

بسم الله الرحمن الرحيم

تحليل اطلاعات اکتشافی

تالیف:

دکتر اردشیر هزارخانی

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سید سعید قناد پور

دانشجوی دکترای دانشگاه صنعتی امیرکبیر

بهار ۱۳۹۴

سرشناسه	هزارخانی، اردشیر، ۱۳۴۰ -
عنوان و نام پدیدآور	تحلیل اطلاعات اکتشافی
مشخصات نشر	تهران : دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۲۶۶ص.
شابک	978-964-463-593-9
وضعیت فهرست نویسی	فیبای مختصر
یادداشت	این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
شناسه افزوده	قنادپور، سید سعید، ۱۳۶۷ -
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)
شماره کتابشناسی ملی	۳۷۶۵۷۲۸



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۳/۷/۲۳ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.

عنوان کتاب	تحلیل اطلاعات اکتشافی
تالیف	دکتر اردشیر هزارخانی - سید سعید قنادپور
ناشر	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی چاپ و صحافی	انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	بهار ۱۳۹۴
تیراژ	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	۱۶۰۰۰ تومان
شابک	978-964-463-593-9
	تلفن مرکز پخش : ۶۶۴۹۸۸۶۸
	SBN : 978-964-463-593-9
	۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۵۹۳-۹

آدرس : خیابان ولیعصر روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

این کتاب برای جلوگیری از انتشار غیر مجاز رمزگذاری شده است

در فعالیت‌های اکتشافی با توجه به نوع نیاز و نوع عملیات مورد نظر، از نقاط محدودی از کانسار نمونه‌گیری می‌شود و اطلاعات محدودی به واسطه این نمونه‌ها به دست می‌آید که در واقع می‌بایست به کمک آنها در مورد کل کانسار قضاوت کرد. البته بدیهی است که چنین قضاوتی با دقت بالایی همراه نیست اما تفسیر و تحلیل داده‌ها باید بر اساس قوانین آماری به گونه‌ای انجام گیرد که تا حد امکان، قضاوت انجام شده به واقعیت نزدیکتر باشد.

به منظور افزایش دقت و سرعت در استفاده از روش‌های آماری و زمین آماری به خصوص در مورد جوامعی با داده‌های زیاد، نرم‌افزارهای فراوانی تهیه شده است که با سرعت و دقت بسیار بالایی به تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات مربوط به فعالیت‌های اکتشافی می‌پردازند.

روش‌های آماری و نرم‌افزارهای مذکور زمینه‌های تنوری و عملی مربوط به خود را داراست که هر یک می‌تواند موضوع یک کتاب باشد. در زمینه‌های گفته شده در بالا در گذشته کتاب‌هایی منتشر شده و تا حدودی نیاز صنعت اکتشافات کشور برطرف گردیده است. ولی در مورد برخی از روش‌های آماری و زمین آماری هنوز نرم‌افزارهایی فراهم نشده و می‌بایست به صورت دستی به استفاده از آنها پرداخت. بدیهی است که استفاده دستی از آنها خطای زیاد با سرعت کمی را به همراه دارد. آنچه مؤلفین را به تألیف این کتاب ترغیب کرد نیازی بود که در چنین راستایی احساس می‌گردید.

فصل‌های موجود در کتاب حاضر به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند: بخش اول شامل مبانی روش‌های آماری و زمین آماری و بخش دوم شامل چگونگی برنامه‌نویسی و نحوه استفاده از الگوریتم‌ها و برنامه‌هایی است که با استفاده از مسأله روش‌های زمین آماری در بخش اول تهیه شده‌اند.

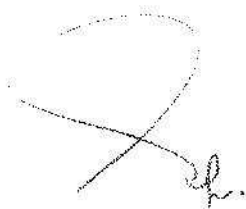
قابل ذکر است که در این کتاب، روش‌ها و الگوریتم‌هایی به شکل برنامه‌ها آورده شده که قابلیت کد نویسی و برنامه نویسی را داشته باشند. همچنین امید است که در آینده‌ای نزدیک، شاهد مجموعه‌هایی دیگر از روش‌های آماری که از این قابلیت بهره‌مند هستند نیز باشیم.

در اینجا وظیفه خود می‌دانیم که از آقایان مهندس حسن مدنی، دکتر عباس مقصودی و دکتر احمد رضا مختاری به منظور مشاوره‌های ارزشمندشان، سرکار خانم ملکی و انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر به خاطر همکاری نزدیک و صمیمانه در تهیه کتاب تشکر و قدردانی کنیم.

بدون شک این کتاب خالی از اشکال نخواهد بود. لذا موجب کمال تشکر است. اگر همکاران
ارجمند مؤلفین را از نظرات ارزنده خود مطلع فرمایند.

مهندس سید سعید قنادپور
دانشجوی دکتری مهندسی معدن
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دکتر اردشیر هزارخانی
استاد مهندسی معدن
دانشگاه صنعتی امیرکبیر



www.ketab.ir

۱ فصل اول مراحل تحلیل اطلاعات اکتشافی.....	۱
۱.۱ آشنایی.....	۱
۲.۱ نمونه برداری.....	۱
۱.۲.۱ نمونه برداری از سنگ.....	۲
۲.۲.۱ نمونه برداری از خاک.....	۳
۳.۲.۱ نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای.....	۳
۳.۱ پردازش اطلاعات یا داده‌ها.....	۴
۲ فصل دوم مقدمه‌ای بر آمار و احتمالات.....	۷
۱.۲ جامعه آماری.....	۷
۲.۲ داده‌های آماری.....	۷
۳.۲ بررسی طبیعت داده‌ها.....	۷
۱.۳.۲ توزیع فراوانی در حالت ساده.....	۷
۲.۳.۲ توزیع فراوانی با استفاده از فاصله کلاس‌ها.....	۱۰
۳.۳.۲ هیستوگرام درصد فراوانی نسبی مجموعی.....	۱۲
۴.۲ احتمالات.....	۱۳
۱.۴.۲ تعریف احتمال.....	۱۳
۲.۴.۲ متغیر تصادفی.....	۱۳
۳.۴.۲ توابع توزیع احتمال.....	۱۳
۴.۴.۲ پارامترهای آماری.....	۱۴
۱.۴.۴.۲ میانگین.....	۱۴
۲.۴.۴.۲ میانه.....	۱۴
۳.۴.۴.۲ مد.....	۱۵
۴.۴.۴.۲ پراش (واریانس).....	۱۶
۵.۴.۴.۲ انحراف معیار یا ضریب تغییرات.....	۱۶
۶.۴.۴.۲ ضریب تغییرات.....	۱۷
۷.۴.۴.۲ چولگی.....	۱۷
۸.۴.۴.۲ کشیدگی.....	۱۸
۳ فصل سوم توزیع نرمال.....	۱۹
۱.۳ تعریف توزیع نرمال.....	۲۰

۲۰	۱.۱.۳ معادله و شکل توزیع طبیعی
۲۱	۲.۱.۳ خواص منحنی نرمال
۲۱	۳.۱.۳ استاندارد کردن منحنی نرمال
۲۳	۴.۱.۳ ویژگی‌های منحنی توزیع نرمال
۲۴	۵.۱.۳ محاسبه تقریبی انحراف استاندارد در توزیع نرمال
۲۴	۶.۱.۳ فرمول تقریبی
۲۵	۷.۱.۳ آزمون نرمال بودن توزیع

۲۵	۱.۷.۱.۳ نمودار توزیع فراوانی
۲۵	۲.۷.۱.۳ نمودار توزیع فراوانی جمعیتی
۲۶	۳.۷.۱.۳ وضعیت پاراسترهای توزیع
۲۶	۴.۷.۱.۳ قضیه حد مرکزی
۲۷	۹.۱.۳ سطح اعتماد محاسبه در توزیع نرمال

۴ فصل چهارم انحراف از توزیع نرمال و تبدیل داده‌ها به نرمال

۲۹	۱.۴ انحراف از نرمال
۳۰	۱.۱.۴ آزمون مقادیر خارج از داده
۳۰	۱.۱.۱.۴ روش کاهش بزرگترین مقدار به یکی قبل از آن
۳۱	۲.۱.۱.۴ آزمون ماری مقادیر خارج از داده برای داده‌هایی با گسترش زیاد
۳۳	۲.۱.۴ تخمین داده‌های منسورد
۳۳	۱.۲.۱.۴ روش‌های جایگزینی ساده
۳۴	۳.۱.۴ تبدیل توزیع داده‌ها به نرمال
۳۴	۱.۳.۱.۴ تبدیل لگاریتمی یا توزیع لاگ نرمال
۳۵	۲.۳.۱.۴ توزیع لاگ نرمال
۳۶	۳.۳.۱.۴ برازش توزیع نرمال لگاریتمی نرمال بر داده‌های تجربی
۳۹	۴.۳.۱.۴ ویژگی‌های توزیع لگاریتمی نرمال
۳۹	۵.۳.۱.۴ معادله و شکل
۴۰	۶.۳.۱.۴ تخمین میانگین در توزیع لگاریتمی نرمال
۴۰	الف - حالتی که تعداد نمونه‌ها بیش از ۳۰ باشد
۴۰	ب - حالتی که تعداد نمونه‌ها کمتر از ۳۰ باشد
۴۱	۷.۳.۱.۴ تخمین سطح اعتماد در توزیع لگاریتمی نرمال
۴۱	الف - حالتی که تعداد نمونه‌ها بیش از ۳۰ باشد
۴۱	ب - حالتی که تعداد نمونه‌ها کمتر از ۳۰ باشد
۴۱	۸.۳.۱.۴ توزیع لگاریتمی سه متغیره

۴۲	۴.۱.۴ تخمین عدد ثابت افزودنی C
۴۴	۵.۱.۴ برآورد میانگین در توزیع لگاریتمی سه متغیره
۴۴	۲.۲.۴ انحراف از نرمال به دلیل اختلاط جوامع
۴۵	۱.۲.۴ خصوصیات نمودار احتمال
۴۶	۲.۲.۴ نمایش یک توزیع نرمال بر یک کاغذ احتمال لگاریتمی
۴۸	۳.۲.۴ توزیع های کرانه بریده (قطع کرانه ای)
۴۹	۴.۲.۴ نمودار احتمال دو جامعه فرضی مختلط
۴۹	۱.۴.۲.۴ نمودار احتمال یک جامعه از داده ها در دامنه محدودی از احتمال
۵۱	۲.۴.۲.۴ تشکیل نمودار احتمال دو جامعه فرضی
۵۴	۳.۴.۲.۴ روش جداسازی الگوهای دومدی نامنقطع
۵۷	۵ فصل پنجم جداسازی جامعه آنومالی از زمینه
۵۷	۱.۵ روش های غیر ساختاری
۵۸	۱.۱.۵ برآورد حد میانه ای بر اساس میانگین و انحراف معیار
۵۸	۲.۱.۵ جداسازی آنومالی بر اساس حاصلضرب P.N
۶۱	۳.۱.۵ جدایش مقدیر آنومالی به روش MAD
۶۱	۲.۵ روش های ساختاری
۶۲	۱.۲.۵ مارکوف
۶۳	۲.۲.۵ محیط همسان گرد (ایزوتروپ)
۷۴	۳.۲.۵ محیط ناهمسان گرد
۷۷	۶ فصل ششم تشریح عملکرد برنامه ها در نرم افزار MATLAB
۷۸	۱.۶ برنامه حذف و جایگزینی داده های سنسورد
۷۹	۱.۱.۶ نحوه اجرای برنامه Censored
۸۰	۲.۱.۶ ورودی و خروجی برنامه Censored
۸۳	۲.۶ برنامه آزمون آماری مقادیر خارج از رده
۸۷	۱.۲.۶ نحوه اجرای برنامه Outlier
۸۸	۲.۲.۶ ورودی و خروجی برنامه Outlier
۸۹	۳.۶ برنامه محاسبه پارامترهای آماری در حالت لگاریتمی (دو متغیره)
۹۰	۱.۳.۶ ساب روتین Introducing_Tables
۹۰	۲.۳.۶ ساب روتین Calculate_Mean_Var
۹۱	۳.۳.۶ ساب روتین Real_Mean

۴.۳.۶	نحوه اجرای برنامه LOG	۱۰۰
۵.۳.۶	ورودی و خروجی برنامه LOG	۱۰۱
۴.۶	برنامه تعیین نوع توزیع نگارشی و محاسبه پارامترهای آماری	۱۰۹
۱.۴.۶	ساب روتین W_Indicator	۱۰۹
۲.۴.۶	ساب روتین Correction	۱۱۲
۳.۴.۶	نحوه اجرای برنامه Distribution	۱۱۴
۴.۴.۶	ورودی و خروجی برنامه Distribution	۱۱۵
۵.۶	برنامه جداسازی جوامع مختلط	۱۲۰
۲.۵.۶	ساب روتین Cumulative	۱۲۱
۳.۵.۶	ساب روتین Regrefit_1_1	۱۲۱
۳.۵.۶	ساب روتین Seconddilt_1	۱۲۲
۴.۵.۶	ساب روتین Separation_1	۱۲۳
۵.۵.۶	ساب روتین Regrefit_1_2	۱۲۵
۶.۵.۶	نحوه اجرای برنامه SOPOPP	۱۲۷
۷.۵.۶	ورودی و خروجی برنامه SOPOPP	۱۲۷
۶.۶	برنامه برآورد حد استانه‌ای بر اساس میان و انحراف معیار	۱۳۲
۱.۶.۶	نحوه اجرای برنامه Disp	۱۳۳
۲.۶.۶	ورودی و خروجی برنامه Disp	۱۳۳
۷.۶	برنامه جدایش مقادیر آنومال به روش MAD	۱۳۸
۱.۷.۶	نحوه اجرای برنامه MAD	۱۳۹
۲.۷.۶	ورودی و خروجی برنامه MAD	۱۳۹
۸.۶	برنامه جداسازی آنومالی بر اساس حاصلضرب P.N	۱۴۳
۱.۸.۶	ساب روتین Introducing_Table	۱۴۳
۲.۸.۶	ساب روتین PN_Product	۱۴۴
۳.۸.۶	نحوه اجرای برنامه PN	۱۴۶
۴.۸.۶	ورودی و خروجی برنامه PN	۱۴۷
۹.۶	برنامه جدایش مقادیر آنومال بر اساس روش U	۱۵۳
۱.۹.۶	نحوه اجرای برنامه U	۱۵۷
۲.۹.۶	ورودی و خروجی برنامه U	۱۵۷
۳.۹.۶	ساب روتین فرعی histogram	۱۵۸
۱۰.۶	نکاتی ضروری جهت اجرای برنامه‌ها	۱۶۶

۱۶۹	۱۱.۶ مطالعه موردی.....
۱۷۰	۱.۱۱.۶ مطالعه و بررسی عنصر مس.....
۱۷۰	۱.۱.۱۱.۶ مرحله اول (جایگزینی داده‌های سنسورد).....
۱۷۲	۲.۱.۱۱.۶ مرحله دوم (حذف و جایگزینی داده‌های خارج از رده).....
۱۷۳	۳.۱.۱۱.۶ مرحله سوم (جداسازی جوامع مختلط در صورت وجود).....
۱۷۴	۴.۱.۱۱.۶ مرحله چهارم (تعیین نوع توزیع).....
۱۷۷	۵.۱.۱۱.۶ مرحله پنجم (جدایش مقادیر آنومال بر اساس میانه و انحراف معیار).....
۱۷۹	۶.۱.۱۱.۶ مرحله ششم (جدایش مقادیر آنومال با روش MAD).....
۱۸۲	۷.۱.۱۱.۶ مرحله هفتم (جدایش مقادیر آنومال بر اساس حاصلضرب P.N).....
۱۸۴	۸.۱.۱۱.۶ مرحله هشتم (جدایش مقادیر آنومال به کمک آماره U).....
۱۸۸	۲.۱۱.۶ مطالعه و بررسی عنصر مولیبدن.....
۱۸۹	۱.۲.۱۱.۶ مرحله اول (حذف و جایگزینی داده‌های سنسورد).....
۱۹۰	۲.۲.۱۱.۶ مرحله دوم (حذف و جایگزینی داده‌های خارج از رده).....
۱۹۱	۳.۲.۱۱.۶ مرحله سوم (جداسازی جوامع مختلط در صورت وجود).....
۱۹۲	۴.۲.۱۱.۶ مرحله چهارم (تعیین نوع توزیع).....
۱۹۵	۵.۲.۱۱.۶ مرحله پنجم (جدایش مقادیر آنومال بر اساس میانه و انحراف معیار).....
۱۹۷	۶.۲.۱۱.۶ مرحله ششم (جدایش مقادیر آنومال با روش MAD).....
۱۹۹	۷.۲.۱۱.۶ مرحله هفتم (جدایش مقادیر آنومال بر اساس حاصلضرب P.N).....
۲۰۲	۸.۲.۱۱.۶ مرحله هشتم (جدایش مقادیر آنومال به کمک آماره U).....
۲۰۷	منابع و مراجع.....
۲۱۱	پیوست.....

شکل ۱-۲: هیستوگرام توزیع فراوانی عنصر B در نمونه‌های ماده معدنی A	۹
شکل ۲-۲: درصد فراوانی تجمعی نسبی فسفات در ۲۲۴ نمونه [۶]	۱۲
شکل ۳-۲: مقادیر میانگین، میانه و مد در یک توزیع [۵ و ۱۱]	۱۵
شکل ۴-۲: مقایسه میانگین، میانه و مد [۵ و ۱۲]	۱۶
شکل ۱-۳: شکل زنگوله‌ای مانند منحنی توزیع نرمال [۱۴]	۲۰
شکل ۲-۳: محاسبه زیر منحنی نرمال [۱۲]	۲۱
شکل ۳-۳: دو توزیع نرمال مختلف [۱۶]	۲۲
شکل ۴-۳: دو توزیع نرمال با میانگین یکسان [۱۶]	۲۲
شکل ۵-۳: شکل عمومی یک توزیع نرمال [۱۶]	۲۲
شکل ۶-۳: منحنی توزیع نرمال استاندارد [۱۷]	۲۳
شکل ۷-۳: بخش‌های ویژه در منحنی توزیع نرمال [۱۴]	۲۳
شکل ۱-۴: حد آستانه‌ای مقادیر خارج از محدوده با روش دورفل [۶]	۳۱
شکل ۲-۴: نمونه توزیع نرمال عنصر سولفید مربوط به گمانه دوم سیستم پرفیری پرکام [۲۲]	۳۵
شکل ۳-۴: تبدیل یک توزیع با چولگی مثبت به توزیع نرمال با استفاده از لگاریتم داده‌ها [۶]	۳۶
شکل ۴-۴: نمودار فراوانی مس در گمانه هشتم سیستم پرفیری پرکام [۲۳]	۳۷
شکل ۵-۴: نمودار فراوانی لگاریتمی مس در گمانه هشتم سیستم پرفیری پرکام [۲۳]	۳۷
شکل ۶-۴: توزیع تجمعی لگاریتم عیار مس در گمانه هشتم سیستم پرفیری پرکام [۲۴]	۳۷
شکل ۷-۴: نمودار توزیع تجمعی عیار ۲۰۴۰۳ نمونه سه متری مربوط به یک کانسار پرفیری که در کاغذ لگاریتمی رسم شده است [۱۴]	۳۸
شکل ۸-۴: نمودار توزیع تجمعی عیار اکسید مس در ۳۹۶ نمونه از یک کانسار مس پرفیری که در کاغذ احتمال لگاریتمی رسم شده است [۱۴]	۳۸
شکل ۹-۴: نمودار توزیع تجمعی عیار سولفید مس در ۲۴۹ نمونه از یک کانسار مس پرفیری که در کاغذ احتمال لگاریتمی رسم شده است [۱۴]	۳۹
شکل ۱۰-۴: نمودار توزیع فراوانی عیار آهن معدن چادرملو [۲۵]	۴۱
شکل ۱۱-۴: نمودار توزیع لگاریتمی عیار آهن معدن چادرملو [۲۵]	۴۲
شکل ۱۲-۴: نمودار توزیع لگاریتمی سه متغیره عیار آهن معدن چادرملو [۲۵]	۴۲
شکل ۱۳-۴: محاسبه عدد ثابت افزودنی [۵]	۴۳
شکل ۱۴-۴: نمودار احتمال (درصد تجمعی) جوامع مختلف دارای توزیع نرمال با میانگین‌های مختلف [۲۶]	۴۵

- شکل ۴-۵: نمودار احتمال (درصد تجمعی) جرم مختلف ذرات توزیع نرمال با میانگین‌های یکسان و انحراف معیارهای متفاوت [۲۶]..... ۴۶
- شکل ۴-۱۶: نمودار احتمال (درصد تجمعی) داده‌هایی با توزیع نرمال (AN) و داده‌هایی با توزیع لاگ نرمال (LN) روی کاغذ احتمال معمولی [۲۶]..... ۴۷
- شکل ۴-۱۷: نمودار احتمال (درصد تجمعی) داده‌هایی با توزیع نرمال (AN) و داده‌هایی با توزیع لاگ نرمال (LN) روی کاغذ احتمال نگارشی [۲۶]..... ۴۷
- شکل ۴-۱۸: نمودار احتمال (درصد تجمعی) یک جامعه با توزیع لاگ نرمال که در صداهای مختلفی از داده‌های آن حذف شده است [۲۶]..... ۴۹
- شکل ۴-۱۹: نمودار احتمال یک جامعه رسم شده در دامنه محدودی از احتمال [۲۶]..... ۵۰
- شکل ۴-۲۰: نمودار احتمال یک جامعه آماری در دامنه‌های محدودی از احتمال [۲۶]..... ۵۰
- شکل ۴-۲۱: جامعه ترکیبی حاصل از دو جامعه لاگ نرمال A و B [۲۶]..... ۵۱
- شکل ۴-۲۲: نمودار احتمال (درصد تجمعی) جامعه ترکیبی حاصل از اختلاط دو جامعه نرمال غیر متقاطع با درصد ترکیبی مختلف [۲۶]..... ۵۲
- شکل ۴-۲۳: نمودار احتمال (درصد تجمعی) جامعه ترکیبی حاصل از اختلاط دو جامعه نرمال متقاطع با درصد ترکیبی مختلف [۲۶]..... ۵۲
- شکل ۴-۲۴: نمودار احتمال (درصد تجمعی) جامعه ترکیبی حاصل از اختلاط دو جامعه نرمال متقاطع با نسبت‌های مختلف [۲۶]..... ۵۳
- شکل ۴-۲۵: نمودار احتمال جامعه ترکیبی حاصل از ترکیب دو جامعه نرمال غیر متقاطع [۲۶]..... ۵۳
- شکل ۴-۲۶: روش جداسازی دو جامعه غیر متقاطع [۲۶]..... ۵۴
- شکل ۵-۱: محاسبه مقدار U در حالتی که نمونه مورد محاسبه از جامعه آنومالی باشد و نمونه‌های اطراف آن نیز نمونه‌های آنومان باشند [۶]..... ۶۶
- شکل ۵-۲: محاسبه مقدار U در حالتی که نمونه مورد محاسبه از جامعه آنومالی و روی مرز دو جامعه آنومالی و زمینه قرار گرفته باشد [۶]..... ۶۶
- شکل ۵-۳: نقشه موقعیت جوامع آنومالی و زمینه برای یک سری داده فرضی [۶]..... ۶۷
- شکل ۵-۴: آنومالی‌های جدا شده به روش $m-2s$ برای منطقه فرضی [۶]..... ۶۸
- شکل ۵-۵: آنومالی‌های جدا شده به روش آماره U برای منطقه فرضی [۶]..... ۶۹
- شکل ۵-۶: موقعیت آنومالی‌های منطقه فرضی [۶]..... ۷۰
- شکل ۵-۷: هیستوگرام توزیع داده‌های فرضی [۶]..... ۷۰
- شکل ۵-۸: هیستوگرام توزیع مقادیر U به همسایگی دایره‌ای شکل برای منطقه فرضی [۶]..... ۷۱
- شکل ۵-۹: آنومالی‌های جدا شده به روش $m+2s$ برای منطقه فرضی [۶]..... ۷۱
- شکل ۵-۱۰: آنومالی‌های جدا شده به روش U به همسایگی دایره‌ای برای منطقه فرضی [۶]..... ۷۲

شکل ۵-۱۱: محاسبه مقدار U با شعاع همسایگی دایره‌ای برای نمونه واقع در وسط نقشه [۶].....	۷۲
شکل ۶-۱: متن ساب روتین Simple_Replace.....	۷۹
شکل ۶-۲: طریقه باز کردن یک m فایل در نرم افزار متلب.....	۷۹
شکل ۶-۳: تصویری از m فایل Censored.....	۸۰
شکل ۶-۴: نحوه معرفی ورودی‌ها به برنامه Censored.....	۸۲
شکل ۶-۵: نمونه‌ای از خروجی برنامه Censored.....	۸۳
شکل ۶-۶: در پیوست الف آورده شده است.....	۲۱۱
شکل ۶-۷: متن ساب روتین Doerffel.....	۸۶
شکل ۶-۸: تصویری از m فایل Outlier.....	۸۷
شکل ۶-۹: خروجی برنامه Outlier در مورد نمونه‌های کوارتز.....	۸۹
شکل ۶-۱۰: در پیوست الف آورده شده است.....	۲۱۲
شکل ۶-۱۱: متن ساب روتین Calculate_Mean_Var.....	۹۰
شکل ۶-۱۲: متن ساب روتین Real_Mean.....	۹۹
شکل ۶-۱۳: تصویری از m فایل LOG.....	۱۰۰
شکل ۶-۱۴: نمودار فراوانی عیار ۵۰ نمونه Zn از گمانه اول محدوده پرکام [۳۹ و ۴۰].....	۱۰۳
شکل ۶-۱۵: نمودار فراوانی لگاریتم عیار ۵۰ نمونه Zn از گمانه اول محدوده پرکام [۳۹ و ۴۰].....	۱۰۳
شکل ۶-۱۶: خروجی برنامه LOG در تخمین میانگین ۵۰ نمونه عیار Zn از گمانه اول محدوده پرکام.....	۱۰۴
شکل ۶-۱۷: خروجی برنامه LOG در تخمین سطح اعتماد ۵۰ نمونه عیار Zn گمانه اول محدوده پرکام.....	۱۰۵
شکل ۶-۱۸: نمودار فراوانی عیار ۲۷ نمونه Pb از گمانه دوم محدوده اکتشافی پرکام.....	۱۰۶
شکل ۶-۱۹: نمودار فراوانی لگاریتم عیار ۲۷ نمونه Pb از گمانه دوم محدوده اکتشافی پرکام.....	۱۰۷
شکل ۶-۲۰: خروجی برنامه LOG در تخمین میانگین ۲۷ نمونه عیار Pb از گمانه دوم محدوده پرکام.....	۱۰۷
شکل ۶-۲۱: خروجی برنامه LOG در تخمین سطح اعتماد ۲۷ نمونه عیار Pb از گمانه دوم محدوده پرکام.....	۱۰۸
شکل ۶-۲۲: متن ساب روتین W_Indicator.....	۱۱۳
شکل ۶-۲۳: متن ساب روتین Correction.....	۱۱۴
شکل ۶-۲۴: تصویری از m فایل Distribution.....	۱۱۵
شکل ۶-۲۵: نمودار فراوانی عیار ۲۸۸ نمونه Zn از گمانه پنجم محدوده اکتشافی پرکام.....	۱۱۸
شکل ۶-۲۶: نمودار فراوانی لگاریتم عیار ۲۸۸ نمونه Zn از گمانه پنجم محدوده اکتشافی پرکام.....	۱۱۸

شکل ۶-۲۷: خروجی برنامه Distribution در مورد ۲۸۸ نمونه عیار Zn از گمانه پنجم محدوده پرکام.....	۱۱۹
شکل ۶-۲۸: نمودار توزیع لگاریتمی سه متغیره عیار Zn از گمانه پنجم محدوده اکتشافی پرکام.....	۱۲۰
شکل ۶-۲۹: متن ساب روتین Cumulative.....	۱۲۱
شکل ۶-۳۰: متن ساب روتین Regrefit_1_1.....	۱۲۱
شکل ۶-۳۱: متن ساب روتین Seconddiff_1.....	۱۲۲
شکل ۶-۳۲: متن ساب روتین Separation_1.....	۱۲۵
شکل ۶-۳۳: متن ساب روتین Regrefit_1_2.....	۱۲۶
شکل ۶-۳۴: تصویری از m فایل برنامه SOPOPP.....	۱۲۷
شکل ۶-۳۵: نمودار حاصل از اجرای ساب روتین Cumulative برای عیار عنصر Cr.....	۱۲۹
شکل ۶-۳۶: خروجی برنامه SOPOPP برای عیار عنصر Cr.....	۱۳۰
شکل ۶-۳۷: نمودار حاصل از اجرای برنامه SOPOPP برای عیار عنصر Cr.....	۱۳۱
شکل ۶-۳۸: خط برآش شده به نقاط حاصل از ساب روتین Cumulative و نقاط جدا شده از آن.....	۱۳۱
شکل ۶-۳۹: متن ساب روتین m_nms.....	۱۳۳
شکل ۶-۴۰: خروجی برنامه Disp در مورد عیار عنصر A.....	۱۳۶
شکل ۶-۴۱: خروجی برنامه Disp جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۱).....	۱۳۶
شکل ۶-۴۲: خروجی برنامه Disp جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۲).....	۱۳۷
شکل ۶-۴۳: خروجی برنامه Disp جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۳).....	۱۳۷
شکل ۶-۴۴: متن ساب روتین m_nMAD.....	۱۳۹
شکل ۶-۴۵: خروجی برنامه MAD در مورد عیار عنصر A.....	۱۴۱
شکل ۶-۴۶: خروجی برنامه MAD جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۱).....	۱۴۱
شکل ۶-۴۷: خروجی برنامه MAD جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۲).....	۱۴۲
شکل ۶-۴۸: خروجی برنامه MAD جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۳).....	۱۴۳
شکل ۶-۴۹: در بیوست الف آورده شده است.....	۲۱۸
شکل ۶-۵۰: متن ساب روتین PN_Product.....	۱۴۶
شکل ۶-۵۱: متن m فایل برنامه PN_Product.....	۱۴۷
شکل ۶-۵۲: نمودار فراوانی عیار لیتیوم ۱۵۰ نمونه گرانیت دگرسان شده.....	۱۵۰
شکل ۶-۵۳: خروجی برنامه Distribution برای عیار لیتیوم ۱۵۰ نمونه گرانیت دگرسان شده.....	۱۵۱
شکل ۶-۵۴: خروجی برنامه PN برای عیار لیتیوم ۱۵۰ نمونه گرانیت دگرسان شده.....	۱۵۲
شکل ۶-۵۵: خروجی برنامه PN جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌های گرانیت دگرسان شده و مشخص کردن مقادیر آنومال عنصر لیتیوم.....	۱۵۳

شکل ۶-۵۶: متن ساب روتین U with_r	۱۵۷
شکل ۶-۵۷: متن ساب روتین histogram	۱۵۹
شکل ۶-۵۸: خروجی برنامه U در مورد عبار عنصر A (n=۱)	۱۶۰
شکل ۶-۵۹: خروجی برنامه U، جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۱)	۱۶۱
شکل ۶-۶۰: خروجی برنامه U در مورد عبار عنصر A (n=۲)	۱۶۲
شکل ۶-۶۱: خروجی برنامه U، جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۲)	۱۶۲
شکل ۶-۶۲: خروجی برنامه U در مورد عبار عنصر A (n=۳)	۱۶۳
شکل ۶-۶۳: خروجی برنامه U، جهت نمایش موقعیت قرارگیری نمونه‌ها (n=۳)	۱۶۳
شکل ۶-۶۴: نتیجه حاصل از اجرای متن ساب روتین histogram در مورد نمونه‌های فرضی A در حالت n=۱	۱۶۴
شکل ۶-۶۵: نمایش انتخاب بهترین شعاع همسایگی در شبکه‌های سیستماتیک	۱۶۵
شکل ۶-۶۶: تصویر ۲۵×۲۵ از متن ساب روتین U without_r، به منظور نمایش تفاوت آن با ساب روتین U with_r	۱۶۶
شکل ۶-۶۷: طریقه رعایت کردن نام ساب روتین در ذخیره کردن آن	۱۶۷
شکل ۶-۶۸: آماده‌سازی محیط مجلس برای اجرای برنامه جدید	۱۶۸
شکل ۶-۶۹: نمایش جداکردن خروجی‌های برنامه مورد نظر از دیگر محاسبات صورت گرفته	۱۶۹
شکل ۶-۷۰: ترسیم از پراکندگی دو بعدی نمونه‌ها [۴۶]	۱۷۰
شکل ۶-۷۱: خروجی برنامه Censored در مورد عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۱
شکل ۶-۷۲: خروجی برنامه Outlier در مورد عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۲
شکل ۶-۷۳: نمودار فروانی عبار عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۳
شکل ۶-۷۴: نتیجه حاصل از اجرای متن ساب روتین Cumulative در مورد عبار عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۴
شکل ۶-۷۵: خروجی برنامه Distribution در مورد عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۵
شکل ۶-۷۶: نمودار فروانی نگاریم عبار عنصر مس محدوده پرکام	۱۷۶
شکل ۶-۷۷: خروجی برنامه Disp در مورد عنصر مس محدوده پرکام (برای n=۱)	۱۷۷
شکل ۶-۷۸: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدوده پرکام (n=۱)	۱۷۸
شکل ۶-۷۹: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدوده پرکام (n=۲)	۱۷۸
شکل ۶-۸۰: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدوده پرکام (n=۳)	۱۷۹
شکل ۶-۸۱: خروجی برنامه MAD در مورد عنصر مس محدوده پرکام (برای n=۱)	۱۸۰
شکل ۶-۸۲: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدوده پرکام (n=۱)	۱۸۱
شکل ۶-۸۳: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدوده پرکام (n=۲)	۱۸۱

شکل ۸۴-۶: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدودده پرکام (n=۳).....	۱۸۲
شکل ۸۵-۶: خروجی برنامه PN در مورد عنصر مس محدودده پرکام.....	۱۸۳
شکل ۸۶-۶: خروجی برنامه PN، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدودده پرکام (d=۱).....	۱۸۴
شکل ۸۷-۶: خروجی برنامه Ur در مورد عنصر مس محدودده پرکام.....	۱۸۵
شکل ۸۸-۶: خروجی برنامه Ur، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدودده پرکام (n=۱).....	۱۸۵
شکل ۸۹-۶: خروجی برنامه Ur، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدودده پرکام (n=۲).....	۱۸۶
شکل ۹۰-۶: خروجی برنامه Ur، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مس محدودده پرکام (n=۳).....	۱۸۶
شکل ۹۱-۶: نمودار فراوانی U مربوط به مس و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای n=۱.....	۱۸۷
شکل ۹۲-۶: نمودار فراوانی U مربوط به مس و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای n=۲.....	۱۸۷
شکل ۹۳-۶: نمودار فراوانی U مربوط به مس و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای n=۳.....	۱۸۸
شکل ۹۴-۶: خروجی برنامه Censored در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۸۹
شکل ۹۵-۶: خروجی برنامه Outlier در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۹۰
شکل ۹۶-۶: نمودار فراوانی عیار عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۹۱
شکل ۹۷-۶: نتیجه حاصل از اجرای ساب روتین Cumulative در مورد عیار عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۹۲
شکل ۹۸-۶: خروجی برنامه Distribution در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۹۳
شکل ۹۹-۶: نمودار فراوانی لگاریتم عیار عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۱۹۴
شکل ۱۰۰-۶: خروجی برنامه Disp در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام (برای n=۱).....	۱۹۵
شکل ۱۰۱-۶: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۱).....	۱۹۶
شکل ۱۰۲-۶: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۲).....	۱۹۶
شکل ۱۰۳-۶: خروجی برنامه Disp، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۳).....	۱۹۷
شکل ۱۰۴-۶: خروجی برنامه MAD در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام (برای n=۱).....	۱۹۷
شکل ۱۰۵-۶: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۱).....	۱۹۸
شکل ۱۰۶-۶: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۲).....	۱۹۸
شکل ۱۰۷-۶: خروجی برنامه MAD، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۳).....	۱۹۹
شکل ۱۰۸-۶: خروجی برنامه PN در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام.....	۲۰۰
شکل ۱۰۹-۶: خروجی برنامه PN، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (d=۱).....	۲۰۱
شکل ۱۱۰-۶: خروجی برنامه PN، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (d=۱۰).....	۲۰۱
شکل ۱۱۱-۶: خروجی برنامه Ur در مورد عنصر مولیبدن محدودده پرکام (برای n=۱).....	۲۰۲
شکل ۱۱۲-۶: خروجی برنامه Ur، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۱).....	۲۰۳
شکل ۱۱۳-۶: خروجی برنامه Ur، جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام (n=۲).....	۲۰۳

- شکل ۶-۱۱۴: خروجی برنامه U_r جهت نمایش نمونه‌های آنومال مولیبدن پرکام ($n=3$) ۲۰۴
- شکل ۶-۱۱۵: نمودار فراوانی U برای مولیبدن و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای $n=1$ ۲۰۴
- شکل ۶-۱۱۶: نمودار فراوانی U برای مولیبدن و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای $n=2$ ۲۰۵
- شکل ۶-۱۱۷: نمودار فراوانی U برای مولیبدن و نمایش جداسازی مقادیر U به ازای $n=3$ ۲۰۵

- جدول ۱-۲: داده‌های آنالیز عنصر A در ۲۰ نمونه‌های ماده معدنی B..... ۸
- جدول ۲-۲: لیست کلاس‌بندی شده مقادیر A اندازه‌گیری شده در نمونه‌های یک معدن B..... ۸
- جدول ۳-۲: توزیع فراوانی داده‌های B نمونه‌های ماده معدنی A..... ۹
- جدول ۴-۲: داده‌های حاصل از اندازه‌گیری آهن در گمانه اول سیستم پرفیری پرکام..... ۱۰
- جدول ۱-۳: ضریب t برای سطح اعتمادهای مختلف [۱۲]..... ۲۸
- جدول ۱-۴: نمونه‌های شبازی گرفته شده از رگه کوارتز غنی از طلا [۶]..... ۳۲
- جدول ۱-۶: عیار ده نمونه از عنصر A..... ۸۱
- جدول ۲-۶: نقاط مستخرج از نمودار شکل ۱-۴ برای سطح اعتماد ۹۹ درصد..... ۸۲
- جدول ۳-۶: نقاط مستخرج از نمودار شکل ۱-۴ برای سطح اعتماد ۹۵ درصد..... ۸۴
- جدول ۴-۶: عیار ۵۰ نمونه Zn از گمانه اول محدوده اکتشافی پرکام..... ۱۰۲
- جدول ۵-۶: عیار ۲۷ نمونه Pb از گمانه دوم محدوده اکتشافی پرکام..... ۱۰۶
- جدول ۶-۶: عیار ۲۸۸ نمونه Zn و کربن پنجم محدوده اکتشافی پرکام (بر حسب ppm)..... ۱۱۷
- جدول ۷-۶: عیار عنصر Cr منطقه سطح زمینی پاما (بر حسب ppm)..... ۱۲۸
- جدول ۸-۶: طول، عرض و عیار نمونه‌های عنصر A..... ۱۳۵
- جدول ۹-۶: خلطت لیتیوم ۱۵۱ نمونه برداشت شده از یک گرانت دگرسان شده..... ۱۴۸
- جدول ۱۰-۶: مشخصات آماری عیار عنصر مس مجاورده پرکام..... ۱۷۶
- جدول ۱۱-۶: مشخصات آماری عیار عنصر مولیبدن مجاورده پرکام..... ۱۹۴