بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اياك نعبد واياك نستعين اهدنا الصراط المستقيم
صراط الذين انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب مهناز موسی‌زاده حمزه‌کندی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی آمار گرایش ریاضی دانشکده‌ی علوم ریاضی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۸۹۲۲۴۶۳۱۰۱ که در تاریخ ۹۲/۱۲/۱۳ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان برآورد ناپارامتری آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.

۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهناز موسی‌زاده حمزه‌کندی

امضا

تاریخ

دانشکده‌ی علوم ریاضی
گروه آموزشی آمار و کاربردها

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی آمار ریاضی

عنوان:

برآورد ناپارامتری آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده

استاد راهنما:
دکتر ولی زاردشت

استاد مشاور:
مهندس قادر قاسمی

پژوهشگر:
مهناز موسی‌زاده حمزه‌کندی

زمستان ۱۳۹۲

دانشکده‌ی علوم ریاضی
گروه آموزشی آمار و کاربردها

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی آمار ریاضی

عنوان:
برآورد ناپارامتری آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده

پژوهشگر:
مهناز موسی‌زاده حمزه‌کندی

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی .....

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
دکتر ولی زاردشت	استادیار	استاد راهنما و رئیس کمیته داوران	
مهندس قادر قاسمی	مربی	استاد مشاور	
دکتر مسعود گنجی	دانشیار	داور	

اسفند ۱۳۹۲

تقدیم به

مهربان فرشتگانی که

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن

جسارت خواستن، عظمت رسیدن

و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم مدیون حضور سبز آنهاست...

تقدیم به خانواده عزیزم

سپاسگزاری

سپاس، یگانه‌ای که آموختن را آموخت.

در نگارش و تدوین پایان‌نامه، مرهون زحمات تمام عزیزانی هستم که یاریگرم بودند و تشکر و قـدردانی از آنان فرض عین است.

در آغاز از زحمات استاد ارجمند، جناب آقای دکتـر ولـی زاردشـت کمـال تشـکر و قـدردانی را دارم کـه سرانجام پایان‌نامه مدیون راهنمایی‌های بی‌دریغ ایشان است.

همچنین از مهندس قادر قاسمی که زحمت مشاوره‌ی این کار را به عهده داشته‌اند، کمال امتنـان را دارم.

و در نهایت از دکتر مسعود گنجی که زحمت داوری این کار را تقبل کردند، بی‌نهایت سپاسگزارم.

همچنین از تمام اساتیدم در دو دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد در دانشگاه محقق اردبیلی که افتخـار شاگردیشان را داشته‌ام، کمال قدردانی را دارم.

در پایان از خانواده عزیزم که یاریگر و مشوقم در روند انجام پایان‌نامه بودند، بی‌نهایت سپاس‌گزارم.

مهناز موسی‌زاده حمزه‌کندی

زمستان ۱۳۹۲

نام خانوادگی دانشجو: موسی‌زاده حمزه‌کندی نام: مهناز

عنوان پایان‌نامه: برآورد ناپارامتری آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده

استاد راهنما: دکتر ولی زاردشت

استاد مشاور: مهندس قادر قاسمی

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: آمار

گرایش: ریاضی دانشگاه: **محقق اردبیلی**

دانشکده: علوم ریاضی تاریخ دفاع: ۹۲/۱۲/۱۳ تعداد صفحات: ۱۷۰

چکیده:

معیارهای آنتروپی از لحاظ نظری و کاربردی توجه محققان بسیاری را جلب کرده است. در تکنیک‌های نظری، آنتروپی به عنوان میانگین وزنی عدم قطعیت پیشامدها در نظر گرفته شده است. برآورد معیارهای آنتروپی یکی دیگر از کارهای انجام شده در زمینه تحلیل نظری است. در تحقیقات صورت گرفته، برآورد تجربی آنتروپی تجمعی با داده‌های کامل انجام شده و خواص مجانبی آن مورد بررسی قرار گرفته است. در این پایان‌نامه برآورد ناپارامتری آنتروپی‌های باقیمانده تجمعی و تجمعی را تحت داده‌های سانسور شده معرفی کرده و خواص مجانبی آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

یکی از کاربردهای معیارهای آنتروپی به کارگیری در آماره‌های آزمون نیکویی برازش توزیع نمایی است. آزمون نمایی بودن، مسئله‌ای مهم در استنباط آماری است. در این پایان‌نامه آماره‌ای را بر اساس آنتروپی باقیمانده تجمعی توزیع مقایسه‌ای برای آزمون فرض نمایی معرفی کرده و توزیع حدی آن را مطالعه می‌کنیم و با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو عملکرد این آماره را با برخی آماره‌های معروف مقایسه می‌کنیم.

بخش‌بندی تصاویر از دیگر کاربردهای معیارهای آنتروپی است. بخش‌بندی در جداسازی تصویر از پس‌زمینه آن و آشکارسازی اندازه تصویر استفاده می‌شود. آستانه‌گذاری، یکی از روش‌های پرکاربرد مورد استفاده برای بخش‌بندی تصاویر است. مقایسه‌ی عملکرد معیارهای آنتروپی برای بخش‌بندی تصاویر از اهداف دیگر پایان‌نامه است.

کلید واژه‌ها: آزمون نیکویی برازش توزیع نمایی، برآوردگر کپلن- مه‌یر، خواص مجانبی، شبیه‌سازی، معیارهای آنتروپی، بخش‌بندی تصویر.

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطلب **صفحه**

فهرست مطالب..... أ
فهرست شکل‌ها..... د
فهرست جدول‌ها..... و
فهرست علائم اختصاری..... ز
پیشگفتار..... ط

فصل اول: تعریف و مفاهیم اولیه

۱-۱ مقدمه..... ۲
۱-۲ معیارهای قابلیت اعتماد..... ۲
۱-۲-۱ داده‌های قابلیت اعتماد..... ۶
۱-۲-۲ برآورد ناپارامتری معیارهای قابلیت اعتماد..... ۸
۱-۲-۳ ویژگی‌های برآوردگر حد– حاصلضرب و نلسون– آلن..... ۱۰
۱-۳ مفاهیم نظریه اطلاع..... ۱۶
۱-۴ انواع آنتروپی‌های یک متغیره..... ۱۸
۱-۴-۱ آنتروپی شانون..... ۱۸
۱-۴-۲ ویژگی‌های آنتروپی شانون..... ۲۰
۱-۴-۳ آنتروپی تفاضلی..... ۲۵
۱-۴-۴ معایب آنتروپی تفاضلی..... ۲۶
۱-۵ انواع آنتروپی‌های دومتغیره و شرطی..... ۲۷
۱-۶ برآورد پارامتر به روش جانشانی..... ۲۸
۱-۷ خواص برآوردکننده‌ها و قضایای حدی..... ۲۸
۱-۸ نامساوی‌های معروف..... ۳۶
۱-۹ بخش‌بندی تصویر..... ۳۸

فصل دوم: آنتروپی‌های باقیمانده تجمعی و تجمعی

۲-۱ مقدمه..... ۴۴
۲-۲ آنتروپی باقیمانده تجمعی..... ۴۴
۲-۲-۱ ویژگی‌های آنتروپی باقیمانده تجمعی..... ۴۶
۲-۳ برآوردگر آنتروپی باقیمانده تجمعی..... ۶۳

۲-۳-۱ برآوردگر تجربی آنتروپی باقیمانده تجمعی با داده‌های کامل ۶۳
۲-۳-۲ برآوردگر آنتروپی باقیمانده تجمعی تحت داده‌های سانسور شده ۶۵
۲-۴ خواص حدی برآوردگر آنتروپی باقیمانده تجمعی ۶۶
۲-۴-۱ بررسی خاصیت مجانبی برآوردگر تجربی آنتروپی باقیمانده تجمعی ۶۶
۲-۴-۲ شبیه‌سازی سازگاری برآوردگر تجربی آنتروپی باقیمانده تجمعی ۶۸
۲-۴-۳ خواص مجانبی برآوردگر آنتروپی باقیمانده تجمعی تحت داده‌های سانسور شده ۷۰
۲-۵ آنتروپی باقیمانده تجمعی برای بردار تصادفی ۷۲
۲-۵-۱ ویژگی‌های آنتروپی باقیمانده تجمعی برای بردار تصادفی ۷۲
۲-۶ آنتروپی تجمعی ۷۵
۲-۶-۱ بررسی خواص آنتروپی تجمعی توأم ۸۰
۲-۷ رابطه‌ی بین آنتروپی تجمعی و معیارهای قابلیت اعتماد ۸۱
۲-۸ کران‌ها و نامساوی‌های آنتروپی تجمعی ۸۵
۲-۹ برآوردگر آنتروپی تجمعی ۹۰
۲-۹-۱ برآورد تجربی آنتروپی تجمعی با داده‌های کامل ۹۰
۲-۹-۲ برآوردگر آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده ۹۶
۲-۱۰ خواص حدی برآوردگر آنتروپی تجمعی ۹۷
۲-۱۰-۱ بررسی خاصیت مجانبی آنتروپی تجمعی تجربی ۹۷
۲-۱۰-۲ شبیه‌سازی سازگاری برآوردگر تجربی آنتروپی تجمعی ۹۹
۲-۱۰-۳ توزیع مجانبی برآوردگر تجربی آنتروپی تجمعی برای داده‌های کامل تحت فرض نمایی بودن داده‌ها ۱۰۱
۲-۱۰-۴ خواص مجانبی آنتروپی تجمعی تحت داده‌های سانسور شده ۱۰۴
۲-۱۱ نتیجه‌گیری ۱۰۶

فصل سوم: آزمون نیکویی برازش توزیع نمایی بر مبنای آنتروپی باقیمانده تجمعی

۳-۱ مقدمه ۱۰۸
۳-۲ معیار کولبک– لیبلر تجمعی و آماره آزمون فرض نمایی ۱۰۹
۳-۲-۱ تعیین نقاط بحرانی آماره‌ی آزمون با شبیه‌سازی مونت‌کارلو ۱۱۲
۳-۳ آزمون فرض نمایی بر اساس آنتروپی باقیمانده تجمعی توزیع مقایسه‌ای ۱۱۴
۳-۴ بررسی خطای نوع اول با شبیه‌سازی مونت‌کارلو ۱۱۸
۳-۵ مقایسه‌ی توان آماره‌های آزمون ۱۱۹
۳-۵-۱ آزمون نمایی بودن برای داده‌های واقعی ۱۲۵
۳-۶ نتیجه‌گیری ۱۲۷

فصل چهارم: عملکرد معیارهای آنتروپی در بخش‌بندی تصاویر

۴-۱ مقدمه ۱۲۹

۴-۲ معیارهای آنتروپی در بخش‌بندی تصاویر ۱۳۰

۴-۲-۱ نحوه‌ی تخصیص توزیع احتمال در تصویر خاکستری- مقیاس ۱۳۱

۴-۲-۲ تعیین آستانه با معیارهای مختلف آنتروپی ۱۳۲

۴-۳ عملکرد معیارهای آنتروپی در بخش‌بندی تصاویر ۱۳۵

۴-۴ نتیجه‌گیری ۱۴۳

فهرست منابع و مآخذ ۱۴۵

پیوست الف ۱۵۰

پیوست ب ۱۵۲

پیوست ج ۱۵۹

پیوست د ۱۶۱

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۱۶۸

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱: نمودار داده‌های کامل و انواع داده‌های سانسور شده ۷

شکل ۱-۲: تصویر سکه برای نمایش ماتریسی آن ۳۸

شکل ۱-۳: تصویر خاکستری- مقیاس و نمایش ماتریسی آن ۳۹

شکل ۱-۴: تصویر Rice و هیستوگرام آن ۴۰

شکل ۱-۵: نمودارهای هیستوگرام تصاویر که توسط مقدار آستانه بخش بندی شده‌اند (سیدعربی، ۱۳۸۸) ۴۲

شکل ۲-۱: نمودار برآورد آنتروپی تجمعی تجربی در حجم نمونه‌های مختلف ۹۳

شکل ۲-۲: نمودار برآوردگر تجربی آنتروپی تجمعی برای داده‌های تکراری ۹۵

شکل ۴-۱: تصویر سکه برای نمایش تخصیص توزیع احتمال در آن ۱۳۱

شکل ۴-۲: ارزیابی عملکرد دقیق آنتروپی‌های تیسالیس، رنیئی و تانجا با استفاده از آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده برای تصویر Coins ۱۳۷

شکل ۴-۳: ارزیابی عملکرد دقیق آنتروپی‌های تیسالیس، رنیئی و تانجا با استفاده از آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده برای تصویر Cameraman ۱۳۸

شکل ۴-۴: ارزیابی عملکرد دقیق آنتروپی‌های تیسالیس، رنیئی و تانجا با استفاده از آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده برای تصویر Pout ۱۳۹

شکل ۴-۵: تصویر اصلی و نمودار هیستوگرام تصویرCoins ۱۴۰

شکل ۴-۶: تصویر بخش‌بندی شده Coins به ترتیب از چپ به راست با استفاده از آنتروپی‌های شانون، رنیئی،تیسالیس، تانجا و تجمعی ۱۴۰

شکل ۴-۷: تصویر اصلی و نمودار هیستوگرام تصویر Cell ۱۴۱

شکل ۴-۸: تصویر بخش‌بندی شده Cell به ترتیب از چپ به راست با استفاده از آنتروپی‌های شانون، رنیئی، تیسالیس، تانجا و تجمعی ۱۴۱

شکل ۴-۹: تصویر اصلی و نمودار هیستوگرام تصویر Circuit. ۱۴۲

شکل ۴-۱۰: تصویر بخش‌بندی شده Circuit به ترتیب از چپ به راست با استفاده از آنتروپی‌های شانون، رنیئی، تیسالیس، تانجا و تجمعی ۱۴۲

شکل ۴-۱۱: تصویر اصلی و نمودار هیستوگرام Cameraman ۱۴۳

شکل ۴-۱۲: تصویر بخش‌بندی شده Cameraman به ترتیب از چپ به راست با استفاده از آنتروپی‌های شانون، رنیئی، تیسالیس، تانجا و تجمعی..... ۱۴۳

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول **صفحه**

جدول ۱-۱: تابع عمومی معیارهای مختلف آنتروپی..... ۲۴

جدول۲-۱: آنتروپی باقیمانده تجمعی توزیع‌های مختلف..... ۴۶

جدول ۲-۲: شبیه‌سازی سازگاری آنتروپی باقیمانده تجمعی تجربی از توزیع یکنواخت در [۰,۱] و توزیع نمایی با میانگین یک. ۶۹

جدول ۲-۳: شبیه‌سازی سازگاری آنتروپی باقیمانده تجمعی تجربی از توزیع وایبل در [۱,۴] و گاما.[۲,۱] ۷۰

جدول ۲-۴: آنتروپی تجمعی متغیرهای تصادفی گوناگون..... ۷۸

جدول ۲-۵: کران‌هایی از آنتروپی تجمعی..... ۹۰

جدول ۲-۶: برآورد آنتروپی تجمعی تجربی در حجم نمونه‌های متفاوت..... ۹۲

جدول ۲-۷: برآورد آنتروپی تجمعی تجربی برای داده‌های تکراری..... ۹۵

جدول ۲-۸: شبیه‌سازی سازگاری آنتروپی تجمعی تجربی از توزیع یکنواخت در [۰,۱] و توزیع نمایی با میانگین یک..... ۱۰۰

جدول ۲-۹: بررسی شبیه‌سازی سازگاری آنتروپی تجمعی تجربی از توزیع وایبل در [۱,۴] و توزیع گاما در [۲,۱]..... ۱۰۰

جدول ۳-۱: مقادیر بحرانی آماره آزمون T_n..... ۱۱۴

جدول ۳-۲: خطای نوع اول آزمون T_n : $\alpha = ۰/۰۵$..... ۱۱۸

جدول ۳-۳: خطای نوع اول آزمون C_n : $\alpha = ۰/۰۵$..... ۱۱۹

جدول ۳-۴: مقایسه‌ی توان آزمون‌های C_n، T_n، $W^{۲}$، S^{*} و KLC_{mn} با فرض مقابل وایبل..... ۱۲۲

جدول ۳-۵: مقایسه‌ی توان آزمون‌های C_n، T_n، $W^{۲}$، S^{*} و KLC_{mn} با فرض مقابل گاما..... ۱۲۳

جدول ۳-۶: مقایسه‌ی توان آزمون‌های C_n، T_n، $W^{۲}$، S^{*} و KLC_{mn} با فرض مقابل لگ نرمال..... ۱۲۴

جدول ۳-۷: مقایسه‌ی توان آزمون‌های C_n، T_n، $W^{۲}$، S^{*} و KLC_{mn} با فرض مقابل گوسین معکوس..... ۱۲۴

جدول ۳-۸: محاسبه‌ی آماره‌ی آزمون و p– مقدار برای داده‌های واقعی..... ۱۲۵

جدول ۳-۹: محاسبه‌ی آماره‌ی آزمون و p– مقدار برای داده‌های واقعی..... ۱۲۶

جدول ۴-۱: محاسبه‌ی توزیع احتمال در تصویر سکه..... ۱۳۲

جدول ۴-۲: آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده با معیارهای تیسالیس، رنیئی و تانجا در تصویر Coins..... ۱۳۶

جدول ۴-۳: آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده با معیارهای تیسالیس، رنیئی و تانجا در تصویر Cameraman..... ۱۳۷

جدول ۴-۴: آنتروپی تصویر بخش‌بندی شده با معیارهای تیسالیس، رنیئی و تانجا در تصویر Pout..... ۱۳۸

فهرست علائم اختصاری

علائم اختصاری	مفهوم یا توضیح
$f(x)$	تابع چگالی احتمال
$F(x)$	تابع توزیع تجمعی
$\bar{F}(x)$	تابع بقا
$\hat{F}_n(x)$	تابع توزیع تجربی
$\hat{\bar{F}}_n(x)$	تابع بقای تجربی
T_i	زمان سانسور
δ_i	نشانگر سانسور
$\lambda(x)$	نرخ مخاطره
$\Lambda(x)$	تابع مخاطره تجمعی
$N(t)$	شمارش تعداد واحدهای از کار افتاده
$Y(t)$	شمارش تعداد واحدهای در معرض خطر
$I(p)$	میزان اطلاع
$H(X)$	آنتروپی شانون
$H^c(X)$	آنتروپی تفاضلی
$\varepsilon(X)$	آنتروپی باقیمانده تجمعی
$\varepsilon^*(X)$	آنتروپی تجمعی
$D(f;g)$	آنتروپی نسبی
$CKL(F:G)$	فاصله کولبک- لیبلر تجمعی
$H^c(X,Y)$	آنتروپی تفاضلی توأم
$H^c(X\|Y)$	آنتروپی تفاضلی شرطی
$\varepsilon^*(X,Y)$	آنتروپی تجمعی توأم
$\tilde{\mu}(t)$	میانگین مدت از کار افتادن سیستم

میانگین طول عمر باقیمانده	$m(t)$
نرخ مخاطره معکوس	$r(x)$
تابع بن‌فرونی	$B_F[.]$
آنتروپی تجمعی استاندارد شده	$N\varepsilon^*(X)$
برآوردگر تجربی آنتروپی تجمعی	$\varepsilon^*(\hat{F}_n)$
مارتینگل	$M(t)$
آماره ون- سوست	W^2
آماره فیلنکشتاین- شفر	S^*
آماره چوی و همکاران	KLC_{mn}
تصویر ورودی	$f(x,y)$
تصویر دودویی	$h(x,y)$
آنتروپی رنیئی	$H_R(t)$
آنتروپی تانجا	$H_{Ta}(t)$
آنتروپی تیسالیس	$H_T(t)$

پیشگفتار

در تمام سطوح جامعه سیستم‌هایی مرسوم شده‌اند که با انتقال، ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات سر و کار دارند. ما در جامعه‌ای زندگی می‌کنیم که جامعه اطلاعاتی نامیده می‌شود. اطلاع در جامعه‌ی ما شکل کلیدی به خود گرفته است؛ بنابراین حیرت‌انگیز نیست که تمام بخش‌های مختلف جامعه اطلاعاتی در دانستن اینکه اطلاعات در حقیقت چیست و در کسب دانش بیشتر در جهت کاربرد اطلاعات از خود تمایل نشان دهند. در این راستا آشنایی با نظریه اطلاع چندان بی‌ارتباط نیست (یان واندر، ۱۹۸۹). بیشترین بخش از نظریه اطلاع که با آن سر و کار خواهیم داشت، بهره‌گیری از روشی برای اندازه‌گیری آن در مسئله انتقال اطلاعات است.

پیدایش تلگراف و تلفن، توجه و علاقه نسبت به مفهوم اطلاعات و انتقال آن را افزایش داد. مورس[1] (۱۸۴۴) خط تلگرافی بین شهرهای واشنگتن و پالتیمور را در آمریکا ساخت. شروع تحقیق در مورد نظریه اطلاع اولین بار توسط هری نایکویست[2] (۱۹۲۴) در مقاله‌ای به نام «عوامل خاصی که سرعت تلگراف را تحت تاثیر قرار می‌دهند»، انجام شد. نایکویست در این مقاله چگونگی ارسال پیام‌ها توسط یک کانال تلگراف با حداکثر سرعت ممکن را متوجه شد و فرمولی جهت محاسبه حداکثر نرخ مشاهده شده ارائه کرد؛ با وجود این، جمله‌ی اطلاع هنوز توسط او این چنین استفاده نشده بود.

ار. وی. ال. هاتلی[3] (۱۹۲۸) اولین فردی بود که کوشید اطلاع را اندازه بگیرد. وی مقاله‌ای تحت عنوان «انتقال اطلاعات» به چاپ رساند که اولین پایه‌های ریاضی نظریه اطلاع را در آن بنا نهاد. تولد واقعی نظریه اطلاع را به مقاله «نظریه ریاضی ارتباطات» شانون[4] (۱۹۴۸) نسبت می‌دهند. دستاورد بزرگ شانون این بود که نظریه‌های نایکویست و هارتلی را توسعه داد و نظریه اطلاع امروزی را با مرتبط ساختن اطلاع با عدم قطعیت با استفاده از مفهوم شانس یا احتمال پایه‌گذاری کرد (یان واندر، ۱۹۸۹). در این نظریه، کلود شانون نحوه‌ی مدل‌سازی ریاضی منبع اطلاعات، کانال ارسال اطلاعات و بازیابی آن را ارائه کرد. او مساله ارسال اطلاعات از یک منبع به یک مقصد را به کمک علم احتمالات بررسی و تحلیل نمود. مفهوم اطلاعی که توسط شانون مطالعه شد؛ اطلاع از دید آمار و احتمالات بوده و با مفاهیم روزمره از

1- Mours
2- Nyquist
3- R. V. L. Hartly
4- Shannon

اطلاع مانند دانش و یا استفاده‌های روزمره از آن در زبان طبیعی مانند بازیابی اطلاعات و تحلیل اطلاعات متفاوت می‌باشد. شانون در مقاله «نظریه ریاضی ارتباطات» یک مقایسه کمّی را برای عدم قطعیت مرتبط با توزیع احتمال یا محتوای اطلاع یک توزیع را بر پایه‌ی آنتروپی بیان کرد، که این مفهوم تحت عنوان آنتروپی شانون یا آنتروپی اطلاع نام‌گذاری و از این رو عدم قطعیت توسط آنتروپی، کمّی شد. بنابراین آنتروپی، معیاری برای اندازه‌گیری کمّی عدم قطعیت معرفی و با توزیع احتمال بیان شد (پاشا، ۱۳۸۱).

آنتروپی با مقاله شانون جایگاه خود را در بین سایر علوم تثبیت کرد. از آن پس این مفهوم هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ کاربردی مورد توجه قرار گرفت. در این پایان‌نامه به هر دو جنبه نظری و کاربردی انواع جدید آنتروپی اشاره می‌کنیم. طبق تحقیقات صورت گرفته بر خلاف موفقیت‌های بزرگ آنتروپی شانون، وجود برخی از معایب در این آنتروپی منجر به معرفی معیارهای دیگری از اطلاع، تحت عنوان آنتروپی باقیمانده تجمعی توسط مورالی رائو و همکاران[1] (۲۰۰۴) و آنتروپی تجمعی توسط دی کرسکنـزو و لانـگوباردی[2] (۲۰۰۹) شد که ویژگی‌های قابـل توجه این معیـارها در قالب قضایـا مطرح می‌شوند.

در این پایان‌نامه به بحث درباره‌ی ویژگی‌ها و تحلیل نظری و تکنیک‌های کاربردی معیارهای جدید اطلاع خواهیم پرداخت. اولین بحث به تحلیل نظری آنتروپی‌های باقیمانده تجمعی و تجمعی اختصاص دارد. در معیارهای آنتروپی زمانی که اطلاعی از توزیع احتمالی متغیر مورد نظر نداریم؛ ناگزیر به تخمین مقدار آنتروپی هستیم. در پژوهش‌های موجود برآوردگر تجربی معیارهای اطلاع با داده‌های کامل ارائه شده و توزیع مجانبی برآوردگر تجربی برای آنتروپی تجمعی با فرض اینکه داده‌ها از توزیع نمایی پیـروی می‌کنند؛ مطالعه شده است. در این پایان‌نامه، برآوردگر آنتروپی‌های باقیمانده تجمعی و تجمعی را تحت داده‌های سانسور شده معرفی کرده و خواص مجانبی آن را بررسی می‌کنیم. به دست آوردن توزیع مجانبی برآوردگر مطرح شده در حالت کلی و بدون اعمال فرض توزیعی خاص بر داده‌ها از هدف‌های اجرای تحقیق است.

بحث بعدی به کاربرد آنتروپی باقیمانده تجمعی در آزمون نیکویی برازش توزیع نمایی اشاره دارد. در اکثر تحقیقات آماری که در آن‌ها به طول عمر نمونه‌ها پرداخته می‌شود؛ فرض نمایی بودن در نظر گرفته می‌شود. آزمون نمایی بودن، مسئله‌ای مهم در استنباط آماری است. در تحقیقات صورت گرفته با معیار

1- Murali Rao

2- Di Crescenzo & Longobardi

جدید کولبک- لیبلر تجمعی، اقدام به ساخت آماره کرده‌اند. در این پایان‌نامه آزمون فرض نمایی بودن داده‌ها را بر اساس آنتروپی باقیمانده تجمعی توزیع مقایسه‌ای معرفی کرده و با شبیه‌سازی توان آزمون آماره‌ها به مقایسه عملکرد آن‌ها خواهیم پرداخت.

بحث نهایی به کاربرد آنتروپی در بخش‌بندی تصویر اختصاص دارد. از آنجا که برای اندازه‌گیری و دسته‌بندی میزان اطلاعات موجود در یک تصویر می‌توان از آنتروپی استفاده کرد؛ از این رو با استفاده از معیارهای گوناگون آنتروپی، می‌توان اطلاعات موجود در پیش‌زمینه و پس‌زمینه تصویر را با انتخاب یک آستانه مناسب از هم جدا کرد. انتخاب آستانه مناسب بر مبنای معیارهای آنتروپی، یکی از روش‌های جدید برای بخش‌بندی تصویر محسوب می‌شود که در این پایان‌نامه ضمن بخش‌بندی تصاویر با معیارهای آنتروپی، عملکرد آن‌ها را با هم مقایسه خواهیم کرد.

برای رسیدن به اهداف پایان‌نامه، در فصل اول تعاریف و مفاهیم اولیه‌ای را که در فصل‌های آینده از آن‌ها استفاده خواهیم کرد، بیان می‌کنیم. فصل دوم به معرفی و بررسی ویژگی‌های معیارهای آنتروپی باقیمانده تجمعی و تجمعی به همراه بررسی برآوردگر تجربی آن‌ها تحت داده‌های کامل و ناکامل اشاره دارد. در فصل سوم به بررسی آزمون‌های نیکویی برازش توزیع نمایی مبتنی بر آنتروپی باقیمانده تجمعی می‌پردازیم و در فصل چهارم عملکرد معیارهای آنتروپی در بخش‌بندی تصویر بررسی می‌شود.

فصل اول ۱

تعاریف و مفاهیم اولیه

۱-۱ مقدمه

برای بررسی مفاهیم موجود در پایان‌نامه نیاز به ارائه تعاریف و قضایا داریم. برای دستیابی به این اهداف، تعاریف این فصل را با توجه به نیاز و بر اساس ساختار به کار برده شده در پایان‌نامه به نه بخش تقسیم می‌کنیم. ابتدا در بخش دوم با مفهوم قابلیت اعتماد و ویژگی‌های بارز آن‌ها آشنا شده و داده‌های قابلیت اعتماد و تفاوت آن با سایر داده‌ها را مطرح کرده و مهم‌ترین معیارهایی که در این شاخه استفاده می‌شود را معرفی می‌کنیم. در ادامه بخش با برآوردهای ناپارامتری و مهم‌ترین ویژگی این برآوردگرها آشنا می‌شویم. در بخش سوم ضمن آشنایی با نظریه اطلاع و اندازه‌گیری آن در قالب قوانین احتمال، میزان آن را برای رخداد یک پیشامد در نظر می‌گیریم. بخش چهارم به معرفی انواع آنتروپی‌های یک متغیره و رابطه‌ی بین آن‌ها اختصاص دارد. در بخش پنجم به معرفی آنتروپی‌های دومتغیره و توأم خواهیم پرداخت و در بخش ششم با یکی از انواع برآوردگرهای جانشانی آشنا می‌شویم. بخش هفتم به آشنایی با خواص برآوردکننده‌ها و مهم‌ترین قضایای حدی و نتایج آن‌ها اختصاص دارد و در بخش هشتم به بررسی نامساوی‌هایی که در روند پایان‌نامه به آن‌ها احتیاج خواهیم داشت، می‌پردازیم. در نهایت در بخش نهم با توجه به مفاهیم موجود در پایان‌نامه، برای بررسی آنتروپی تصاویر و بخش‌بندی آن به منظور دسته‌بندی اطلاعات موجود در تصویر، به معرفی انواع تصویر و بررسی مفاهیم پایه تصویر و چگونگی کاربرد آن‌ها در بخش‌بندی تصویر خواهیم پرداخت.

۱-۲ معیارهای قابلیت اعتماد

دانستن شکل و نوع از کارافتادگی یک سیستم از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اطلاعاتی که یک سیستم در اختیارمان می‌گذارد، می‌توانیم عملکرد سیستم را پیش‌بینی کرده و از خرابی‌های ناگهانی آن جلوگیری به عمل آوریم. مجموعه فعالیت‌هایی که منجر به افزایش اعتماد به کارکرد سیستم می‌شود را مهندسی قابلیت اعتماد گویند. مهندسی قابلیت اعتماد امروزه به عنوان یکی از شاخه‌های