



دانشکده‌ی علوم
گروه آموزشی فیزیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی فیزیک گرایش هسته‌ای

عنوان:

**اندازه‌گیری تجربی آمار شمارشی دز ثبت شده بوسیله‌ی دزیمتر فولوکا و بررسی ارتباط
آن با میزان رادون موجود در خاک منطقه شورابیل و فرودگاه اردبیل**

استاد راهنما:
دکتر فرهاد ذوالفقارپور

استاد مشاور:
محمد نیکو صفت

پژوهشگر:
حسین طاهرپور صومعه

پاییز ۱۳۹۶

نام خانوادگی دانشجو: طاهرپور صومعه	نام: حسین
عنوان پایان‌نامه: اندازه‌گیری تجربی آمار شمارشی دُز ثبت شده بوسیله‌ی دزیمتر فولوکا و بررسی ارتباط آن با میزان رادون موجود در خاک منطقه شورابیل و فرودگاه اردبیل	
استاد راهنما: دکتر فرهاد ذوالفقارپور استاد مشاور: مهندس محمد نیکوصفت	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: فیزیک
گرایش: هسته‌ای	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم	تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۷/۲۶
چکیده:	تعداد صفحات: ۱۳۵
<p>گاز رادون با نماد شیمیایی Rn است که دارای عدد اتمی ۸۶ می باشد. این گاز بی‌رنگ و بی‌بو است و از واپاشی طبیعی اورانیوم، توریم و رادیوم حاصل می شود. رادون ۲۲۲ پس از چندین واکنش از واپاشی اورانیوم ۲۳۸ حاصل می شود و دارای نیمه عمر ۳/۸۲ روز است. رادون ۲۲۰ که تورون خوانده می شود و پس از چندین واپاشی توریم حاصل می شود یکی از ایزوتوپ‌های طبیعی رادون است که دارای نیمه عمر پایین ۵۴/۵۳ ثانیه می باشد و به همین دلیل اندازه‌گیری آن بسیار سخت است. رادون ۲۱۹ که اکتینون خوانده می شود و در زنجیره واپاشی اورانیوم ۲۳۵ حاصل می شود دارای نیمه عمر ۳/۹۱۷ ثانیه می باشد و از اهمیت چندانی در مطالعات و بررسی‌ها برخوردار نیست. به گزارش آژانس حفاظت محیط زیست (EPA) رادون بعد از سیگار به عنوان دومین عامل ایجاد سرطان ریه می باشد و همچنین با توجه به اهمیت این گاز در کشف معادن اورانیوم، پیش بینی زمین‌لرزه، ساخت و ساز در منطقه‌های با میزان رادون زیاد و مصالح ساختمانی تولید شده از خاک این مناطق، بررسی این گاز به عنوان یکی از اهداف مهم برای محققان و پژوهشگران شده است. در این پایان‌نامه نقاطی به صورت تصادفی با فواصلی تقریباً یکنواخت در مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل در شهر اردبیل انتخاب شده و میزان رادون در خاک این مناطق اندازه‌گیری شده است. همچنین رادیواکتیویته این مناطق نیز با دزیمتر فولوکا اندازه‌گیری شده است. با استفاده از داده‌های تجربی به دست آمده و نرم‌افزار GIS، نقشه‌ی رادونی و نقشه‌ی رادیواکتیویته این مناطق تهیه شده است؛ سپس با مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده و پارامترهای مربوط به این داده‌ها برای این دو منطقه باهم، به تحلیل و بررسی خاک این مناطق می‌پردازیم.</p>	
کلید واژه‌ها: ۱- اورانیوم ۲- رادون ۳- رادیوم ۴- دُز گاما ۵- Fluke ۶- RAD7	

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
------------	-----------

فصل اول: آمار و خطا در اندازه‌گیری‌های هسته‌ای

۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ تهیه و تنظیم داده.....	۲
۱-۲-۱ داده‌ها.....	۳
۲-۲-۱ فراوانی و فراوانی نسبی.....	۳
۳-۲-۱ معیارهای تمرکز.....	۴
۴-۲-۱ معیارهای پراکندگی.....	۶
۵-۲-۱ چولگی و برجستگی.....	۸
۳-۱ قوانین احتمال.....	۹
۱-۳-۱ تعبیرهای مختلف احتمال.....	۱۰
۲-۳-۱ احتمال با فضای نمونه با پایان.....	۱۰
۳-۳-۱ قضیه‌های بنیادی احتمال.....	۱۱
۴-۳-۱ قوانین شمارش.....	۱۲
۵-۳-۱ مدل احتمال شرطی.....	۱۴
۴-۱ متغیر تصادفی.....	۱۵
۵-۱ تابع توزیع.....	۱۵
۶-۱ تابع چگالی.....	۱۶
۱-۶-۱ تابع چگالی متغیر تصادفی گسسته.....	۱۶
۲-۶-۱ تابع چگالی متغیرهای تصادفی پیوسته.....	۱۶
۷-۱ شاخص‌های پاشندگی.....	۱۷
۱-۷-۱ مقدار چشم‌داشتی یا امید ریاضی.....	۱۸
۲-۷-۱ وردایی یا واریانس.....	۱۸
۳-۷-۱ تعریف انحراف استاندارد.....	۱۹
۴-۷-۱ مفهوم کواریانس و ویژگی‌های آن.....	۱۹

۲۰	۵-۷-۱ ضریب همبستگی.....
۲۱	۸-۱ توزیع دوجمله‌ای.....
۲۳	۹-۱ توزیع پواسون.....
۲۴	۱۰-۱ توزیع بهنجار (گوسی).....
۲۶	۱۱-۱ اهمیت توزیع گاوسی در اندازه‌گیری‌های تابشی.....
۲۷	۱۲-۱ اندازه‌گیری دُز محیط.....
۲۷	۱۳-۱ خطاهای استاندارد و محتمل.....
۲۸	۱-۱۳-۱ خطای استاندارد.....
۲۸	۲-۱۳-۱ خطای محتمل.....
۲۹	۱۴-۱ خطای آماری اندازه‌گیری تابش‌ها.....
۳۱	۱-۱۴-۱ خوبی داده‌ها - روش χ^2 - طرد داده‌ها.....

فصل دوم: منابع رادیواکتیو در محیط و دُز دریافتی

۳۶	۱-۲ مقدمه.....
۳۷	۲-۲ پرتو.....
۳۸	۱-۲-۲ پرتوهای یونساز.....
۳۸	۲-۲-۲ کمیت‌ها و یکاهای اندازه‌گیری تابش.....
۳۹	۳-۲ پرتوزایی.....
۳۹	۱-۳-۲ قانون واپاشی رادیواکتیو.....
۴۰	۲-۳-۲ منابع پرتوزا در محیط.....
۴۰	۳-۳-۲ هسته‌های پرتوزای منفرد.....
۴۱	۴-۳-۲ هسته‌های پرتوزای زنجیره‌ای.....
۴۲	۴-۲ اکتیویته.....
۴۳	۵-۲ ضرورت حفاظت در برابر تابش.....
۴۴	۶-۲ استانداردهای ایمنی تابش.....
۴۵	۷-۲ گاز رادیواکتیو رادون.....
۴۶	۱-۷-۲ ایزوتوپ ^{222}Rn (رادون).....
۴۸	۲-۷-۲ ایزوتوپ ^{220}Rn (تورون).....
۵۰	۸-۲ دختران گاز رادون.....
۵۰	۱-۸-۲ سطح کار (Working Level).....
۵۰	۲-۸-۲ سطح کار ماهانه، Working Level Month (WLM).....
۵۰	۳-۸-۲ ضریب تعادل.....
۵۱	۹-۲ تاثیر رادون بر سلامتی.....

۵۳	۱-۹-۲ میزان دُز دریافتی از منابع مختلف.....
۵۴	۲-۹-۲ حدود یا آستانه غلظت رادون در محیط.....
۵۶	۱۰-۲ غلظت رادون در آب و هوا.....
۵۷	۱۱-۲ رادون موجود در خاک.....
۶۱	۱-۱۱-۲ اندازه‌گیری کوتاه مدت.....
۶۲	۲-۱۱-۲ اندازه‌گیری بلند مدت.....
۶۲	۱۲-۲ کاربردهای گاز رادون.....
۶۲	۱-۱۲-۲ کاربرد پزشکی.....
۶۴	۲-۱۲-۲ پیش بینی زمین‌لرزه.....
۶۸	۳-۱۲-۲ رادون به عنوان ردیاب توده هوایی.....

فصل سوم: دزیتر Fluke و رادون‌متر RAD7

۷۰	۱-۳ مقدمه.....
۷۱	۲-۳ شمارشگرهای گازی.....
۷۴	۳-۳ دزیتر FLUKE451.....
۷۵	۴-۳ نکات کلیدی.....
۷۸	۵-۳ اندازه‌گیری گاز رادون توسط سیستم RAD7؛ آشکارساز حالت جامد آلفا.....
۸۰	۶-۳ مکانیزم آشکارسازی گاز رادون در RAD7.....
۸۱	۷-۳ بررسی منابع گاز رادون با RAD7.....
۸۱	۸-۳ پنجره‌های RAD7.....
۸۳	۹-۳ منوی RAD7.....
۸۴	۱۰-۳ شروع کار با دستگاه RAD7.....
۸۹	۱۱-۳ تعادل بین ایزوتوپها.....
۹۱	۱۲-۳ اندازه‌گیری رادون در خاک بوسیله RAD7.....
۹۲	۱۳-۳ اندازه‌گیری رادون در آب.....
۹۳	۱۴-۳ نرم افزار Capture.Win.....
۹۶	۱۵-۳ طیف پس زمینه در RAD7.....

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۹۹	۱-۴ مکان مورد مطالعه.....
۱۰۰	۲-۴ دلایل انتخاب مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل برای مطالعه...۱۰۰.....
۱۰۱	۳-۴ اهمیت موضوع.....
۱۰۲	۴-۴ شروع اندازه‌گیری گاز رادون در خاک مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل.....

۵-۴	اندازه‌گیری دُز گامای مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل.....	۱۱۱
۶-۴	برازش پارامترهای مربوط به داده‌های تجربی اندازه‌گیری شده و رسم نمودارها	۱۱۶
۷-۴	تهیه نقشه‌ها.....	۱۲۲
۸-۴	نتیجه‌گیری و پیشنهاد.....	۱۲۹
	فهرست منابع و مآخذ.....	۱۳۱

فهرست جدول‌ها

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱-۱: درصد خطای استاندارد n شمارش.....	۳۰
جدول ۱-۲: کمیت‌ها و یکاهای اندازه‌گیری تابش.....	۳۹
جدول ۲-۲: حد دُز توجیه پذیر سالانه پیشنهادی NRC.....	۴۵
جدول ۳-۲: غلظت متوسط رادون و درصد مصرف منابع آب.....	۵۷
جدول ۱-۳: برخی ویژگی‌های دزی‌متر Fluke451.....	۷۶
جدول ۲-۳: منوی کلی دستگاه RAD7.....	۸۳
جدول ۳-۳: پیش‌تنظیم پروتکل‌ها.....	۸۵
جدول ۱-۴: مقادیر ^{222}Rn ، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع نقاط مورد آزمایش در فرودگاه اردبیل.....	۱۰۴
جدول ۲-۴: مقادیر ^{222}Rn ، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع نقاط مورد آزمایش در شورابیل.....	۱۰۵
جدول ۳-۴: مقادیر دُز گاما، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع نقاط مورد آزمایش در فرودگاه اردبیل.....	۱۱۲
جدول ۴-۴: مقادیر دُز گاما، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع نقاط مورد آزمایش در شورابیل.....	۱۱۳
جدول ۵-۴: مقادیر اندازه‌گیری دُز گاما و ثبت تکرار هر دُز (آزمایش‌های ۱ تا ۵ مربوط به فرودگاه اردبیل و آزمایش‌های ۶ تا ۱۰ مربوط به شورابیل).....	۱۱۴
جدول ۶-۴: مقادیر پارامترهای برازش شده مربوط به آزمایش‌های فرودگاه اردبیل.....	۱۱۶
جدول ۷-۴: مقادیر پارامترهای برازش شده مربوط به آزمایش‌های شورابیل.....	۱۱۶

فهرست شکل‌ها

عنوان.....صفحه

شکل ۱-۱: منحنی فراوانی یک نمائی.....	۵
شکل ۲-۱: منحنی فراوانی دو نمائی.....	۵
شکل ۳-۱: منحنی نرمال استاندارد.....	۸
شکل ۴-۱: نمودارهای ون.....	۱۱
شکل ۵-۱: تابع چگالی و تابع توزیع یک متغیر تصادفی.....	۱۷
شکل ۶-۱: توزیع دو جمله‌ای برای $N = 10$ و $P = 0.1$	۲۲
شکل ۷-۱: توزیع پواسون با $m = 5$	۲۴
شکل ۸-۱: توزیع بهنجار گاوسی.....	۲۵
شکل ۱-۲: نحوه واپاشی عناصر رادیواکتیو در مدهای مختلف و گسیل ذرات بتا و آلفا.....	۴۲
شکل ۲-۲: توزیع آستانه‌های فردی در میان یک جمعیت.....	۴۴
شکل ۳-۲: قسمتی از زنجیره واپاشی اورانیوم ^{238}U ، از رادون ^{222}Rn تا ^{210}Pb	۴۷
شکل ۴-۲: ترازهای انرژی در تبدیل رادیوم به رادون.....	۴۸
شکل ۵-۲: قسمتی از زنجیره واپاشی توریوم ^{232}Th ، از ^{220}Rn تا ^{208}Pb	۴۹
شکل ۶-۲: درصد دز دریافتی سالیانه از منابع مختلف.....	۵۴
شکل ۷-۲: مقایسه مرگ و میر سالانه رادون با مرگ و میرهای دیگر در آمریکا.....	۵۶
شکل ۸-۲: فرار رادون از عمق زمین با منافذ و تراوایی پایین به سطح زمین از طریق گسلها.....	۵۹
شکل ۹-۲: رابطه بین تغییرات فشار بارومتریک با تغییرات غلظت رادون.....	۵۹
شکل ۱۰-۲: چند نمونه از سوزن‌هایی که برای تزریق رادون به بافت مورد استفاده قرار می‌گیرد.....	۶۴
شکل ۱۱-۲: انحراف میزان رادون از میزان پیش‌بینی شده و بروز زمین‌لرزه.....	۶۶
شکل ۱۲-۲: رابطه عکس غلظت رادون در محیط با تغییرات فشار و بروز اختلال.....	۶۷
شکل ۱-۳: شکل هندسی یک شمارشگر تناسبی استوانه‌ای.....	۷۳
شکل ۲-۳: ارتفاع تپ‌های ایجاد شده توسط شمارشگرهای گازی مختلف برحسب ولتاژ مورد استفاده.....	۷۴
شکل ۳-۳: دزیومتر Fluke451.....	۷۵
شکل ۴-۳: پاسخ انرژی مدل نوعی 451P.....	۷۷

- شکل ۳-۵: پاسخ انرژی مدل 451P DE SI ۷۷
- شکل ۳-۶: شماتیک سیستم آشکارساز RAD7 ۷۸
- شکل ۳-۷: شماتیک یک پمپ بیرونی ۷۸
- شکل ۳-۸: نمای یک رطوبت‌گیر CaSO_4 ۷۹
- شکل ۳-۹: (لف) فیلتر دختران رادون، (ب) فیلتر گرد و غبار ۷۹
- شکل ۳-۱۰: مکانیزم آشکارسازی رادون توسط RAD7 (سمت راست)، سلول داخلی RAD7 (سمت چپ) ۸۰
- شکل ۳-۱۱: ستاپ کلی دستگاه برای اندازه‌گیری گاز رادون و رطوبت‌گیری دستگاه ۸۴
- شکل ۳-۱۲: تعادل بین ^{222}Rn و ^{218}Po (رادون جدید) ۹۰
- شکل ۳-۱۳: تصویر پروب مورد استفاده، در اندازه‌گیری گاز رادون خاک ۹۱
- شکل ۳-۱۴: چیدمان و نحوه اندازه‌گیری رادون در خاک ۹۲
- شکل ۳-۱۵: مکانیزم اندازه‌گیری رادون در آب ۹۳
- شکل ۳-۱۶: نمودار تغییرات غلظت گاز رادون و تورون برای یک نمونه از خاک ۹۴
- شکل ۳-۱۷: میانگین داده‌ها (سمت چپ) و طیف دختران رادون و تورون در پنجره‌های مختلف (سمت راست) ۹۴
- شکل ۳-۱۸: نمودار مولفه‌های مختلف در نرم افزار Capture.win ۹۵
- شکل ۴-۱: تصاویر ماهواره‌ای موقعیت مکانی الف) فرودگاه اردبیل، (ب) منطقه شورابیل در استان اردبیل ۹۹
- شکل ۴-۲: اندازه‌گیری مقادیر رادون در شهرک واقع در ضلع شمالی منطقه شورابیل ۱۰۳
- شکل ۴-۳: اندازه‌گیری مقادیر رادون و دُز گاما جنب ستاد فرماندهی نیروی انتظامی در منطقه شورابیل ۱۰۳
- شکل ۴-۴: اندازه‌گیری مقادیر رادون در زمین ناهموار منطقه فرودگاه اردبیل ۱۰۳
- شکل ۴-۵: اندازه‌گیری مقادیر رادون و دُز گاما در محل گودبرداری شده کنار شورابیل ۱۰۳
- شکل ۴-۶: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7 برای نقطه شماره ۱ فرودگاه اردبیل ۱۰۶
- شکل ۴-۷: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7 برای نقطه شماره ۲ فرودگاه اردبیل ۱۰۶
- شکل ۴-۸: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7 برای نقطه شماره ۳ فرودگاه اردبیل ۱۰۷

- شکل ۴-۹: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۴ فرودگاه اردبیل..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۰: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۵ فرودگاه اردبیل..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۱: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۱ شورابیل..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۲: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۲ شورابیل..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۳: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۳ شورابیل..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۴: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۴ شورابیل..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۵: نتیجه تحلیل نتایج آزمایش توسط نرم افزار Capture RAD7
برای نقطه شماره ۵ شورابیل..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۶: نمودار مقایسه‌ای مربوط به پارامتر برازش شده FWHM در
مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۷: نمودار مقایسه‌ای مربوط به پارامتر برازش شده Sigma در
مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل..... ۱۱۷
- شکل ۴-۱۸: نمودار مقایسه‌ای مربوط به پارامتر برازش شده Xc در
مناطق فرودگاه اردبیل و شورابیل..... ۱۱۸
- شکل ۴-۱۹: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۱ فرودگاه
اردبیل..... ۱۱۸
- شکل ۴-۲۰: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۲ فرودگاه
اردبیل..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۱: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۳ فرودگاه
اردبیل..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۲: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۴ فرودگاه
اردبیل..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۳: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۵ فرودگاه
اردبیل..... ۱۲۰
- شکل ۴-۲۴: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و
پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۱ شورابیل
..... ۱۲۰

شکل ۴-۲۵: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۲ شورابیل	۱۲۰
شکل ۴-۲۶: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۳ شورابیل	۱۲۱
شکل ۴-۲۷: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۴ شورابیل	۱۲۱
شکل ۴-۲۸: نمودار تابع گاوسی دز اندازه‌گیری شده بر حسب تکرار و پارامترهای برازش شده مربوط به آن برای آزمایش شماره ۵ شورابیل	۱۲۱
شکل ۴-۲۹: شماره گذاری نقاط انتخاب شده برای مطالعه در منطقه فرودگاه اردبیل	۱۲۳
شکل ۴-۳۰: محیط و مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه فرودگاه اردبیل	۱۲۳
شکل ۴-۳۱: نقشه راستر رسم شده برای رادون ۲۲۲ در منطقه مورد مطالعه فرودگاه اردبیل	۱۲۴
شکل ۴-۳۲: نقشه راستر رسم شده برای دُز گامای منطقه مورد مطالعه فرودگاه اردبیل	۱۲۴
شکل ۴-۳۳: ترسیم پراکندگی رادون ۲۲۲ بر روی نقشه ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه فرودگاه اردبیل	۱۲۵
شکل ۴-۳۴: ترسیم پراکندگی دُز گاما بر روی نقشه ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه فرودگاه اردبیل	۱۲۵
شکل ۴-۳۵: شماره گذاری نقاط انتخاب شده برای مطالعه در منطقه شورابیل	۱۲۶
شکل ۴-۳۶: محیط و مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه شورابیل در داخل شهر اردبیل	۱۲۶
شکل ۴-۳۷: نقشه راستر رسم شده برای رادون ۲۲۲ در منطقه مورد مطالعه شورابیل	۱۲۷
شکل ۴-۳۸: نقشه راستر رسم شده برای دُز گامای منطقه مورد مطالعه شورابیل	۱۲۷
شکل ۴-۳۹: ترسیم پراکندگی رادون ۲۲۲ بر روی نقشه ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه شورابیل	۱۲۸
شکل ۴-۴۰: ترسیم پراکندگی دُز گاما بر روی نقشه ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه شورابیل	۱۲۸

فصل اول

آمار و خطا در اندازه گیری های هسته ای

۱-۱ مقدمه

از آنجا که همه‌ی نتایج تجربی دارای خطا هستند و نتیجه‌ی گزارش‌دهی بدون خطای همخوان با آن بی‌معناست، اهمیت این فصل قابل درک است. همچنین در این فصل به بررسی آمار در سطح مورد نیاز برای اندازه‌گیری تابش‌ها و تحلیل نتیجه‌های آن‌ها می‌پردازیم. کسانی که آزمایش‌های هسته‌ای انجام می‌دهند برای تحلیل آزمایش‌هایی که طبیعت آماری دارند، همچنین بررسی خطاها و برازش یک تابع بر داده‌های تجربی، به آمار نیاز دارند (سولفانی‌دیس^۱، ۱۹۳۸).

۱-۲ تهیه و تنظیم داده‌ها

جمعیت. مجموعه افراد یا چیزهایی که می‌خواهیم یک یا چند ویژگی درباره آن‌ها مطالعه کنیم را یک جمعیت می‌نامیم. مثلاً جمعیت نوزادانی که در سال به دنیا آمده اند از نظر مصرف شیر خشک. مفهوم جمعیت از نظر آمار خیلی وسیع‌تر از مفهوم واژه‌ای آن یا مفهوم سازمانی آن می‌باشد. برای انجام هر کار آماری روی یک جمعیت، باید آن جمعیت و ویژگی مورد مطالعه، بدون هرگونه ابهام قبلاً مشخص شوند.

نمونه. قسمتی از جمعیت که طبق ضوابطی مقبول انتخاب می‌شود و مطالعه آن به جای مطالعه تمام جمعیت مقدور است، نمونه‌ای از جمعیت می‌نامند. معمولاً به مصداق مُشت نمونه خروار است. نتیجه حاصل از نمونه را به تمام جمعیت تعمیم می‌دهند؛ ولی این کار احتیاط دارد، زیرا هر مُشتی نمی‌تواند نمونه خروار باشد و قطعاً بی‌غرضی در انتخاب مُشت و اندازه‌ی مُشت در این نمایندگی نقش مهمی دارد. مسئله‌ی انتخاب یک نمونه‌ی خوب به قدری مهم است که قسمت زیادی از

تئوری احتمال و آمار به آن اختصاص دارد (بهبودیان، ۱۳۸۴).

۱-۲-۱ داده‌ها

فرض کنید می‌خواهیم ویژگی خاص یک جمعیت را که معمولاً یک متغیر است، مطالعه کنیم. اگر این متغیر را در مورد یک یک فرد جمعیت یا نمونه‌ای از آن با مقیاسی مناسب اندازه‌گیری کنیم، یک مجموعه از اعداد به دست می‌آید که آن را داده‌ها می‌نامند. داده‌ها دو نوع‌اند:

الف) داده‌های گسسته: از اندازه‌گیری با مقیاس‌های اسمی، ترتیبی، یا شمارشی بدست می‌آیند. داده‌های گسسته را داده‌های جدا از هم می‌نامند.

ب) داده‌های پیوسته: از اندازه‌گیری با مقیاس‌های فاصله‌ای یا نسبی بدست می‌آیند.

داده‌ها اغلب بصورت انبوهی از اعداد ارائه می‌شوند و به خودی خود خام هستند. برای اینکه بتوان آن را پخته کرد و حقایق را جویا شد باید:

الف) آن‌ها را در جدول‌هایی تنظیم کرد.

ب) از روی جدول‌ها، نمودارهای آن‌ها را رسم نمود.

ج) آن‌ها را در یک یا چند عدد مختصر کرد.

تنها بعد از طی این مراحل می‌توان، قوانین شانس حاکم بر آن‌ها را پیدا کرده و به برداشته‌های آماری و تهیه گزارش نهایی درباره ویژگی مورد مطالعه پرداخت (بهبودیان، ۱۳۸۴).

۲-۲-۱ فراوانی و فراوانی نسبی

هرگاه n چیز از k نوع T_1, T_2, \dots, T_k با فرض $n \geq k \geq 2$ ، به ترتیب با تعدادهای f_1, f_2, \dots, f_k تشکیل شده باشند، این تعدادها را فراوانی‌ها و $\frac{f_1}{n}, \frac{f_2}{n}, \dots, \frac{f_k}{n}$ را فراوانی‌های نسبی این چیزها می‌گوئیم. فراوانی‌های نسبی را به ترتیب با r_1, r_2, \dots, r_k نشان می‌دهند. واضح است که برای $i = 1, 2, \dots, k$ داریم:

$$\sum_{i=1}^k f_i = n, \quad 1 \leq f_i < n, \quad \sum_{i=1}^k r_i = 1, \quad \frac{1}{n} \leq r_i < 1 \quad (1-1)$$

۳-۲-۱ معیارهای تمرکز

با استفاده از جدول فراوانی و نمودارهای آماری، می‌توان تا حدودی دانسته‌های نهفته در داده‌ها را مختصر و محسوس کرد. با این حال سعی می‌شود تا این دانسته‌ها را به صورت یک یا چند عدد معقول درآورد، تا هم بتوان ایده‌ای کلی درباره ویژگی مورد مطالعه به دست آورد و هم نتیجه مطالعات را به سادگی گزارش داد. چنین اعدادی که معمولاً در حوالی مرکز منحنی فراوانی می‌باشند، معیارهای تمرکز نامیده می‌شوند (بهبودیان، ۱۳۸۴).

فرض می‌کنیم تعداد داده‌ها n و به صورت x_1, x_2, \dots, x_k با فراوانی‌های f_1, f_2, \dots, f_k خلاصه شده باشند. در صورتی که داده‌ها پیوسته باشند، x_i ها را نماینده رده‌ها می‌گیریم.

میانگین حسابی. مجموع داده‌ها تقسیم بر تعداد آن‌ها،

یعنی:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{n} \quad (2)$$

- ۱)

میانگین داده‌ها می‌گویند هرگاه تمام فراوانی‌ها برابر ۱ باشند داریم $k = n$ و در این حال \bar{x} را در زبان معمولی معدل می‌نامند.

معدل وزنی. اگر $0 < \omega_i < 1$ برای $i = 1, 2, \dots, k$ و $\sum_{i=1}^k \omega_i = 1$ ،
آنگاه

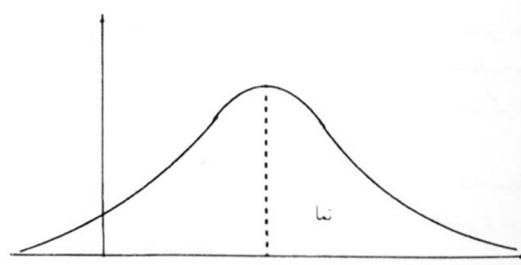
$$\bar{x}_\omega = \sum_{i=1}^k \omega_i x_i \quad (3)$$

- ۱)

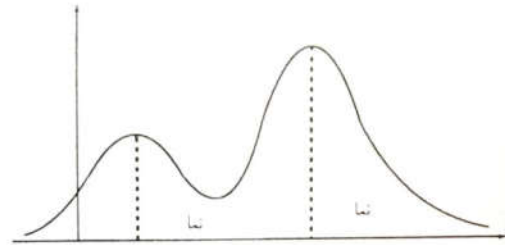
را معدل وزنی اعداد x_1, x_2, \dots, x_k با وزن‌های $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k$ می‌نامند. بنابراین میانگین (۱-۲) هم یک نوع معدل وزنی می‌باشد که در آن $\omega_i = \frac{f_i}{n}$.

میانه. عدد m را میانه می‌نامند هرگاه تقریباً تعداد نصف داده از m کوچکتر باشند.

نما. داده‌ای که فراوانی آن نسبت به سایر داده‌ها بیشتر باشد، نما یا مد نامیده می‌شود و آن را با M نشان می‌دهند. نخست فراوانی داده‌ها را پیدا می‌کنیم. داده‌ای که فراوانی آن بیشتر باشد به عنوان نما اختیار می‌کنیم و داده‌ها را دونهایی می‌گوئیم، مشروط بر اینکه این دو داده پهلوی هم نباشند. اگر پهلوی هم باشند، نصف مجموع آن‌ها را نما می‌خوانیم. اگر تمام داده‌ها دارای فراوانی‌های مساوی باشند می‌گوئیم داده‌ها بدون نما هستند. شکل (۱-۱) و شکل (۲-۱) منحنی نمایی را نشان می‌دهند.



شکل ۱-۱: منحنی فراوانی یک نمائی



شکل ۲-۱: منحنی فراوانی دو نمائی

۱-۲-۴ معیارهای پراکندگی

معمولاً افراد یک جمعیت از نظر ویژگی مورد مطالعه باهم تفاوت دارند و این خود مهمترین انگیزه برای پژوهشگری و کاربرد فن آمار می‌باشد. مشاهده تفاوت و تنوع، انسان را به کنجکاوی درباره رموز طبیعت امور اجتماعی، تربیتی و صنعتی وادار می‌کند. مثلاً دانش آموزان یک کلاس از نظر ادب و استعداد با هم فرق دارند. لامپهای ۶۰ وات از نظر طول عمر یکسان نیستند. میزان این تفاوتها را چگونه می‌شود سنجید؟ و چطور می‌توان درباره آنها قضاوت کرد؟

همان طور که قبلاً گفته شد، داده‌ها را معمولاً به صورت یک عدد به نام معیار تمرکز خلاصه می‌کنند و قسمتی از اطلاعات موجود در آنها را در این عدد منعکس می‌سازند. ولی لازم است درباره تفاوت داده‌ها با یکدیگر و میزان پراکندگی و تجمع آنها به نحوی مطالعه کرد.

برد. در در یک داده که مجموعه‌ای از اعداد می‌باشد x_1 کوچکترین و x_n بزرگترین داده باشد،

$$R = x_n - x_1 \quad (۴)$$

۱) -

با وجود اینکه این معیار وسعت پراکندگی را منعکس می‌کند و طرز محاسبه آن ساده می‌باشد، بیانگر خوبی برای پراکندگی داده نیست زیرا این معیار فقط به بزرگترین و کوچکترین داده بستگی دارد و اگر بقیه داده‌ها تغییر کند، تأثیری در برد ایجاد نخواهد شد.

میانگین انحراف‌ها. قدر مطلق $x_i - \bar{x}$ را انحراف از میانگین برای داده x_i و

$$d = \frac{\sum_{i=1}^k f_i |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (۵)$$

۱) -

را میانگین انحراف‌ها می‌نامند. واضح است که هر قدر داده‌ها از \bar{x} دورتر باشد، d بزرگتر خواهد بود. لازم بذکر است $x_i - \bar{x}$ ممکن است مثبت یا منفی و یا صفر باشد.

میانگین انحراف‌ها معیار خوبی برای میزان پراکندگی داده‌ها می‌باشد، ولی طرز محاسبه و کشف خواص ریاضی آن به علت وجود قدر مطلق، قدری پیچیده است. بنابراین به جای آن معیار دیگری به نام واریانس و یا جذر آن به نام انحراف استاندارد را به کار می‌برند.

واریانس و انحراف استاندارد. واریانس در لغت به معنی تفاوت و تغییر است، از فرمول:

$$s^2 = \sum_{i=1}^k \frac{f_i(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (6)$$

۱) -

که میانگین جذر انحرافها می‌باشد بدست می‌آورند. اگر تمام داده‌ها به \bar{x} نزدیک باشند، s^2 کوچک می‌شود. به ویژه اگر تمام x_i ها با \bar{x} برابر باشند s^2 صفر می‌شود. این حقایق نشان می‌دهند که s^2 معیار خوبی برای سنجش پراکندگی و تغییر پذیری داده‌ها نسبت به میانگین می‌باشد.

با استفاده از جبر مقدماتی فرمول (۶-۱) به صورت زیر در می‌آید:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i x_i^2 - \bar{x}^2$$

اگر جمله اول فرمول بالا را که میانگین $x_1^2, x_2^2, \dots, x_k^2$ می‌باشد، با $\overline{x^2}$ نشان دهیم، داریم:

$$s^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 \quad (7-1)$$

بنابراین واریانس برابر است با میانگین توان دوم داده‌ها منهای توان دوم میانگین داده‌ها. چون واریانس یک کمیت دو بعدی است (زیرا توان دوم را بکار می‌بریم)، از این رو جذر مثبت آن یعنی s را که انحراف استاندارد نامیده می‌شود بکار می‌برند.

ضریب تغییر. نسبت انحراف استاندارد به میانگین، یعنی:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \quad (8-1)$$

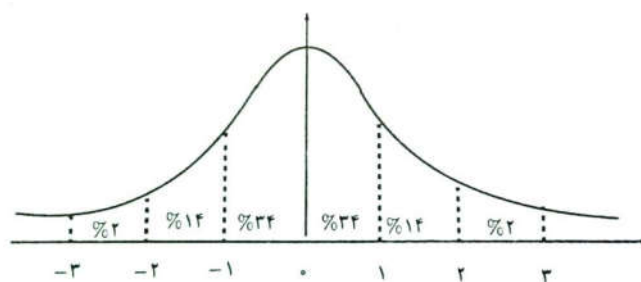
را که اغلب به صورت درصد بیان می‌شود، ضریب تغییر می‌نامند. این ضریب که به واحد اندازه‌گیری بستگی ندارد، در عمل برای مقایسه به کار می‌رود.

۵-۲-۱ چولگی و برجستگی

طبیعی‌ترین منحنی فراوانی، منحنی فراوانی نرمال استاندارد می‌باشد که معادله مختصاتی آن به صورت

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (۹-۱)$$

است. این منحنی زنگ‌گونه که از نظر تقارن، کشیدگی، پختی، تناسب و زیبای خاصی دارد. مساحت زیر منحنی به نحوی طبیعی طبق شکل (۳-۱) توزیع شده است.



شکل ۳-۱: منحنی نرمال استاندارد

گشتاور و گشتاور مرکزی داده‌ها. فرض کنید که x_1, x_2, \dots, x_k به ترتیب با فراوانی‌های f_1, f_2, \dots, f_k یک سری داده n تایی باشند. میانگین توان r ام x_i ها و $x_i - \bar{x}$ ها، یعنی:

$$m'_r = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i^r}{n} \quad m_r = \frac{\sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^r}{n} \quad (۱۰-۱)$$

را گشتاور Γ ام، و گشتاور مرکزی Γ ام داده‌ها می‌نامند. Γ معمولاً یک عدد طبیعی است. واضح است که m'_1 برابر \bar{x} و m_1 برابر صفر و m_2 برابر s^2 می‌باشد. اگر داده‌ها نسبت به میانگین، متقارن باشند، گشتاورهای مرکزی فرد برابر صفر هستند.

چولگی. میزان عدم تقارن منحنی فراوانی را چولگی می‌نامند. فرض کنید \bar{x} میانگین، m میانه، M نما، s انحراف استاندارد و m_3 گشتاور مرکزی سوم باشند. هرکدام از فرمول‌های زیر را می‌توان به عنوان معیار چولگی به کار برد.

$$b_1 = \frac{\bar{x} - M}{s} \quad \text{ضریب چولگی اول پیرسن}$$

$$b_2 = \frac{3(\bar{x} - m)}{s} \quad \text{ضریب چولگی دوم پیرسن} \quad (11-1)$$

$$g = \frac{m_3}{s^2} \quad \text{ضریب گشتاوری چولگی}$$

در صورتیکه داده‌ها نسبت به میانگین متقارن باشند، ضرایب بالا صفر خواهند شد.

برجستگی. میزان کشیدگی یا پختی منحنی فراوانی را نسبت به منحنی نرمال استاندارد، برجستگی آن می‌نامند. فرض کنید m_4 گشتاور مرکزی چهارم و s انحراف استاندارد باشد. چون برای داده‌های نرمال $\frac{m_4}{s^4}$ ، به عدد ۳ نزدیک می‌باشد، معیار برجستگی را از فرمول

$$k = \frac{m_4}{s^4} - 3 \quad (12)$$

بدست می‌آورند. برحسب آنکه k مثبت یا منفی باشد، منحنی فراوانی کشیده یا پَخ می‌شود. اگر k نزدیک صفر باشد، برجستگی منحنی فراوانی طبیعی است (بهبودیان، ۱۳۸۴).

۳-۱ قوانین احتمال

انسان به علت عدم توانایی در کشف تمام رموز عالم و عدم اطمینان در برابر حوادث روزگار مجبور است مفاهیمی از قبیل تصادف و شانس را به عنوان پاره‌ای از زندگی روزانه بپذیرد. با این حال دانشمندان همواره تلاش کرده‌اند تا از راه تجربه و مشاهده به کمک علم و تکنولوژی تا آنجا که مقدور است علت پدیده‌ها را کشف نمایند و عدم اطمینان را کاهش دهند.

۱-۳-۱ تعبیرهای مختلف احتمال

الف) تعبیر احتمال به هر طریق همشانشی. هرگاه فضای نمونه یک آزمایش از n پیشامد ساده تشکیل شده باشد که از نظر رخ دادن هیچکدام بر دیگر برتری نداشته باشد، می‌گوئیم این پیشامدها همشانش هستند. اگر کل احتمال را یک بگیریم. احتمال رخ دادن هر یک از این پیشامدهای ساده می‌شود $\frac{1}{n}$. مثلاً در بازی شیر و خط اگر سکه کاملاً معمولی و سالم باشد، پیشامدهای H و T را می‌توان همشانش تصور کرد و احتمال رخ دادن هر کدام $\frac{1}{2}$ است.

ب) تعبیر احتمال به طریق فراوانی نسبی.

آزمایشی را تحت شرایط یکسان n بار تکرار می‌کنیم. فرض کنید r بار پیشامد E در این n آزمایش رخ دهد. می‌گوئیم r فراوانی و کسر $\frac{r}{n}$ فراوانی نسبی پیشامد E در این n آزمایش

است. حال اگر n را بزرگ کنیم، r هم بزرگ شده یا ثابت می ماند و این باعث می گردد که $\frac{r}{n}$ ، با وجود همه نوسانها، سرانجام به سمت عدد ثابتی، که آن را احتمال پیشامد E به طریق فراوانی نسبی می نامند، گرایش پیدا می کند.

۱-۳-۲ احتمال با فضای نمونه با پایان

یک مدل احتمال با فضای نمونه با پایان عبارت است از:

الف- مجموعه نا تهی $S = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ به نام فضای نمونه یا فضای پیشامدهای ساده.

ب- عددهای مثبت p_1, p_2, \dots, p_k با مجموع یک، به طوری که هر p_i با e_i متناظر باشد.

عدد مثبت p_i را احتمال پیشامد ساده e_i می نامیم و می نویسیم $P(e_i) = p_i$.

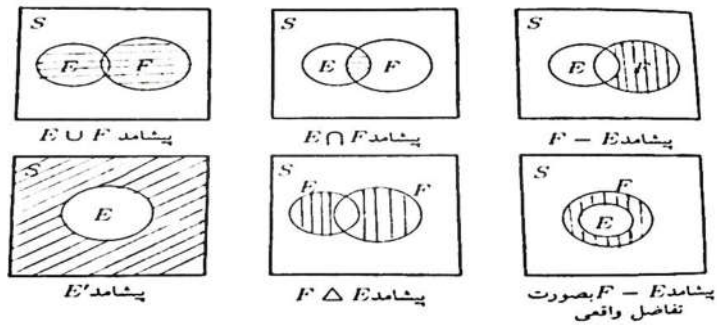
اگر تمام احتمال را به عنوان یک واحد جرم که میان اعضای مجموعه S توزیع شده است تصور نمائیم، می توان p_i را به عنوان جرم e_i تعبیر کرد.

احتمال هر پیشامد: اگر فضای نمونه با پایان باشد، هر پیشامد زیر مجموعه ای از S و هر زیر مجموعه S یک پیشامد می باشد.

احتمال پیشامد E برابر است با مجموع احتمالهای پیشامدهای ساده ای که E را تشکیل می دهند. مثلاً اگر $E = \{e_1, e_4, e_5\}$ ، آنگاه $P(E) = p_1 + p_4 + p_5$ ، که می توان آن را به جرم E تعبیر کرد. واضح است که $P(\emptyset) = 0$ و $P(S) = 1$.

۳-۳-۱ قضیه‌های بنیادی احتمال

اعمال مجموعه‌ای که روی پیشامدها می‌توان انجام داد، درست مانند اعمال روی مجموعه‌ها می‌باشند. نمودار ون شکل (۴-۱) این مجموعه‌ها را نشان می‌دهد (بهبودیان، ۱۳۸۴).



شکل ۴-۱: نمودارهای ون

اگر در نمودارهای ون شکل (۴-۱) مساحت هر مجموعه را به عنوان احتمال پیشامد نظیر آن تلقی کنیم، با محاسبه قسمت‌های هاشور دار معلوم می‌شود که:

$$P(F - E) = P(F) - P(E \cap F)$$

$$P(E') = 1 - P(E)$$

$$P(E \cup F) = P(E) + P(F) - P(E \cap F)$$

(۱۳-۱)

$$P(F - E) = P(F) - P(E) \quad E, \text{ آنگاه}$$

به ویژه اگر $F \subset E$

$$P(E \cup F) = P(E) + P(F) \quad \text{اگر } E \cap F = \emptyset, \text{ آنگاه}$$

۱-۳-۴ قوانین شمارش

برای محاسبه احتمال نیاز به شمارش فضای نمونه وجود دارد. در موارد ساده مانند پرتاب دو یا سه بار یک سکه به راحتی می‌توان تعداد حالت‌های فضای نمونه را شمرد. اما شرایط همیشه به این شکل نیست مثلاً اگر تعداد این آزمایش‌ها ۱۰۰ یا ۲۰۰ و یا بیشتر باشد دیگر امکان شمارش حالت‌های فضای نمونه به این راحتی نخواهد بود. در این گونه موارد باید به طور غیرمستقیم تعداد اعضای مجموعه را تعیین نمود.

اصول شمارش. فرض کنید کار A به m طریق با نام‌های x_1, x_2, \dots, x_m و کار B به n طریق با نام‌های y_1, y_2, \dots, y_n بتوان انجام داد. اصول شمارش عبارتند از:

الف- اصل جمع برای شمارش: اگر انجام کار L منوط به انجام کار A یا B باشد، آنگاه کار L را می‌توان به $n + m$ طریق انجام داد. این اصل را اصل جمع برای شمارش می‌گویند و در آن تکیه بر روی یا است.

به عنوان مثال فرض کنید رفتن از دانشکده به منزل (کار L)، با تاکسی (کار A) از سه راه یا با اتوبوس (کار B) از دو راه امکان داشته باشد. بنابراین به پنج طریق با تاسی یا اتوبوس می‌توان از دانشکده به منزل رفت.

ب- اگر انجام کار L منوط به انجام پی‌اچ‌ای کار A و B باشد، آنگاه کار L را به mn طریق می‌توان انجام داد. این اصل را اصل ضرب می‌گویند و در آن تکیه بر روی و می‌باشد.

به عنوان مثال فرض کنید رفتن از دانشکده به منزل (کار L)، با تاکسی از دانشکده تا پارک شهر (کار A) از سه راه و با اتوبوس از پارک شهر تا منزل (کار B) از دو راه

امکان داشته باشد. بنابراین به شش طریق با تاکسی و با اتوبوس می‌توان از دانشکده به منزل رفت.

فرمول‌های شمارش. هرگاه بخواهیم N چیز متمایز را طبق قاعده‌ای مشخص مرتب کنیم، معمولاً به چند راه می‌توان این کار را انجام داد. شمارش این راه‌های گوناگون فرمول‌های مفیدی را بدست می‌دهد.

الف- جایگشت N چیز. ترتیبی را که می‌توان N چیز متمایز را از چپ به راست پهلوی هم گذاشت، یک جایگشت از N چیز می‌گویند. مثلاً $O_1O_3O_2$ یک جایگشت از سه چیز $O_1O_2O_3$ است. این جایگشت را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$1 \times 2 \times \dots \times (N - 1) \geq N$$

$$= N! \quad (۱۴ - ۱)$$

ب- جایگشت R تایی از N چیز. هرگاه از N چیز متمایز R تا را برگزیده، $1 \leq R \leq N$ ، به ترتیب از چپ به راست پهلوی هم قرار دهیم، آن را یک جایگشت R تایی از N چیز می‌گویند و به صورت زیر بدست می‌آید:

$$R_{N,R} = N \times (N - 1) \times \dots \times (N - R + 2) \times (N - R + 1)$$

$$= \frac{N!}{(N - R)!} \quad (۱۵$$

- ۱)

ج- ترکیب R تایی از N چیز: هرگاه از N چیز متمایز، یک گروه R تایی را با هم یا یک به یک بدون توجه به ترتیب برگزینیم، آن را ترکیب R تایی از N چیز می‌گویند و به صورت زیر بدست می‌آید:

$$C_{N,R} = \binom{N}{R} = \frac{P_{N,R}}{R!}$$

$$= \frac{N!}{R!(N-R)!} \quad (۱۶-۱)$$

۱-۳-۵ مدل احتمال شرطی

اغلب در یک آزمایش، علم به این که پیشامدی رخ داده است، ممکن است در احتمال رخ دادن پیشامدی دیگر تأثیر کند. به طور کلی در یک آزمایش، مدل احتمال به علت پیشامدی که رخ داده است، دستخوش دگرگونی شده مدل جدیدی به نام احتمال شرطی بدست می‌آید. احتمال شرطی دارای اهمیتی خاص می‌باشد و به کمک آن می‌توان تئوری احتمال را گسترش داد و بعضی مسائل پیچیده را حل کرد.

تعریف: فرض کنید A و B دو پیشامد دلخواه در فضای احتمال (S, B, P) باشند به طوری که $P(B) \neq 0$. احتمال A به شرط B یعنی احتمال پیشامد A با علم به اینکه پیشامد B رخ داده است، برابر است با:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (۱۷)$$

- ۱)

اگر $P(B) = 0$ ، آنگاه $P(A|B)$ قابل تعریف نیست (بهبودیان، ۱۳۸۴).

با فرض $P(B) > 0$ از فرمول (۱۷-۱) داریم:

$$P(A \cap B) = P(B)P(A|B) \quad (۱۸)$$

- ۱)

به قانون ضرب احتمالها معروف است.

پیشامدهای مستقل. در صورتی که احتمال رخ دادن یک پیشامد بر دیگری تأثیری نداشته باشد آن را پیشامد مستقل می‌نامیم در این صورت داریم $P(A|B) = P(A)$. قانون ضرب احتمال نیز به صورت زیر در می‌آید:

$$P(A \cap B) = P(A)P(B) \quad (۱۹)$$

– ۱)

۴-۱ متغیر تصادفی

یک مدل احتمال، با فضای نمونه S ، را در نظر می‌گیریم. تابع حقیقی X را که دامنه آن S و بردش زیر مجموعه‌ای از اعداد حقیقی است، یک متغیر تصادفی روی این مدل احتمال می‌نامند. برد X را با S_x نشان می‌دهیم و آن را تکیه گاه X می‌نامیم. در حقیقت تابع X مجموعه S را ممکن است عددی نباشد به یک مجموعه عددی S_x تبدیل می‌کند.

متغیر تصادفی گسسته و پیوسته: متغیر تصادفی را گسسته می‌گویند هرگاه برد آن یعنی S_x یک مجموعه عددی شمارش پذیر باشد و آن را پیوسته می‌گویند هرگاه S_x یک فاصله عددی یا اجتماع چند فاصله عددی باشد.

۵-۱ تابع توزیع

فرض کنید X یک متغیر تصادفی روی یک مدل احتمالی باشد. تابع حقیقی

$$F_X(x) = P(X \leq x) \quad (۲۰)$$

– ۱)

را که در آن x یک عدد حقیقی است، تابع توزیع X می‌نامیم.

Family name: Taherpour Someeh	Name: Hossein
Title of Thesis : Experimental Measurements of Counting Statistics of Recorded Dose with Fluke Dosimeter and Investigating its Relation with Radon Amount in the Soil of Shorabil and Ardabil Airport Region	
Supervisor(s): Dr. Farhad Zolfagharpour Advisor(s): M.Sc. Mohammad Nikoo Sefat	
Graduate Degree M.Sc. / M.A. Major: Physics University: Mohaghegh Ardabili Graduation date:	
Specialty: Nuclear Faculty: Sceinc Number of pages: 135	
Abstract: <p>Radon gas with a chemical symbol, Rn, has atomic number 86. This gas is a colorless and odorless and is natural decay of uranium, thorium and radium. Radon ^{222}Rn can be achieved after several reactions from uranium ^{238}U decay and has semi-life of 3.82 days. Radon ^{220}Rn called toron one of the natural istopes of radon that has a low half-life of 53.54 seconds, and for this reason it is very difficult to measure. Radon ^{219}Rn called actinun, is obtained in the ^{235}U and has half-life of 3.917 seconds and is not importance in research studies. According to a raport from the environmental protection agency (EPA) recognizes radon as the second agent causing lung cancer after the cigarettes, as well as with regard to the importance of this gas in the discovery of uranium mines, forecasting earthquakes, constructions in radon mines, and building materials produced from these areas, investigation of this gas has become one of the most important goals of researchers and scholar. In this thesis, the points were selected randomly with uniform distances in the regions of ardabil airport and shorabil, the amount of radon in the soil in this areas is measured. Also, these areas radioactivity was measured with a dosimeter fluke. Using experimenetal data obtained and GIS software, radon and radioactivity maps of tehe region has been prepared. Then, by comparing the measured values and parameters related to these data for these two regions together, to analyze the soil in this areas has been.</p>	
Keywords: 1- Fluke 2- Gamma dose 3- Radium 4- RAD7 5- Radon 6- Uranium	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Science

Department of Physics

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Nuclear Physics**

Title:

**Experimental Measurements of Counting Statistics of Recorded Dose with Fluke
Dosimeter and Investigating its Relation with Radon Amount in the Soil of Shorabil and
Ardabil Airport Region**

Supervisor(s):

Farhad Zolfagharpour (Ph. D)

Advisor(s):

Mohammad Nikoo Sefat (M.Sc)

By:

Hossein Taherpour Someeh

October – 2017