



ترکیب اطلاعات، رویکردی نوین جهت تصمیم گیری

در

زمین شناسی، مهندسی معدن و نفت

تألیف:

بهزاد تخمچی، دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شاهرود

محمد لطفی، دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شاهرود، مدرس دانشگاه

حمید صیفی، دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شاهرود و کارشناس ارشد وزارت نفت

مریم سادات حسینی، کارشناس ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود

پاییز ۱۳۹۵

عنوان و نام پدیدآور	ترکیب اطلاعات، رویکردی نوین جهت تصمیم‌گیری در زمین‌شناسی، مهندسی معدن و نفت / تألیف بهزاد تخم‌چی... [و دیگران]
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	۸۰۸ ص
شابک	978-964-463-656-1
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: تألیف بهزاد تخم‌چی، محمد لطفی، حمید صیفی، مریم سادات حسینی
موضوع	: ترکیب اطلاعات چندحسگری
موضوع	Multisensor data fusion
موضوع	: سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری
موضوع	Decision support systems
موضوع	: زمین‌شناسی -- داده‌پردازی
موضوع	Geology - - Data processing
شناسه افزوده	: تخم‌چی، بهزاد، ۱۳۵۲
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده‌بندی کنگره	: ۴۰۵.۳۴۸ TK۷۸۷۲
رده‌بندی دیویی	: ۸۱/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۴۳۸۱۴۹

این کتاب در حاشه مورخ ۱۳۹۵/۰۳/۲۳ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	ترکیب اطلاعات، رویکردی نوین جهت تصمیم‌گیری در زمین‌شناسی، مهندسی معدن و نفت
تألیف	: بهزاد تخم‌چی، محمد لطفی، حمید صیفی، مریم سادات حسینی
ویراستار و طراح جلد	: محمد لطفی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: پاییز ۱۳۹۵
تیراژ	: ۱۵۰ نسخه
قیمت	: ۴۵۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۶۵۶-۱
	ISBN : 978-964-463-656-1

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: [www. http://publication.aut.ac.ir](http://publication.aut.ac.ir)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

پیشگفتار

ترکیب اطلاعات مفهومی نسبتاً نو است که از زمان طرح رسمی آن در مجامع علمی، چیزی در حدود نیم قرن می‌گذرد. اولین کاربرد ترکیب اطلاعات در مباحث نظامی بوده است؛ اما در حال حاضر از ترکیب اطلاعات سنجنده‌ها در شاخه‌های رباتیک، ارزیابی‌های غیرمخرب، بازشناخت الگو، علوم پزشکی، تحقیقات دفاعی و امور بازرگانی به وفور استفاده می‌شود. واقعیت این است که روش‌های ترکیب اطلاعات که به تصمیم‌گیری چندمتغیره (در فضاها یا بُعد بالا) کمک مؤثری می‌کنند، کاربردهای متنوعی در حوزه علوم‌زمین می‌توانند داشته باشند.

هدف علم ترکیب اطلاعات، مدیریت عدم قطعیت و ارتقاء صحت تصمیمات است. ابزار ترکیب اطلاعات برای رسیدن به این هدف، استفاده از اطلاعات چند سنجنده به جای اطلاعات یک سنجنده است. با توجه به اینکه داده‌های یک سنجنده، معمولاً قابلیت اعتماد بالایی نداشته و ناقص می‌شوند؛ چهارچوب اطلاعاتی ارائه‌شده توسط آنها برای شناخت یک پدیده محدودیت خواهد داشت؛ همچنین ممکن است عوامل خاصی در نتایج حاصل از یک سنجنده ایجاد خطا کنند. روش‌های تکنیکی متفاوتی را توسط سنجنده‌های مختلفی می‌توان ثبت نمود؛ لذا در داده‌ها، اصل، افزونگی اطلاعات و کامل بودن مشاهدات وجود خواهد داشت. تلفیق اطلاعات، کمک خواهد کرد که شناخت کامل‌تری نسبت به هدف موردنظر حاصل شود. به‌طور کلی استفاده از چند سنجنده مزایای زیر را خواهد داشت:

- کاهش در زمان اندازه‌گیری
- افزایش قابلیت اعتماد به نتایج
- افزونگی و کامل بودن اطلاعات
- نسبت سیگنال به نویز بزرگتر
- کاهش و مدیریت عدم قطعیت در تصمیم‌گیری‌ها
- ارائه تصویر کامل‌تری از محیط
- کاهش هزینه‌های اندازه‌گیری

در کتاب حاضر بیش از ۶۰ روش ترکیب اطلاعات در هفت بخش و ۲۱ فصل معرفی خواهد شد. پس از معرفی هر روش، حداقل یک مثال مرتبط با کاربرد آن در علوم زمین ارائه خواهد شد. این مثال‌ها کمک مؤثری به درک بهتر روش‌ها خواهند کرد.

بخش اول، کلیات، شامل دو فصل است. در فصل اول، مبانی ترکیب اطلاعات معرفی شده است. روش‌های مرسوم در فرآیند ترکیب اطلاعات و تصمیم‌گیری، همانند روش‌های مبتنی بر نظر اکثریت، اجماع و مدل‌های مشمول آنها، در فصل دوم ارائه شده‌اند.

در بخش دوم، روش‌های جایگاه‌مبنا، به‌عنوان روش‌های بنیادین مطرح در ترکیب اطلاعات، طی دو فصل معرفی شده‌اند. در این روش‌ها، محل استقرار داده‌های اطلاعاتی، مبنا یا ماتریس‌های مقایسه و تصمیم‌گیری هستند.

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله روش‌های شناخته شده و پرکاربرد مورد استفاده در تصمیم‌گیری هستند که در بخش سوم معرفی شده‌اند. این روش‌ها با وجود اختلاف تکنیکی، در نهایت در گرفتن اطلاعات کمی و کیفی گوناگون را داشته و می‌توانند در حل مسائل پیچیده مفید باشند. در فصل پنجم، کلیات تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش مجموع ساده‌ی وزنی توضیح داده شده است. این روش بر مبنا بیشترین امتیاز کسب شده، گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌کند. در فصل ششم، شباهت به گزینه‌ی ایده‌آل، معیار رتبه‌بندی است. در فصل هفتم آنالیز روش‌های ششون معرفی شده و روشی مبتنی بر حذف گزینه‌ها برای ترکیب اطلاعات معرفی می‌گردد. روش پرومته در فصل هشتم معرفی شده است که در آن ضمن تعریف تابع ارجحیت و استفاده از ماتریس‌های مقایسه‌ای، رویکردی برای تصمیم‌گیری ارائه می‌گردد. عنوان فصل نهم، تحلیل سلسله‌مراتبی است. در این روش، با در نظر گرفتن ساختار یک‌سویه برای عناصر تصمیم، نوع رابطه بین آنها بررسی و رتبه‌بندی نهائی انجام می‌شود. تصمیم این روش، تحت عنوان تحلیل شبکه‌ای، در فصل دهم مورد بحث قرار می‌گیرد که در آن، علاوه بر ساختار سلسله‌مراتبی، روابط متقابل میان تک‌تک المان‌های تصمیم سنجیده شده و بر این اساس تصمیم نهائی اتخاذ می‌گردد.

در بخش چهارم این کتاب، ساختار احتمالات شرطی به مفهوم وابستگی وقایع به رخداد یا عدم رخداد برخی عوامل، مورد بحث قرار می‌گیرد. این بخش مشتمل بر سه فصل است. در فصل یازدهم، منطق بولین و روش برازش اندیس معرفی می‌گردد. در منطق بولین، با تعریف یک ساختار دودویی و استفاده از برخی عملگرها، تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد. در روش برازش اندیس، ضمن موزون کردن اطلاعات، درجات متفاوتی از اهمیت به اطلاعات اختصاص داده شده و به این ترتیب فرآیند تصمیم‌گیری مدیریت می‌گردد. در فصل دوازدهم،

مستقیماً به مفهوم احتمالات شرطی و تئوری بیزین پرداخته می‌شود. فصل سیزدهم تحت عنوان وزن‌های نشانگر طرح‌ریزی شده است. روش وزن‌های نشانگر، با در نظر گرفتن احتمالات پیشین و پسین، به نوعی مدل لگاریتمی تئوری بیزین محسوب می‌شود. عدم قطعیت و بعضاً تعارض میان اطلاعات، در بخش پنجم و در قالب سه فصل معرفی شده است. در فصل چهاردهم به تبیین مسئله‌ی عدم قطعیت و چگونگی مدل کردن آن به وسیله‌ی روش‌های مونت کارلو و استدلال شهودی (دمپستر - شیفر) پرداخته می‌شود. در فصل پانزدهم، تئوری مجموعه‌های راف مورد بحث قرار می‌گیرد. در این تئوری، با مینا قرار دادن اطلاعات در قالب مجموعه‌ها و حذف داده‌های اضافی، فرآیند تصمیم‌گیری انجام می‌شود. در فصل شانزدهم با نام تئوری بازی، نوع ارتباطات متقابل بین داده‌ها و تعارض میان آنها، بحث قرار می‌گیرد.

در بخش ششم که شامل دو فصل مجزا است، کاربرد روش‌های بهینه‌سازی در ترکیب اطلاعات مورد بحث خواهد بود. در فصل هفدهم، روشی بسیار کارآمد، تحت عنوان متوسط‌گیری موزون مرتبط، معرفی می‌شود. در این فصل، ضمن معرفی مفهوم اطلاعات فازی، الگویی برای تجمیع ارتباطات فازی ارائه می‌شود. در فصل هجدهم، پس از آشنائی با مفاهیم بهینه‌سازی، نحوه اتخاذ تصمیم بهینه مورد بحث قرار می‌گیرد. در بخش آخر کتاب، چند روش برای محاسبه جهت ترکیب اطلاعات معرفی می‌شوند. در فصل نوزدهم، انتگرال فازی، به عنوان یکی از ابزارهای مطمئن تجمیع اطلاعات، ارائه خواهد شد. در فصل بیستم، انواع شبکه‌های عصبی و کاربردشان در ترکیب اطلاعات مورد بحث قرار می‌گیرد. در فصل آخر کتاب، به مفهوم کمترین خطا پرداخته می‌شود. موجد این روش، موجدک‌ها با محدود بودن در بازه‌ای کوچک، برای شناسایی پدیده‌های ویژگی‌مدار و استخراج اطلاعات مطلوب و ترکیب آنها، می‌توانند ابزار بسیار کارآمدی باشند. به تعبیر دیگر موجدک شبکه عصبی، آخرین الگوریتم ترکیب اطلاعات و تصمیم‌گیری این کتاب است.

آقایان مهندس مجتبی باوند سوادکوهی، سید مهدی مظهري، پدرام شهبازی و جلال نصیری و خانم‌ها مهندس عطیه مظاهری، مهرنوش علیپور و مهرنوش ابراهیم‌زاده، در نگارش فصول مختلف این کتاب همکاری داشته‌اند. از تمامی این عزیزان تشکر می‌گردد و برای ایشان موفقیت و سلامت آرزو مندیم.

بی‌تردید این کتاب خالی از نقص نیست. مؤلفان ممنون خواهند بود اگر همکاران دانشمند و محققان و دانشجویان عزیز، ایشان را از کاستی‌ها و نواقص احتمالی کتاب آگاه نمایند تا ان شاء الله در تجدید چاپ کتاب، نسبت به رفع آنها اقدام گردد.

در اقصای گیتی بگشتم بسی	به سر بردم ایام با هر کسی
تمتع به هر گوشه‌ای یافتم	ز هر خرمنی خوشه‌ای یافتم
چو پاکان ایران، خاکی نهاد	ندیدم که رحمت براین خاک باد
را گر تهی بود از آن قند دست	سخنهای شیرین‌تر از قند هست
نه قندی که مردم به صورت خورند	که ارباب معنی به کاغذ برند
رنشصد فزون بود و پنجاه و پنج	پر از در شد این نامبردار گنج
الا ای هنرمند پاکیزه خوی	هنرمند نشنیده‌ام عیب‌جوی
به دریای ادب و علم نیز هست	درخت بلند است در باغ و پست
قبا گر حریر است و گر رنجان	به ناچار خشوش بود در میان
تو گر پرنیائی زار و معسر	کرم کار فرمای و حشوم بیوش
شنیدم که در روز آمد و رفت	بدان را به نیکان ببخشد کریم
تو نیز از بدی بینیم در سخن	به خلق جهان‌آفرین کار کن

بهزاد تخم‌چی، دانشیار و عضو هیأت علمی دانشکده صنعتی شاهرود
 محمد لطفی، دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شاهرود، مدرس دانشگاه
 حمید صیفی، دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شاهرود و کارشناس ارشد وزارت نفت
 مریم سادات حسینی، کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود

فهرست مطالب (فشرده)

عنوان	تعداد صفحات	صفحه آغاز فصل
بخش اول: کلیات	۵۸	۱
فصل ۱: مبانی ترکیب اطلاعات	۲۶	۳
فصل ۲: روش‌های مرسوم تصمیم‌گیری	۳۰	۲۹
بخش دوم: روش‌های جایگاه‌مبنا در تصمیم‌گیری	۹۲	۵۹
فصل ۳: روش‌های جایگاه‌مبنا	۴۲	۶۱
فصل ۴: روش‌های توسعه‌یافته جایگاه‌مبنا	۴۸	۱۰۳
بخش سوم: تصمیم‌گیری چند معیاره	۱۷۵	۱۵۱
فصل ۵: مدل مجموع ساده وزنی	۳۶	۱۵۳
فصل ۶: شباهت به گزینه ایده‌آل	۲۲	۱۸۹
فصل ۷: انتخاب حذفی	۴۰	۲۱۱
فصل ۸: پرومته	۲۶	۲۵۱
فصل ۹: تحلیل سلسله‌مراتبی	۲۶	۲۷۷
فصل ۱۰: تحلیل شبکه‌ای	۲۳	۳۰۳
بخش چهارم: احتمالات شرطی در تصمیم‌گیری	۶۲	۳۲۵
فصل ۱۱: منطق بولین و برازش اندیس	۱۸	۳۲۷
فصل ۱۲: بیزین و احتمالات شرطی	۲۲	۴۳۵
فصل ۱۳: وزن‌های نشانگر	۲۰	۳۶۷
بخش پنجم: تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت و تعارض	۱۲۶	۳۸۷
فصل ۱۴: نحوه مدل‌کردن عدم قطعیت و دمپستر - شيفر	۴۰	۳۸۹
فصل ۱۵: تئوری مجموعه‌های راف	۳۰	۴۲۹

عنوان	تعداد صفحات	صفحه آغاز فصل
فصل ۱۶: تنوری بازی	۵۴	۴۵۹
بخش ششم: روش‌های مبتنی بر بهینه‌سازی در تصمیم‌گیری	۶۴	۵۱۳
فصل ۱۷: متوسط‌گیری موزون مرتب‌شده	۳۲	۵۱۵
فصل ۱۸: کاربرد روش‌های بهینه‌سازی در تصمیم‌گیری	۳۰	۵۴۷
بخش هفتم: روش‌های هوشمند در تصمیم‌گیری	۱۳۴	۵۷۷
فصل ۱۹: انتگرال‌گیری ریاضی	۲۸	۵۷۹
فصل ۲۰: شبکه عصبی	۳۴	۶۰۷
فصل ۲۱: موجک و شبکه عصبی	۷۰	۶۴۱
فهرست راهنما	۱۴	۷۱۱
واژه‌نامه	۵۴	۷۲۵
واژه‌نامه فارسی به انگلیسی	۲۶	۷۲۶
واژه‌نامه انگلیسی به فارسی	۱۷	۷۵۲

فهرست مطالب (مفصل)

شماره صفحه	عنوان
۱	بخش اول: کلیات
۳	فصل اول: مبانی ترکیب اطلاعات
۴	۱-۱ مقدمه
۵	۲-۱ مفهوم ترکیب اطلاعات
۶	۳-۱ مزایای استفاده از چند سنجنده
۹	۴-۱ مدیریت سنجنده‌ها
۱۰	۵-۱ مدل‌های ترکیب اطلاعات
۱۲	۶-۱ سطوح ترکیب اطلاعات
۱۴	۱-۶-۱ ترکیب در سطح سنسور (داده)
۱۴	۲-۶-۱ ترکیب در سطح قطعه روستایی
۱۴	۳-۶-۱ ترکیب در سطوح ویزی
۱۵	۴-۶-۱ ترکیب در سطح نماد (تصمیم)
۱۵	۷-۱ تقسیم‌بندی دیگری از سطوح ترکیب اطلاعات
۱۷	۸-۱ ترکیب طبقه‌بندی‌کننده‌ها
۱۹	۱-۸-۱ رویکردهای ترکیب طبقه‌بندی‌کننده‌ها
۲۰	۲-۸-۱ الگوهای ترکیب طبقه‌بندی‌کننده‌ها
۲۳	۹-۱ روش‌شناسی ترکیب اطلاعات
۲۴	۱۰-۱ تاریخچه کوتاهی از ترکیب اطلاعات
۲۵	مراجع فصل اول
۲۹	فصل دوم: روش‌های مرسوم تصمیم‌گیری
۳۰	۱-۲ روش رأی اکثریت
۳۱	۱-۱-۲ مزایای روش رأی اکثریت
۳۲	۲-۱-۲ محدودیت‌های روش رأی اکثریت
۳۳	۳-۱-۲ اکثریت دوگانه

۳۴	۴-۱-۲ اکثریت واجد شرایط
۳۴	۲-۲ اجماع
۳۵	۱-۲-۲ اجماع، جایگزینی برای روش‌های متداول تصمیم‌گیری
۳۶	۲-۲-۲ قوانین تصمیم در اجماع
۳۸	۳-۲-۲ بلوکه کردن یا دیگر انواع مخالفت در اجماع
۳۹	۴-۲-۲ مدل‌های پردازشی در اجماع
۴۳	۵-۲-۲ مثال‌هایی تاریخی از کاربرد اجماع
۴۴	۳-۲ مسئله موردی از کاربرد روش رأی اکثریت
۴۴	۱-۳-۲ ترغیب مسئله
۴۹	۲-۳-۲ رویکرد حل مسئله
۵۱	۳-۳-۲ عدالت در روش رأی اکثریت
۵۷	مراجع فصل دوم

بخش دوم: روش‌های جایگاه‌مبنا، تصمیم‌گیری

۵۹	فصل سوم: روش‌های جایگاه‌مبنا
۶۱	۱-۳ تصمیم و مفهوم آن
۶۲	۱-۱-۳ تصمیم‌گیری
۶۳	۲-۱-۳ تصمیم‌سازی
۶۹	۲-۳ مدل‌های تصمیم‌گیری
۷۰	۱-۲-۳ مدل تصمیم در شرایط مختلف اطمینان
۷۰	۱-۱-۲-۳ تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان کامل
۷۱	۲-۱-۲-۳ تصمیم‌گیری در شرایط تعارض
۷۱	۳-۱-۲-۳ تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان
۷۳	۲-۲-۳ مدل تغییرات تدریجی - جزئی
۷۴	۳-۲-۳ مدل رضایت‌بخش
۷۴	۴-۲-۳ مدل اکتشافی - ابتکاری
۷۵	۳-۳ معادله‌ی تصمیم

۷۷	۴-۳ روش شمارش بوردا
۸۵	۵-۳ روش رتبه‌بندی جایگاهی
۸۷	۶-۳ روش کندورسه
۹۰	۱-۶-۳ معما یا متناقض‌نمای کندورسه
۹۲	۲-۶-۳ قضیه‌ی عدم امکان آرو
۹۴	۷-۳ روش هیر
۹۶	۸-۳ روش کری
۹۶	۹-۳ روش کوپلند
۹۷	۱۰-۳ روش بلک
۹۹	مراجع فصل سوم
۱۰۳	فصل چهارم: روش‌های توسعه یافت جایگاه‌مبنا
۱۰۴	۱-۴ مقدمه
۱۰۶	۲-۴ روش نانسون
۱۱۳	۳-۴ روش بالدوین
۱۱۵	۴-۴ روش رز
۱۱۵	۵-۴ روش بلک
۱۱۶	۶-۴ روش کوپلند
۱۱۶	۷-۴ روش اسمال
۱۱۷	۸-۴ روش سیمپسون-کرامر
۱۲۰	۹-۴ روش مجموعه‌ی اسمیت
۱۲۲	۱۰-۴ روش رینود
۱۲۲	۱۱-۴ روش داجسون
۱۲۳	۱۲-۴ روش مجموعه‌ی شوارتز
۱۲۴	۱۳-۴ روش حذفی دوری شوارتز
۱۲۷	۱۴-۴ روش شولتز
۱۲۷	۱-۱۴-۴ روش شبه‌حذفی دوری شوارتز

۱۲۸	۴-۱۴-۲ روش مسیر غالب
۱۳۱	۴-۱۵ روش تایید من
۱۳۳	۴-۱۶ روش رگرسیون لجستیک
۱۳۶	۴-۱۶-۱ تابع توزیع گاوسی (نرمال)
۱۳۷	۴-۱۶-۲ تابع توزیع برنولی
۱۳۸	۴-۱۶-۳ تابع توزیع لجستیک
۱۴۸	مراجعه فصل چهارم

بخش سوم تصمیم گیری چندمعیاره

۱۵۳	فصل پنجم: مدل‌های ساده وزنی
۱۵۴	۵-۱ مقدمه
۱۵۵	۵-۲ مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره
۱۵۹	۵-۲-۱ تصمیم‌گیری چندمعیاره چند شاخصه (پیوسته)
۱۶۱	۵-۲-۲ تصمیم‌گیری چندمعیاره چند شاخصه (گسسته)
۱۶۱	۵-۳ مدل‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه چند شاخصه
۱۶۳	۵-۳-۱ مدل غیر جبرانی
۱۶۶	۵-۳-۲ مدل جبرانی
۱۶۹	۵-۴ وجوه اشتراکی مدل‌های چند شاخصه
۱۷۲	۵-۵ مدل مجموع وزنی ساده
۱۷۴	۵-۶ مراحل مدل مجموع وزنی ساده
۱۷۵	۵-۷ روش‌های کمی کردن و بی‌مقیاس کردن ماتریس
۱۷۵	۵-۷-۱ روش‌های کمی کردن ماتریس تصمیم‌گیری
۱۷۸	۵-۷-۲ روش‌های بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری
۱۸۰	۵-۸ مطالعه موردی از کاربرد مدل مجموع ساده وزنی در علوم زمین
۱۸۴	مراجع فصل پنجم

۱۹۰	۱-۶ مقدمه
۱۹۳	۲-۶ مفهوم شباهت به گزینه ایده آل
۱۹۵	۳-۶ آماده سازی اولیه ی اطلاعات
۱۹۹	۴-۶ حل ایده آل و غیر ایده آل
۲۰۲	۵-۶ مطالعه موردی، تصمیم گیری در خصوص انتخاب محل مناسب جهت احداث فاز جدید کارخانه فراوری در طرح توسعه
۲۰۹	مراجع فصل ششم
۲۱۱	فصل هفتم: انتخاب حذفی
۲۱۲	۱-۷ مقدمه
۲۱۳	۲-۷ مدل اکثره I
۲۲۰	۳-۷ مدل اکثره III
۲۲۶	۴-۷ روش های محاسبه اوزان شاخص
۲۳۱	۵-۷ مطالعه موردی، رتبه بندی اهداف اکثافی به روش مدل اکثره
۲۴۴	مراجع فصل هفتم
۲۵۱	فصل هشتم: پرومته
۲۵۲	۱-۸ مقدمه
۲۵۴	۲-۸ مدل پرومته (برامتی)
۲۵۵	۱-۲-۸ تعریف ساختار ترجیح
۲۵۷	۲-۲-۸ استفاده از انواع معیارهای تعمیم یافته
۲۶۰	۳-۲-۸ تعیین شاخص برتری چندمعیاره (اولویت کلی)
۲۶۱	۴-۲-۸ رتبه بندی گزینه ها بر اساس جریان های برتری
۲۶۳	۳-۸ پرومته ۱
۲۶۵	۴-۸ پرومته ۲
۲۶۵	۵-۸ مطالعه موردی، کاربرد مدل پرومته به منظور اکتشاف
۲۷۳	مراجع فصل هشتم

۲۷۷	فصل نهم: تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۷۸	۱-۹ مقدمه
۲۷۹	۲-۹ معرفی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۸۱	۳-۹ مزایای فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۸۳	۴-۹ اصول فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۸۳	۵-۹ کاربردهای مختلف فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۸۵	۶-۹ راجعاً فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۸۵	۱-۶-۹ تشکیل نمودار سلسله‌مراتبی
۲۸۷	۶-۹ تشکیل ماتریس مقایسه زوجی
۲۸۹	۳-۶-۹ محاسبه وزن ناصر
۲۸۹	۱-۳-۶-۹ محاسبه وزن نسبی
۲۹۴	۲-۳-۶-۹ محاسبه وزن نهایی
۲۹۴	۴-۶-۹ برآورد نرخ ناسازگاری
۲۹۵	۵-۶-۹ محاسبه نرخ ناسازگاری سلسله‌مراتبی
۲۹۸	۷-۹ مطالعه موردی، انتخاب بهترین روش اکتشافی، کانسار مس
۲۹۸	۱-۷-۹ رسم نمودار تحلیل سلسله‌مراتبی
۲۹۹	۲-۷-۹ محاسبه وزن عناصر در روش تحلیل سلسله‌مراتبی
۳۰۰	۳-۷-۹ محاسبه نرخ ناسازگاری
۳۰۰	۴-۷-۹ نرخ ناسازگاری سلسله‌مراتبی
۳۰۱	مراجع فصل نهم

۳۰۳	فصل دهم: تحلیل شبکه‌ای
۳۰۴	۱-۱۰ مقدمه
۳۰۵	۲-۱۰ روش تحلیل شبکه‌ای
۳۰۸	۳-۱۰ ساختار شبکه
۳۱۱	۴-۱۰ ماتریس مقایسه‌ای
۳۱۲	۵-۱۰ سوپر ماتریس اولیه

۳۱۵	۶-۱۰ ماتریس تصادفی
۳۱۵	۷-۱۰ سوپر ماتریس حد
۳۱۸	۸-۱۰ مطالعه موردی، تصمیم‌گیری در خصوص وضع تعرفه بر واردات فولاد
۳۲۳	مراجع فصل دهم

بخش چهارم: احتمالات شرطی در تصمیم‌گیری

۳۲۷	فصل یازدهم: منطق بولین و برازش اندیس
۳۲۸	۱-۱۱ منطق بولین
۳۲۹	۲-۱۱ کاربردهای منطق بولین
۳۲۹	۳-۱۱ مزایا و معایب منطق بولین
۳۳۰	۴-۱۱ اصول منطق بولین
۳۳۱	۵-۱۱ تابع و عملگرهای بولین
۳۳۱	۱-۵-۱۱ عملگر AND
۳۳۳	۲-۵-۱۱ عملگر OR
۳۳۴	۳-۵-۱۱ عملگر NOT
۳۳۴	۴-۵-۱۱ عملگر XOR
۳۳۶	۶-۱۱ کاربرد منطق بولین در حوزه علوم‌زمین
۳۳۸	۷-۱۱ روش برازش اندیس
۳۳۸	۸-۱۱ معرفی روش برازش اندیس
۳۴۰	۱-۸-۱۱ مدل‌سازی با روش برازش اندیس دوتایی
۳۴۱	۲-۸-۱۱ مدل‌سازی با روش برازش اندیس چندکلاسه
۳۴۲	۹-۱۱ مطالعه موردی، پتانسیل‌یابی به روش برازش اندیس
۳۴۳	مراجع فصل یازدهم

۳۴۶	۱-۱۲ مقدمه‌ای بر احتمالات شرطی یا تئوری احتمالات بیز
۳۴۷	۲-۱۲ مثالی از کاربرد احتمالات شرطی در تصمیم‌گیری‌های اکتشافی
۳۵۳	۳-۱۲ ترکیب اطلاعات به روش بیزین
۳۵۵	۴-۱۲ ترکیب بیزین در تشخیص بلوک کانه از باطله
۳۵۶	۵-۱۲ ترکیب بیزین در جدایش آنومالی‌های ژئوشیمیایی
۳۶۱	۶-۱۲ کاربرد ترکیب بیزین در تشخیص ژنز کانسار
۳۶۵	مراجع فصل دوازدهم

فصل سیزدهم: وزن‌های نشانگر

۳۶۷	
۳۶۸	۱-۱۳ معرفی روش وزن‌های نشانگر
۳۷۰	۲-۱۳ مبانی روش وزن‌های نشانگر
۳۷۲	۳-۱۳ ترکیب نقشه‌های شاد با استفاده از وزن‌های نشانگر
۳۷۴	۴-۱۳ آزمون‌های سنجش استدلال شاد
۳۷۸	۵-۱۳ محدودیت‌های روش وزن‌های نشانگر
۳۷۸	۶-۱۳ مطالعه موردی، کاربرد روش وزن‌های نشانگر در پتانسیل‌یابی
۳۸۴	مراجع فصل سیزدهم

بخش پنجم: تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت و تئوری

۳۸۷	
۳۸۹	فصل چهاردهم: نحوه مدل کردن عدم قطعیت و دمپستر - شیف
۳۹۰	۱-۱۴ تعریف کلی عدم قطعیت
۳۹۲	۲-۱۴ پیشینه عدم قطعیت
۳۹۲	۳-۱۴ منابع عدم قطعیت
۳۹۷	۴-۱۴ پدیده‌های غیرقطعی
۳۹۹	۵-۱۴ تئوری‌های عدم قطعیت
۴۰۱	۶-۱۴ روش کلی آنالیز عدم قطعیت
۴۰۲	۷-۱۴ گزارش عدم قطعیت
۴۰۲	۸-۱۴ نظریه استدلال شهودی دمپستر - شیف

۴۰۳	۱۴-۸-۱ مفاهیم پایه‌ای نظریه‌ی استدلال شهودی دمپستر - شیفر
۴۰۴	۱۴-۸-۲ قاعده ترکیب دمپستر - شیفر*
۴۰۷	۱۴-۸-۳ مثالی از کاربرد ترکیب دمپستر - شیفر در تشخیص ژنز
	کنسار
۴۰۹	۱۴-۹-۱ عدم قطعیت تجمیع یافته
۴۰۹	۱۴-۹-۱ محاسبه عدم قطعیت تجمیع یافته در تئوری دمپستر -
	شیفر
۴۱۱	۱۴-۱۰-۱ روش مونت کارلو
۴۱۳	۱۴-۱۰-۱ الگوریتم شبیه‌سازی مونت کارلو
۴۱۴	۱۴-۱۰-۲ مراجع اولیه برای ارزیابی عدم قطعیت به روش مونت کارلو
۴۱۸	۱۴-۱۱ اندازه شانون عدم قطعیت برای مجموعه‌های محدود
۴۲۰	۱۴-۱۲ اندازه هارتلی عدم قطعیت برای مجموعه‌های محدود
۴۲۳	مراجع فصل چهاردهم
۴۲۹	فصل پانزدهم: تئوری مجموعه‌های راف
۴۳۰	۱۵-۱ مقدمه
۴۳۵	۱۵-۲ تئوری راف
۴۴۰	۱۵-۳ دقت تقریب
۴۴۱	۱۵-۴ تعریف پذیری و تعریف ناپذیری
۴۴۲	۱۵-۴-۱ مجموعه‌ی تعریف ناپذیر درونی
۴۴۳	۱۵-۴-۲ مجموعه‌ی تعریف ناپذیر بیرونی
۴۴۳	۱۵-۴-۳ مجموعه‌ی کلاً تعریف ناپذیر
۴۴۳	۱۵-۵ کاهش و هسته
۴۴۵	۱۵-۶ وابستگی نشانگرها
۴۴۶	۱۵-۷ ماتریس تصمیم
۴۵۰	۱۵-۸ مطالعه موردی، بهینه‌سازی محل حفاری

۴۵۴

مراجع فصل شانزدهم

۴۵۹

فصل شانزدهم: تئوری بازی

۴۶۰

۱-۱۶ مقدمه

۴۶۴

۲-۱۶ تاریخچه

۴۶۵

۳-۱۶ مفهوم تئوری بازی

۴۶۸

۴-۱۶ استراتژی

۴۶۹

۵-۱۶ تعادل نش

۴۷۱

۱۰-۵-۱۶ تعادل غیررسمی تعادل نش

۴۷۲

۲-۵-۱۶ تعادل رسمی تعادل نش

۴۷۵

۶-۱۶ تعادل استراتژی برتر

۴۷۷

۷-۱۶ تعادل استراتژی برتر تکرار

۴۸۱

۸-۱۶ تقسیم‌بندی بازی‌ها

۴۸۱

۱-۸-۱۶ تقسیم‌بندی بر اساس نتایج بازی

۴۸۲

۱-۱-۸-۱۶ بازی‌های سازگار

۴۸۴

۲-۱-۸-۱۶ بازی‌های ناسازگار

۴۸۷

۲-۸-۱۶ تقسیم‌بندی بر اساس نوع حرکت بازیگران

۴۸۷

۱-۲-۸-۱۶ بازی‌های ایستا

۴۹۴

۲-۲-۸-۱۶ بازی‌های پویا

۵۰۸

مراجع فصل شانزدهم

بخش ششم: روش‌های مبتنی بر بهینه‌سازی در

۵۱۳

تصمیم‌گیری

۵۱۵

فصل هفدهم: متوسط‌گیری موزون مرتب‌شده

۵۱۶

۱-۱۷ مقدمه

۵۱۸

۲-۱۷ ارزیابی‌های زبانی و کمی‌سازان زبانی

۵۱۸	۳-۱۷ آپراتور متوسط‌گیری موزون مرتب‌شده
۵۱۹	۴-۱۷ رتبه‌بندی مجدد در OWA
۵۲۲	۵-۱۷ مکانیزم‌های خوش‌بینانه و بدبینانه وزن‌دهی در OWA
۵۲۳	۱-۵-۱۷ کاربرد مکانیزم‌های خوش‌بینانه و بدبینانه OWA در شناسایی زون‌های شکسته بر اساس چاه‌نمودارهای پتروفیزیکی
۵۳۷	۶-۱۷ کمی‌سازان زبانی
۵۴۲	۱-۶-۱۷ کاربرد کمی‌سازی زبانی در گزینش کارکنان
۵۴۶	مراجع فصل هفتم
۵۴۷	فصل هجدهم: کاربرد روش‌های بهینه‌سازی در تصمیم‌گیری
۵۴۸	۱-۱۸ کلونی مصنوعی زنبور عسل
۵۴۸	۱-۱-۱۸ جستجوی محلی در طبیعت
۵۴۹	۲-۱-۱۸ ساختار کلی الگوریتم زنبور عسل
۵۴۹	۳-۱-۱۸ بهینه‌سازی کلونی زنبورها
۵۵۲	۴-۱-۱۸ الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل (ABC)
۵۵۹	۲-۱۸ استدلال موردگرا
۵۵۹	۱-۲-۱۸ اصول کلی نظریه
۵۶۱	۲-۲-۱۸ فرآیند اجرا
۵۶۱	۳-۲-۱۸ مشابهت بر مبنای نزدیک‌ترین همسایه
۵۶۲	۳-۱۸ ترکیب طبقه‌بندی‌کننده‌ها
۵۶۶	۴-۱۸ مطالعه موردی: شناسایی زون‌های شکسته بر اساس چاه- نمودارهای پتروفیزیکی
۵۶۶	۱-۴-۱۸ رویکردهای ابتکاری اعمال‌شده به مسئله
۵۶۸	۲-۴-۱۸ مدل‌سازی مسئله با استفاده از کلونی مصنوعی زنبور عسل اصلاح‌شده
۵۷۰	۳-۴-۱۸ نتایج شناسایی زون‌های شکسته
۵۷۱	۴-۴-۱۸ نتایج طبقه‌بندی مبتنی بر کلونی مصنوعی زنبور عسل

۵۷۲	۵-۴-۱۸ نتایج طبقه‌بندی مبتنی بر هیبرید استدلال موردگرا
۵۷۲	۶-۴-۱۸ نتایج ترکیب اطلاعات ارتقاء یافته مبتنی بر کلونی مصنوعی زنبور عسل
۵۷۳	۷-۴-۱۸ نتایج ترکیب اطلاعات طبقه‌بندی کننده‌ها مبتنی بر کلونی مصنوعی زنبور عسل ارتقاء یافته
۵۷۵	مراجع فصل هجدهم

بخش هفتم: روش‌های هوشمند در تصمیم‌گیری

۵۷۷	فصل نوزدهم: انتگرال‌های فازی
۵۹۷	۱-۱۹ فازی، زی و شوشه‌یابی فازی
۵۸۰	۲-۱۹ سیستم‌های فازی ک۱ و چگونه استفاده می‌شوند
۵۸۲	۳-۱۹ تاریخچه مختصر از تئوری و کاربردهای فازی
۵۸۳	۴-۱۹ مدل‌سازی فازی
۵۸۴	۵-۱۹ کنترل کننده ممدانی
۵۸۵	۱-۵-۱۹ حوزه کاربرد کنترل کننده ممدانی
۵۸۵	۶-۱۹ مفاهیم اساسی کنترل فازی
۵۸۷	۱-۶-۱۹ توابع عضویت
۵۸۷	۱-۱-۶-۱۹ توابع عضویت مثلثی
۵۸۸	۲-۱-۶-۱۹ توابع عضویت دوزنقه‌ای
۵۸۸	۳-۱-۶-۱۹ توابع عضویت یگانه
۵۸۹	۴-۱-۶-۱۹ توابع عضویت گوسین
۵۹۰	۷-۱۹ مرحله پیاده‌سازی تنظیم کننده فازی
۵۹۰	۱-۷-۱۹ مرحله فازی‌سازی
۵۹۰	۲-۷-۱۹ مرحله استنتاج فازی‌ساز
۵۹۱	۳-۷-۱۹ مرحله غیر فازی‌سازی
۵۹۲	۸-۱۹ مقایسه کنترل فازی با کنترل کلاسیک

۵۹۲	۹-۱۹ انتگرال فازی
۵۹۶	۱۹-۹-۱ قالب‌های تصمیم
۵۹۸	۱۹-۹-۲ اطلاعات مبتنی بر عدم قطعیت
۵۹۸	۱۹-۱۰ مطالعه موردی: تفکیک زون‌های شکسته و نشکسته بر اساس چاه‌نمودارهای پتروفیزیکی
۶۰۲	۱۹-۱۰-۱ استفاده از عملگر انتگرال فازی سوگنو برای ترکیب تصمیم‌ها
۶۰۵	مراجع فصل نو هم
۶۰۷	فصل بیستم: شبکه عصبی
۶۰۸	۲۰-۱ مقدمه
۶۱۰	۲۰-۲ تاریخچه شبکه عصبی مد نوعی
۶۱۱	۲۰-۳ شبکه عصبی چندلایه مخفی
۶۱۸	۲۰-۳-۱ انواع توابع تحریک
۶۲۱	۲۰-۳-۲ فرآیند یادگیری شبکه
۶۲۲	۲۰-۳-۳ بهینه‌سازی تعداد لایه‌های میانی
۶۲۳	۲۰-۳-۴ شیوه آموزش شبکه
۶۲۳	۲۰-۳-۵ عدم قطعیت عملکرد شبکه درحالتی که ساختار شبکه MLP ثابت است
۶۲۳	۲۰-۳-۶ بهینه‌سازی نرخ یادگیری الگوریتم بهینه‌سازی
۶۲۴	۲۰-۳-۷ بهینه‌سازی تعداد نرون‌های لایه میانی
۶۲۴	۲۰-۳-۸ تعداد نرون‌های لایه خروجی
۶۲۴	۲۰-۳-۹ شرط توقف
۶۲۵	۲۰-۴ الگوریتم‌های آموزش و بهینه‌سازی شبکه
۶۲۵	۲۰-۴-۱ الگوریتم پس‌انتشار خطا (BP)
۶۲۹	۲۰-۴-۲ آموزش دسته‌ای بیشینه کاهش شیب با حرکت آنی
۶۲۹	۲۰-۴-۳ روش‌های آموزش سریع‌تر و کاراتر

- ۶۳۰ ۴-۴-۲۰ روش شیب توأم
- ۶۳۰ ۱-۴-۴-۲۰ روش شیب توأم فلتچر-ریوس
- ۶۳۱ ۲-۴-۴-۲۰ روش شیب توأم پولاک-ریبرر
- ۶۳۱ ۳-۴-۴-۲۰ روش شیب توأم آغاز مجدد پاول-بیل
- ۶۳۲ ۴-۴-۴-۲۰ روش شیب توأم مقیاس شده
- ۶۳۲ ۵-۴-۲۰ روش شبه نیوتن
- ۶۳۳ ۶-۴-۲۰ روش لونبرگ-مارکواردت
- ۶۳۴ ۷-۴-۲۰ محدودیت‌های روش پس‌انتشار خطا
- ۶۳۵ ۴-۲۰ ، تعمیم‌پذیری روش پس‌انتشار خطا
- ۶۳۶ ۱-۴-۲۰ ریف ، پس‌انتشار خطا
- ۶۳۶ ۱۰-۴-۲۰ محدودیت روش پس‌انتشار خطا
- ۶۳۷ ۵-۲۰ کاربرد شبکه عصبی در شناسایی زون‌های شکسته بر اساس
چاه‌نمودارهای پتروفیزیکی
- ۶۳۸ مراجع فصل بیستم
- ۶۴۱ فصل بیست و یکم: موجک و شبکه عصبی موجک
- ۶۴۲ ۱-۲۱ تاریخچه تبدیل موجک
- ۶۴۳ ۲-۲۱ مفاهیم اساسی در تبدیلات ریاضی
- ۶۴۴ ۳-۲۱ تبدیل فوریه
- ۶۴۷ ۴-۲۱ تبدیل فوریه زمان کوتاه
- ۶۴۸ ۵-۲۱ اصل عدم قطعیت هایزنبرگ
- ۶۵۰ ۶-۲۱ کلیات تبدیل موجک
- ۶۵۲ ۷-۲۱ شرایط تبدیل موجک
- ۶۵۳ ۸-۲۱ ساختار تبدیل موجک
- ۶۵۴ ۹-۲۱ تبدیل موجک پیوسته
- ۶۵۷ ۱-۹-۲۱ مروری بر موجک کلاه مکزیکی
- ۶۵۸ ۱-۱-۹-۲۱ ویژگی‌های موجک کلاه مکزیکی

- ۶۵۸ ۲۱-۹-۱-۲ طیف انرژی موجک کلاه مکزیکی
- ۶۶۳ ۲۱-۹-۱-۳ تشخیص ویژگی‌های ذاتی موجک کلاه مکزیکی
- ۶۶۶ ۲۱-۹-۱-۴ تبدیل عکس موجک
- ۶۷۰ ۲۱-۹-۲ تبدیل موجک بر حسب تبدیل فوریه
- ۶۷۱ ۲۱-۱۰-۱ تبدیل موجک گسسته
- ۶۷۲ ۲۱-۱۰-۱ چارچوب‌ها و پایه‌های موجک متعامد
- ۶۷۴ ۲۱-۱۰-۲ مقیاس بندی دوتایی و تبدیلات موجک ارتونر مال
- ۶۷۶ ۲۱-۱۰-۳ تابع مقیاس بودن و نمایش چند تفکیکی
- ۶۸۰ ۲۱-۱۱-۱ شبکه عصبی موجک
- ۶۸۳ ۲۱-۱۱-۱ شبکه عصبی تقریب
- ۶۸۴ ۲۱-۱۱-۲ ویون
- ۶۸۵ ۲۱-۱۱-۳ ساختار شبکه عصبی
- ۶۸۶ ۲۱-۱۱-۴ شبکه عصبی موجک چند لایه
- ۶۸۸ ۲۱-۱۱-۵ آموزش شبکه‌های موجک
- ۶۸۸ ۲۱-۱۱-۵-۱ رویکرد پیوسته
- ۶۸۸ ۲۱-۱۱-۵-۲ رویکرد گسسته
- ۶۸۹ ۲۱-۱۱-۶ روابط صریح بین ضرایب شبکه و تبدیل موجک
- ۶۹۰ ۲۱-۱۱-۷ پارامترهای تبدیل موجک
- ۶۹۱ ۲۱-۱۱-۸ وضع قید برای پارامترهای شبکه
- ۶۹۲ ۲۱-۱۱-۹ مقداردهی اولیه شبکه
- ۶۹۳ ۲۱-۱۱-۱۰ روش ابتکاری
- ۶۹۵ ۲۱-۱۱-۱۱ مقداردهی اولیه بر اساس روش‌های انتخابی
- ۶۹۹ ۲۱-۱۱-۱۲ وضع محدودیت برای پارامترهای شبکه عصبی موجک
- ۷۰۰ ۲۱-۱۱-۱۳ توابع انتقال شبکه عصبی موجک
- ۷۰۰ ۲۱-۱۱-۱۳-۱ تابع موجک مورلت
- ۷۰۰ ۲۱-۱۱-۱۳-۲ تابع موجک کلاه مکزیکی
- ۷۰۱ ۲۱-۱۱-۱۳-۳ تابع موجک مشتق گوسین

۷۰۲	۲۱-۱۱-۱۳-۴ تابع موجک شانون
۷۰۳	۲۱-۱۱-۱۴ موجک‌ها، به‌عنوان توابع اصلی در شبکه‌های عصبی
۷۰۵	۲۱-۱۱-۱۵ جنبه‌های عملی در طراحی و آموزش شبکه‌های ویونت
۷۰۷	مراجع فصل بیست و یکم

فهرست راهنما

۷۱۱

واژه‌نامه

۷۲۵

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۷۲۶

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

۷۵۲