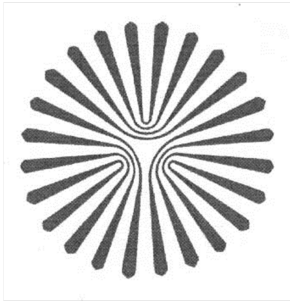
بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم‌پایه و کشاوزی

مرکز تهران

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته ریاضی کاربردی

گرایش تحقیق در عملیات

ارجحیت‌بندی گزینه‌ها به کمک تحلیل‌پوششی‌داده‌ها

رویا شریفی‌نیا

استاد راهنما:دکتر صابر ساعتی

استاد مشاور: دکتر خدیجه احمدی

ماه و سال

اسفند ۱۳۹۰

اینجانب رویا شریفی نیا دانشجوی ورودی سال ۸۷ مقطع کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی گواهی می‌نمایم، چنانچه در پایان‌نامه خود از فکر، ایده و نوشته دیگری بهره گرفته‌ام با نقل قول مستقیم یا غیر مستقیم منبع ماخذ آن را نیز در جای مناسب ذکر کرده ام. بدیهی است مسولیت تمامی مطالبی که نقل قول دیگران نباشد بر عهده خویش می‌دانم و جوابگوی آن خواهم بود.

نام و نام‌خانوادگی دانشجو

رویا شریفی نیا

تاریخ و امضاء

اینجانب رویا شریفی نیا دانشجوی ورودی سال ۸۷ مقطع کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی گواهی می‌نمایم، چنانچه بر اساس مطالب پایان‌نامه خود اقدام به انتشار مقاله، کتاب و .... نمایم ضمن مطلع نمودن، استاد راهنما، با نظر ایشان نسبت به نشر مقاله، کتاب و ... و به صورت مشترک و با ذکر نام استاد راهنما مبادرت نمایم.

نام و نام‌خانوادگی دانشجو

رویا شریفی نیا

تاریخ و امضاء

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه پیام نور می باشد.

ماه و سال

اسفند ۱۳۹۰

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مجتمع علوم پایه و کشاورزی

دانشگاه پیام نور
دانشگاه پیام نور استان تهران
اللهم عجل لولیک الفرج والعافیه والنصر

شماره .....
تاریخ .....
پیوست .....

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع ازپایان نامه کارشناسی ارشد خانم رویا شریفی نیا

دانشجوی رشته ریاضی کاربردی(تحقیق در عملیات) به شماره دانشجویی: ۸۷۰۰۰۱۰۱۰

تحت عنوان:

ارجحیت بندي گزینه ها به کمك تحلیل پوششي داده ها

جلسه دفاع با حضور داوران نامبرده ذیل در روز چهارشنبه مورخ: ۹۰/۱۲/۱۰ساعت : ۱۰-۹ درمحل تهران شرق برگزار شد. و پس از بررسی پایان‌نامه مذکور با نمره به عدد ۱۹.۱ به حروف نوزده و یک ..... و با درجه ارزشیابی عالی ..... مورد قبول واقع شد ☑ نشد ☐

ردیف	نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه دانشگاهي	دانشگاه/ موسسه	امضاء
۱	دکتر صابر ساعتي	استاد راهنما	استادیار	دانشگاه آزاد	
۲	دکتر فیصل حسني	استاد مشاور	استادیار	پیام نور	
۳	دکتر سعید محرابیان	استاد داور	استادیار	تربیت معلم	
٤	دکتر پرویز نصیري	نماینده علمي گروه / نماینده تحصیلات تکمیلي	دانشیار	پیام نور	

تهران، خیابان استاد نجات اللهی
خیابان شهید فلاح پور، پلاک ۲۷
تلفن: ۸۸۸۰۰۲۵۲
دورنگار: ۸۸۳۱۹۴۷۵
WWW.TPNU.AC.IR
science.agri@tpnu.ac.ir

تقدیم به

مادر عزیزم که دعای خیرش همواره بدرقه راهم بوده است.

تشکر و قدردانی

ای خدا ای فضل تو حاجت روا　　با تو یاد هیچ کس نبود روا

قطره دانش که بخشیدی ز پیش　　متصل گردان به دریاهای خویش

از زحمات استاد ارجمندم جناب آقای دکتر صابر ساعتی که راهگشای من بوده اند و دیگر عزیزانی که مرا در اجرای این پروژه یاری رسانده اند،

کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

چکیده:

روش‌های مختلفی برای انتخاب چند داوطلب از میان مجموعه‌ای از داوطلبین وجود دارد. در نظام-های رأی‌گیری رتبه‌بندی شده، هر رأی‌دهنده یک زیرمجموعه از داوطلبین را انتخاب کرده و به ترتیب اولویت، رتبه‌بندی می‌کند. از جمله این نظام‌های رأی‌گیری شناخته شده می‌توان به قواعد وزن‌دهی اشاره کرد که در آن به هر رتبه وزنی اختصاص داده می‌شود و برای هر داوطلب یک مقدار که بیانگر مجموع وزنی آراء است نسبت داده می‌شود و داوطلبینی که بیشترین امتیاز را دارند، به عنوان داوطلبین پیروز شناخته می‌شوند. به اعتقاد برخی محققین امکان ارزیابی عادلانه مجموعه گزینه‌ها با انتساب بردارهای وزنی بیرونی وجود ندارد، چون داوطلب پیروز با تغییر بردار وزن تغییر می‌کند، از این رو مهمترین نکته در این مقوله انتخاب بردار وزن‌دهی مناسب است. به همین دلیل، محققین در صدد ارائه مدل‌هایی برآمده‌اند که در آنها وزن آراء متغیر فرض شود، که از جمله این مدل‌ها، مدل‌های مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها است. در این پژوهش به بررسی نقاط ضعف و قوت روش‌های مختلف رتبه‌بندی داوطلبین با مقادیر قطعی، در سیستم‌های رای‌گیری ترجیحی (رتبه‌بندی شده) پرداخته می‌شود و همچنین روش نوین ارائه شده توسط کنتراس معرفی می‌شود. در برخی رای‌گیری‌ها، داده‌ها مقادیر قطعی ندارند و یا رای‌ها به صورت کیفی بیان می‌شوند. برای حل این نوع مسائل دو روش رتبه‌بندی با اعداد فازی بیان می‌شود. هم‌چنین به بررسی انتخابات داخلی مجلس شورای اسلامی پرداخته شده است و معایب این شیوه انتخابات ذکر شده است و در نهایت یک مثال از نوع سیستم‌های رای‌گیری ترجیحی با مقادیر فازی حل شده است.

فهرست

فصل اول: مقدمه..... ۲

فصل دوم: تعاریف و مفاهیم مقدماتی..... ۷

۲-۱ مقدمه..... ۸

۲-۲ تابع تولید..... ۹

۲-۲-۱ روش‌های پارامتری..... ۹

۲-۲-۲ روش‌های غیر پارامتری..... ۱۰

۲-۳ تحلیل پوششی داده‌ها..... ۱۱

۲-۳-۱ واحد تصمیم‌گیری..... ۱۲

۲-۳-۲ تعریف ورودی..... ۱۲

۲-۳-۳ تعریف خروجی..... ۱۲

۲-۳-۴ مفهوم کارایی در تحلیل‌پوششی‌داده‌ها..... ۱۳

۲-۳-۵ مجموعه امکان تولید..... ۱۳

۲-۳-۶ مدل CCR ورودی محور..... ۱۵

۲-۳-۷ فرم مضربی CCR ورودی محور ۱۷

۲-۳-۸ فرم پوششی CCR ورودی محور..... ۱۸

۲-۴ روش کارایی متقاطع ۱۹

۲-۵ روش ابرکارایی ۲۱

فصل سوم: نقد و بررسی روش‌های رتبه‌بندی داوطلبین ۲۴
۳-۱ مقدمه ۲۵
۳-۲ مدل کوک و کرس ۲۶
۳-۳ مدل هاشیموتو ۳۱
۳-۴ مدل گرین، دویل و کوک ۳۳
۳-۵ مدل اوباتا و ایشی ۳۷
۳-۵-۱ مدل اوباتا و ایشی با استفاده از نرم بینهایت ۴۱
۳-۵-۲ مدل اوباتا و ایشی با استفاده از نرم یک ۴۳
۳-۶ مدل کنترراس ۴۸
۳-۶-۱ مرحله اول ۴۸
۳-۶-۲ مرحله دوم ۵۰
۳-۶-۳ رتبه‌بندی ضعیف ۵۲
فصل چهارم: روش‌های رتبه‌بندی با داده‌های فازی ۵۷
۴-۱ مقدمه ۵۸
۴-۲ مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها- فازی ۵۹
۴-۳ روش ساعتی، معماریانی وجهانشاهلو ۶۱
۴-۳-۱ مرحله اول ۶۲
۴-۳-۲ مرحله دوم ۶۳

۴-۳-۳ رتبه‌بندی واحدهای کارا ۶۴

۴-۳-۴ مثال عددی ۶۶

۴-۴ روش تعیین وزن مشترک سا عتی و معماریانی ۶۷

۴-۴-۱ مرحله اول ۶۸

۴-۴-۲ مرحله دوم: تعیین وزن مشترک ۶۹

۴-۴-۳ مثال عددی ۷۱

فصل پنجم: بررسی انواع نظام انتخاباتی و روش پیشنهادی ۷۵

۵-۱ مقدمه ۷۶

۵-۲ انواع نظام انتخابات ۷۷

۵-۳ دسته بندی انوع انتخابات در مجلس ۷۸

۵-۴ مثال عددی ۷۹

نتیجه گیری ۸۱

واژه‌نامه ۹۶

منابع ۹۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱ ..... ۲۰

جدول ۲-۲ ..... ۲۰

جدول ۲-۳ ..... ۲۱

جدول ۲-۴ ..... ۲۱

جدول ۳-۱ ..... ۲۷

جدول۳-۲ ..... ۳۲

جدول ۳-۳ ..... ۳۳

جدول ۳-۴ ..... ۳۴

جدول ۳-۵ ..... ۳۵

جدول ۳-۶ ..... ۳۶

جدول ۳-۷ ..... ۳۶

جدول ۳-۸ ..... ۳۷

جدول ۳-۹ ..... ۳۷

جدول ۳-۱۰ ..... ۳۹

جدول ۳-۱۱ ..... ۴۳

جدول ۳-۱۲ ..... ۴۶

جدول ۳-۱۳ ..... ۴۶

جدول ۳-۱۴ ..... ۴۷

جدول ۳-۱۵ ..... ۴۷

جدول ۳-۱۶ ..... ۵۲
جدول ۳-۱۷ ..... ۵۴
جدول ۳-۱۸ ..... ۵۴
جدول ۳-۱۹ ..... ۵۵
جدول ۳-۲۰ ..... ۵۵
جدول ۳-۲۱ ..... ۵۶
جدول ۴-۱ ..... ۶۶
جدول ۴-۲ ..... ۶۶
جدول ۴-۳ ..... ۶۷
جدول ۴-۴ ..... ۷۲
جدول ۴-۵ ..... ۷۲
جدول ۴-۶ ..... ۷۳
جدول ۴-۷ ..... ۷۳
جدول ۴-۸ ..... ۷۴
جدول ۵-۱ ..... ۷۹
جدول ۵-۲ ..... ۸۰
جدول ۵-۳ ..... ۸۰
جدول ۵-۴ ..... ۸۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱..... ک

شکل ۲-۲..... ۱۴

شکل ۲-۳..... ۱۵

شکل ۳-۱..... ۲۷

شکل ۳-۲..... ۲۸

شکل ۳-۳..... ۲۸

شکل ۳-۴..... ۲۹

شکل ۳-۵..... ۴۰

شکل ۴-۱..... ۶۰

فصل اول

مقدمه

فصل اول: مقدمه

نحوه رتبه‌بندی گروهی بر پایه مجموعه‌ای از انتخاب‌های فردی از ویژگی‌های مهم مقوله تصمیم-گیری محسوب می‌شود. روش‌های مختلفی برای انتخاب چند داوطلب از میان مجموعه‌ای از داوطلبین وجود دارد. در نظام‌های رأی‌گیری رتبه‌بندی شده، هر رأی‌دهنده یک زیرمجموعه از داوطلبین را انتخاب کرده و به ترتیب اولویت داوطلبین را رتبه‌بندی می‌کند. از جمله این نظام‌های رأی‌گیری، می‌توان به قواعد وزن‌دهی اشاره کرد که در آن به هر رتبه وزنی اختصاص داده می‌شود و برای هر گزینه یک مقدار که بیانگر مجموع وزنی آراء است نسبت داده می‌شود و داوطلبینی که بیشترین امتیاز را دارند، به عنوان داوطلبین پیروز شناخته می‌شوند. در این روش‌ها امتیاز داوطلب iام به صورت $\sum_{j=1}^{k} w_j v_{ij}$ محاسبه می‌شود که در آن v_{ij} تعداد رتبه‌های jامی است که داوطلب i می‌تواند اختیار کند و w_j وزن این رتبه‌ها را نشان می‌دهد.

منشا این گروه از روش‌ها قاعده بردا-کندل[1] است که در آن $k=m$ و $w_j = m - j$ به ازای همه j-های عضو{1,...,m}. از میان دیگر قواعد وزن‌دهی مشهور می‌توان به قاعده چندگانگی، قاعده غیرچندگانگی و روش‌های تصمیم‌گیری جمعی الهام گرفته از قاعده بردا-کندل اشاره کرد.

ذکر این نکته لازم است که قاعده بردا در مقایسه با دیگر قواعد امتیازبندی ویژگی‌های جالبی دارد. برامس و فیشبرن [2][7] معتقدند که:

"در میان روش‌های امتیازبندی برای انتخاب داوطلبین، روش بردا به سبب توانایی در کنترل راهبردی و انتخاب داوطلبین کارا و کاهش حالات متناقض نسبت به دیگر روش‌ها برتری دارد."

با این حال، موارد متعددی وجود دارد که از قواعد امتیازبندی دیگری به جز قاعده بردا برای تصمیم-گیری استفاده می‌کنند.

---

[1] Borda-kendall rule
[2] Brams,Fishburn

در عمل شاید ارزیابی گزینه‌ها با روشی بدون انتساب بیرونی وزن آراء مناسب‌تر باشد. به اعتقاد کوک و کرس[۱](۱۹۹۰)[۱۲] مدل‌های واضع وزن در ارزیابی جامع گزینه‌ها ناتوانند. ارزیابی‌های صورت گرفته بر پایه بردارهای وزنی که از بیرون وضع شده‌اند از درجه اطمینان برخوردار نمی‌باشند. در این نوع وزن‌دهی داوطلبی که با یک بردار امتیازبندی به عنوان داوطلب پیروز شناخته نشده است در صورت تغییر بردار امتیازبندی می‌تواند پیروز باشد. هم‌چنین، در مواردی که بیش از یک تصمیم-گیرنده در امر تصمیم‌گیری دخیل باشد، استفاده از مجموعه وزنی تحقق‌پذیر در مقایسه با یک بردار وزنی(قواعد امتیازدهی سنتی) فرایند رسیدن به توافق جمعی را تسهیل می‌کند. از این رو، می‌توان به مدل‌هایی دست یافت که در آنها ارزیابی گزینه‌ها بر مبنای ایده متغیر بودن مقادیر وزنی، در مقابل بردار وزنی از پیش تعیین شده می‌باشد.

کوک و کرس[۱۲](۱۹۹۰) اولین مدل مبتنی بر روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[۲]را برای افزایش درجه اطمینان بردار وزنی پیشنهاد می‌کنند. در این مدل ارزیابی داوطلبین بر اساس مطلوب‌ترین بردار وزنی هر داوطلب صورت می‌گیرد. مدل پیشنهادی این محققین مدل DEA/AR[۳] است که در آن داوطلبین به عنوان واحدها در نظر گرفته می‌شوند و هر واحد تصمیم‌گیری(DMU)[۴] دارای t خروجی است و فقط یک ورودی با مقدار واحد دارد یعنی یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها خروجی محور به دست می‌آید. هنگام استفاده از این مدل، داوطلبی که رتبه بالاتری دارد وزن بیشتری نیز خواهد داشت. از این شروط در واژگان تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان منطقه اطمینان (AR) یاد می‌شود.

در کل دو انتقاد به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها وارد است: اول وجود همبستگی بین گزینه‌ها (به این معنی که مقدار $\sum_{j=1}^{k} w_j v_{ij}$ برای دو گزینه یکسان شود) و دوم تنوع وزنی بین گزینه‌ها. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به گزینه‌های کارا مقدار جمعی یکسانی(برابر واحد) نسبت می‌دهند و بنابراین

---

[۱] Cook,kress
[۲] Data Envelopment Analysis
[۳] Assurance region
[۴] Decision making Unit

معیاری برای رتبه‌بندی این گزینه‌ها وجود ندارد. این نکته عیب این رویکرد در روش‌هایی است که در آنها رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت می‌گیرد.

از سوی دیگر با فرض اینکه هر گزینه می‌تواند بردار وزنی خود را داشته باشد (برداری که بیشترین مقدار جمعی را برای گزینه در پی دارد) معضل تنوع وزنی دور از ذهن نیست. روش‌های رتبه‌بندی جمعی که از رهگذر انتساب وزن‌های مختلف به گزینه‌های مختلف حاصل می‌شود ممکن است کارا نباشد، زیرا در رتبه‌بندی جمعی سنتی وزن‌های مشترک به گزینه‌های مختلف اختصاص داده می‌شود.

برای حل این دو مشکل مدل‌های جایگزین معرفی شده‌اند. آدلر، فریدمن و سینوانی- استرن[۱] (۲۰۰۲)[۴] با ارائه روش‌هایی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها به کمک تحلیل پوششی داده‌ها راه حلی برای مشکل وجود همبستگی بین گزینه‌ها ارائه داده و این روش‌ها را به شش دسته تقسیم می‌کنند. هم-چنین چندین روش برای پیدا کردن وزن مشترک از میان وزن‌های بهینه گزینه‌ها ارائه شده است. از آن جمله روش ساعتی(۲۰۰۸)[۲۵] که با استفاده از حل چند مسئله برنامه‌ریزی‌خطی(LP)[۲] و تعیین کران بر روی وزن‌ها یک وزن مشترک برای گزینه‌ها بدست می‌آورد. چند روش تحلیل پوششی داده-ها به طرق مختلف در تلاش برای حل مشکل مرتبط با یکسان بودن مقادیر جمعی انتخاب‌ها مورد استفاده قرارگرفته‌اند.

مدل اولیه کوک و کرس (۱۹۹۰)[۱۲] نتیجه می‌دهد که در صورت تفکیک گزینه‌ها از یکدیگر به کمک یک تابع شدت، برای رتبه‌های بالاتر، مقادیر وزنی بزرگتری به دست می‌آید. مدل معرفی شده توسط آنها ضریب تفکیک رتبه‌بندی را افزایش می‌دهد. در مدل پیشنهادی گرین، دویل و کوک (۱۹۹۶)[۱۳] و سکستن، سیلکمن و هوگان [۳](۱۹۸۶)[۲۷] برای اینکه از تابع تفکیک مدل پیشین استفاده نشود از روش ارزیابی مقطعی بهره گرفته می‌شود.

---

[۱] Adler,Friedman,Sinuany-Stern
[۲] Linear Programming
[۳] Sexton,Silkman,Hogun

هاشیموتو (۱۹۹۷) [۱۷] برمبنای مفهوم ابرکارایی بیان شده در پژوهش اندرسن و پترسون (۱۹۹۳)[۵] از مدلی برای تفکیک گزینه‌های کارا استفاده می‌کند. بردار وزنی آن نزولی و دارای توالی محدب است. برای حل مشکل تنوع وزنی هم هاشیموتو و وو[۱] (۲۰۰۳)[۱۸] مدلی را پیشنهاد می‌دهند که یک بردار وزنی مشترک برای ارزیابی گزینه‌های مورد مطالعه استفاده می‌کند.

اوباتا و ایشی[۲][۲۲] بر این عقیده هستند که به منظور شناسایی بیشترین امتیاز کسب شده توسط داوطلبین باید از بردارهای وزن‌دهی با اندازه یکسان استفاده شود. به همین دلیل، از روش نرمال‌سازی مناسب‌ترین بردار وزن داوطلبین کارا، بهره می‌برند. در این مدل، شناسایی داوطلبین پیروز با بکارگیری حدود بینهایت و یک ممکن می‌شود.

روش کنتراس[۳](۲۰۱۱)[۱۰] شامل دو مرحله است. در مرحله نخست، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای بدست آوردن مقدار جمعی انتخاب‌ها استفاده می‌شود که هدف آن افزایش مقدار جمعی نبوده بلکه هدف کاهش رتبه هر داوطلب است. در مرحله دوم، برای دستیابی به رهیافتی گروهی، رتبه‌بندی از طریق بردارهای وزنی گروهی صورت می‌گیرد. این روش تمام داوطلبین را رتبه‌بندی می‌کند.

در پژوهش‌های ظرافت انگیز، امروزنژاد، مصطفی و رشیدی کمیجان (۲۰۰۹)[۳۰] از روشی الهام گرفته از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود که در آن رتبه‌بندی از نقطه نظر تصمیم گیرندگان صورت می‌گیرد تا راه حلی واقع گرایانه بدست آید. در برخی از این نوع مسائل داده‌ها مقادیر قطعی ندارند و مبهم‌اند. اولین مقاله در خصوص این روش‌ها توسط سنگوپتا ارائه شد و روش‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی برای حل مسائلی با داده‌های فازی مطرح شد. گیو و تاناکا [۴][۱۶] روشی برای حل مدل CCR ورودی‌محور با ورودی‌ها و خروجی‌های فازی ارائه کردند. روش ساعتی، معماریانی

---

[۱] Hashimoto,Wuo
[۲] Obata,Ishii
[۳] Contreras
[۴] Guo, Tanaka

و جهانشاهلو [۲۴] و روش تعیین وزن مشترک ساعتی و معماریانی[۲۳] برای حل مدل‌هایCCR با مقادیر غیر قطعی ارائه شدند.

از سیستم‌های رای‌گیری رتبه‌بندی شده می‌توان به سیستم انتخابات داخلی مجلس اشاره کرد. از این نمونه می‌توان سیستم‌های مربوط به پارلمان آمریکا، انگلیس و استرالیا را نام برد. از این نوع سیستم-های رای‌گیری در کِسی[۱] (۱۹۷۴)[۱۹] بحث شده است. در بررسی انتخابات داخلی مجلس شورای اسلامی در محاسبه رتبه هر داوطلب تفاوتی بین انتخاب اول، دوم و ...و kام رای‌دهنده‌ها منظور نمی-شود در چنین رای‌گیری رای‌دهنده نمی‌تواند نظرکامل خود را درباره هر یک از داوطلبین بیان کند.

بنابراین، استفاده از یک سیستم رای‌گیری فازی برای رسیدن به یک انتخاب منصفانه‌تر از اهمیت برخوردار است، به طوری که هر رای‌دهنده بتواند نظر(عالی، خوب، بد و...)خود را درباره تمام داوطلبین اعلام کند و این مسئله با استفاده از روش‌های رتبه‌بندی با اعداد فازی قابل حل است.

در این پژوهش از مراجع[۱],[۲],[۳],[۴],[۱۰],[۱۲],[۱۳],[۱۷],[۲۰],[۲۲],[۲۳],[۲۴] به طور مستقیم استفاده شده است. فصل ۲ به بیان تعاریف و مفاهیم مقدماتی که در فصل‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفته می‌پردازد، در فصل ۳ مدل‌های پیشنهادی کوک و کرس، گرین و همکاران، مدل هاشیموتو، مدل اوباتا و ایشی و مدل کنترراس مورد بررسی قرار گرفته و معایب هر یک از آنها بیان می‌شود. در فصل ۴ مدل‌های رتبه‌بندی با اعداد فازی بیان می‌شود و دو روش رتبه‌بندی مطرح می-شود. در فصل آخر نظام‌های رای‌گیری معرفی شده، نحوه انتخابات مجلس شورای اسلامی بررسی می‌شود، مسئله رتبه‌بندی داوطلبین با مقادیر غیر قطعی مطرح می‌شود و مثال عددی از سیستم‌های رای‌گیری ترجیحی با داده‌های فازی با استفاده از روش تعیین وزن مشترک ساعتی و معماریانی[۲۳] حل می‌شود.

---

[۱] Keesey

فصل دوم

تعاریف و مفاهیم مقدماتی