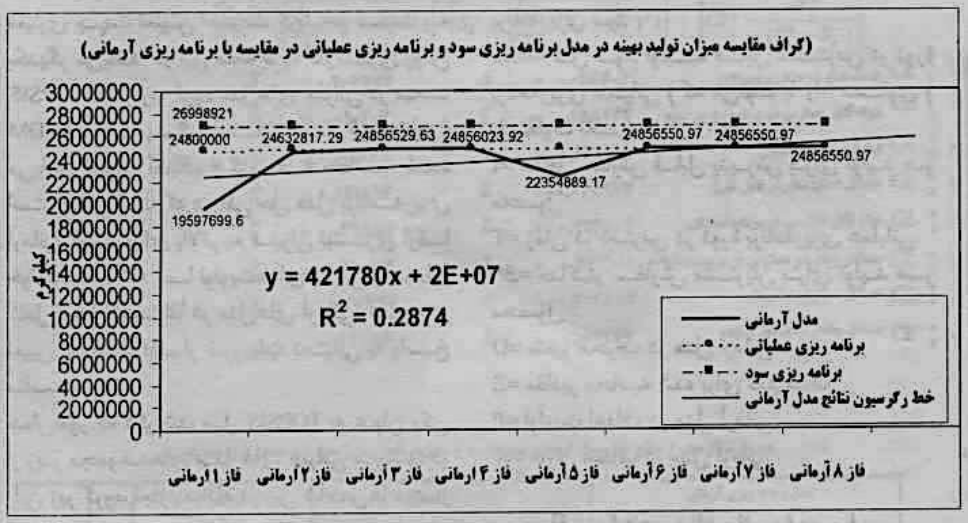
$$f_t(x) + d_{m+t} - d_{m+t}^1 = b_t \quad , t = 1,2,...,j-1$$

$$d, d^1 \geq 0$$

توضیح اینکه در روش مورد بحث، حل هر مسأله از L مسأله به گونه‌ای انجام می‌پذیرد که مقادیر توابع هدف مسائل حل شدهٔ قبل از آن، هرگز از بهینه یافت شده برای آن تجاوز نکند؛ یعنی بهینه شدن یک هدف از رتبه پایین‌تر نمی‌تواند به ضرر یک هدف از رتبه بالاتر بشود. بر این مبنا، مسأله آرمانی موردنظر در هشت مرحلهٔ متوالی قابل حل می‌باشد. نتایج مرحلهٔ هشتم مدل آرمانی مورد بحث در جدول شمارهٔ دو ارائه شده است.

برای تعیین میزان کارآمد بودن پاسخ‌های حاصل از حل مدل آرمانی در برآورده‌سازی الزامات مدل و حداکثر بهره‌گیری از منابع سازمان، نتایج به دست آمده را با نتایج حل مدل برنامه‌ریزی سود و برنامه‌ریزی عملیاتی (به عنوان شاخص سنجش) مقایسه می‌نماییم. براساس پاسخ‌های به دست آمده از مدل آرمانی، از میزان ۲۷/۰۰۰/۰۰۰ کیلوگرم مواد اولیه میزان ۲۴،۸۵۶،۵۵۰/۹۷ کیلوگرم به عنوان تناژ قابل حصول پیشنهاد شده است؛ همچنین سود قابل دسترس از رقم ۴،۷۶۲،۴۱۸،۷۷۰ ریال در برنامه‌ریزی سود به ۴،۰۸۷،۲۸۰،۶۶۸ ریال در برنامه‌ریزی آرمانی بالغ می‌شود. لازم به ذکر است که بالاتر بودن مبلغ سود حاصل از برنامه‌ریزی سود، به علت عدم توجه به محدودیت توانایی ماشین‌آلات تولیدی در برنامه‌ریزی سود می‌باشد. در زمینهٔ بهره‌برداری از منابع در مدل آرمانی، از مجموع ۱۲۹ محدودیت، تعداد ۱۲۰ محدودیت بالای ۹۹% و ۳ محدودیت بالای ۹۱% و ۶ محدودیت زیر ۹۰% از منابع در دسترس بهره‌برداری نموده‌اند.

بر این اساس، میانگین بهره‌برداری از منابع به ۹۷% بالغ خواهد بود. مقایسهٔ تغییرات تناژ محصولات برنامه‌ریزی شده در مراحل آرمانی در مقایسه با تناژ پیشنهادی در برنامه‌ریزی سود و برنامه‌ریزی عملیاتی، در نمودار شمارهٔ ۳ آورده شده است . بر اساس نتایج پیش ذکر شده، آشکارا مدل برنامه‌ریزی آرمانی به عنوان روشی کاربردی برای برنامه‌ریزی تولید در صنعت لوله و پروفیل قابل استفاده می‌باشد. مدل ارائه شده در این تحقیق، توانایی برآورده سازی نیازهای سیستم تولیدی در شرایط واقعی را دارا بوده و امکان بهره‌گیری از منابع سازمان با توجه به محدودیت‌های محیطی را به بهترین نحو فراهم می‌سازد.



نمودار شماره ۳

منابع:

۱- محمد جواد اصغر پور، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول

۲- آریان نژاد، برنامه‌ریزی ادغامی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی

3- SANG M.LEE, Goal Programming methods for Multiple objective integer programms, American institute of Industrial Engineers

لوح فشرده

کلیه اطلاعات قطعات مجموعه‌های

صنعت خودروسازی

استاندارد SAE

برای تهیه با دفتر مجله روش تماس حاصل نمایید.

تلفن: ۶۴۳۰۷۴۶ - ۶۹۲۳۸۵۵

پوکه لیکا

سبک

عایق حرارتی

عایق صوتی

ایمن در آتش

چاچدار در زلزله

آسایش

صرفه‌جویی

حفظ سرمایه‌های ملی

با کاربرد مصالح کارا و مطمئن

نشانی: تهران، خیابان دکتر بهشتی،

بعد از چهارراه پاشا، شماره ۱۶۹ کدپستی ۱۵۳۳۶

تلفن: ۵ - ۸۷۵۵۰۳۱ فاکس: ۸۷۴۶۰۱۱ (۰۲۱)