

توسعه مدلی برای برنامه ریزی توسعه با تأکید بر پارامترهای محیط زیست، انرژی و اقتصاد مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی و برنامه ریزی آرمانی

جلال رضایی نور^{۱*}، مهران سلطانی^۲، محسن عاقلان^۲

۱-دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه قم

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه قم

(تاریخ دریافت ۹۵/۰۹/۰۵ - تاریخ پذیرش ۹۷/۰۲/۱۴)

چکیده

توسعه پایدار متوازن، نیازمند به کارگیری سیاست های مناسب و یکپارچه، در چندین بخش اقتصاد، محیط زیست، انرژی و معیارهای اجتماعی است. برخی از اهداف کلان هر بخش با سایر بخش ها در تناقض است. برنامه ریزی آرمانی از زیر شاخه های آنالیز تصمیم گیری چند معیاره، یکی از تکنیک های رایج مطالعه تصمیمات با اهداف متناقض است. در این پژوهش، یک مدل برنامه ریزی آرمانی وزن دهی شده پیشنهاد گردیده است که اهداف نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای را با توجه به مرتبط بودن به یکدیگر جهت تخصیص کارآمد منابع، با یکدیگر یکپارچه می کند. همچنین برای محاسبه ی اوزان برنامه ریزی آرمانی از روش تحلیل سلسله مراتبی که از زیر شاخه های تصمیم گیری چند معیاره است استفاده شده است که بر اساس نتایج به دست آمده، اوزان انتشار گازهای گلخانه ای، تولید ناخالص داخلی، میزان اشتغال و مصرف انرژی هر یک به ترتیب ۰/۴۳۳، ۰/۲۵۸، ۰/۱۸۱ و ۰/۱۲۶ به دست آمده است. مدل ارائه شده با استفاده از بخش های کلیدی اقتصاد ایران با توجه به اهداف توسعه در سند پنجم چشم انداز توسعه، اعتبار سنجی شده است. بر اساس حل این مدل دریافتیم، تنها آرمان در نظر گرفته شده برای مصرف انرژی، محقق نشده است و متغیر انحراف از آرمان نامطلوب آن عدد ۳۵۷۶۱۲۸ گیگا وات ساعت به دست آمده است که بیانگر این می باشد که در سال های آتی جهت دستیابی به اهداف تعیین شده در زمینه های مورد نظر به انرژی زیادی نیاز خواهیم داشت، و در صورتی که در رفتار خود در زمینه ی مصرف انرژی تغییراتی ایجاد نکنیم با مشکلات بسیاری در زمینه تامین انرژی و محیط زیست مواجه خواهیم شد.

کلید واژگان: توسعه پایدار، گازهای گلخانه ای، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، برنامه ریزی آرمانی

۱. مقدمه

آب وهوایی برای دوره‌های زیادی مواجهه شود، و تقاضای الکتریسیته در ایران افزایش یافته است. ایران با متوسط رشد سالانه ۷/۹۵ درصدی مصرف برق، رتبه‌ی سوم را پس از چین و کره جنوبی در زمینه رشد مصرف برق در جهان دارد (Tabibi, 2012). در صورت ادامه یافتن این روند مصرف، از سال 2019، کشور ایران تنها مصرف کننده‌ی نفت است و نفتی برای صادرات نخواهیم داشت.

بر اساس آماری که انستیتو جهانی منابع طبیعی^۳ (2005) منتشر کرده است و در آن کشورهایی که بالاترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را دارند رتبه‌بندی کرده است؛ ایران در این رتبه بندی مقام دهم است و با تولید ۱/۶۵ درصد کل گازهای گلخانه‌ای جهان، سالانه ۷۱۵ میلیون تن دی اکسیدکربن تولید می‌کند. افزایش انتشار آلاینده‌های محیط زیست و گازهای گلخانه‌ای تنها بخشی از تبعات زیست محیطی مصرف حامل‌های انرژی به شمار می‌رود. این دو عامل به طور مستقیم با افزایش تقاضای انرژی، در اثر افزایش جمعیت و ارتقا استانداردهای کیفیت زندگی در رابطه می‌باشد. کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای نیازمند مداخلات به موقع حکومت و یکپارچه کردن اهداف متناقض در حوزه‌های توسعه اقتصادی، مصرف انرژی، شاخص‌های جمعیتی و محیط زیست است. در زمینه گازهای گلخانه‌ای Felder و Rutherford (۱۹۹۳) به بررسی و مقایسه نقش عوامل محدودیت‌های کربن بر اقتصاد کشورها پرداخته اند که نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در

پس از انقلاب صنعتی و رشد روز افزون صنایع و به دنبال آن افزایش آلودگی، تخریب محیط زیست و بروز بحران‌های پی در پی محیط زیستی، موجب شد دولت‌ها از حدود چهار دهه قبل به طور جدی به دنبال راه حل مناسبی جهت مقابله با چالش‌های محیط زیستی باشند (Firozi, 2005). این رشد اقتصادی سریع همراه با افزایش تقاضای انرژی، تأثیر بسزایی در محیط زیست دارد. از این رو کشورهای جهان جهت دست یافتن به اهداف توسعه متوازن بر روی سیاست‌های توسعه مناسب متمرکز شده اند، که به صورت مشترک به مصرف انرژی، بهبود توسعه اقتصادی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG)^۱ می‌پردازند.

منظور از رشد اقتصادی، بالا رفتن میزان درآمد یا تولید ملی است. رشد اقتصادی بالاتر در یک اقتصاد، مفاهیم زیادی از جمله افزایش تولید کالاها و خدمات، افزایش درآمدها، افزایش مصرف، کاهش بیکاری و در نهایت افزایش رفاه اقتصادی را دربردارد. از سویی توسعه اقتصادی ایران منجر به افزایش قابل توجهی در مصرف انرژی و افزایش مسئولیت ایران در قبال محافظت از محیط زیست شده است.

با توجه به آمارهای منتشر شده از آژانس بین المللی انرژی^۲ متوسط رشد سالانه مصرف برق در جهان ۳/۷ درصد است که این رقم در ایران به ۷/۹۵ درصد می‌رسد. واقع شدن ایران در منطقه‌ای جغرافیایی از زمین باعث شده است این کشور با شرایط نسبتاً سخت

1- Green House Gas

2- International Energy Agency

3- World Resources Institute

انرژی سرانه در طول سه دهه گذشته با بهبود در کیفیت زندگی مرتبط نیست. در صورتی که مصرف الکتریسیته برای توسعه و بهبود رفاه و زندگی با کیفیت تر در کشورهای کمتر توسعه یافته به خصوص چین و هند ضروری است (Mazur, 2011). در زمینه برنامه ریزی آرمانی برای اولین بار Charnes و Cooper در سال 1955 مقاله ای درباره این موضوع ارائه دادند (Ignizio, 1983). آنها کمینه نمودن مجموع قدر مطلق انحرافات از مقاصد مشخصی را مورد مورد مطالعه قرار دادند (Asghar pour, 2004). این روش را در زمینه های مختلف از قبیل مشتری مداری، مدیریت مالی، بازاریابی، کنترل کیفیت (Sengupta, 1981)، منابع انسانی (Lee & Shim, 1986; Taylor et al., 1982; Zanakis & Maret, 1981) استفاده کردند. Colapinto و همکاران (۲۰۱۵)، درباره وضعیت فن بررسی، در آنالیز تصمیم گیری چند معیاره صحبت کرد، که در آن از برنامه ریزی آرمانی با برنامه های کاربردی در مهندسی، مدیریت و علوم اجتماعی استفاده کرده است (Colapinto., et al 2015). Moraes و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی انتشار گازهای متان که یکی از گازهای مهم گلخانه ای است از چهارپایانی که انسان ها در سیستم غذایی خود از آن ها استفاده می کنند پرداختند. از همین رو تغییر رژیم غذایی یکی از راه های کاهش انتشار گاز متان است، اما هزینه های ناشی از این تغییر باعث جلوگیری از اجرای این استراتژی است. همچنین در این تحقیق برخلاف مطالعات متعددی که در خصوص استراتژی تغییر رژیم غذایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای انجام شده است

صورت اعمال محدودیت های انتشار کربن بر کشورها، کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته ضرر بیشتری را متحمل خواهند شد (Rutherford & Felder, 1993). Babiker و همکاران (۲۰۰۰) در پروژه ای به بررسی نتایج انتشار گازهای گلخانه ای بر میزان رفاه اجتماعی کشورها، فعالیت های اقتصادی و غیره پرداختند که نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این بود که کشورهای در حال توسعه شاخص رفاه اجتماعی شان در حدود ۰/۵ الی ۲ درصد کاهش خواهد داشت (Babiker et al., 2000). Barnett و همکاران (۲۰۰۴) در مقاله خود به بررسی این موضوع می پردازند که چه کسانی باید متعهد شوند که انتشار گازهای گلخانه ای خود را کاهش دهند، تعهدی الزام آور که در صورت تخطی از آن مجبور به پرداخت جریمه شوند (Barnett et al., 2004). Eshraghi (۲۰۱۱) در پژوهش خود تاثیر سیاست های کاهش تغییرات آب و هوایی را بر امنیت انرژی مورد بررسی قرار داده است (Eshraghi, 2011). در خصوص مصرف الکتریسیته Ferguson و همکاران (۲۰۰۰)، معتقدند که نقش انرژی الکتریسیته در توسعه اقتصادی از آن جهت است که علاوه بر افزایش بهره وری عوامل تولید موجب بهبود سطح استانداردهای زندگی نیز خواهد شد (Ferguson et al., 2000). Wu و همکاران (۲۰۱۰) نیز، معتقدند که بین استانداردهای زندگی و مصرف انرژی یک رابطه مثبت وجود دارد، و در کشورهایی که مصرف بیشتری دارند این استانداردها بالاتر است (Wu et al., 2010). Mazur (۲۰۱۱) در تحقیق خود برای ۲۱ کشور صنعتی نشان داد که افزایش در مصرف الکتریسیته و

که توسط کامبو و گرینینگ و برنو نیز انجام شده است، مولفه ی مهم و تاثیر گذار اقتصاد در آن نادیده گرفته شده است. در تحقیقات جواهریان و عتابی نیز از هیچ روش آماری استفاده نشده است. در تحقیق وانگ و همکاران نیز تنها به انرژی پرداخته شده است، در حالی که اهداف توسعه پایدار شامل چندین بخش می باشد که انرژی یکی از بخش های آن می باشد. در نتیجه با وجود خلاهای تحقیقات فوق تصمیم گرفتیم، پژوهشی با موضوع فوق را تدوین نماییم. با انجام این پژوهش این سوالات مطرح می شود که آیا آرمان های در نظر گرفته شده محقق خواهد شد؟ در صورتی که پاسخ منفی است، کدام یک از آرمان ها محقق نمی شوند و چه میزان با آرمان در نظر گرفته شده اختلاف وجود دارد که از هم اکنون برنامه ریزی هایی متناسب با میزان انحراف به دست آمده تدوین نماییم. لذا پژوهش حاضر برای پاسخ گویی به این سوالات شکل گرفته است؛ برای این کار یک مدل برنامه ریزی آرمانی وزن دهی شده^۱ که اوزان آن بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی^۲ (AHP) به دست آمده، ارائه شده است، به گونه ای که اهداف متضاد و مرتبط در حوزه های اقتصاد^۳ (GDP)، انرژی (مصرف الکتریسیته) و محیط زیست (انتشار GHG) را که همگی بخش های کلیدی سیاست گذاری های حکومت در راستای توسعه پایدار می باشد را، جهت ارائه یک برنامه توسعه متوازن، ادغام کند تا با توجه به هم راستا نبودن اهداف مذکور به بهینه سازی هر یک از اهداف بپردازد.

و هیچ یک از آن ها به هزینه های این تغییر اشاره نکرده اند به هزینه های این تغییر پرداخته شده است (Jayaraman, Moraes et al., 2015). همکاران (۲۰۱۵)، (۲۰۱۷) با استفاده از مدل های برنامه ریزی آرمانی وزن دهی شده و برنامه ریزی آرمانی فازی در بخش های مختلف کشور امارات متحده عربی، دیدگاه هایی را در خصوص اینکه چه میزان منابع می بایست به بخش های مختلف اختصاص داده شود تا به اهداف توسعه پایدار، مانند رشد تولید ناخالص داخلی، کاهش مصرف الکتریسیته و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای دست یابیم ارائه دادند (Jayaraman., et al 2015; Jayaraman., et al 2017). Nomani و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل برنامه ریزی آرمانی فازی ارائه داده اند که با اشاره به بخش های کلیدی اقتصاد هند تا سال ۲۰۳۰ به تجزیه و تحلیل اهداف توسعه پایدار در این کشور پرداخته اند (Nomani., et al 2016). در صورتی که می خواهید در مورد انواع مختلف برنامه ریزی آرمانی جزییات بیشتری بدانید به مقاله Jones و Tamiz مراجعه کنید (Jones & Tamiz, 2010). نتایج بررسی ادبیات در این حوزه ها در جدول ۱ ارائه شده است. تحقیقات فوق هر یک دارای شکاف ها و خلاهایی می باشند؛ در تحقیقی که مورائس انجام داده است، تنها به بررسی انتشار گاز متان پرداخته و دیگر گازهای مهم گلخانه ای را مورد بررسی قرار نداده است. همچنین در تحقیق دیگری که توسط لی و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شده است تنها گاز کربن دی اکسید را مورد توجه قرار داده اند و علاوه بر آن تنها بخش صنعت را مورد بررسی قرار داده اند و زمینه های مهم دیگر را مورد بررسی قرار نداده اند. در تحقیق دیگری

1- Weighted Goal Programming

2- Analytic Hierarchy Process

3- Gross Domestic Product

جدول ۱- بررسی پژوهش‌های انجام شده در حوزه محیط زیست، انرژی

ردیف	نویسندگان	سال نشر	موضوع	منطقه مورد مطالعه	روش تحقیق
۱	Nomani., <i>et al</i>	2016	تجزیه و تحلیل اهداف توسعه پایدار	هند	برنامه ریزی آرمانی فازی
۲	Kumar	2015	تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در کشورهای مختلف	-	روش آماری
۳	(Moraes <i>et al.</i> , 2015)	2015	مدلی برای موازنه بین هزینه های غذایی و انتشار گاز متان	-	برنامه ریزی آرمانی
۴	Gavaheriyani	2013	ارزیابی یکپارچه عملکرد در برنامه های توسعه میان مدت	-	-
۵	(Etabi <i>et al.</i> , 2011)	2011	تعهدات و مقررات کنوانسیون و ارزیابی نحوه اجرای آن در ایران	ایران	-
۶	(Wang <i>et al.</i> , 2009)	2009	مروری بر آنالیز تصمیم گیری چند معیاره ^۱ (MCDA) در کمک به تصمیم گیری در انرژی پایدار	-	مقاله مروری (MCDA)
۷	(Lee <i>et al.</i> , 2007)	2007	اثر عوارض کربن در صنایع مختلف	تایوان	برنامه ریزی آرمانی فازی
۸	(Greening & Bernow, 2004)	2004	طراحی سیاست های هماهنگ در خصوص انرژی و محیط زیست، با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره	-	تصمیم گیری چند معیاره (MCDM ^۲)
۹	(Kambo <i>et al.</i> , 1991)	1991	بررسی تعامل میان انرژی و محیط زیست شهری	-	برنامه ریزی آرمانی

1- Multiple-Criteria Decision Analysis

2- Multi Criteria Decision Making

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. شیوه‌ی اجرای پژوهش

امروزه با توجه به رشد روز افزون صنایع و افزایش مصرف انرژی، کشورها با چالش‌های محیط زیستی متعددی رو به رو هستند. از این رو با توجه به چالش‌های به وجود آمده تصمیم گرفتیم تا برای نخستین بار پژوهشی با ابزارهای کمی در خصوص اهداف توسعه پایدار در ایران تدوین نماییم. از این رو در این تحقیق برای حل این چالش در ابتدا به مطالعه تحقیقات پیشین پرداخته شد تا به بررسی خلاها و شکاف‌های

تحقیقات موجود بپردازیم. مراحل انجام تحقیق به صورت شماتیک در شکل ۱ ارائه شده است.

جامعه تحقیق انجام شده در سطح ملی و در خصوص کشور ایران می باشد. در خصوص نمونه تحقیق مورد نظر نیز قصد داریم در ۴ زمینه‌ی میزان تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، میزان مصرف الکتریسیته و میزان اشتغال، در بخش‌های حمل‌ونقل، کشاورزی، صنعت و خانگی و تجاری تحقیق خود را انجام دهیم، و با توجه به ذهنیت کنونی که در خصوص هریک از موارد داریم، مشاهده کنیم به چه نتایجی دست می‌یابیم.



شکل ۱- نمای شماتیک مراحل تحقیق

استخراج گردیدند که این نتایج در جدول شماره ۳ قابل مشاهده می باشد؛ سپس برای به دست آوردن ضرایب محدودیت‌های مسئله، اطلاعات مورد نیاز هر یک از عوامل را از مراکز و سازمان‌های مربوطه به دست می آوریم و سپس آن‌ها را نرمال سازی می کنیم و در نهایت در مهم‌ترین قسمت آرمان‌های هریک از اهداف را با توجه به سند چشم انداز توسعه در صورتی که از قبل مدون شده باشند به دست می آوریم و در صورتی که از قبل تدوین نشده باشند، به کمک خبرگان و کارشناسان سازمان و وزارت خانه‌ی مربوطه آرمان مورد نظر را به دست می آوریم.

۲.۲. برنامه ریزی آرمانی

برنامه ریزی آرمانی یکی از قدیمی ترین مدل‌های موجود از تصمیم گیری چند معیاره است که کاربردهای وسیعی دارد. این مدل نوع خاصی از برنامه ریزی خطی است که توانایی تصمیم گیری درباره‌ی یک هدف با چند معیار (زیرهدف) و یا چند هدف و چند آرمان (زیرهدف) را به خوبی دارا است. اگر تصمیم گیرنده^۱ با توجه به محدودیت‌های موجود و اهمیت تحقق یافتن آن، آرمان‌های مورد نظر خود را در یک رابطه خطی لحاظ نماید، این مدل قادر است تا حد ممکن آرمان‌ها را محقق نماید. متغیرهای مثبت، مستقل، قطعی، منابع محدود و تصمیم گیری در شرایط اطمینان از جمله فرضیات این مدل است که به فرضیات مدل برنامه ریزی خطی شبیه می باشد.

همچنین در خصوص نوع پژوهش نیز با توجه به اینکه پژوهش مورد نظر بر داده‌ها و نتایج تحقیقات بنیادی تکیه دارد و در پی کشف و دستیابی به اصول و قوانین موجود و روابط بین متغیرها می باشد تا بتوانیم آن‌ها را در عمل و اجرا نیز به کار بگیریم و در پی شناخت علل مشکلات و حل آن‌ها می باشیم و با توجه به اینکه این پژوهش کاربردی فراگیر دارد، لذا پژوهش انجام شده از نوع بنیادی است. همچنین در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها نیز از روش کتابخانه ای استفاده شده است، زیرا داده‌های مورد نیاز در خصوص مصرف انرژی و میزان تولید ناخالص داخلی در اقتصاد و میزان انتشار گازهای گلخانه ای در حوزه ی محیط زیست و میزان اشتغال ایجاد شده را از مراکز آماری کشور، همچون مرکز آمار ایران و مراکز که آمارها به آن‌ها مرتبط می باشد، همچون وزارت نیرو، سازمان محاسبات و برنامه ریزی کشور، سازمان حفاظت از محیط زیست تهیه می کنیم.

در راستای وزن دهی و تعیین اهمیت هر یک از چهار عامل میزان انتشار گازهای گلخانه ای، تولید ناخالص داخلی، میزان اشتغال و مصرف الکتریسیته فرم نظرسنجی تدوین شد که در آن هر یک از عوامل فوق به صورت جداگانه با یک دیگر (مقایسات زوجی) مقایسه شدند. برای مقایسه ی چهار عامل فوق از نظرات تعدادی از اساتید دانشگاهی در حوزه‌های محیط زیست، اقتصاد و کشاورزی از دانشگاه‌های مختلف و کارشناسان و تحلیل گران محیط زیست و انرژی و اقتصاد استفاده کرده و فرم‌های مذکور تکمیل گردید. نتیجه مقایسات زوجی حاصله با روش تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شده و نتایج مورد نظر

$$\begin{aligned} \text{s.t: } & \sum_{j=1}^n a_{qj} x_j = b_q \quad q=1, \dots, l \\ & \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j + d_j^- - d_j^+ = G_i \quad i=1, \dots, m \\ & b_q \geq 0, \quad x_j \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

W_{ik} : وزن مربوط به هدف i ام

۳.۲. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری است. علت سلسله مراتبی خواندن این روش آن است که ابتدا باید از اهداف و راهبردهای سازمان در راس هرم آغاز کرد و با گسترش آنها، معیارها را شناسایی کرد تا به پایین هرم برسیم.

این فرآیند برای اولین بار در سال 1980 توسط Saaty مطرح شد که یکی از جامع ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند گانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد.

در ادبیات برنامه ریزی آرمانی، هدف^۱ عبارت کلی در راستای مدنظر تصمیم گیرنده است، که از داده‌های مسئله می‌توان استخراج کرد. آرمان^۲ یک مقدار عددی است که فرد تصمیم گیرنده برای هر هدف در نظر می‌گیرد که رسیدن به این مقدار در آن تابع هدف برای فرد تصمیم گیرنده مطلوب است؛ و در نهایت انحراف از آرمان^۳ که تفاضل میان هر آرمان و مقدار تابع هدف به ازای جواب به دست آمده از حل مسئله است.

با توجه به موارد ذکر شده، جدول شماره ۲، بیانگر چگونگی تشکیل محدودیت آرمانی و تابع هدف مسئله می‌باشد. همچنین در خصوص روش‌های حل برنامه ریزی آرمانی، رویکردهای مختلفی وجود دارد که بنابر صلاح دید فرد تصمیم گیرنده و نوع بهینه سازی مطرح شده است که عبارتند از:

۱. مینیمم کردن مجموع وزنی تفاضل اهداف

۲. مینیمم کردن مجموعه اولویتی از تفاضل‌ها^۴

۳. مینیمم کردن ماکزیمم تفاضل^۵

لازم به ذکر است که ممکن است روش‌های دیگری هم بر اساس نظر فرد تصمیم گیرنده وجود داشته باشد، ولی این سه رویکرد، متداول ترند.

فرم استاندارد روش WGP بدین صورت می‌باشد:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m (W_{ik}^- d_i^- + W_{ik}^+ d_i^+)$$

2- Objective

3- Goal

4- Goal deviation

5- Lexicography Goal Programming

6- Minimax Goal Programming

جدول ۲ - نحوه تشکیل تابع هدف و محدودیت‌های آرمانی مسئله

آرمان (Goal)	فرمت محدودیت‌های آرمانی در مسئله G.P	تابع هدف جدید Min
$f_j(x) \geq b_j$	$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j$	d_j^-
$f_j(x) \leq b_j$	$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j$	d_j^+
$f_j(x) = b_j$	$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j$	$d_j^- + d_j^+$

پس از آشنایی با این اصول، حال فرض کنید n گزینه و m معیار برای ارزیابی داشته باشیم. گام‌های این روش به شرح زیر است:

۱- تعیین معیارها

۲- مقایسه جفتی هر دو رقیب برای هر معیار و تشکیل ماتریس $n \times n$ رقیبا که درایه‌های آن اعدادی در فاصله ای مشخص اند و برتری نسبی یکی را بر دیگری بیان می‌کنند.

مثلا: اگر طرح i از طرح j خیلی بهتر باشد به عنصر

$$a_{ji} = 1/5$$

۳- بدست آوردن وزن هر رقیب برای این معیار (یعنی یک بردار $n \times 1$) که این کار با انجام یک سری عملیات سطری- ستونی بر روی ماتریس گام قبل و استفاده از روش ویژه- بردار^۵ انجام می‌شود و برداری بدست می‌آید که جمع عناصر آن یک و مقدار عنصر i ام آن وزن رقیب i ام را برای این معیارها نشان می‌دهد.

به علاوه از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار بوده و بر اساس شروط و اصول بدیهی بنا نهاده شده است که این اصول و شروط عبارتند از، شرط معکوسی^۱ که بیانگر این می باشد اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $1/n$ خواهد بود، اصل همگنی^۲ که بیانگر این می باشد که عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد، اصل وابستگی^۳ که بیانگر این می باشد، هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد و در نهایت اصل انتظارات^۴ که بیان می کند هر گاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، فرآیند ارزیابی باید مجددا انجام گیرد.

2- Reciprocal Condition

3- Homogeneity

4- Dependency

5- Expectations

1- Eigenvector

جهت وزن دهی و تعیین اولویت چهار عامل G_1 ، G_2 ، G_3 و G_4 نتایج حاصل از فرم‌های نظر سنجی مقایسات زوجی، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی استخراج شد و با روش میانگین حسابی ترکیب شد. در نهایت با توجه به توضیحات بیان شده در بخش مواد و روش‌ها، اوزان به صورت جدول شماره ۳ به دست آمد. جهت فرموله کردن مدل، پارامترهای مسئله را به شکل زیر تعریف می‌کنیم:

X_1 : کشاورزی

X_2 : خانگی و تجاری

X_3 : صنعت

X_4 : حمل و نقل

مقدار هر یک از چهار عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای، تولید ناخالص داخلی، میزان اشتغال و مصرف الکتریسیته در بخش‌های حمل و نقل، خانگی و تجاری، کشاورزی و صنعت که از گزارشات سالیانه مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است پس از نرمال سازی به روش برداری در جدول شماره ۴ نشان داده می‌شود. حال در آخرین مرحله به سراغ تعیین میزان آرمان‌های هر یک از اهداف می‌رویم. برای تعیین هر یک از این آرمان‌ها به سراغ سازمان‌های مربوطه رفته تا در صورتی که با توجه به سند چشم‌انداز هر کدام دارای آرمان‌های مدون بوده، از آن‌ها استفاده نماییم و در غیر این صورت به سراغ کارشناسان سازمان و یا وزارت خانه‌ی مربوطه رفته تا با بهره‌گرفتن از تجربیات آن‌ها میزان آرمان هر یک از اهداف را تعیین کنیم.

۴ - گام‌های ۱ تا ۳ را برای تمام معیارها انجام دهید تا در نهایت m بردار n تایی بدست آید و با در کنار هم گذاردن آن‌ها یک ماتریس $m*n$ تشکیل شود.

۵ - مقایسه جفت جفت خود معیارها و بدست آوردن وزن هر یک از آن‌ها از روی ماتریس معیارها که برتری معیارها را نسبت به هم نشان می‌دهد (یک بردار $m*1$)

۶ - ضرب بردار وزن معیارها در ماتریس $m*n$ و در نهایت بدست آوردن وزن نهایی هر رقیب

۷ - آزمون سازگاری برای نبود تناقض در تخصیص اعداد برتری طرح‌ها در مقایسه با معیارها

پس از طی مراحل فوق وزن‌های گزینه‌ها به دست آمده و می‌توان از آنها در محاسبات استفاده کرد.

با توجه به مراحل فوق، معیارها (شاخص‌ها) در این روش همان چهار عامل مورد بررسی می‌باشند که با یک دیگر مقایسه شده‌اند.

۳. نتایج

در این بخش از اطلاعات عددی چهار عامل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، تولید ناخالص داخلی، میزان اشتغال و مصرف الکتریسیته در بخش‌های حمل و نقل، خانگی و تجاری، کشاورزی و صنعت استفاده شده است. در مدل WGP، مسائل مرتبط با رشد GDP را با (G_1) و مصرف الکتریسیته را با (G_2) و انتشار گازهای گلخانه‌ای را با (G_3) و کل کار را با (G_4) نشان داده شده است.

جدول شماره ۳ - اوزان چهار عامل G_1 ، G_2 ، G_3 ، G_4

معیارها	اوزان
تولید ناخالص داخلی	۰/۲۵۸
مصرف انرژی	۰/۱۲۶
میزان اشتغال	۰/۱۸۱
انتشار گازهای گلخانه ای	۰/۴۳۳

جدول شماره ۴ - جدول نرمال سازی شده ضرایب

تولید ناخالص داخلی	مصرف انرژی	میزان اشتغال	انتشار گازهای گلخانه ای	
۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۰۳۴	کشاورزی
۰/۱	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۳۶	خانگی و تجاری
۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۲۴	صنعت
۰/۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۷	۰/۳۶	حمل و نقل

ناخالص داخلی در چهار بخش مذکور عدد ۳۸۰۵۲۹۰ میلیارد ریال و برای میزان اشتغال عدد ۱۵۵۳۷۷۷۱ نفر به دست می آید، اما در خصوص میزان انتشار گازهای گلخانه ای بر اساس آمارهای اعلام شده از سوی سازمان حفاظت از محیط زیست و تصمیم گرفته شده از سوی دولت میزان انتشار این گازها می بایست سالیانه ۴ درصد کاهش یافته که با توجه به آمار موجود آرمان در نظر گرفته شده برای میزان انتشار گازهای

در اولین گام برای تعیین میزان آرمان تولید ناخالص داخلی و میزان اشتغال از آمار و اطلاعات سازمان محاسبات و برنامه ریزی کشور استفاده کرده که برای تولید ناخالص داخلی میانگین رشد سالیانه ۸ درصد را در نظر گرفتیم و برای اشتغال میزان رشد در بخشهای کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و خانگی و تجاری به ترتیب ۱/۹، ۳/۴، ۵ و ۴/۶ درصد در نظر گرفتیم که با توجه به این اعداد آرمان در نظر گرفته شده برای تولید

$$0.31X_1 + 0.03X_2 + 0.59X_3 + 0.07X_4 + d_{n_3} - d_{p_3} \geq 15537771$$

$$0.034X_1 + 0.36X_2 + 0.24X_3 + 0.36X_4 + d_{n_4} - d_{p_4} \leq 285491939$$

در این پژوهش علاوه بر محدودیت‌های آرمانی تعدادی محدودیت فنی داریم که مربوطه به تعداد اشتغال ایجاد شده در هر بخش می باشد که به شرح ذیل می باشند:

$$X_1 \geq 3913412$$

$$X_2 \geq 343753$$

$$X_3 \geq 7313669$$

$$X_4 \geq 859383$$

در نهایت پس از حل مدل مذکور به جواب ذیل خواهیم

رسید.

گلخانه ای عدد ۲۸۵۴۹۱۹۳۹ تن به دست می آید و در خصوص آخرین آرمان مسئله نیز که مربوط به میزان مصرف انرژی می باشد، در صورتی که بتوانیم میزان رشد طی سال‌های اخیر را که عدد ۵/۹ درصد است را کاهش دهیم توانسته ایم در این مسیر موفق باشیم، لذا با توجه به نظر کارشناسان وزارت نیرو، آرمان میزان مصرف انرژی را عدد ۱۳۶۳۶۵ میلیون کیلو وات ساعت در نظر می گیریم. پس از جایگذاری مقادیر فوق، تابع هدف و محدودیت‌های آرمانی مسئله به صورت زیر فرمول بندی میشود.

(۲)

$$\min = W_1 * (d_{n_1}) + W_2 * (d_{p_2}) + W_3 * (d_{p_3}) + W_4 * (d_{n_4})$$

$$0.28X_1 + 0.1X_2 + 0.36X_3 + 0.26X_4 + d_{n_1} - d_{p_1} \geq 3805290$$

$$0.18X_1 + 0.43X_2 + 0.39X_3 + 0.002X_4 + d_{n_2} - d_{p_2} \leq 136365$$

جدول شماره ۵- نتایج حاصل از حل مسئله

Reduced Cost	Value	Variable	Reduced Cost	Value	Variable
۰/۰۲۲۶۸	۳۹۱۳۴۱۲	X_1	۰/۲۵۸	۰	d_{n_1}
۰/۰۵۴۱۸	۳۴۳۷۵۳	X_2	۰	۳۵۷۶۱۲۸	d_{p_2}
۰/۰۴۹۱۴	۷۳۱۳۶۶۹	X_3	۰/۴۳۳	۰	d_{p_3}
۰/۰۰۰۲۵۲	۳۹۶۶۹۳۷	X_4	۰/۱۸۱	۰	d_{n_4}

حاصل از حل مدل پژوهش میزان متغیرهای انحراف از آرمان نامطلوب اهداف می باشد. بر این اساس مقدار انحراف از آرمان‌های نامطلوب تمامی اهداف پژوهش به جز هدف دوم (d_{p_2}) که در خصوص مصرف انرژی می باشد، صفر شده است. این موضوع بیانگر این مسئله است که در تمامی اهداف خود به جز هدف دوم مسئله

همان طور که در جدول ۵ مشاهده کردید میزان اشتغال در سه بخش کشاورزی، خانگی و تجاری و صنعت ثابت مانده است، اما میزان اشتغال در بخش حمل و نقل (X_4) افزایش پیدا کرده و به ۳۹۶۶۹۳۷ شغل رسیده است که نشان از ظرفیت این بخش برای ایجاد اشتغال دارد. اما مهم ترین بخش از تحلیل نتایج

استدلال برای سرمایه گذاری‌های آینده و برنامه استراتژیک برای دست یابی به اهداف توسعه پایدار در بلند مدت فراهم می کند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در طول دهه‌های اخیر کشورها با چالش‌های قابل توجهی در خصوص برنامه ریزی و به کارگیری سیاست‌های خود در زمینه های اهداف توسعه پایدار، یعنی محیط زیست، مصارف انرژی، اقتصاد و اجتماعی مواجه شده اند. کشورها از یک سو به دنبال اقتصادی پویا هستند و در این راستا خواهان کاهش مصرف انرژی و ایجاد اشتغال می باشند، و از سوی دیگر در تلاشند، که با توجه به اهمیت محیط زیست از تخریب آن جلوگیری نمایند، به همین منظور خود را با تعهداتی در زمینه های محیط زیستی از قبیل کنوانسیون‌ها و پروتکل‌ها، که یکی از مهمترین آن‌ها پروتکل Kyoto می باشد که در سال 1997 منعقد شده است، همراهی می کنند.

در همین راستا پس از مطالعه پژوهش‌های پیشین، جنبه‌های متعددی را که برخی منحصر در تحقیقات گذشته مورد بررسی قرار گرفته بودند را مورد بحث قرار داده، که هر یک در جای خود از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و بر روی یک دیگر تاثیر گذار می باشند. از این رو پس از جمع آوری اطلاعات و داده‌ها در خصوص جنبه‌های مسئله، با استفاده از نظر سنجی از خبرگان و اساتید از نظر آن‌ها برای محاسبه و ارزیابی وزن شاخص‌ها استفاده کردیم. سپس بعد از محاسبه وزن‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، که یکی از سیستم‌های جامع طراحی شده در تصمیم

توانسته ایم آرمان‌های خود را محقق کنیم، اما در خصوص هدف دوم قابل ذکر است که برای رسیدن به دیگر آرمان‌ها علاوه بر انرژی الکتریسیته در نظر گرفته شده به عنوان آرمان به ۳۵۷۶۱۲۸ میلیون کیلو وات دیگر نیز انرژی الکتریسیته نیازمندیم که این موضوع بیانگر این امر می باشد که در سال‌های آینده برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار در بلند مدت نیاز به مقدار بیشتری انرژی (انرژی الکتریسیته) خواهیم داشت که در صورتی که در رفتار خود در زمینه ی مصرف انرژی تغییراتی ایجاد نکنیم با مشکلات عدیده ای در زمینه تامین انرژی مواجه خواهیم شد و این روند ممکن است کشور را مجبور کرده که نه تنها صادرات خود را در بخش نفت متوقف کند، بلکه در اندیشه واردات نفت از کشورهای دیگر باشد که این امر اقتصاد کشور را نیز به شدت با مشکل مواجه خواهد کرد؛ در نتیجه ضروری است که بدانیم منابع هیدروکربنی تجدید ناپذیر به تنهایی نمی توانند تقاضای الکتریسیته را در بلند مدت برآورده سازند.

همچنین افزایش استفاده از منابع هیدروکربنی به نوبه خود سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه ای می شود، در نتیجه برای رسیدن به اهداف پیش بینی شده در راستای سند چشم انداز توسعه و جلوگیری از افزایش انتشار گازهای گلخانه ای، تنها جایگزین مناسب برای جبران تقاضای الکتریسیته، استفاده از منابع تجدید پذیر می باشد؛ از این رو ایران اقدامات ارزشمندی در راستای تامین الکتریسیته از قبیل ساخت سدهای متعدد برای استفاده از انرژی برق آبی و استفاده از انرژی هسته‌ای انجام داده است. در نتیجه مدل برنامه ریزی آرمانی وزن دهی شده یک توجیه ریاضی، و

خواهیم شد؛ در نتیجه بخش انرژی تجدید پذیر می‌تواند به عنوان یک موتور حیاتی برای رشد اقتصادی در بلند مدت مورد توجه قرار گیرد، زیرا این امر زمینه ساز رشد شغلی، توسعه اقتصادی و یک محیط پایدار در یک دوره پس از نفت می‌شود، که در صورت انتخاب این سیاست، نقش رهبری ایران را در منطقه و فراتر از آن ترویج می‌کند.

در پژوهشی که Jayaraman و همکاران (۲۰۱۵) در کشور امارات در خصوص اهداف توسعه پایدار انجام دادند همانند نتایج ارایه شده در این پژوهش به این نتیجه دست یافتند که میزان مصرف الکتریسیته در امارات تا سال ۲۰۳۰ بیشتر از میزان پیش بینی شده خواهد شد و برای حل این مشکل می‌بایست به سراغ انرژی‌های تجدید پذیر بروند.

در ایران نیز همانند بسیاری از کشورهای دیگر، موفقیت در سیاست‌های اتخاذ شده در حوزه ی محیط زیست و انرژی متکی به همکاری چندین بازیگر است. جامعه علمی و تحقیقاتی، صنایع، موسسات و دولت نقش مهمی در توسعه پایدار یک کشور دارند. این روش به مدل شناخته شده تریپل هلیکس^۱ که برای توصیف توسعه فعلی به روابط متقابل بین علم، نوآوری صنعتی و سیاست دولت اشاره می‌کند (Etzkowitz and Leydesdorff., 2000).

تجزیه و تحلیل ما به این بحث که امروزه به سرعت در حال رشد است کمک می‌کند و بینش مفیدی را برای سیاست گذاران فراهم می‌کند، اما این تغییر سیاست نیاز به سرمایه گذاری‌های عظیم داشته که علاوه بر

گیری چند معیاره محسوب می‌شود و با توجه به خصوصیت ویژه ی خود می‌تواند در بررسی موضوعات برنامه ریزی کاربرد مطلوبی داشته باشد (Akhundi et al., 2015)، وزن‌های هر یک از شاخص‌ها به دست آمد؛ به دنبال آن نیز استفاده از یک رویکرد چند معیاره، به تجزیه و تحلیل و پیاده سازی سیاست مناسب برای دست یابی به اهداف در زمینه های مختلف در طولانی مدت کمک می‌کند.

با توجه به این که برنامه ریزی آرمانی یک از مهم ترین مدل‌های برنامه ریزی چند منظوره است، و این پژوهش اهداف توسعه پایدار را، شامل چهار بخش رشد تولید ناخالص داخلی، انتشار گازهای گلخانه ای، مصرف انرژی و میزان اشتغال مدل می‌کند، بهترین مدل ریاضی قابل استفاده برای این منظور، مدل برنامه ریزی آرمانی است. تجزیه و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره با استفاده از برنامه ریزی آرمانی به تحلیل گران اقتصادی و برنامه ریزان و سیاست گذاران کمک می‌کند تا بهترین حالت را در میان چندین معیار در نظر بگیرند. مدل ارایه شده در این مقاله، منابع را به صورت بهینه برای دست یابی به اهداف توسعه پایدار اختصاص می‌دهد؛ زیرا افزایش تولید ناخالص داخلی همواره با افزایش مصرف الکتریسیته همراه است، که این امر سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه ای می‌شود. بعد از حل مدل، با استفاده از نتایج به دست آمده که نشان دهنده این امر بودند که در سال‌های آینده جهت دستیابی به اهداف تعیین شده در زمینه های مورد نظر به انرژی زیادی نیاز خواهیم داشت، و در صورتی که در رفتار خود در زمینه ی مصرف انرژی تغییراتی ایجاد نکنیم با مشکلات عدیده ای در زمینه تامین انرژی و محیط زیست مواجه

دهی جدید همانند روش BWM (Best Worse Method) و یا روش‌های برنامه ریزی آرمانی احتمالی (Stochastic Goal Programming) می‌توان مدل را بهبود داد و یا شاخص‌های جدید به آن اضافه نمود تا مدل مورد نظر گسترش یابد تا شامل معیارهای پایداری بیشتری شود، همچون مدیریت منابع موثر آب برای مطالعه رابطه بین انرژی و آب، مدیریت زباله‌های جامد و تاثیر آن بر صرفه جویی در انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تجزیه و تحلیل چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط در توسعه پایدار، اجتماعی و اقتصادی تا نتایجی نزدیک به واقعیت حاصل شود.

References

- Akhondi, L., Daneh kar, A., Argmandi, R., Shabanali fami, H., 2015. The location is perfect for sports tourism in mountain zones (Case Study: Karaj-Chalus road). Natural Environment, Natural Resources Iran. 331-344 (in Persian)
- Asghar Pour, M.J., 2004. Multi-criteria decision making. University Press, Tehran (in Persian)
- Babiker, M., Reilly, J., Jacoby, H., 2000. The Kyoto Protocol and developing countries. Energy Policy. 28, 525-536.
- Barnett, J., Dessai, S., Webber, M., 2004. Will OPEC lose from the Kyoto Protocol?. Energy Policy Journal. 32, 2077-2088
- Bashiri, M., Mohtajeb, H., Hegazi, T.H., 2011. New Approach on multi-criteria decision making. University press, Shahed (in Persian)
- Colapinto, C., Jayaraman, R., Marsiglio, S., 2015. Multi-criteria decision analysis with goal programming in engineering. management and social sciences: a state-of-the art review. 1-34.
- Eshraghi, H., 2012. Analytical framework for assessing the impact of climate change policies to

دولت می‌بایست از بخش خصوصی نیز برای تحقیق و توسعه در بخش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر نیز استفاده کرد، زیرا چگونگی تامین مالی در این پروژه به دلیل هزینه‌های بالای تکنولوژی جدید در این بخش عنصری حیاتی در اقتصاد ایران می‌باشد، در نتیجه برای موفقیت در این بخش می‌بایست از تمام پتانسیل در کشور استفاده کرد.

جهت انجام پژوهش‌های بیشتر با توجه به اینکه روش‌های مختلفی در شکل‌گیری مدل مورد نظر مورد استفاده قرار گرفته است به نظر می‌رسد با ایجاد تغییراتی در روش‌ها از جمله استفاده از روش‌های وزن reduce the country's energy security. Master's Thesis. Sharif University of Technology. 38-56 (in Persian)

Etabi, F., Nazemi, M., Sedighi, A.A., Tavakoli, N., 2010. Review obligations and provisions of the Convention on Climate Change and to evaluate the performance of the Islamic Republic of Iran. Journal of Environmental Science and Technology. 12, 145-153 (in Persian)

Etzkowitz, H., Leydesdorff, L., 2000. The dynamic of innovation: from national system and "Mode 2" to a triple helix of university-industry-government relations. Res. Policy 29, 109-123.

Felder, S., Rutherford, T.F., 1993. Unilateral CO2 Reductions and Carbon Leakage: The Consequences of International Trade in Oil and Basic Materials. Journal of Environmental Economics and Management. 25, 162-176

Ferguson, R., Wilkinson, W., Hill, R., 2000. Electricity use and economic development. Energy policy. 28, 923-934

Firozi, M., 2005. Right on the environment. Jahad Daneshgahi Press (in Persian)

Greening, L.A., Bernow, S., 2004. Design of coordinated energy and environmental policies: use

of multi-criteria decision- making. *Energy Policy*. 32,721–735

Ignizio, P., 1983. Generalised goal programming – An Overview. *Computers & Operations Research*. 277-289.

Jayaraman, R.; Colapinto, C.; Torre, D.L.; Malik, T., 2015. Multi-Criteria Model for Sustainable Development Using Goal Programming Applied to the United Arab Emirates. *Energy Policy*, 87, 447–454.

Jayaraman, R.; Colapinto, C.; La Torre, D.; Malik, T., 2017. A Weighted Goal Programming model for planning sustainable development applied to Gulf Cooperation Council Countries. *Appl. Energy*, 185, 1931–1939.

Jones, D., Tamiz, M., 2010. *Practical Goal Programming*. International Series in Operations Research & Management Science. Springer, NY.

Kambo, N.S., Handa, B.R., Bose, R.K., 1991. A linear goal programming model for urban energy-economy-environment interaction. *Energy and Buildings*. 537-551.

Lee, C.F., Lin, S.J., Lewis, C., Chang, W.F., 2007. Effects of carbon taxes on different industries by fuzzy goal programming: A case study of the petrochemical-related industries, Taiwan. *Energy Policy*. 4051-4058.

Lee, S.M., Shim, J.P., 1986. Interactive goal programming on the micro-computer to establish priorities for small business. *Journal of the Operational Research Society*. 571-577.

Mazur, A., 2011. Does increasing energy or electricity consumption improve quality of life in industrial nations?. *Energy Policy*. 39, 2568-2572.

Moraes, L.E., Fadel, J.G., Castillo, A.R., Tricarico, J.M., Kebreab, E., 2015. Modeling the trade-off between diet costs and methane emissions: A goal programming approach. *Journal of dairy science*.5557.

Nomani, M.A.; Ali, I.; Fügenschuh, A.; Ahmed, A., 2016. A fuzzy goal programming approach to analyse sustainable development goals of India. *Appl. Econ. Lett.*, 24, 443–447. 13.

Sengupta, S., 1981. Goal programming approach of quality control problem. *Journal of the Operational Research Society*. 207- 211.

Tabibi, M., 2012. A look at the production and consumption of electricity in the world. *Institute of Humanities and Cultural Studies (in Persian)*

Taylor, B.W., Moore, L.J., Clayton, E.R., 1982. R&D project selection and manpower allocation with integer goal programming. *Management Science*.1149- 1158.

Wang, J.J., Jing, Y.Y., Zhang, C.F., Zhao, J. H., 2009. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renew.Sustain.EnergyRev.* 13(9),2263–2278.

Wu, Q.S., Clulow, V., Maslyuk, S., 2010. Energy consumption inequality and human development. In: 17th International conference on management science & engineering, Melbourne, Australia, November, 1398-1409.

Zanakis, H. and Maret, M.W.,1981. A Markovian goal programming approach to aggregate manpower planning. *Journal of the Operational Research Society*. 55-63.