



دانشکده فنی مهندسی

بخش مهندسی صنایع

رساله دکتری رشته مهندسی صنایع

عنوان رساله

زمان بندی عمل های جراحی با مدت زمان احتمالی

نام دانشجو

آرزو عتیقه چیان

استاد راهنما

دکتر محمد مهدی سپهری

اسفندماه ۱۳۹۰





تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

خانم آرزو عتیقه چیان رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان زمانبندی عمل های جراحی با مدت زمان احتمالی در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۱۶ ارائه کردند.
 اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

امضا	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیات داوران
	دانشیار	دکتر محمد مهدی سپهری	استاد راهنما
	دانشیار	دکتر سید حسام الدین ذگردی	استاد مشاور
	دانشیار	دکتر پشمان شادپور	استاد مشاور
	دانشیار	دکتر محمد رضا امین ناصری	استاد ناظر
	استادیار	دکتر حمید رضا اسکندری	استاد ناظر
	استاد	دکتر محمد مدرس یزدی	استاد ناظر
	استاد	دکتر فریبرز جولای	استاد ناظر
	دانشیار	دکتر محمد رضا امین ناصری	استاد ناظر

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب آرزو عتیقه چیان دانشجوی رشته مهندسی صنایع ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۵ مقطع دکتری دانشکده فنی مهندسی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضاء: 
تاریخ: ۱۳۹۱/۲/۹

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل رساله دکتری آرزو عتیقه چیان در رشته مهندسی صنایع است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر محمد مهدی سپهری، مشاوره جناب آقای دکتر حسام الدین ذگردی و مشاوره جناب آقای دکتر پژمان شادپور از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب آرزو عتیقه چیان دانشجوی رشته مهندسی صنایع مقطع دکتری

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: آرزو عتیقه چیان

تاریخ و امضا: ۱۳۹۱/۲/۹





دانشکده فنی مهندسی

بخش مهندسی صنایع

رساله دکتری رشته مهندسی صنایع

عنوان رساله

زمان بندی عمل های جراحی با مدت زمان احتمالی

نام دانشجو

آرزو عتیقه چیان

استاد راهنما

دکتر محمد مهدی سپهری

استاد مشاور(اول)

دکتر حسام الدین ذگردی

استاد مشاور(دوم)

دکتر پژمان شادپور

اسفندماه ۱۳۹۰

تقدیم بہ آنہائی کہ دوستخان دارم..

پدرم، مادرم،

برادرانم

و مہربان ہمسرم؛

تقدیم بہ آنہائی کہ بہ من آموختندہ..

پدرم،

مادرم،

معلمانم

و اساتیدم؛

استاد راهنمای بزرگوارم، دکتر محمد مهدی پهری

سپاس از شتاب خاطر دانش ارزشمندی که به من آموختید. به خاطر همه راهنمایی‌ها، کمک‌ها، حمایت‌ها و همه الطافی که در این مدت همچون پدری دلسوز و مهربان بر من داشتید. سپاسگزارم به خاطر همه درس‌هایی که از علم و اخلاق از شما آموختم. سپاس از حمایت‌ها و کمک‌هایی بی‌دریغتان که در همه مشکلات و سختی‌ها آرامش بخش من بودید و سپاسگزارم برای همه آنچه که در وصف نمی‌آیند.

استاد مشاور بزرگوارم، دکتر پرتشان شادپور

از شتاب خاطر همه راهنمایی‌های ارزشمندتان، وقت پر ارزشی که بی‌دریغانه در اختیارم نهادید، دانشی که به من عرضه کردید و همه حمایت‌هایی که در طول این تحقیق داشتید، سپاسگزارم و به راستی خدا را شاکرم که توفیق آشنایی با شما را داشتم.

استاد مشاور بزرگوارم، دکتر حسام الدین ذکردی

از شتاب خاطر همه راهنمایی‌های کره‌کشا، نظرات راهگشا و حمایت‌هایتان در طول این تحقیق سپاسگزارم.

و سپاس ویژه از زحمات و بهکاری‌های صمیمانه‌ی پرسنل محترم بیمارستان هاشمی نژاد؛

و سپاس برای بزرگترین الطاف خداوند به من...

پدرم، مادرم

سپاسگزارم برای همه زحمات‌هایی که از بدو تولد باعث و از عمق وجود برایم کشیدید، مهربانی‌هایی که در روزگاری داشتید، درس‌هایی که به من آموختید، امکاناتی که برای بهتر آموختن برایم مهیا ساختید، آرامشی که در زندگی‌م فراهم کردید و به خاطر همه الطاف، راهنمایی‌های دلسوزانه، حمایت‌ها، تشویق‌ها و دلگرمی‌هایی بی‌دریغتان که به زبان و قلم نمی‌آیند.

عزیزترینم، مهربان‌همسرم، حامد

سپاس از تو برای همه محبت‌ها، دلگرمی‌ها، حمایت‌ها و صبوری‌هایت؛ که به راستی در همه شرایط یاری‌م‌کننده و مهربان بودی. از همه کمک‌های علمی و غیر علمی که عاشقانه در انجام این تحقیق به من داشتی سپاسگزارم. که اگر هم فکری‌ها و کمک‌هایی نبود، این تحقیق، این کوزه به ثمر نمی‌رسید. عزیزم، به خاطر همه چیز سپاسگزارم.

و سپاس از برادرانم، همه خانواده و دوستانم به خاطر همه محبت‌ها، کمک‌ها، تشویق‌ها و دلگرمی‌های صمیمانه‌شان...

چکیده

اتاق‌های عمل بخش بزرگی از هزینه‌های یک بیمارستان و از سوی دیگر بخش عظیمی از درآمد آن را تشکیل می‌دهند. برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق‌های عمل، نقش بسزایی در افزایش کارایی اتاق‌های عمل در بیمارستان‌ها و در نتیجه افزایش نرخ خدمت‌رسانی به بیماران دارد. به علت وجود عدم قطعیت‌های مختلف در فعالیت‌های این بخش، این مسئله می‌تواند بسیار چالش برانگیز باشد.

در این تحقیق، مسئله زمان‌بندی روزانه عمل‌های جراحی در حالت داشتن منابع چندگانه و با در نظر گرفتن احتمالی بودن مدت زمان عمل‌های جراحی مورد بررسی قرار گرفته است. دو مدل برنامه‌ریزی احتمالی عدد صحیح دو مرحله‌ای با مفروضات مختلف، به نام‌های $SORS-I$ و $SORS-II$ با هدف کمینه کردن کل هزینه مورد انتظار شامل هزینه زمان‌های بیکاری اتاق عمل و زمان‌های اضافه کاری ارائه شده است. با استفاده از این مدل‌ها، تخصیص روزانه منابعی شامل اتاق‌های عمل، جراحان و کمک جراحان به عمل‌های جراحی و همچنین توالی عمل‌های جراحی در هر اتاق عمل و هر جراح انجام می‌شود.

در نظر گرفتن محدودیت‌های منابعی مانند موجودی تجهیزات و تعداد تکنسین‌ها و سایر محدودیت‌های دنیای واقعی، مهمترین ویژگی‌های مدل پیشنهادی است. این محدودیت‌ها زمان شروع عمل‌ها در چندین اتاق عمل را به هم مرتبط کرده و اندازه و پیچیدگی مدل مرحله دوم را افزایش می‌دهند. این مدل‌ها، همچنین با در نظر گرفتن برنامه آموزشی دانشجویان پزشکی و محدودیت‌های واقعی مشاهده شده در بیمارستان‌های آموزشی - درمانی برای استفاده در این بیمارستان‌ها نیز تحت نام مدل $SORS-TH$ توسعه داده شده‌اند.

در این رساله، روش نوینی برای حل مدل‌های احتمالی پیشنهادی ارائه شده است. این روش بر اساس الگوریتم $L-shaped$ توسعه داده شده و از نامعادلات معتبر برای حل مدل‌های احتمالی دو مرحله‌ای برای افزایش کارایی الگوریتم پیشنهادی استفاده شده است.

داده‌های واقعی جمع‌آوری شده از بیمارستان آموزشی - درمانی شهید هاشمی‌نژاد، برای ارزیابی مدل و الگوریتم پیشنهادی و تأثیر بکارگیری آن در عمل بکار رفته‌اند. جواب‌های مدل‌های احتمالی $SORS-I$ و $SORS-II$ با جواب‌های مسئله مقدار میانگین در نمونه‌های بسیاری مقایسه شده‌اند. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهند که در بیش از ۵۰٪ از نمونه مسایل حل شده، مقدار ارزش جواب احتمالی، VSS^1 ، بیش از ۸۰٪ است که نشان دهنده کارایی بالای روش پیشنهادی است. همچنین زمان‌بندی بدست آمده از مدل $SORS-TH$ با زمان‌بندی واقعی بیمارستان پس از یکسان کردن شرایط در تعدادی مسئله واقعی مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج این آزمایش‌ها نشان دهنده کاهش چشمگیر زمان بیکاری و اضافه کاری اتاق‌های عمل در زمان‌بندی بدست آمده از مدل $SORS-TH$ است که نشان دهنده ارزش بکارگیری مدل احتمالی در عمل است. آنالیز حساسیت مدل روی پارامترهای ضرایب هزینه نشان می‌دهد که به ازای همه ترکیبات مختلف ضرایب هزینه، جواب مدل احتمالی نسبت به مسئله مقدار میانگین به میزان قابل توجهی بهتر است.

کلید واژه: زمان‌بندی و برنامه‌ریزی اتاق عمل، زمان‌بندی عمل‌های جراحی، برنامه‌ریزی احتمالی

¹ Stochastic Operating Room Scheduling

² Value of Stochastic Solution

۱- فصل اول: دیباچه و آشنایی با پژوهش.....	۱
۱-۱- سرآغاز فصل نخست.....	۱
۲-۱- تعاریف و اصلاحات پایه.....	۶
۳-۱- تعریف مسئله و بیان موضوع پژوهش.....	۷
۴-۱- سؤال‌های پژوهش.....	۸
۵-۱- اهداف پژوهش.....	۸
۶-۱- ضرورت‌ها و لزوم پژوهش.....	۹
۷-۱- کاربردهای متصور و مورد انتظار.....	۱۰
۸-۱- مروری کلی بر روش‌شناسی پژوهش.....	۱۰
۹-۱- ساختار کلی رساله.....	۱۲
۱۰-۱- سرانجام فصل نخست.....	۱۲
۲- فصل دوم: بررسی پیشینه پژوهش.....	۱۳
۱-۲- سرآغاز فصل دوم.....	۱۳
۲-۲- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل.....	۱۳
۳-۲- ادبیات موضوع مسایل زمان‌بندی مرتبط.....	۱۸
۴-۲- ادبیات موضوع برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل.....	۲۲
۵-۲- مرور ادبیات زمان‌بندی و برنامه‌ریزی اتاق عمل در حالت احتمالی.....	۲۵
۱-۵-۲- برنامه‌ریزی عمل‌های جراحی.....	۲۵
۲-۵-۲- زمان‌بندی عمل‌های جراحی.....	۲۸
۶-۲- سرانجام فصل دوم.....	۴۹
۳- فصل سوم: برنامه‌ریزی احتمالی.....	۵۰
۱-۳- سرآغاز فصل سوم.....	۵۰
۲-۳- انواع مدل‌های برنامه‌ریزی احتمالی.....	۵۰
۱-۲-۳- مسایل با محدودیت‌های احتمالی.....	۵۰
۲-۲-۳- مسایل برنامه‌ریزی احتمالی بازنگر.....	۵۱
۳-۳- برنامه‌ریزی احتمالی دو مرحله‌ای.....	۵۱
۴-۳- روش‌های حل مدل‌های احتمالی.....	۵۳
۵-۳- الگوریتم L-shaped.....	۵۵
۶-۳- گام‌های الگوریتم L-shaped.....	۵۸
۷-۳- برنامه‌ریزی احتمالی عدد صحیح.....	۶۱
۸-۳- سرانجام فصل سوم.....	۶۳
۴- فصل چهارم: تعریف مسئله و مدل‌سازی ریاضی.....	۶۴
۱-۴- سرآغاز فصل چهارم.....	۶۴
۲-۴- تعریف مسئله.....	۶۴
۳-۴- مدل‌سازی ریاضی.....	۷۲
۱-۳-۴- مدل‌های ریاضی پایه.....	۷۳
۲-۳-۴- نمادها.....	۷۶

۷۸	..... مدل پیشنهادی SORS-I -۳-۳-۴
۸۲	..... مدل پیشنهادی SORS-II -۴-۳-۴
۸۵	..... مدل پیشنهادی SORS-TH - برای بیمارستان‌های آموزشی- درمانی -۴-۴
۸۸	..... سرانجام فصل چهارم -۵-۴
۸۹	..... فصل پنجم: روش حل پیشنهادی -۵
۸۹	..... ۱-۵- سرآغاز فصل پنجم
۸۹	..... ۲-۵- روش حل پیشنهادی
۹۰	..... ۱-۲-۵- تبدیل مدل مرحله دوم MIP به مدل LP
۹۵	..... ۲-۲-۵- الگوریتم پیشنهادی
۹۶	..... ۳-۵- افزایش کارایی الگوریتم پیشنهادی با استفاده از نامعادلات معتبر
۱۰۱	..... ۴-۵- تغییرات لازم در روش پیشنهادی برای حل مدل SORS-II
۱۰۳	..... ۵-۵- تغییرات لازم در روش پیشنهادی برای حل مدل SORS-TH
۱۰۴	..... ۶-۵- سرانجام فصل پنجم
۱۰۵	..... فصل ششم: محاسبات، مقایسات و تحلیل نتایج -۶
۱۰۵	..... ۱-۶- سرآغاز فصل ششم
۱۰۵	..... ۲-۶- بیمارستان هاشمی‌نژاد
۱۰۷	..... ۳-۶- اطلاعات و داده‌های ورودی مسئله
۱۱۰	..... ۴-۶- تولید و کاهش سناریوها
۱۱۴	..... ۵-۶- پیاده‌سازی و تحلیل نتایج
۱۲۲	..... ۶-۶- آنالیز حساسیت روی ضرایب هزینه
۱۲۴	..... ۷-۶- سرانجام فصل ششم
۱۲۵	..... فصل هفتم: سرانجام پژوهش و گشایش افق‌های نو -۷
۱۲۵	..... ۱-۷- سرآغاز فصل پایان
۱۲۵	..... ۲-۷- مروری بر فصل‌های گذشته
۱۲۷	..... ۳-۷- دستاوردهای پژوهش
۱۲۸	..... ۴-۷- نوآوری‌های پژوهش
۱۲۹	..... ۵-۷- چگونگی و ساز و کارهای به‌کارگیری و پیاده‌سازی نتایج
۱۲۹	..... ۶-۷- فراز و فرودهای مسیر پژوهش
۱۲۹	..... ۷-۷- تبیین و توجیه افق‌های پژوهش و مباحث مطالعاتی پیشنهادی
۱۳۰	..... ۸-۷- سرانجام فصل پایان
۱۳۱	..... مراجع
۱۴۰	..... پیوست ۱- مدل‌های پایه
۱۴۷	..... پیوست ۲- نمونه فرم ICR طراحی شده برای دریافت برخی پارامترهای مورد نیاز پژوهش
۱۴۸	..... پیوست ۳- فهرست اصطلاحات فارسی به انگلیسی
۱۵۲	..... پیوست ۴- فهرست اصطلاحات انگلیسی به فارسی

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- هزینه‌های بهداشت و درمان در چند کشور جهان..... ۲
- شکل ۱-۲- روند هزینه‌های بهداشت و درمان به ازای هر نفر در کشورهای عضو سازمان اقتصادی همکاری و توسعه..... ۲
- شکل ۱-۳- روند سرانه بهداشت در ایران..... ۳
- شکل ۱-۴- روند صعودی تعداد مقالات در زمینه زمان‌بندی و برنامه‌ریزی اتاق عمل..... ۹
- شکل ۱-۵- فرآیند تحقیق در عملیات..... ۱۰
- شکل ۲-۱- چارچوب برنامه‌ریزی بیمارستان و کنترل آن..... ۱۵
- شکل ۲-۲- مسیر حرکت بیماران مختلف..... ۱۸
- شکل ۲-۳- نگار داده‌ی مرور ادبیات برنامه‌ریزی و زمان‌بندی عمل‌های جراحی در حالت احتمالی..... ۴۸
- شکل ۴-۱- فرآیند حرکت بیمار از بخش به اتاق عمل و بازگشت به بخش بعد از عمل..... ۶۸
- شکل ۴-۲- نمودار ارتباط زمانی عمل‌ها قبل و پس از شکستن مدت زمان عمل جراحی به دو فاز..... ۷۰
- شکل ۵-۱- ارتباط متغیرهای $f_{i,p}$ و $q_{i,p}$ و $\gamma_{i,p}$ با زمان‌های شروع و پایان هر عمل..... ۹۰
- شکل ۵-۲- الگوریتم پیشنهادی..... ۱۰۰
- شکل ۶-۱- توزیع مدت زمان دو عمل جراحی مختلف..... ۱۰۹
- شکل ۶-۲- فرآیند تولید و کاهش سناریوها..... ۱۱۱
- شکل ۶-۳- ارتباط زمان هر تکرار از الگوریتم با تعداد سناریوها..... ۱۱۳
- شکل ۶-۴- نتایج ارزیابی جواب مدل احتمالی به ازای تعداد سناریوهای مختلف..... ۱۱۳
- شکل ۶-۵- نمودار فراوانی VSS در نمونه مسایل حل شده..... ۱۱۷
- شکل ۶-۶- مقایسه نتایج برنامه زمان‌بندی واقعی بیمارستان و برنامه زمان‌بندی احتمالی..... ۱۲۱
- شکل ۶-۷- مقایسه نتایج مدل احتمالی و مدل قطعی مقدار میانگین با ضرایب هزینه مختلف..... ۱۲۳

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- تعدادی از مراکز و گروه‌های تحقیقاتی پژوهش عملیاتی در بهداشت و درمان ۴
- جدول ۱-۲- مرور ادبیات برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل در حالت احتمالی ۲۷
- جدول ۲-۲- مقایسه مقالات مرتبط ۴۶
- جدول ۱-۴- مشخصات هر یک از مدل‌های ارائه شده ۷۱
- جدول ۲-۴- مدل‌های پایه ۷۴
- جدول ۳-۴- مقایسه مدل‌های پایه ۷۵
- جدول ۱-۶- نتایج ارزیابی تعداد سناریوهای مختلف ۱۱۲
- جدول ۲-۶- نتایج آزمایش‌های عددی مدل SORS-I در ۳۰ نمونه مسئله ۱۱۵
- جدول ۳-۶- نتایج آزمایش‌های عددی مدل SORS-II ۱۱۷
- جدول ۴-۶- مقایسه نتایج مدل SORS-TH با برنامه زمان‌بندی واقعی بیمارستان ۱۱۹
- جدول ۵-۶- تفاوت نتایج زمان‌بندی واقعی بیمارستان با زمان‌های شروع و پایان واقعی عمل‌ها پس از بهینه کردن آنها ۱۲۰
- جدول ۶-۶- مقایسه زمان‌های بیکاری و اضافه کاری در برنامه واقعی بیمارستان و مدل احتمالی ۱۲۱
- جدول ۷-۶- نتایج آنالیز حساسیت ضرایب هزینه ۱۲۲
- جدول ۸-۶- مقایسه نتایج آنالیز حساسیت ضرایب هزینه ۱۲۳

۱- فصل اول: دیباچه و آشنایی با پژوهش

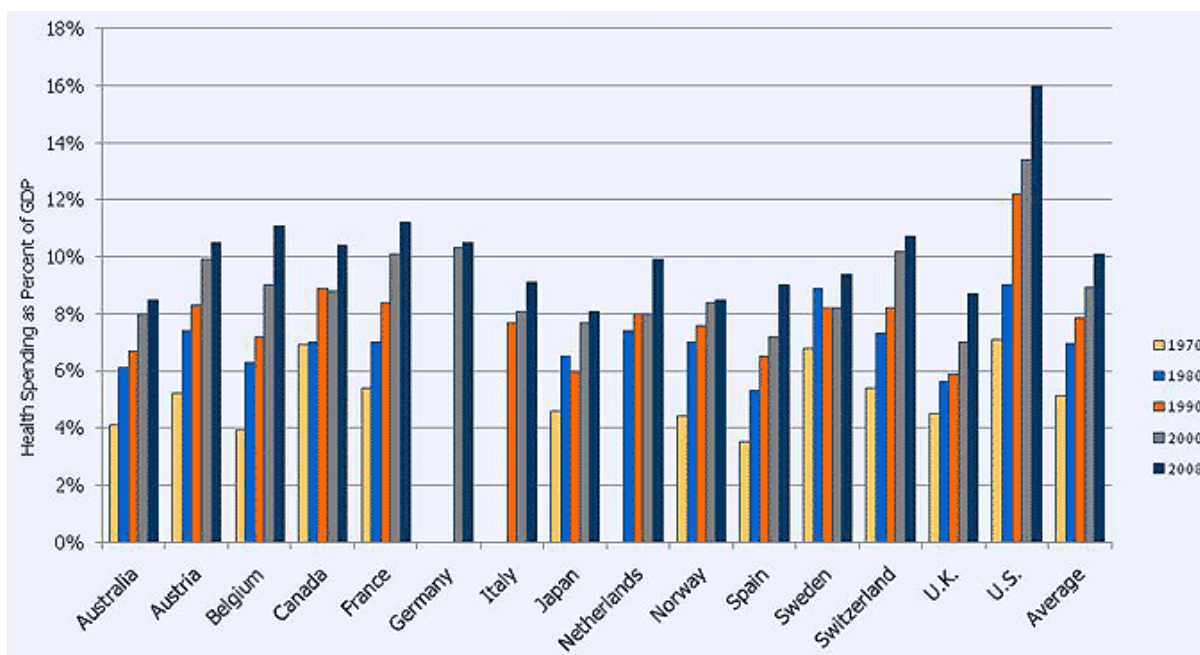
۱-۱- سرآغاز فصل نخست

بهداشت و سلامت از دیر باز به عنوان یکی از اشکال توسعه انسانی مطرح بوده ولی تنها در دهه‌های اخیر موجی از مطالعات تجربی روی اثر سلامت به‌عنوان شاخصی از توسعه انسانی، بر رشد اقتصادی در ادبیات رشد به راه افتاده است. برخی از مطالعات اخیر از جمله مارتین (۲۰۰۴)، ریورا و کوراییس (۲۰۰۵) و هوفر و میلر (۲۰۰۴)، نشان داده‌اند که نقش سلامت و بهداشت در رشد اقتصادی کمتر از آموزش نبوده است (احمدی و محمدزاده ۱۳۹۰).

اقتصاددانان، سلامت را به عنوان یک کالای اقتصادی در نظر می‌گیرند و نشان داده‌اند که تقاضا برای خدمات سلامت از تقاضا برای سلامت ناشی می‌شود. بنابراین در سال‌های اخیر، میزان سرمایه‌گذاری و هزینه در بخش سلامت، مورد توجه سیاست‌گذاران و دولت‌مردان جوامع مختلف قرار گرفته است و آثار، میزان و نوع این هزینه‌ها از طرف جامعه علمی کشورها بارها تحقیق و بررسی شده است. در بسیاری از این تحقیقات و پژوهش‌ها، آثار مثبت بالا بردن سهم هزینه‌های بهداشتی در جوامع اثبات شده است.

هزینه‌های بهداشت و درمان بخش عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی (GDP) را در کشورهای توسعه یافته تشکیل می‌دهند. با توجه به آمار بدست آمده توسط سازمان اقتصادی همکاری و توسعه ($OECD$ ^۳) که برآمده از کشورهای توسعه یافته است، میزان هزینه صرف شده بر روی بهداشت و درمان در کشورهای شرکت‌کننده در این سازمان در سال ۲۰۰۸، به طور میانگین ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی این کشورها بوده است و این هزینه روندی رو به رشد داشته است (شکل ۱-۱).

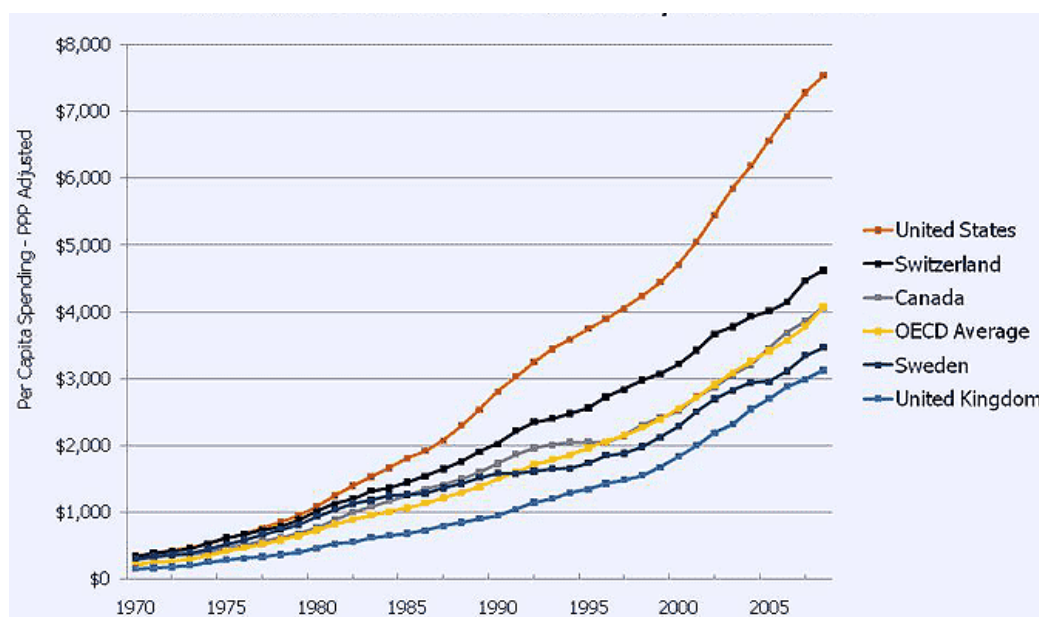
³ Organisation for Economic Co-operation and Development



مأخذ: (OECD 2010)

شکل ۱-۱- هزینه های بهداشت و درمان در چند کشور جهان

شدت این رشد به گونه‌ای بوده است که سرانه هزینه‌های بهداشت و درمان در ایالات متحده آمریکا از کمتر از ۵۰۰ دلار در سال ۱۹۷۰ به بیش از ۷۰۰۰ دلار در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است (OECD, 2010). این روند رشد در سایر کشورهای توسعه یافته نیز وجود دارد (شکل ۲-۱). با وجود سهم بالای هزینه‌های بهداشت و درمان در کشورهای توسعه یافته، این کشورها برنامه‌های افزایشی این سهم را برای سال‌های آتی دارند (احمدی و محمدزاده ۱۳۹۰).

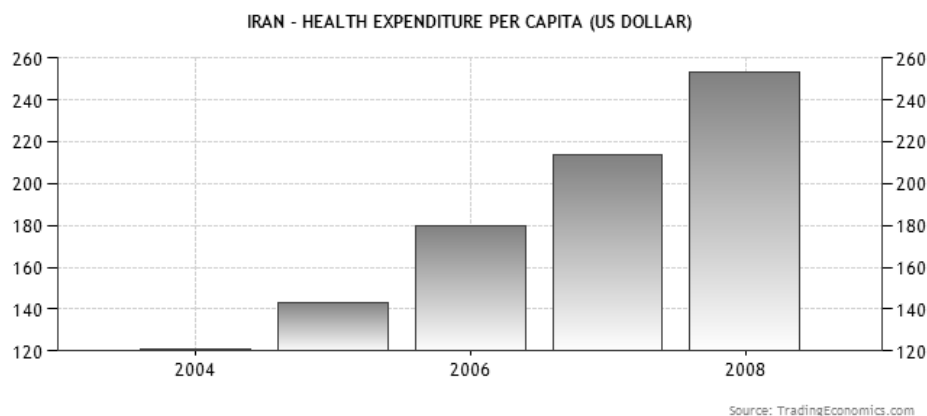


مأخذ: (OECD 2010)

شکل ۲-۱- روند هزینه های بهداشت و درمان به ازای هر نفر در کشورهای عضو سازمان اقتصادی همکاری و توسعه

سهم هزینه‌های سلامت از تولید ناخالص ملی در گروه کشورهای شمال آفریقا و خاورمیانه (MENA^۴) نسبت به کشورهای OECD کمتر است و این موضوع نشان می‌دهد که میزان اهمیت سلامت نیروی انسانی در جامعه با سطح توسعه یافتگی کشورها افزایش می‌یابد. به گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۹، هزینه بخش بهداشت و درمان در کشورهای MENA حدود ۴,۳٪ از GDP بوده است که این میزان نسبت به کشورهای در حال توسعه مانند آمریکا (۱۶,۲٪) و کانادا (۱۰,۹٪) بسیار کمتر است (WHO, 2011).

هزینه‌های بهداشت و درمان در ایران در سال ۲۰۰۸ حدود ۶,۴٪ از GDP را تشکیل داده است. سرانه هزینه‌های بهداشت و درمان در ایران نیز روند صعودی داشته و از حدود ۱۴۰ دلار در سال ۲۰۰۵ به بیش از ۲۵۰ دلار در سال ۲۰۰۸ رسیده است (شکل ۱-۳).



مأخذ: TradingEconomics.com

شکل ۱-۳- روند سرانه بهداشت در ایران

سهم بالای هزینه‌های بهداشت و درمان و افزایش مداوم آن در سال‌های اخیر، بهداشت و درمان را به یکی از مسایل جدی دولت‌های توسعه یافته و در حال توسعه تبدیل نموده است. از آنجا که بهبود کیفیت خدمات بخش سلامت به نوبه خود می‌تواند باعث بهبود روند رشد اقتصادی شود، لازم است برنامه‌ریزی برای افزایش بهره‌وری نظام‌های بهداشت و درمان مورد توجه دولت‌های مختلف قرار گیرد. این موضوع سبب افزایش تلاش‌های محققین علوم مدیریت، بهینه‌یابی و تصمیم‌گیری در این حوزه شده است.

مسایل بهینه‌یابی در حوزه بهداشت و درمان در سه دهه اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است و به دنبال آن پژوهش عملیاتی (OR^۵) به عنوان یکی از ابزارهای موثر تصمیم‌گیری مورد توجه بسیاری از محققین حوزه‌ی سلامت واقع شده

⁴ Middle East and North Africa

⁵ Operations Research

است. این امر سبب شکل‌گیری گروه‌های مختلف تحقیقاتی، انتشار کتاب‌ها و مقالات متعدد در این حوزه شده است. تعدادی از مراکز و گروه‌های تحقیقاتی عمده برای به‌کارگیری پژوهش عملیاتی در بهداشت و درمان در جدول ۱-۱، اشاره شده‌اند (Rais and Viana, 2010).

جدول ۱-۱- تعدادی از مراکز و گروه‌های تحقیقاتی پژوهش عملیاتی در بهداشت و درمان

مراکز تحقیقاتی پژوهش عملیاتی در بهداشت و درمان
<p>Medical Operations Research Laboratory (morLAB), University of Toronto, Canada Center of Excellence in Mathematical Sciences (MITACS), University of British Columbia, Canada Center for O.R. in Medicine and HealthCare at GeorgiaTech, GeorgiaTech, USA Centre for Operational Research and Applied Statistics, University of Salford, UK Health Management Consortium, McGill University, Canada Operations Research Manhattan, Cornell University, USA Health Policy Institute, Boston University, USA Regenstrief Center for Healthcare Engineering, Purdue University, USA Centre for Research in Healthcare Engineering, University of Toronto, Canada Operations Research for Improved Cancer Care, University of British Columbia, Canada Center for Health Care Management, University of British Columbia, Canada Health Systems Research Center, University of Lancaster, UK</p>
گروه‌های تحقیقاتی در زمینه بهداشت و درمان در داخل انجمن‌های پژوهش عملیاتی
<p>INFORMS Health Applications Section EURO Working Group on OR in Computational Biology, Bioinformatics and Medicine EURO working group on OR applied to health services Health and Social Services, The OR Society of UK</p>

مأخذ: (Rais and Viana, 2010)

یکی از کاربردهای اصلی پژوهش عملیاتی در مدیریت نظام‌های سلامت، بهبود مکانیزم تخصیص منابع است. برنامه‌ریزی بلندمدت توسعه نظام سلامت، بودجه‌ریزی سالانه و انواع کاربردهای زمان‌بندی در بیمارستان‌ها، از جمله کاربردهای پژوهش عملیاتی در سطوح استراتژیک (بلند مدت)، تاکتیکال (میان مدت) و تکنیکال (کوتاه مدت) در حوزه سلامت هستند.

برخی مسایل تکنیکال حوزه سلامت، مانند مسایل زمان‌بندی پرسنل بیمارستان، زمان‌بندی عمل‌های جراحی در اتاق‌های عمل و مشابه آن‌ها دارای پیچیدگی بسیار زیادی هستند. از طرف دیگر این مسایل به صورت مستقیم بر کارآیی و اثربخشی نظام بهداشت و درمان، رضایت بیماران و اثربخشی فعالیت پرسنل در بیمارستان‌ها اثرگذارند. این امر سبب شده است تا محققین متعددی به بررسی این مسایل و کاربردی کردن پژوهش عملیاتی در محیط عملیاتی پردازند.

در حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد پذیرش‌های بیمارستانی برای انجام عمل‌های جراحی صورت می‌گیرد (Hans and Nieberg, 2007). اتاق‌های عمل، ارتباط نزدیکی با سایر دپارتمان‌های بیمارستان داشته و بهبود کارایی آن علاوه بر افزایش نرخ خدمت‌رسانی به بیماران و افزایش رضایت آنها، تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه و افزایش کارایی بیمارستان خواهد داشت. در یک جمله می‌توان گفت اتاق عمل، قلب بیمارستان و مرکز اصلی هزینه و درآمد آن است. کوچکترین بهبود در کارایی اتاق عمل علاوه بر آن که می‌تواند منجر به نجات جان انسان‌های بیشتر شود، صرفه‌جویی مالی و مزایای اجتماعی متعددی را به همراه دارد. زمان‌بندی مناسب عمل‌ها در اتاق‌های عمل با توجه به منابع در دسترس آن، یکی از روش‌هایی است که می‌تواند افزایش کارایی اتاق عمل را، بدون افزایش در منابع سخت‌افزاری مورد نیاز آن، در پی داشته باشد.

زمان‌بندی مناسب عمل‌های جراحی در اتاق عمل می‌تواند منجر به کاهش زمان بیکاری منابع، هزینه‌های اضافه کاری پرسنل (جراحان، پرستاران، متخصصین بیهوشی و...) و هزینه‌های ثابت تجهیزات و وسایل اتاق عمل شود. در کنار این دست‌آوردها، زمان‌بندی مناسب با کاهش زمان انتظار بیماران برای دریافت خدمت و افزایش سرعت خدمت‌رسانی به بیماران اورژانسی، سطح سرویس بالاتری را برای بیماران به ارمغان خواهد آورد.

زمان‌بندی اتاق‌های عمل به دو دلیل مسئله‌ای چالشی است: (۱) مسئله تخصیص منابع (اتاق‌های عمل، جراح و...) به کارها (عمل‌های جراحی) و تعیین توالی آنها، یک مسئله بهینه‌یابی ترکیبی است. (۲) عدم قطعیت‌های مهمی در بسیاری از فعالیت‌های این بخش مانند مدت زمان هر عمل جراحی، وجود دارد (Denton et al., 2009).

وجود عدم قطعیت‌های مختلف در زمان‌بندی اتاق عمل مانند احتمالی بودن مدت زمان عمل‌های جراحی، ورود تصادفی بیماران اورژانسی، احتمال از دسترس خارج شدن وسایل و تجهیزات، احتمال عدم حضور به موقع جراح، بیمار و تکنسین‌ها برای انجام عمل جراحی، این مسئله را به یکی از مسایل پرچالش در حوزه برنامه‌ریزی احتمالی تبدیل می‌کند. در این تحقیق به مسئله زمان‌بندی عمل‌های جراحی با داشتن چندین اتاق عمل در حالت احتمالی بودن مدت زمان عمل‌های جراحی پرداخته می‌شود. در ادامه این فصل ابتدا به بیان اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در زمینه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل پرداخته و سپس به تعریف مختصری از مسئله پژوهش می‌پردازیم. سؤال‌ها، اهداف، ضرورت پژوهش و روش تحقیق نیز در قسمت‌های بعدی اشاره خواهند شد.

۱-۲- تعاریف و اصلاحات پایه

با توجه به استفاده مکرر از اصطلاحات رایج در خصوص برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اتاق عمل در طول این رساله، در این قسمت به بیان و توضیح مختصر هر یک از این موارد می‌پردازیم.

- بیمار سرپایی^۶: این نوع بیمار بعد از عمل جراحی نیاز به بستری شدن ندارد و بیمارستان را ترک می‌کند.
- بیمار بستری^۷: به بیماری گفته می‌شود که بعد از عمل جراحی به حداقل یک شب بستری در بیمارستان نیاز دارد.
- بیمار اورژانسی^۸: بیمارانی هستند که باید فوراً و بدون هیچ تاخیری درمان شوند.
- بیمار ضروری^۹: بیمارانی که باید سریعاً درمان شوند اما وضعیت آنها به اندازه بیماران اورژانسی وخیم نیست و درمان آنها می‌تواند برای مدت زمان محدودی به تأخیر افتد.
- بیمار انتخابی^{۱۰}: شامل بیماران سرپایی و بستری می‌باشد.
- بیمار غیرانتخابی: شامل بیماران اورژانسی و ضروری می‌باشد.
- اتاق ریکاوری یا بهبودی (^{۱۱}PACU): اتاقی است که بیمار بعد از عمل جراحی برای طی کردن دوره بیهوشی به آن منتقل می‌شود.
- اتاق مراقبت‌های ویژه^{۱۲} (آی. سی. یو): اتاقی است که دارای دستگاه‌ها و تجهیزات مجهز است و بیمارانی که بعد از عمل، وضعیت مساعدی ندارند و باید تحت مراقبت‌های ویژه قرار گیرند به آن منتقل می‌شوند.
- تالار جراحی^{۱۳}: به مجموعه اتاق‌های عمل و اتاق ریکاوری گفته می‌شود.
- اتاق انتظار: محل انتظار بیماران قبل از ورود به اتاق عمل است که معمولاً در داخل تالار جراحی قرار دارد.
- رزیدنت^{۱۴}: دانشجوی دوره تخصص پزشکی

⁶ outpatient

⁷ inpatient

⁸ emergency

⁹ urgent

¹⁰ elective

¹¹ post-anesthesia care unit

¹² Intensive Care Unit (I. C. U)

¹³ Operating Theatre

¹⁴ Resident

- فلو شیب^{۱۵}: دانشجوی دوره فوق تخصص پزشکی
- چیف رزیدنت^{۱۶}: سرپرست دانشجویان دوره تخصص (رزیدنت‌ها)
- استاد^{۱۷}: جراحی است که بر انجام عمل‌های جراحی آموزشی توسط دانشجویان پزشکی نظارت دارد.

۱-۳- تعریف مسئله و بیان موضوع پژوهش

زمان‌بندی به صورت تعیین توالی و زمان انجام فعالیت‌ها روی یک یا چند منبع به صورت سری یا موازی تعریف می‌شود. در زمان‌بندی عمل‌های جراحی، تخصیص منابع (اتاق‌های عمل، جراحان، تجهیزات و...) به بیماران، توالی و زمان‌بندی عمل‌های جراحی بگونه‌ای انجام می‌شود که با توجه به محدودیت‌های موجود، اهدافی چون افزایش بهره‌وری اتاق‌های عمل، کاهش زمان بیکاری و اضافه کاری منابع، برآورده شود.

در رساله حاضر، مسئله زمان‌بندی روزانه عمل‌های جراحی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مسئله به تخصیص اتاق‌های عمل، جراح و در صورت لزوم کمک جراح به بیماران و تعیین توالی آنها روی این منابع با اهداف کمینه کردن کل هزینه زمان‌های بیکاری و اضافه کاری اتاق‌های عمل، پرداخته می‌شود. تخصیص عمل‌های جراحی به جراحان، در بیمارستان‌های دولتی که جراحان لیست از پیش تعیین شده‌ای از عمل‌های جراحی خود ندارند و یا در مراکز آموزشی که عمل‌های جراحی توسط دانشجویان تخصص (رزیدنت‌ها) و یا دانشجویان فوق تخصص (فلوشیپ‌ها) تحت نظارت اساتید مربوطه انجام می‌شود، کاربرد دارد. در این مسئله، علاوه بر محدودیت‌های اصلی زمان‌بندی، محدودیت‌هایی مانند محدودیت ظرفیت تجهیزات، محدودیت تعداد تکنسین، حضور جراحان و اساتید، اولویت بیماران و محدودیت پیشگیری از بیماری‌های عفونی نیز در نظر گرفته می‌شوند.

به علت ویژگی‌های خاص هر عمل جراحی، وضعیت متفاوت بیماران و سرعت متفاوت جراحان در انجام عمل، پیش‌بینی مدت زمان عمل جراحی به صورت قطعی امکان‌پذیر نیست. در این پژوهش برآنیم تا مدلی برای زمان‌بندی عمل‌های جراحی با در نظر گرفتن احتمالی بودن مدت زمان عمل‌ها ارائه داده و آن را برای به‌کارگیری در بیمارستان‌های آموزشی-درمانی توسعه دهیم. در این مدل، ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های واقعی اتاق‌های عمل، مدت زمان انجام عمل‌های جراحی به صورت احتمالی فرض می‌شود. حیطة زمان‌بندی مفروض، زمان ورود بیمار به تالار جراحی تا

¹⁵ Fellow Ship

¹⁶ Chief Resident

¹⁷ Attend