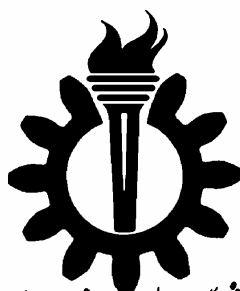


به نام خداوند  
بخشنده و مهربان



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی عمران

## بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخازن با احتساب عوامل اقتصادی و قیمت انرژی برقایی

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی عمران - مهندسی منابع آب

تهیه کننده:

حامد مازندرانی‌زاده

استاد راهنما: دکتر سید جمشید موسوی

استاد مشاور: مهندس فریبرز پرتوی‌راد

تقدیم به

مادر پر مہرم

در ابتدای تحقیق حاضر بر خود لازم می‌دانم که از جناب آقای **دکتر سید جمشید موسوی موسوی**، استاد راهنما و جناب آقای **مهندس فریبرز پرتوی راد**، استاد مشاور، که در طول انجام پروژه همواره از راهنمایی‌های ایشان بهره‌جستم کمال تشکر و امتنان را داشته باشم. همچنین از آقایان **دکتر عباس افشار** و **دکتر ابریشم‌چی**، اساتید ممتحن، که حضور و تذکرات گرانبه‌ای ایشان در جلسه دفاع از پایان‌نامه موجبات غنای علمی بیشتر جلسه را فراهم نمود قدردانی می‌نمایم. در نهایت از کلیه دوستانی که هر یک به نوعی اینجانب را در انجام این پایان‌نامه یاری نمودند سپاسگزارم و امیدوارم که بنده را همواره مرهون لطف خویش نمایند.

حامد مازندرانی زاده

زمستان ۱۳۸۲

## چکیده :

هدف از این تحقیق بهینه سازی بهره‌برداری از مخازن سدها به منظور تولید انرژی برقی می‌باشد، به طوری که با لحاظ نمودن عوامل اقتصادی و قیمت بازار انرژی برق، سود به دست آمده در طی دوره بهره‌برداری بیشینه گردد. در این راستا و به منظور دستیابی به سود واقعی، با فرض ایجاد بازارهای رقابتی، نیاز به آگاهی از مولفه‌های تشکیل دهنده بازار انرژی می‌باشد. از جمله مهمترین این مولفه‌ها، آگاهی از نحوه و شدت واکنش مصرف کننده به تغییرات قیمت انرژی می‌باشد. بنابراین جهت دست یافتن به رابطه‌ای که منطبق بر رفتار مصرف کننده ایرانی در برابر میزان عرضه و همچنین تغییرات قیمت باشد کوشش تابع تقاضای انرژی برق با روشهای مختلف تعیین گردید. مطابق انتظار، کوشش تابع تقاضای انرژی برق مقدار بسیار کمی ( $\epsilon = 0/4$ ) بدست آمد، که این عدد حاکی از کم کوشش بودن این کالا نزد مصرف کننده در جامعه ایران می‌باشد.

در ادامه و در راستای بررسی تاثیر نتیجه فوق و عامل بازار انرژی برق بر روند بهره‌برداری از یک مخزن برقی، با افراز سال به 4 ناحیه باری تابستان مطمئن، تابستان غیر مطمئن، غیر تابستان غیر مطمئن و غیر تابستان مطمئن و با فرض صحت کوشش قیمتی به دست آمده در تمام این نواحی، به تعیین مشخصات بازار در هر یک از این نواحی پرداخته شد. سپس با بهره گیری از معادله تابع تقاضای یک مدل بهینه سازی بهره‌برداری از مخزن از نوع برنامه‌ریزی پویا (DP)، که ملاحظات اقتصادی و خصوصیات تابع تقاضای انرژی برق در فرمول بندی و تابع هدف مدل ملاحظه شده باشد، برای بهینه سازی بهره‌برداری از مخزن سد کارون 5 به عنوان مطالعه موردی توسعه یافت. با اجرای مدل در شرایطی که سیاستهای بهره‌برداری از مخزن بدون در نظر گرفتن قیمت انرژی برق تعیین می‌شوند، اقدام به بیشینه سازی مجموع سود دوره بهره‌برداری گردید. همچنین مدل‌های مذکور در حالت‌های مختلف از نسبت ارزش انرژی مطمئن به ثانویه اجرا شدند.

با مقایسه نتایج مدل‌های بهینه سازی در دو سناریوی بهینه سازی بهره‌برداری همراه با احتساب و عدم احتساب قیمت انرژی برق، ملاحظه گردید که در مدل‌های توسعه یافته براساس بازار انرژی، شاهد توزیع مناسب تولید انرژی در بین ماه‌های مختلف و افزایش انرژی مطمئن تولیدی در مقادیر کوچک نسبت ارزش انرژی مطمئن به ثانویه می‌باشیم. همچنین ملاحظه شد در حالیکه همه مدل‌ها با افزایش نسبت ارزش انرژی مطمئن به انرژی ثانویه به تولید یکسان از انرژی مطمئن در طی کل دوره دست می‌یابند، تفاوت زیادی در مسیرهای تولید و مقادیر انرژی ثانویه به دست آمده حاصل از اجرای مدل‌ها خصوصاً در فصول بهار و تابستان مشهود است.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه	
۱-۱: پیش درآمد .....	۱
۲-۱: اهداف مطالعه و دامنه کار .....	۲
فصل دوم : مروری بر مفاهیم اقتصاد خرد و سوابق مطالعاتی	
۱-۲- مروری بر تعاریف و مفاهیم اقتصاد خرد .....	۵
..... کالا	۵
..... اطلاع کامل	۵
..... نظریه رجحان مصرف کننده	۶
..... مطلوبیت و رجحان	۶
..... رویه مطلوبیت	۷
..... منحنی بی تفاوتی	۸
..... مشخصات منحنی بی تفاوتی	۸
..... نرخ نهایی جانشینی	۹
..... درآمد پولی محدود	۹
..... فضای بودجه و انتقال خط بودجه	۱۰
..... تعادل مصرف کننده	۱۲
..... تغییر در قیمت و کشش قیمتی	۱۳
..... تعیین کننده های تقاضا	۱۴
..... درآمد نهایی	۱۵
..... رابطه در آمد نهایی و کشش قیمتی تقاضا	۱۶
..... ۲-۲- سوابق مطالعاتی	۱۷
فصل سوم : بررسی وضعیت صنعت برق	
..... ۱-۳: بررسی وضعیت صنعت برق	۲۶
..... ۱-۳-۱: گروه های مصرف کننده	۲۶

۳۳	۲-۱-۳: مصرف استانی برق
۳۵	۳-۱-۳: مطالعات بار
۳۷	۴-۱-۳: ضریب بار
۳۹	۵-۱-۳: قیمت برق
۳۶	۲-۲: بررسی کشتش قیمتی تقاضای برق در کشور
۴۲	۱_۲_۳: محاسبه کشتش قیمتی با استفاده از تعریف کشتش
۵۰	۳_۲_۳: محاسبه کشتش قیمتی با استفاده از مفهوم درآمد نهایی
۳۷	۴_۲_۳: محاسبه کشتش قیمتی کالای برق در تحقیقات قبلی
۵۳	۵_۲_۳: جمع بندی نتایج روشهای مختلف
۳۸	۶_۲_۳: نتیجه گیری

#### فصل چهار: مدل بهینه سازی بهره برداری از مخزن

۵۸	۱_۴: مدل بهینه سازی بهره برداری از مخزن
۶۲	۲_۴: تعیین توابع هدف مدل DP بر اساس سیگنالهای قیمتی
۶۲	۱_۲_۴: حداکثر انرژی تولیدی
۶۲	۲_۲_۴: حداکثر سود کلی حاصل از فروش انرژی
۶۲	۳_۲_۴: حداکثر سود حاصل از فروش برق با توجه به ارزش زمانی تولید انرژی
	۴_۲_۴: حداکثر سود کلی حاصل از فروش انرژی با توجه به تفاوت ارزش انرژی اولیه و ثانویه
۶۳	۵_۲_۴: حداکثر سود با در نظر گرفتن ارزش زمانی و تفاوت ارزش انرژی مطمئن و ثانویه
۶۹	۶_۲_۴: حداکثر سود با توجه به تغییرات مصرف پیک در ماههای مختلف
۷۳	۷_۲_۴: حداکثر سود کلی با مستقیم از منحني های تقاضا
	۸_۲_۴: حداکثر سود با لحاظ نمودن سود مصرف کننده
۷۹	(Willingness to pay)

فصل پنج : تحلیل و مقایسه نتایج

۸۳	..... ۱_۵: مقدمه
۸۵	..... ۲_۵: مطالعه موردی
۸۹	..... ۳_۵: نتایج سناریوی ۱
۹۶	..... ۱_۳_۵: تحلیل نتایج سناریوی ۱
۹۶	..... بررسی تغییرات انرژی کل
۹۷	..... بررسی تغییرات انرژی مطمئن
۹۷	..... بررسی تغییرات متوسط انرژی کل و انرژی مطمئن فصلی
۹۹	..... بررسی روند تغییرات تولید متوسط انرژی کل در ماههای فروردین، تیر، مهر
۱۰۰	..... بررسی تغییرات سود
۱۰۲	..... ۴_۵: نتایج سناریوی ۲
۱۱۲	..... ۱_۴_۵: تحلیل نتایج سناریوی ۲
۱۱۲	..... بررسی تغییرات انرژی کل
۱۱۲	..... بررسی تغییرات انرژی مطمئن
۱۱۳	..... بررسی تغییرات متوسط انرژی کل و انرژی مطمئن فصلی
	..... بررسی روند تغییرات تولید متوسط انرژی کل در ماههای فروردین،
۱۱۵	..... مرداد، مهر و دی
۱۱۶	..... بررسی تغییرات سود
۱۱۸	..... ۵_۵: نتایج سناریوی ۳
۱۱۸	..... ۱_۵_۵: کشش قیمتی ۰/۱۸
۱۲۶	..... ۲_۵_۵: کشش قیمتی ۰/۴۴
۱۳۳	..... ۳_۵_۵: تحلیل نتایج سناریوی ۳
۱۳۳	..... بررسی تغییرات انرژی کل
۱۳۴	..... بررسی تغییرات انرژی مطمئن
۱۳۵	..... بررسی تغییرات متوسط انرژی کل و انرژی مطمئن فصلی
۱۳۷	..... بررسی روند تغییرات تولید متوسط انرژی کل در ماه مرداد
۱۴۰	..... بررسی تغییرات سود
۱۴۳	..... ۶_۵: نتایج سناریوی ۴



عنوان	صفحه
۱_۶_۵: تحلیل نتایج سناریوی ۴	۱۶۰
بررسی تغییرات انرژی کل	۱۶۰
بررسی تغییرات انرژی مطمئن	۱۶۰
بررسی قیمت‌های ماهانه	۱۶۴
بررسی تغییرات سود	۱۶۵
۷_۵: نتایج سناریوی ۵	۱۶۷
۱_۷_۵: تحلیل نتایج سناریوی ۵	۱۷۸
بررسی تغییرات انرژی کل	۱۷۸
بررسی تغییرات انرژی مطمئن	۱۷۸
بررسی تغییرات متوسط انرژی کل و انرژی مطمئن فصلی	۱۷۹
فصل شش : خلاصه و نتیجه گیری	
۱_۶: خلاصه	۱۸۲
۲_۶: بررسی روشهای تولید بیشترین انرژی مطمئن	۱۸۲
۳_۶: پیشنهادات جهت ادامه کار	۱۸۵
فهرست مراجع	۱۸۶

#### پیوستها

- پیوست (الف): آمار صنعت برق ایران
- پیوست (ب): ویژگی‌های مطالعه موردی
- پیوست (ج): جزئیات نتایج فصل پنج

# فصل اول

## مقدمه

### ۱-۱: پیش در آمد

با گذشت زمان و افزایش جمعیت و کمبود آب، انسان اهمیت و ارزش این نعمت الهی را بیشتر درک کرده تا به آنجا که همواره در صدد کنترل نگهداری و استفاده از آبها بوده است. از دیر باز از آب به عنوان یک منبع انرژی استفاده می شده است و استفاده از آسیابهای آبی نمونه ای از این کاربردها می باشد. امروزه در نقاط مناسب با ایجاد سدهای بتنی و یا خاکی حجم عظیمی از آب را مهار می کنند و در خدمت کشاورزی و صنعت برق قرار می دهند. انرژی برقابی به عنوان یکی از منابع ارزشمند هم به لحاظ میزان و هم به لحاظ کیفیت تولید انرژی همواره از اهمیت ویژه ای در نزد بهره برداران برخوردار بوده است.

از دهه ۱۹۵۰ افزایش جمعیت از یکسو و روند رو به رشد صنعتی شدن جوامع از سوی دیگر، باعث شد تا بهره برداران به فکر استفاده صحیح تر و منطقی تر از منابع محدود وادار شوند. مهمترین روشهایی که مد نظر قرار گرفت، برنامه ریزی جهت شبیه سازی و بهینه سازی عملکرد سیستمهای آبی و یا به عبارتی روشهای تحلیل سیستم بودند. بهره برداران با استفاده از روشهای فوق ضمن تحقق اهدافی نظیر تولید حداکثر انرژی کل، تولید حداکثر انرژی مطمئن و... اقدام به بهبود بهره برداری از مخزن نمودند، که هدف عمومی اینگونه مدلها اغلب "تولید به منظور ارضای تقاضا" بود و هدف دیگری دنبال نمی شد. رفته رفته کمبود منابع و امکانات نه تنها باعث پیشرفت در نحوه بهره برداری از مخزن گردید، بلکه کارشناسان علم اقتصاد را نیز وادار نمود تا با شناسایی رفتار مصرف کننده و تولید کننده و ایجاد مفاهیم و عناصری جدید در نظام عرضه و تقاضا اقدام به اصلاح سیستم تولید و مصرف نمایند، تا بتوانند با اقدامات اصلاحی بر منابع محدود انرژی کنترل بیشتری اعمال نمایند. به طوری که امروزه نظام عرضه و تقاضا از حالت دو بعدی خارج شده و در اغلب کشورها مفهومی به نام بازار انرژی به مجموعه فوق اضافه گردیده است که وظیفه کنترل و مرتبط نمودن دو عنصر عرضه و تقاضا را بر عهده دارد. با گذشت چندین سال از عمر بازار انرژی در کشورهای توسعه یافته بر همگان آثار و نتایج مثبت ایجاد این عنصر جدید آشکار شده و سبب تغییراتی در روند تصمیم گیریها برای بهره برداری از نیروگاههای برقابی و حتی در شرایط ابتدایی مسئله که احداث و یا عدم احداث یک نیروگاه برقابی مطرح است پدید آمده است. هدف نهایی و عمومی روشهای بهره برداری مذکور آگاه نمودن بیش از پیش تولید کننده و مصرف کننده بر تبعات

رفتار تولیدی و مصرفی خویش، از طریق اعمال سیاستهای قیمت گذاری و نظام سود و هزینه می‌باشد.

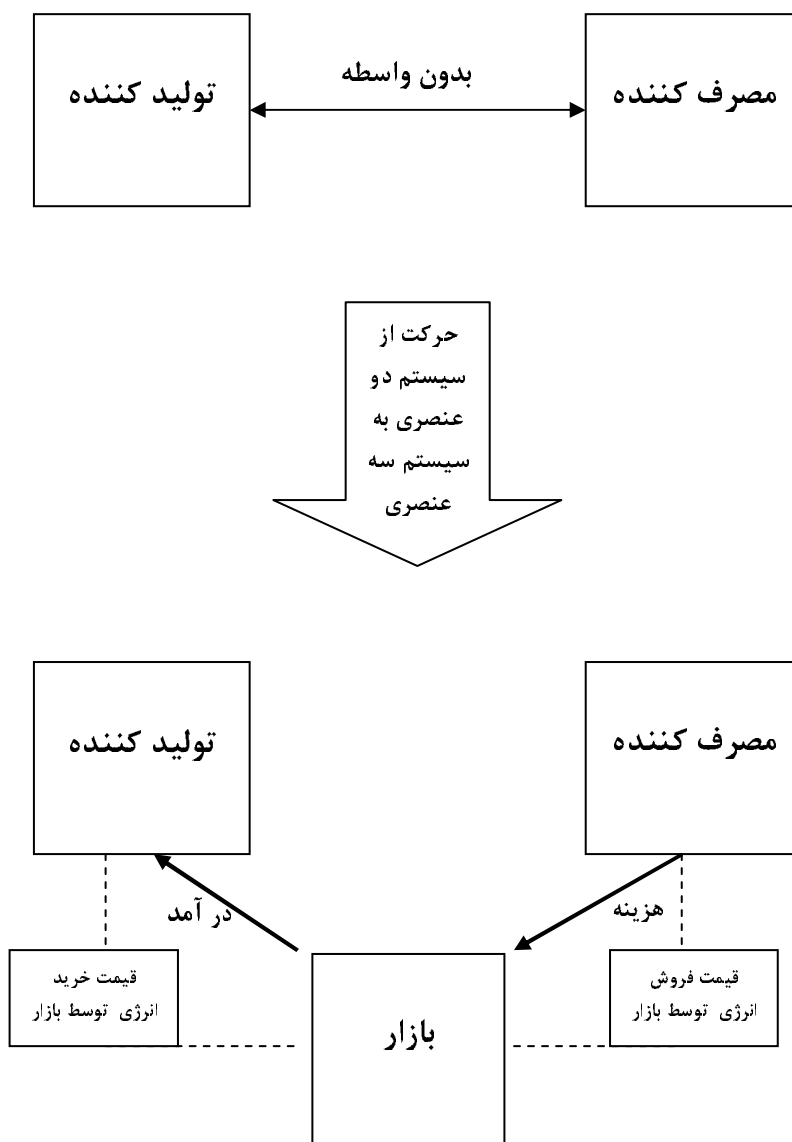
همزمان با رشد و گسترش مفاهیم اقتصادی و به کارگیری بازار انرژی، شاهد تمایل دولتها به واگذاری امور به بخشهای خصوصی در دهه‌های اخیر بوده‌ایم. بازار انرژی نیز از این موضوع مستثنی نمانده است و تحت تاثیر عملکرد شرکتهای بهره‌بردار، که طی قراردادهایی با دولت، اختیار برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از مخازن طبق برنامه‌های مورد دلخواه خویش را دریافت کرده‌اند قرار گرفته است. منطقی به نظر می‌رسد که شرکتهای بهره‌بردار، روند بهره‌برداری از مخزن را به گونه‌ای تنظیم نمایند که در انتهای دوره قرارداد، به بیشترین سود حاصل از بهره‌برداری (حاصل از فروش آب، تولید انرژی، کنترل سیلاب و...) دست یابند. شرکتهای بهره‌بردار در راستای کسب بیشترین منافع با موضوعات گسترده و متنوعی از جمله محدودیتهای هیدرولوژیکی نظیر عدم قطعیت جریانهای ورودی به مخزن، محدودیت ظرفیت تولید انرژی نیروگاه، محدودیت حجم مخزن و بازار پیچیده قیمت، که متاثر از رفتار مصرف کننده و سایر تولید کنندگان است، و همچنین بعضاً با محدودیتهای حاصل از قراردادهای پیش فروش انرژی، آب و... مواجه می‌باشند.

توسعه و بکارگیری روشهای تجزیه و تحلیل سیستمها در مدیریت منابع آب در سه دهه اخیر حجم قابل ملاحظه‌ای از تحقیقات را به خود اختصاص داده است. یک سیستم منابع آب خصوصاً در مقیاسی که امروزه مطرح می‌باشد بسیار پیچیده بوده و تحلیل آن می‌تواند بسیار دشوار باشد. عملکرد این سیستمها خصوصاً نسبت به سیاست بهره‌برداری اعمال شده حساس است و با اندکی تغییر در سیاست بهره‌برداری می‌توان به منافع قابل توجهی دست یافت. بدین ترتیب تعیین بهترین سیاست بهره‌برداری با تکیه بر موضوع قیمت بازار انرژی برقایی هدف مورد مطالعه در این پایان‌نامه قرار گرفته است. در این راستا باید متذکر شد که پس از شروع تحقیق در شرایطی که این پایان‌نامه مراحل نهایی خود را می‌گذراند دستور تشکیل بازار برق در کشور توسط وزیر نیرو صادر گردید و بازار برق ایران هم‌اکنون مراحل اولیه شکل‌گیری خود را طی می‌کند.

## ۲\_۱: اهداف مطالعه و دامنه کار

هدف از این رساله ایجاد و سپس بررسی و تعیین اثر عامل سومی به نام بازار انرژی بر روند تولید انرژی در یک مخزن برقایی می‌باشد. سیستم رایج بهره‌برداری از مخازن که امروزه در کشور استفاده می‌شود، سیستمی متشکل از دو عنصر عرضه و تقاضا می‌باشد که هدف نهایی آن، تولید به منظور ارضای تقاضا می‌باشد. با رشد و توسعه روند خصوصی سازی و کاهش نقش و کنترل دولت<sup>۱</sup> بر روند تولید انرژی برقایی در کشورهای پیشرفته، مدل‌های دربرگیرنده سه عنصر عرضه، بازار و تقاضا مدنظر قرار گرفته‌اند. در سیستمهای سه عنصری بر خلاف سیستمهای دو عنصری، دو عنصر عرضه و تقاضا به شکل مستقیم با یکدیگر ارتباط ندارند، بلکه هر یک فقط در مقابل عنصر سوم یعنی بازار

قرار گرفته و به شکل غیر مستقیم با عنصر دیگر ارتباط برقرار می‌نماید. بازار در مقابل مصرف کننده به شکل عرضه کننده و فروشنده انرژی و در مقابل تولید کننده به شکل مصرف کننده و خریدار انرژی ظاهر می‌شود. شکل ۱-۱ به تشریح روابط میان عناصر در دو رویکرد فوق می‌پردازد. در این رساله سعی شده با حرکت از سیستمی که متشکل از ۲ عنصر تقاضا و عرضه است، و هدف آن فقط "تولید به منظور ارضای تقاضا" است، به سمت سیستم ۳ عاملی که متشکل از سه عنصر عرضه، بازار و تقاضا می‌باشد، مسئله بهره‌برداری از یک مخزن برقیایی بررسی شود. مسیرهای مختلف تولید انرژی بر اساس فرضیات فوق (حالت ۲ عنصری و حالت ۳ عنصری) که منجر به بیشترین مقدار سود حاصل از تولید انرژی می‌شوند تعیین و سپس مقایسه می‌گردند. به عبارت دیگر در این رساله هدف تعیین روند تولید انرژی با تکیه بر بیشینه نمودن سود تولید کننده و یا حتی مصرف کننده با آگاهی از الگوی مصرف و قیمت بازار انرژی می‌باشد.



شکل (۱-۱) : روابط سیستم دو عنصری و سه عنصری

در راستای بهینه سازی بهره‌برداری از مخزن با هدف فوق از یک مدل ریاضی از نوع برنامه‌ریزی پویا (DP) استفاده شده است، که هدف آن بیشینه نمودن سود کل مجموع دوره بهره‌برداری می‌باشد. مدل در گامهای زمانی ماهانه تهیه شده و سد کارون ۵ نیز به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است. برای تحلیل مدل از ۴۳ سال آمار موجود رودخانه کارون ۵ در محل ایستگاه ارمند از سال ۱۳۳۵ تا سال ۱۳۷۷ استفاده شده است. به منظور ارایه دامنه کار در این رساله موارد و مراحل مورد توجه در این تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ۱- بررسی وضعیت فعلی صنعت انرژی
  - ۲- شناخت رفتار مصرف کننده ایرانی و آگاهی نسبت به واکنش وی به تغییرات قیمت
  - ۳- اعمال روشهای مختلف قیمت گذاری انرژی در جهت تعدیل رفتار مصرف کننده و اصلاح عملکرد تولید کننده در ماههای پر مصرف و ساعات پیک، با توجه به شناخت به دست آمده از نحوه واکنش مصرف کننده به تغییرات قیمت
  - ۴- پیاده سازی و اعمال روشهای قیمت گذاری فعلی و همچنین قیمت گذاریهای پیشنهادی فوق در بهره‌برداری از مخزن، در جهت یافتن مسیر تولیدی که منجر به بیشترین مجموع سود تولیدکننده، حاصل از فروش انرژی در طی دوره بهره‌برداری شود.
- این رساله دارای ۶ فصل و ۴ پیوست می‌باشد. فصل دوم به تشریح خلاصه‌ای از سوابق مطالعاتی و تحقیقات انجام شده در این زمینه و همچنین ارایه بعضی مفاهیم اقتصادی مورد استفاده در این رساله می‌پردازد. در فصل سوم خلاصه‌ای از وضعیت گذشته و فعلی صنعت برق کشور و همچنین محاسبه چند شاخصه اقتصادی صنعت برق ایران در بخشهای مختلف ارائه می‌شود. در فصل چهارم فرمول بندی مدل‌های DP مورد استفاده و تابع هدف مدلها و محدودیتهای سیستم مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل پنجم به تحلیل و مقایسه نتایج می‌پردازد. در این فصل پس از معرفی کامل سیستم مطالعه موردی، نتایج اجرای مدلها به تفکیک ارائه می‌شود. نهایتاً در فصل ششم خلاصه‌ای از نتایج و دستاوردهای تحقیقاتی و کاربردی به دست آمده در این رساله مورد ارزیابی قرار گرفته و پیشنهادهای جهت ادامه تحقیقات ارائه می‌گردد.

## فصل دوم

### مروری بر مفاهیم اقتصاد خرد و سوابق مطالعاتی

در مجموعه مباحث اقتصاد خرد اصولاً سه مجموعه عامل یا کارگزار اقتصادی عبارتند از: مصرف کنندگان، کارفرمایان اقتصادی و صاحبان منابع. صاحبان منابع نهاد را برای تولید آنچه به وسیله نیروهای بازار معین می شود تأمین می کنند. کارفرمایان اقتصادی تولید را سازمان می دهند و در نهایت مقدار عرضه و خدمات در بازارهای آزاد را تعیین می کنند. تمام مردمی که درآمد پولی کسب می کنند، متعلق به مجموعه ای از کارگزاران اقتصادی هستند که مصرف کننده نامیده می شود. هر شخص یا خانوار در بازه زمانی معین مثلاً یک سال در مورد درآمد پولی خود اطلاع نسبی دارد. وی همچنین درباره کالاها و خدماتی که می خواهد بخرد قدری آگاهی (شاید نه خیلی مشخص) دارد. وظیفه هر خانوار این است که درآمد پولی محدود خود را طوری صرف کند که به بالاترین سطح از ارضای اقتصادی زندگیش برسد. البته هرکس در انجام این امر به موفقیت نسبی دست می یابد و در انجام این وظیفه کاملاً موفق نیست، ولی به هر حال کوشش آگاهانه ای به منظور حداکثر نمودن رضایت از طریق صرف درآمد پولی محدود مصرف کننده وجود دارد. در این فصل ابتدا مروری بر بعضی مفاهیم اقتصاد خرد صورت می گیرد و سپس به بررسی سوابق مطالعاتی در زمینه بهره برداری از مخازن پرداخته می شود.

### ۱\_۲: مروری بر تعاریف و مفاهیم اقتصاد خرد

#### کالا

اجناس و خدمات مصرف شده به وسیله خانوار به طور عام کالا نامیده می شود. توجه به این نکته ضروری است که هدف از انتخاب کالا ترجیحاً خدمات بدست آمده از کالاهاست و نه خود کالاها.

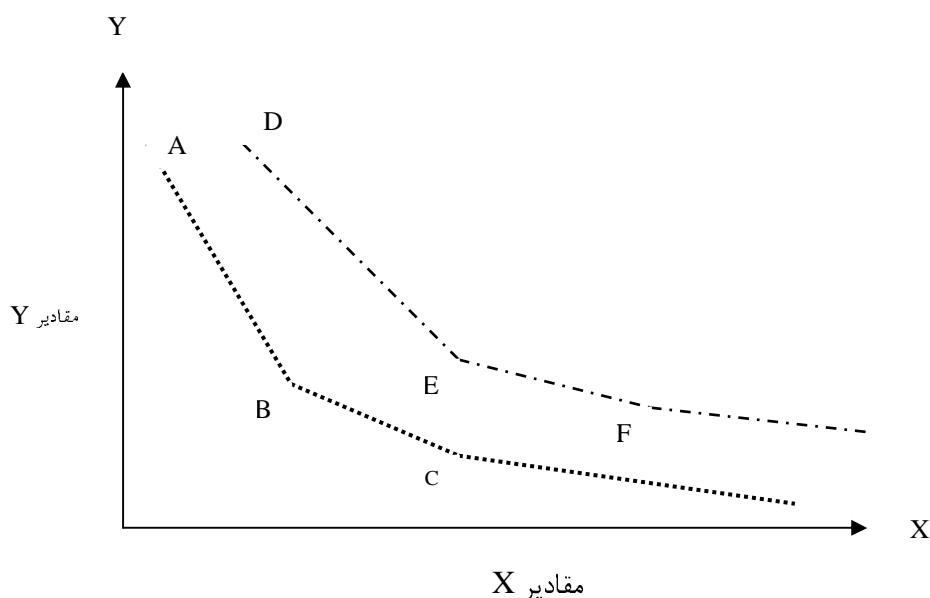
#### اطلاع کامل

این موضوع معرف شرایطی است که فرض شود هر مصرف کننده، از تمام مسائل مربوط به تصمیمات مصرفیش اطلاع کامل دارد. از وجود تمام کالاها و خدمات موجود در بازار مطلع است و

از سودمندی هر کالا و خدمت کاملاً آگاه است. همچنین قیمت دقیق هر کالا و خدمتی را می داند و واقف است که درآمد پولی اش در خلال این دوره برنامه ریزی شده، چه مقدار خواهد بود.

### نظریه رجحان مصرف کننده

مصرف کننده از مصرف خدمات حاصل از کالاها در خلال دوره ای از زمان، رضایت یا مطلوبیت بدست می آورد. در خلال دوره مزبور، شخص یا خانوار مقادیر متنابهی از کالاهای مختلف مصرف می کند، و این مجموعه متنوع از کالاها را سبد کالا نام دارد. واحد مصرف کننده برای رسیدن به هدف خود که همان حداکثر رضایت یا مطلوبیت با توجه به سطح درآمدی است، باید قادر به طبقه بندی سبدهای مختلف کالا باشد. یعنی اولاً بتواند بین سبدهای کالای  $A$ ،  $B$  دست به انتخاب بزند و ثانیاً: در انتخاب وی خاصیت تعدی پذیری نیز نمایان باشد. اگر  $A$  را به  $B$  و همچنین  $B$  را به  $C$ ، ارجحیت داد  $A$  را به  $C$  نیز ارجحیت دهد. شکل ۱-۲ نحوه طبقه بندی سبدهای کالا را نمایش می دهد.



شکل (۱-۲): طبقه بندی سبدهای کالا

### مطلوبیت و رجحان

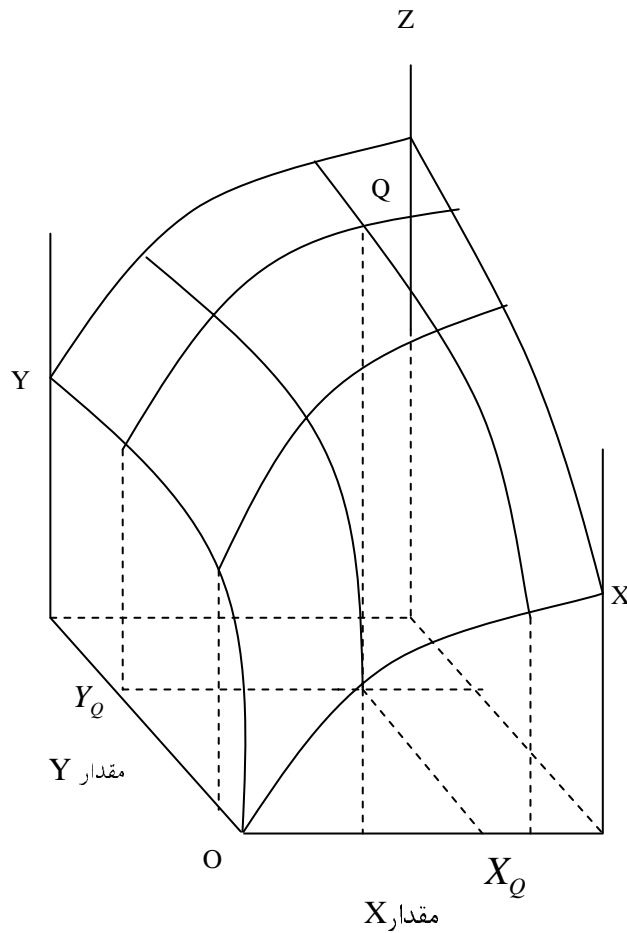
استفاده از تابع مطلوبیت که به سبدهای مختلف کالا ارزش عددی یا رتبه مطلوبیت می دهد در تجزیه و تحلیل کردار مصرف کننده بسیار کارگشاست. توجه نماییم که ارزش عددی خاص دادن به سبدهای کالا مطرح نیست. بلکه آنچه از تابع مطلوبیت مورد انتظار است آن است که منعکس کننده ترتیب مرتبه ای سبدهای مختلف کالا به نحوی باشد، که مورد نظر مصرف کننده است.

## رویه مطلوبیت

ذکر شد که خواص مرتبه ای تابع مطلوبیت برای منظور ما مهم است و با بکارگیری یک تابع مطلوبیت مشخص هیچ گونه زبانی متوجه ما نمی شود. سبد کالایی را فرض می کنیم که متشکل از دو کالای  $x$  ,  $y$  است. مطلوبیتی که شخص از مصرف کالاهای  $x$  ,  $y$  به دست می آورد به وسیله تابع مقابل بیان می شود:

$$u = x * y$$

مفهوم کلامی رابطه بالا این است که مطلوبیت، حاصلضرب مقادیر  $x$  ,  $y$  مصرف شده به وسیله این شخص می باشد. شکل ۲\_۲ مثالی از یک رویه بی تفاوتی را نشان می دهد.

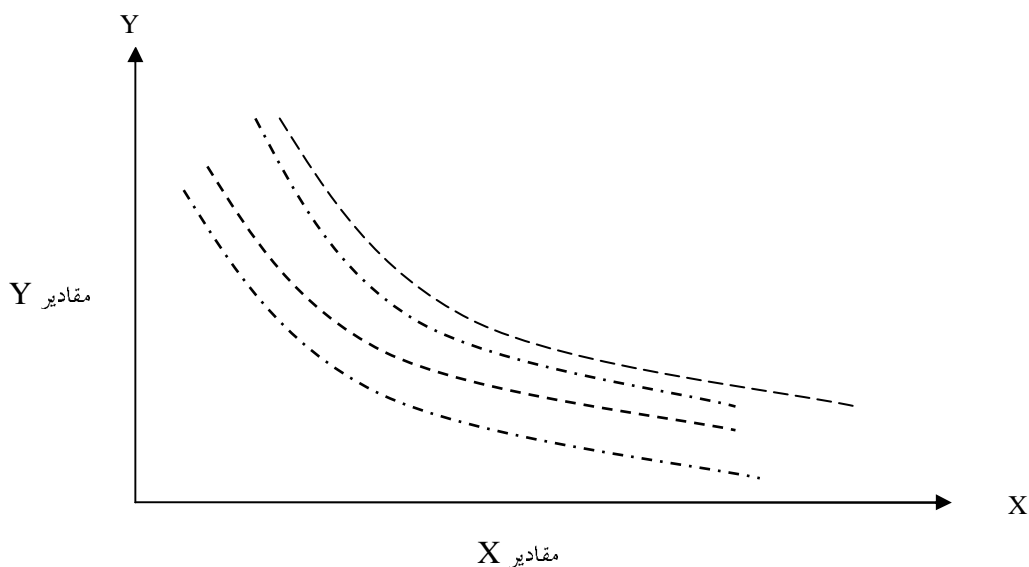


شکل (۲\_۲): رویه بی تفاوتی



## منحنی بی تفاوتی

مکان هندسی نقاطی (سبدهای کالاهایی) است که مصرف کننده نسبت به آنها بی تفاوت است. هر نقطه روی منحنی بی تفاوتی نظیر هر نقطه دیگری بر روی همان منحنی، مطلوبیت کل یکسانی ایجاد می کند. اگر تابع مطلوبیت  $u(x_1, x_2, \dots, x_n)$  باشد، که  $x_1$  مقدار مصرف شده از کالای ۱،  $x_2$  مقدار مصرفی کالای ۲ و  $x_n$  مقدار مصرفی از کالای  $n$  می باشد، در این صورت منحنی بی تفاوتی به عنوان مجموعه ای از تمامی سبدهای کالا  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  است که در معادله  $C = u(x_1, x_2, \dots, x_n)$  صدق می کند.  $C$  مقدار ثابتی از مطلوبیت برای آن منحنی بی تفاوتی می باشد. شکل ۳-۲ نقشه بی تفاوتی فرضی برای دو کالا  $X$  و  $Y$  را نمایش می دهد.



شکل (۳-۲) : منحنی های بی تفاوتی (نقشه بی تفاوتی)

## مشخصات منحنی های بی تفاوتی

منحنی های بی تفاوتی دارای مشخصات خاصی هستند که منعکس کننده فرض منسوب به کردار مصرف کننده اند. فرض اول این است که مصرف کننده می تواند هر دو سبد دلخواه را در فضای کالا مقایسه کند و تصمیم بگیرد که کدامیک از آنها را بر دیگری ترجیح دارد و یا بین کدامیک بی تفاوت است. این موضوع به معنی آن است که به ازای هر نقطه در فضای کالا یک منحنی بی تفاوتی از آن عبور می کند. فرض دوم آن است که منحنی های بی تفاوتی نمی توانند یکدیگر را قطع کنند. فرض سوم عبارت است از اینکه منحنی های بی تفاوتی شیب منفی داشته و محدب می باشند و در نهایت هرچه منحنی بی تفاوتی بیشتر به طرف بالا و یا راست باشد، نشان دهنده

سبدهای بزرگتری بر روی منحنی بی تفاوتی و هماهنگ با ترتیب ترجیحی مصرف کننده می باشد. به بیان دیگر سبدهایی که بر روی منحنی های بی تفاوتی بالاتر قرار دارند به سبدهایی که بر روی منحنی های بی تفاوتی پایین تر هستند ارجحیت دارند. البته در بعضی موارد خاص بسته به نوع سلیقه مصرف کننده و نوع کالا، ممکن است منحنی های بی تفاوتی از شکل اصلی خود خارج شوند.

## نرخ نهایی جانشینی

عنوان شد که ترکیبات مختلف از کالاها می توانند سطح مطلوبیت یکسانی ایجاد کنند. به عبارت دیگر جانشینی یک کالا به جای کالای دیگر به طریقی می تواند انجام شود که مصرف کننده روی منحنی بی تفاوتی یکسانی واقع شود. بنابراین نرخ نهایی جانشینی کالای  $X$  به جای کالای  $Y$ ، معیاری برای سنجش تعداد واحدهای از دست رفته  $Y$  به منظور به دست آوردن یک واحد اضافی از  $X$  می باشد، به طوری که سطح رضایت مصرف کننده ثابت باقی بماند. نرخ نهایی جانشینی در هر نقطه، بوسیله شیب منفی منحنی بی تفاوتی در آن نقطه داده می شود، و این نرخ فقط برای حرکت در طول یک منحنی بی تفاوتی تعریف می شود نه برای حرکت در بین منحنیها. خاصیت تحدب منحنی های بی تفاوتی باعث می شود که نرخ نهایی جانشینی  $X$  به جای  $Y$  وقتی که به  $X$  به جای  $Y$  در طول منحنی بی تفاوتی جانشین می شود، از بالا به پایین کاهش یابد.

## درآمد پولی محدود

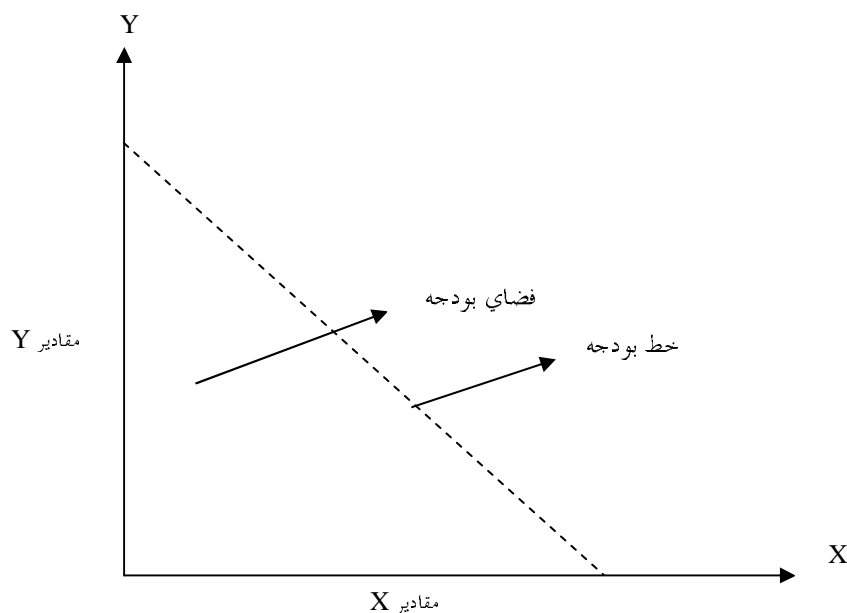
فرض اساسی که نظریه کردار مصرف کننده و تقاضا براساس آن بنا شده، این است که مصرف کننده می کوشد درآمد پولی محدود خود را بین کالاها و خدمات در دسترس، طوری تخصیص دهد که بتواند رضایت خود را حداکثر نماید. این نظریه در یافتن نحوه پاسخ مصرف کننده به تغییرات درآمد سودمند است. از دید نظریه کردار مصرف کننده، هر مصرف کننده در دوره زمانی معین، دارای حداکثر مبلغی است که می تواند خرج کند. مسئله مصرف کننده این است که چگونه این مبلغ را صرف کند که رضایتش حداکثر شود. فرض می کنیم در سبد کالا فقط دو کالای  $X$  و  $Y$  وجود دارد که مقادیر  $x$  و  $y$  از آنها خریداری می شود. هر مصرف کننده جهت استفاده از کالاهای  $X$  و  $Y$  به ترتیب با قیمت های  $P_x$ ،  $P_y$ ، تعیین شده بوسیله بازار، رو به روست. همچنین مصرف کننده دارای درآمد پولی و ثابت  $M$  است. بنابراین حداکثر مقداری که او در هر بازه زمانی می تواند خرج کند  $M$  است و این مبلغ تنها روی دو کالای  $X$  و  $Y$  صرف می شود. بنابراین مجموع مصرف شده روی دو کالای  $X$  و  $Y$  نباید از درآمد پولی  $M$  تجاوز کند.

$$M \geq xP_x + yP_y \quad (1-2)$$

معادله بالا به شکل تساوی ترسیم کننده فضایی به نام فضای کالا می باشد:

$$y = \frac{1}{P_y} M - \frac{P_x}{P_y} x \quad (1-3)$$

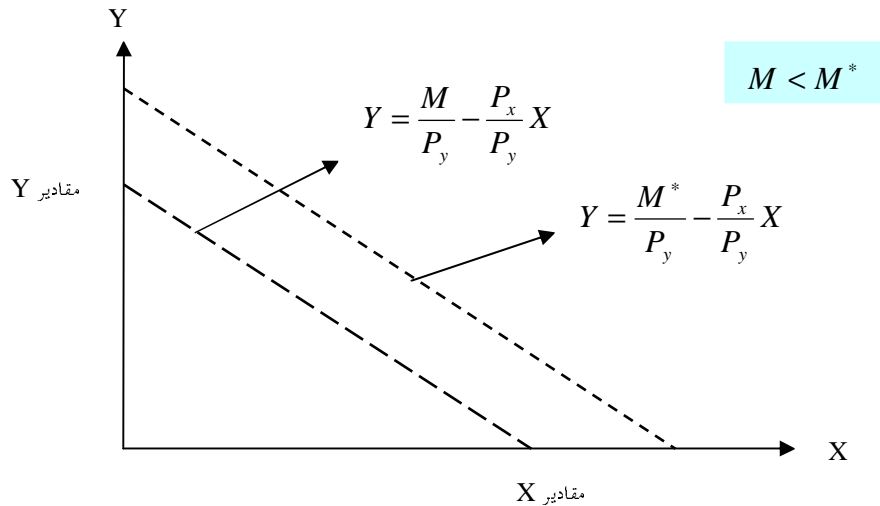
خط رسم شده خط بودجه نامیده می شود. خط بودجه مکان هندسی سبدهایی از کالاست که اگر تمامی درآمد پولی صرف شود، می توان آنها را خریداری نمود. شیب آن برابر با نسبت قیمتها با علامت منفی می باشد. شکل ۴\_۲ فضای بودجه را نمایش می دهد.



شکل (۴\_۲): فضای بودجه

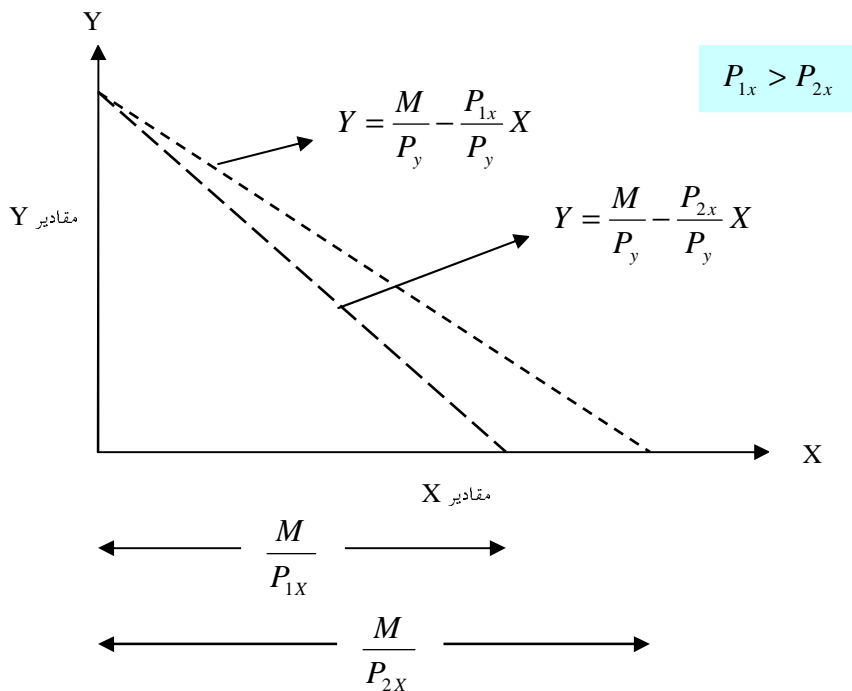
## فضای بودجه و انتقال خط بودجه

فضای بودجه مجموعه ای از تمام سبدهایی است که می توان با صرف قسمت یا تمام درآمد پولی موجود، خریداری کرد. فضای بودجه بخشی از فضای کالا می باشد. موضوع انتقال خط بودجه در ۲ حالت تغییر در درآمد پولی و تغییر در قیمت های نسبی آشکار می شود. ابتدا فرض کنیم درآمد پولی از  $M$  به  $M^*$  افزایش یابد، در شرایطی که قیمت کالاها ثابت هستند. در چنین حالتی مصرف کننده می تواند خرید بیشتری انجام دهد و لذا فضای کالا نیز گسترش می یابد. با توجه به اینکه قیمت ها ثابت باقی می مانند شیب خط بودجه تغییر نمی کند و افزایش یا کاهش درآمد پولی، به طور هندسی به وسیله انتقال خط بودجه به طرف بالا و به راست و یا به طرف پایین و چپ نشان داده می شود. شکل ۵\_۲ حرکت خط بودجه را در اثر تغییرات درآمد نشان می دهد.



شکل (۵\_۲): تغییرات خط بودجه در اثر تغییرات درآمد

حالت دوم هنگامی رخ می‌دهد که قیمت  $X$  افزایش یابد، در حالی که درآمد پولی و قیمت  $Y$  ثابت باقی بمانند. با توجه به اینکه  $Y$  و  $M$  مقادیر ثابتی می‌باشند، عرض از مبدأ  $\frac{M}{P_y}$  ثابت باقی می‌ماند. بنابراین افزایش در قیمت  $X$  به وسیله چرخش خط بودجه در جهت عقربه ساعت به دور مقدار ثابت (عرض از مبدأ) نشان داده می‌شود و در شرایط کاهش قیمت  $X$ ، چرخش در جهت عکس عقربه های ساعت انجام می‌شود. شکل ۶\_۲ حرکت خط بودجه را در اثر تغییرات قیمت کالای  $X$  نمایش می‌دهد.



شکل (۶\_۲): حرکت خط بودجه در شرایط تغییرات قیمت