

به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی پزشکی

میانترم درس تحلیل آماری داده‌های پزشکی

امیرحسین شریفی صدر

۹۷۳۳۰۴۴

نام استاد: دکتر قنبری

تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱

۱- داده‌ای را انتخاب یا تولید کنید که حداقل سه گروه داشته باشد (میتوانید از داده‌هایی که در اختیار دارید استفاده کنید یا داده را از سایت‌هایی که در تمرین اول پیدا کرده بودید دانلود کنید. در صورت لزوم میتوانید داده را از دوستانتان بگیرید).

داده‌ی انتخابی از سایت <https://www.oasis-brains.org> برداشته شده‌است.

دیتاست‌های این سایت شامل داده‌های مرتبط به پدیده‌ی پیری و **Dementia** است.

در پاسخ به سوال ۲، به تفصیل در خصوص این داده و جزئیاتش بحث میشود.

سه گروه مورد استفاده بر اساس ابتلا به زوال عقل، عدم زوال عقل و مراحل اولیه زوال عقل دسته‌بندی شده‌اند.

۲- داده را معرفی کرده و مرجع آن را ذکر نمایید.

معرفی مرجع: مجموعه مطالعات تصویربرداری با دسترسی آزاد (OASIS) پروژه‌ای است که با هدف ایجاد مجموعه داده‌های تصویربرداری عصبی از مغز به صورت رایگان در دسترس جامعه علمی است. هدف این مرجع این است که با گردآوری و توزیع آزادانه مجموعه داده‌های تصویربرداری عصبی، سبب پیشرفت و کمک در علوم اعصاب پایه و بالینی را شود.

داده‌های منتشر شده OASIS1 یا همان (OASIS-Cross-sectional (Marcus et al, 2007 و OASIS2 یا همان

(OASIS-Longitudinal (Marcus et al, 2010 برای تجزیه و تحلیل داده‌های مبتنی بر فرضیه، توسعه اطلس‌های عصبی آناتومیکی و توسعه الگوریتم‌های تقسیم‌بندی استفاده شده‌اند.

مجموعه داده‌های OASIS که توسط central.xnat.org میزبانی می‌شود، دسترسی آزاد به یک پایگاه داده قابل توجه از تصویربرداری‌های عصبی و داده‌های تصویربرداری پردازش‌شده در طیف گسترده جمعیت‌شناختی، شناختی و ژنتیکی را در اختیار جامعه قرار می‌دهد و بستری آسان را برای استفاده در تصویربرداری عصبی، بالینی و تحقیقات شناختی روی پیری طبیعی و زوال شناختی فراهم میکند.

معرفی داده: مجموعه مطالعات تصویربرداری با دسترسی آزاد (OASIS) مجموعه‌ای از مجموعه داده‌های MRI است که برای مطالعه و تجزیه و تحلیل در دسترس عموم است. مجموعه داده‌های انتخاب شده از مطالعه OASIS2 (**oasis_longitudinal_demographics**)، شامل مجموعه‌ای طولی از ۱۵۰ آزمودنی ۶۰ تا ۹۸ سال است. هر آزمودنی در دو یا چند بازدید اسکن شده، که حداقل این اسکن مغزها یک سال از هم فاصله داشته‌اند. همه افراد با استفاده از رتبه بندی دمانس بالینی (CDR) مشخص شدند که یا فاقد دمانس (**nondemented**) هستند یا دارای دمانس (**demented**) و یا در مراحل اولیه دمانس (**converted**) هستند. ۷۲ نفر از آزمودنی‌ها در زمان هر یک از ویزیت‌های خود به عنوان فرد مبتلا نشده به زوال عقل (**nondemented**) شناخته شدند. ۶۴ نفر از آزمودنی‌های وارد شده در زمان ویزیت اولیه خود به عنوان فرد مبتلا به زوال عقل

(demented) شناخته شدند و برای اسکن‌های بعدی نیز به همان شکل باقی ماندند. ۱۴ آزمودنی دیگر در زمان ویزیت اولیه خود فاقد زوال عقل بودند و متعاقباً در زمان یک یا چند ویزیت بعدی به عنوان فرد مبتلا به زوال عقل شناخته شدند که البته در داده این افراد به عنوان افرادی که در مراحل اولیه ابتلا به زوال عقل (converted) هستند، مشخص شده‌اند. آزمودنی‌ها همگی راست دست بودند و شامل مردان (n=۶۲) و زنان (n=۸۸) بودند. برای هر جلسه اسکن، ۳ یا ۴ اسکن MRI با وزن T1 به دست آمد. جمع‌آوری‌های چندگانه درون جلسه‌ای، کنتراست بسیار بالایی با نویز ایجاد می‌کنند و داده‌ها را برای طیف گسترده‌ای از رویکردهای تحلیلی از جمله تجزیه و تحلیل محاسباتی خودکار آماده می‌کند. محاسبه خودکار حجم کل مغز و تخمین حجم کل داخل جمجمه (eTIV) برای نشان دادن استفاده از داده‌ها برای اندازه‌گیری تفاوت‌های مرتبط با پیری طبیعی و بیماری آلزایمر ارائه شده است.

پارامتری که در این دیتاست برای این گزارش مورد بررسی قرار گرفته است، پارامتر eTIV (estimated Total Intracranial Volume) که **معدل تخمینی از حجم داخل کل جمجمه** است. واحد اندازه‌گیری این پارامتر در این دیتا بر حسب mm^3 بوده است. این پارامتر با مقیاس‌بندی حجم داخل جمجمه‌ای اندازه‌گیری شده اطلس به صورت دستی توسط تبدیل affine که هر نقطه از مغز را روی اطلس تبدیل میکند محاسبه شده است.

اطلس مغزی: یک اطلس مغزی از بخش‌های سریالی در امتداد سطوح مختلف تشریحی مغز حیوان یا انسان در حال رشد / بالغ سالم یا بیمار تشکیل شده است که در آن به هر ساختار مغز تعدادی مختصات اختصاص داده میشود تا طرح کلی یا حجم مغز مشخص شود.

تبدیل خودکار اطلس، عامل مقیاس‌پذیری اطلس (ASF) را ایجاد میکند که به عنوان ضریب مقیاس‌بندی حجمی مورد نیاز برای تطبیق هر فرد با هدف اطلس تعریف می‌شود. از آنجا که نرمال سازی اطلس برابر با اندازه سر است، ASF باید متناسب با TIV باشد.

داده‌های دیتاست استفاده شده را که با عنوان **oasis_longitudinal_demographics.xlsx** ذخیره شده است در زیر

قابل مشاهده میکنید:

	Subject ID	MRI ID	Group	Visit	MR Delay	M/F	Hand	Age	EDUC	SES	MMSE	CDR	eTIV	nWBV	ASF
0	OAS2_0001	OAS2_0001_MR1	Nondemented	1	0	M	R	87	14	2.0	27.0	0.0	1986.550000	0.696106	0.883440
1	OAS2_0001	OAS2_0001_MR2	Nondemented	2	457	M	R	88	14	2.0	30.0	0.0	2004.479526	0.681062	0.875539
2	OAS2_0004	OAS2_0004_MR1	Nondemented	1	0	F	R	88	18	3.0	28.0	0.0	1215.330000	0.709512	1.444060
3	OAS2_0004	OAS2_0004_MR2	Nondemented	2	538	F	R	90	18	3.0	27.0	0.0	1200.100000	0.718214	1.462380
4	OAS2_0005	OAS2_0005_MR1	Nondemented	1	0	M	R	80	12	4.0	28.0	0.0	1688.580000	0.711502	1.039330
...
367	OAS2_0144	OAS2_0144_MR2	Converted	2	683	M	R	79	16	1.0	30.0	0.5	1721.810000	0.707768	1.019270
368	OAS2_0145	OAS2_0145_MR1	Converted	1	0	F	R	68	16	3.0	30.0	0.0	1298.110000	0.798981	1.351970
369	OAS2_0145	OAS2_0145_MR2	Converted	2	1707	F	R	73	16	3.0	29.0	0.5	1286.991849	0.770652	1.363645
370	OAS2_0176	OAS2_0176_MR1	Converted	1	0	M	R	84	16	2.0	30.0	0.0	1404.070000	0.710135	1.249940
371	OAS2_0176	OAS2_0176_MR2	Converted	2	774	M	R	87	16	2.0	30.0	0.0	1397.960000	0.696374	1.255400

برای بررسی و انجام آزمون‌های خواسته شده در سوال‌ها، از داده‌هایی که در ۲ یا چند اسکن MRI برای هر بیمار بود، تنها داده‌ی مربوط به آخرین اسکن MRI هر فرد را نگه داشتیم و بقیه داده‌ها را حذف کردیم و مجموعه داده‌های ما به شکل زیر درآمد:

	Subject ID	MRI ID	Group	Visit	MR Delay	M/F	Hand	Age	EDUC	SES	MMSE	CDR	eTIV	nWBV	ASF
0	OAS2_0001	OAS2_0001_MR2	Nondemented	2	457	M	R	88	14	2.0	30.0	0.0	2004.479526	0.681062	0.875539
1	OAS2_0004	OAS2_0004_MR2	Nondemented	2	538	F	R	90	18	3.0	27.0	0.0	1200.100000	0.718214	1.462380
2	OAS2_0005	OAS2_0005_MR3	Nondemented	3	1603	M	R	85	12	4.0	30.0	0.0	1699.269072	0.705081	1.032797
3	OAS2_0008	OAS2_0008_MR2	Nondemented	2	742	F	R	95	14	2.0	29.0	0.0	1257.350000	0.703206	1.395790
4	OAS2_0012	OAS2_0012_MR3	Nondemented	3	1598	F	R	83	16	2.0	29.0	0.0	1322.611763	0.718238	1.326920
...
145	OAS2_0131	OAS2_0131_MR2	Converted	2	679	F	R	67	12	2.0	25.0	0.0	1331.136768	0.760526	1.318422
146	OAS2_0133	OAS2_0133_MR3	Converted	3	1006	F	R	81	12	3.0	28.0	0.5	1494.620000	0.687298	1.174210
147	OAS2_0144	OAS2_0144_MR2	Converted	2	683	M	R	79	16	1.0	30.0	0.5	1721.810000	0.707768	1.019270
148	OAS2_0145	OAS2_0145_MR2	Converted	2	1707	F	R	73	16	3.0	29.0	0.5	1286.991849	0.770652	1.363645
149	OAS2_0176	OAS2_0176_MR3	Converted	3	1631	M	R	89	16	2.0	30.0	0.5	1408.493658	0.679240	1.246012

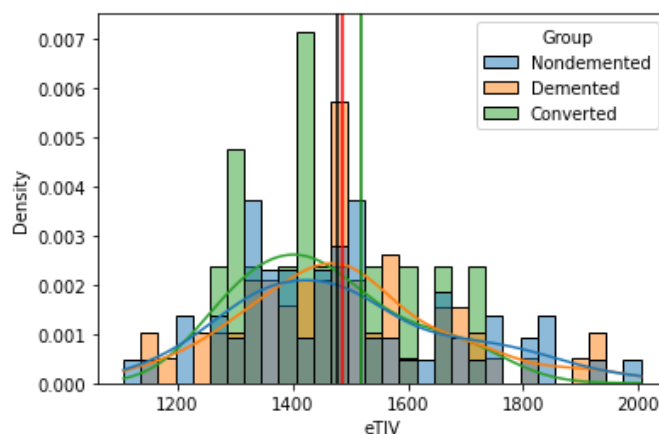
این مجموعه داده تصحیح شده با عنوان **oasis_longitudinal_demographics_edited.xlsx** ذخیره شد و تحلیل‌ها در ادامه سوالات تنها روی این انجام شد.

در این تحلیل اندازه‌های پارامتر **eTIV** برای سه گروه نام برده شده به تفکیک جدا شدند و در سه **sheet** جدا که با نام هر گروه مشخص شده‌اند در فایل اکسل قرار گرفتند تا خواندن آنها در برنامه ساده‌تر شود.

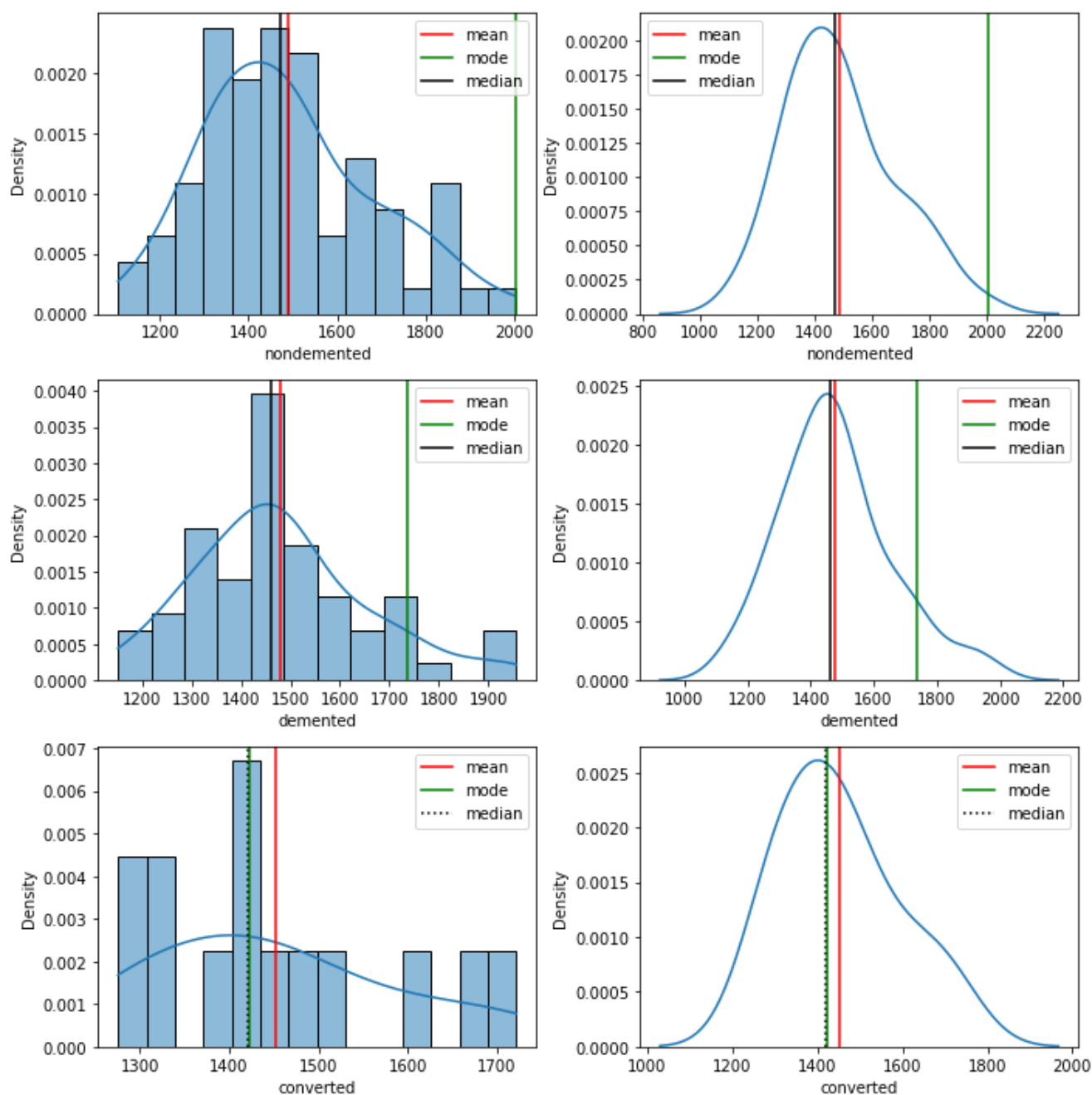
Sheet names: Total data – Nondemented data – Demented data – Converted data

۳- داده را رسم کنید و از روی شکل ظاهری درباره نرمال بودن آن نتیجه‌گیری کنید.

نمایش توزیع تمامی داده‌ها به تفکیک گروه‌ها روی یک نمودار:



نمایش توزیع گروه‌ها به صورت جدا در هر نمودار:



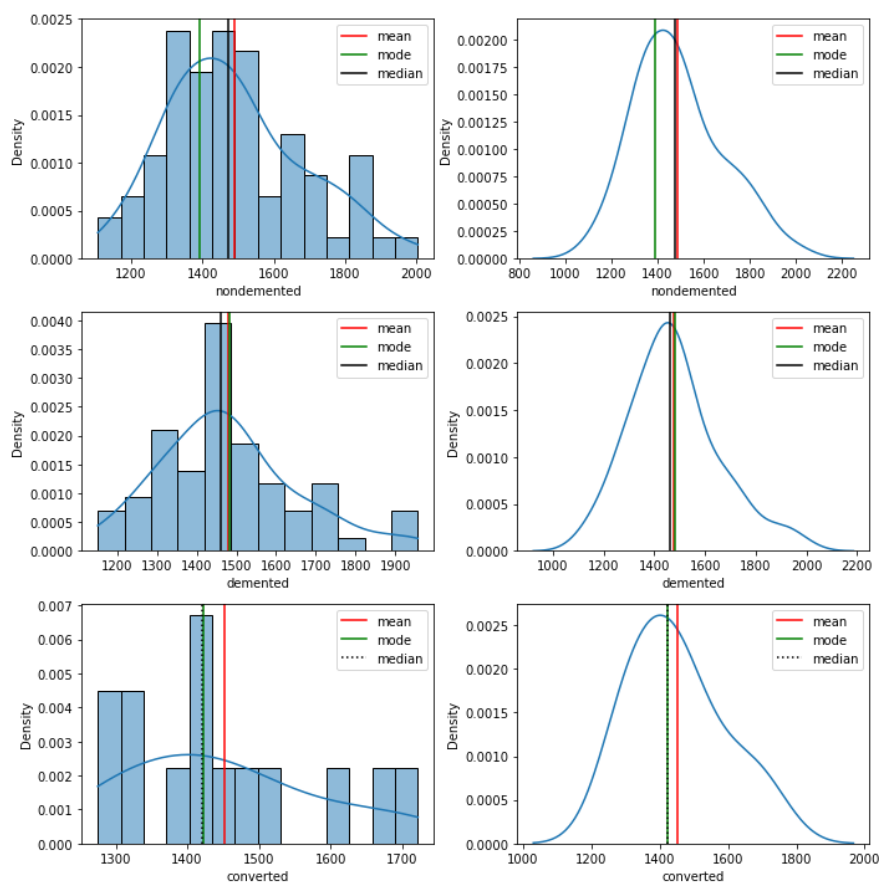
چگالی (Density) یا همان هیستوگرام داده‌ها در نمودارهای سمت چپ به تفکیک گروه‌ها رسم شده است که و همانطور که از نام آنها مشخص است به ترتیب از بالا به پایین نشانگر داده‌های مربوط به Nondementia، dementia و converted هستند. و

همچنین منحنی توزیع این نمودارها، هم روی خودشان در نمودارهای سمت چپ و هم به صورت جدا برای نمایش بهتر در نمودارهای سمت راست رسم شده است.

به طور بصری از روی نمودارهای سمت راست میتوان گفته که هر سه گروه به تقریب داری توزیع نرمالی هستند.

البته یکی از فرض‌ها برای اینکه بتوان گفت یک توزیع نرمال است این است که میانگین، میانه و مد داده‌ها روی هم بیفتند.

همانطور که مشخص است میانگین و میانه‌ی داده‌ها در سه گروه مخصوصاً گروه‌های منسوب به dementia و nondementia بسیار نزدیک به هم هستند اما در این گروه‌ها مد داده‌ها بسیار فاصله دارد که دلیلش این است که داده‌ها در هر گروه تکرار نشده‌اند و داده متعلق به هر فرد با فرد دیگر فرق دارد به همین دلیل نمیتوان مد انتخاب کرد و دستور نوشته شده در کد بزرگتری نداده را به عنوان مد در نظر گرفته است و در نمودار نشان داده شده است. این اتفاق به این سبب افتاده است که داده‌هایمان بعضاً تا ۱۱ رقم دارای اعشار هستند و حتی اگر در بخش صحیح خود نیز دارای مقدار برابر باشند حتماً در قسمت اعشار تفاوت دارند و این سبب میشود که مد در داده‌ها یافت نشود. حال از آنجایی که مقادیر داده‌ها همگی بزرگ و بالای ۱۰۰۰ هستند میتوان اگر اعشارشان بیشتر از ۰.۵ است به بالا و اگر کمتر از ۰.۵ است به پایین گرد کرد و دوباره نمودارها را رسم کرد. نتایج را در زیر خواهید دید:



در این حالت میبینیم که مد در گروه‌های متعلق به داده‌های dementia و nondementia به میانه و میانگین نزدیک‌تر شده‌اند. به طور کل از نتایج بدست آمده از نمودارهای قبل و بعد از گرد شدن داده‌ها میتوان به صورت تقریبی گفت که داده‌ها نرمال هستند.

۴- مقدار کجی داده را به دست آورید.

در زبان برنامه‌نویسی پایتون با استفاده از دو روش مقدار کجی هر گروه و داده‌های کلی را بدست آوریم.

```
# Importing library
from scipy.stats import skew
```

روش ۱: استفاده از کتابخانه‌ی Scipy

calculate with scipy

```
skewness of total data: 0.553352925349285
skewness of nondemented data: 0.5385294517131776
skewness of demented data: 0.6196020272563664
skewness of converted data: 0.5730556708143134
```

روش ۲: استفاده از کتابخانه‌ی Pandas

calculate with pandas

```
skewness of total data: 0    0.558958
dtype: float64
skewness of nondemented data: 0    0.550056
dtype: float64
skewness of demented data: 0    0.634573
dtype: float64
skewness of converted data: 0    0.644245
dtype: float64
```

* میزان کجی از ۳- تا ۳+ را میتوان کجی کم و نرمال در نظر گرفت.

همانطور که از نتایج دو روش مشخص است مقدار کجی‌های محاسبه شده توسط دو روش تنها کمی با هم فرق دارد. و از روی هر دو روش با توان به اینکه میزان کجی‌های در حدود ۰.۵۳ تا ۰.۶۵ هستند و مقدار کمی را دارند میتوان گفت که داده‌های ما تقریباً نرمال هستند. میزان کجی برای تمام گروه‌ها و همچنین کل داده‌ها مثبت است در نتیجه یعنی کجی تمام داده‌ها به سمت راست است.

۵- با استفاده از آزمون‌های موجود نرمال بودن داده را بررسی کنید.

تعیین اینکه آیا نمونه جمع‌آوری شده، مربوط به یک جامعه آماری نرمال است، توسط آزمون‌های مختلفی موسوم به آزمون‌های نرمالیتی (Normality Test) انجام میشود .

چند مورد از روشهای مشهور عبارتند از:

کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov): آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای سنجش و مقایسه توزیع احتمال دادهها با توزیع نرمال خیلی محتاط عمل میکند. به این معنی که تا حد امکان رای به نرمال بودن دادهها میدهد و خیلی به ندرت با وجود کجی و نقاط پرت، فرض نرمال بودن را رد میکند. این آزمون نیاز به دانش قبلی نسبت به تابع چگالی احتمال دادهها دارد و اگر این تابع از روی داده تعیین شود، آزمون نمیتواند به خوبی عمل کند.

```
total data Kolmogorov-Smirnov test: KstestResult(statistic=1.0, pvalue=0.0)
nondemented data Kolmogorov-Smirnov test: KstestResult(statistic=1.0, pvalue=0.0)
demented data Kolmogorov-Smirnov test: KstestResult(statistic=1.0, pvalue=0.0)
converted data Kolmogorov-Smirnov test: KstestResult(statistic=1.0, pvalue=0.0)
```

این آزمون را نیز با توجه قابلیتی که تابع آماده آن در پایتون داشت به دو شیوه انجام دادیم.

در شیوه اول صرفاً تست را روی خود داده‌های کلی و داده‌های هر گروه انجام داده و همانطور که از نتیجه مشخص است میبینیم که آماره (statistic) به دست آمده برابر با ۱ است و مقدار p-value برابر با ۰ شده است.

که در این حالت از آنجایی که مقدار $p\text{-value} < 0.05$ در نتیجه میتوان گفت که هیچ کدام از دادهها یعنی نه داده‌های کلی و نه داده‌های هر گروه به صورت جدا به طور نرمال توزیع نشده‌اند.

با توجه به نتیجه قبلی بنظر این روش پاسخ درستی را به ما نمیدهد چون روی داده‌های دیگر نیز چک شد و اینطور بنظر آمد که اگر داده‌ها از یک حدی بزرگتر باشند نتیجه را در هر صورت به همین شکل اعلام میکند.

در روش دوم این تست داده را با نرمال شدهی خود تابع مقایسه کردیم که نتیجه زیر حاصل شد:

```
total data Kolmogorov-Smirnov test comparing with normalized data: KstestResult(statistic=0.10244677232964006, pvalue=0.08162350783173988)
nondemented data Kolmogorov-Smirnov test comparing with normalized data: KstestResult(statistic=0.11495942938682302, pvalue=0.27556555164650576)
demented data Kolmogorov-Smirnov test comparing with normalized data: KstestResult(statistic=0.11214863016557375, pvalue=0.3691039791564825)
converted data Kolmogorov-Smirnov test comparing with normalized data: KstestResult(statistic=0.15775604303432694, pvalue=0.8253655416706647)
```


این روش به نظر نتایج قابل استنادتری را به ما نشان میدهد.

از آنجایی که در هر ۴ مورد $p\text{-value} > 0.05$ در نتیجه میتوان گفت که داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند.

لیلی فورس (Lilliefors): نسخه اصلاح شده آزمون کولموگروف-اسمیرنوف است. که سبب افزایش دقت این آزمون برای توزیع نرمال شده است.

```
total data lilliefors test: statistic = 0.10269721211775573 , pvalue = 0.0015015666740791724
nondemented data lilliefors test: statistic = 0.11541245179836523 , pvalue = 0.029822166594840615
demented data lilliefors test: statistic = 0.11249313267864014 , pvalue = 0.05947133381253311
converted data lilliefors test: statistic = 0.1546626409958367 , pvalue = 0.4775261485972202
```

از روی نتایج این تست میتوان فهمید که توزیع تمام داده‌ها و همچنین توزیع داده‌های nondemented با توجه به اینکه در آنها $p\text{-value} < 0.05$ ، غیر نرمال هستند و دو توزیع آخر مخصوصا داده‌های converted دارای توزیع نرمال هستند.

جارق برا (Jarque-Bra): این آزمون بر اساس شاخصهای تقارن skewness و kurtosis، مطابقت با توزیع نرمال را میسنجد. به کمک این آزمون و آماره آن، نرمال بودن داده‌ها بررسی میشود. برای نمونه‌های کوچک، اغلب این آزمون رای به رد فرض صفر خواهد داد و نرمال بودن داده‌ها تایید نخواهد شد. ولی با افزایش حجم نمونه، قابلیت این آزمون برای تشخیص نرمال بودن داده‌ها بیشتر میشود.

```
total data jarque-bera test: Jarque_beraResult(statistic=7.32133860304567, pvalue=0.02571529567874664)
nondemented data jarque-bera test: Jarque_beraResult(statistic=3.5820318336142023, pvalue=0.16679063815409712)
demented data jarque-bera test: Jarque_beraResult(statistic=4.367492113081903, pvalue=0.11261886283821021)
converted data jarque-bera test: Jarque_beraResult(statistic=1.0189980212977223, pvalue=0.6007964960745349)
```

از روی نتایج این تست میتوان گفت که توزیع تمام داده بدون گروه‌بندی توزیع غیرنرمالی است ولی ۳ گروه دسته‌بندی شده دارای توزیع‌های نرمال هستند زیرا در آنها $p\text{-value} > 0.05$.

اندرسون-دارلینگ (Anderson-Darling): در این روش وزن بیشتری به مشاهدات موجود در دم‌ها داده میشود.

```
total data anderson-darling test: AndersonResult(statistic=1.3802633633048629,
critical_values=array([0.562, 0.64 , 0.767, 0.895, 1.065]),
significance_level=array([15. , 10. , 5. , 2.5, 1. ]))
nondemented anderson-darling test: AndersonResult(statistic=0.8378535315230948,
critical_values=array([0.548, 0.624, 0.749, 0.874, 1.039]),
significance_level=array([15. , 10. , 5. , 2.5, 1. ]))
demented anderson-darling test: AndersonResult(statistic=0.7088716182024086,
critical_values=array([0.545, 0.621, 0.745, 0.869, 1.034]),
significance_level=array([15. , 10. , 5. , 2.5, 1. ]))
converted anderson-darling test: AndersonResult(statistic=0.30680410792027146,
critical_values=array([0.497, 0.566, 0.68 , 0.793, 0.943]),
significance_level=array([15. , 10. , 5. , 2.5, 1. ]))
```

این تست به ما سه خروجی میدهد که یکی از آنها آماره (statistic) است. دو خروجی دیگر که به شکل آرایه هستند و با یکدیگر متجانس هستند، مقادیر بحرانی (critical values) و سطح اطمینان (significance level) است. یعنی هر مقدرا در آرایه‌ی مربوط به مقادیر بحرانی به دست آمده از سطح اطمینان متجانس با خود در آرایه‌ی مربوط به سطوح اطمینان است.

مواردی که $\text{statistic} < \text{critical value}$ است، داده‌ی ما نرمال است و در غیر این صورت غیر نرمال است.

با توجه به این مقادیر داریم که:

تمام داده‌ها:

statistic: $1.38 > 0.56$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۵
statistic: $1.38 > 0.64$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۰
statistic: $1.38 > 0.767$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۰۵
statistic: $1.38 > 0.895$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۰۲۵
statistic: $1.38 > 1.065$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۰۱

داده‌های Nondemented:

statistic: $0.83 > 0.548$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۵
statistic: $0.83 > 0.624$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۰
statistic: $0.83 > 0.749$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۰۵
statistic: $0.83 < 0.874$	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۲۵
statistic: $0.83 < 1.039$	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۱

داده‌های demented:

statistic: $0.7 > 0.545$	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۵
--------------------------	----------	-------------------

statistic: 0.7 > 0.621	abnormal	سطح اطمینان: ۰.۱۰
statistic: 0.7 < 0.745	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۵
statistic: 0.7 < 0.869	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۲۵
statistic: 0.7 < 1.034	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۱
داده‌های converted:		
statistic: 0.3 < 0.497	normal	سطح اطمینان: ۰.۱۵
statistic: 0.3 < 0.566	normal	سطح اطمینان: ۰.۱۰
statistic: 0.3 < 0.68	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۵
statistic: 0.3 < 0.793	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۲۵
statistic: 0.3 < 0.943	normal	سطح اطمینان: ۰.۰۱

۶- فرضیه خود را درباره داده مطرح کنید.

فرضیه صفر در نظر گرفته شده برای این داده‌ها این است که میانگین پارامتر eTIV (estimated Total Intracranial Volume) برای گروه‌های demented, nondemented و converted با یکدیگر برابر است. یعنی پدیده دیمنسیا و یا زوال عقل با این پارامتر به صورت تنها ارتباطی ندارد و پارامترهای دیگر نیز باید مورد بررسی قرار بگیرند.

و فرضیه آلترناتیو یا جایگزین ما این است که میانگین این سه گروه با هم برابر نیست و در نتیجه بین پارامتر eTIV و زوال عقل رابطه وجود دارد.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

۷- فرضیه را با استفاده از روش‌های گفته شده در درس (فصل ۶ و ۷) آزمون کنید.

آزمون‌های گفته شده در درس عبارت هستند از: تست Z، تست T و آزمون χ^2

1: Z-Test

2: T-Test

3: Chi Squared-Test

از تست χ^2 در این مجموعه داده‌ها نمیتوان استفاده کرد زیرا برای استفاده از تابع آماده این تست در پایتون باید طول داده‌ها با یکدیگر در هر گروه برابر باشد. ولی در آزمایش ما داده‌های هر گروه دارای طول متفاوتی هستند. و همچنین دو تست دیگر دقت بهتری دارند و برای بیشتر تحلیل‌های آماری پارامتری میتوان از آنها استفاده کرد.

برای دو آزمون دیگر داده‌ها را دو به دو با هم در تست قرار داده و نتایج را در زیر مشاهده میکنید:

Z-Test:

Z-test between nondementeds and dementeds: statistic = 0.3262665556180919 , pvalue = 0.7442226896846269

Z-test between nondementeds and converteds: statistic = 0.6815008162908869 , pvalue = 0.495554650426248

Z-test between dementeds and converteds: statistic = 0.5285076371626505 , pvalue = 0.5971470477641763

تابع آماده Z-test در پایتون که در کتابخانه Scipy قرار دارد یک پارامتری به نام value در خود دارد که نشانگر اختلاف میانگین‌ها است. و از آنجایی که فرض صفر ما برابری میانگین‌ها است در نتیجه آن را برابر ۰ قرار میدهیم.

با توجه به خروجی به دست آمده که در بالا نیز شکلش قرار گرفته است مشاهده میشود که p-value های به دست آمده از سه مقایسه همه‌شان بیشتر از ۰.۰۵ هستند لذا از این نتیجه میگیریم که فرض صفر ما رد نمیشود. و همچنین اگر آماره‌های آن‌ها را نیز با احتمال $Z_{0.05} = 1.645$ است مقایسه کنیم میبینیم که تمامی آنها از این مقدار کوچکتر است که این همه به ما این نتیجه را میدهد که فرض صفر ما درست است. میانگین سه گروه مشخص شده با هم برابر هستند.

T-Test:

Ratio of variances: 1.2017774604690494

t-test between nondementeds and dementeds: statistic = 0.3262665556180919 , pvalue = 0.7447316925624965

Ratio of variances: 2.034636353805971

t-test between nondementeds and converteds: statistic = 0.6815008162908869 , pvalue = 0.49742929555372206

Ratio of variances: 1.6930225609422396

t-test between dementeds and converteds: statistic = 0.5285076371626505 , pvalue = 0.598687064595912

تابع آماده T-test در پایتون که در کتابخانه Scipy قرار دارد یک پارامتری به نام `equal_var` در خود دارد که مقدارش از نوع بولین است یعنی یا True است و یا False. True بودن این پارمتر نشانگر برابری انحراف معیارهای ($\sigma_1 = \sigma_2$) دو گروه است.

برای چک کردن این موضوع همانطور که در درس داشتیم اگر $\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 < 4$ و $\frac{1}{4} < \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2$ میتوان فرض کرد که $\sigma_1 = \sigma_2$ است.

که با توجه نسبت واریانس‌هایی که در خروجی دیده میشود میبینیم که همه‌شان در این بازه قرار میگیرند و در نتیجه `equal_var = True` است.

با توجه به خروجی به دست آمده که در بالا نیز شکلش قرار گرفته است مشاهده میشود که p-value های به دست آمده از سه مقایسه همه‌شان بیشتر از ۰.۰۵ هستند لذا از این نتیجه میگیریم که فرض صفر ما رد نمیشود. همچنین میبینیم که نتایج t-test و z-test بسیار به هم نزدیک هستند و این نشان میدهد که دو آزمون دارای یک نتیجه بوده و فرض صفر ما رد نمیشود در نتیجه میتوان گفت که پارمتر eTIV به سطح زوال عقل ارتباطی ندارد. یعنی ممکن است ارتباطی بین آنها وجود داشته باشد ولی یا این پارمتر به تنهایی ارتباطی ندارد و پارامترهای دیگر نیز در آن دخیل هستند و یا اینکه احتیاج به آزمایش و پردازش‌های سطح بالاتری برای رسیدن به نتیجه مطلوب و یافتن ارتباط بین این دو مورد است.

۸- با استفاده از آزمون ANOVA فرضیه خود را آزمون کنید (شرایط استفاده را بررسی نمایید).

فرض‌های آزمون ANOVA برای استفاده از آن موارد زیر است:

- **توزیع نرمال مشاهدات:** با توجه به نمودار توزیع بر اساس density داده‌ها در سه گروه و همچنین بررسی‌های انجام

شده در سوال‌های ۳ تا ۵ نتیجه‌گیری کلی این بود که داده‌ها به صورت تقریبی دارای توزیع نرمال هستند.

- واریانس برابر بین گروه‌ها: همانطور که در آزمون t-test انجام شد دیدیم با توجه به فرض $\frac{S_1^2}{S_2^2} < 4$ و $\frac{1}{4} < \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2$

میتوان $\sigma_1 = \sigma_2$ برابر در نظر گرفت و از آنجایی که این فرض دو به دو بین گروه‌ها برقرار است، در نتیجه: $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$

- استقلال گروه‌ها: گروه‌ها هر کدام مربوط به یک سطح از بیماری زوال عقل هستند و به سه بخش nondementia، dementia و converted تقسیم‌بندی شده‌اند.

آزمون آنووا (ANOVA Test):

برای این مجموعه داده‌ها و ۳ گروه از آزمون آنووا یک طرفه (One-Way ANOVA) استفاده میکنیم زیرا تنها در حال بررسی یک پارامتر (eTIV) در آن‌ها هستیم.

	df	sum_sq	mean_sq	F	PR(>F)
Group	2.0	1.706567e+04	8532.834259	0.263489	0.768728
Residual	147.0	4.760457e+06	32384.060542	NaN	NaN

df در این جدول نشانگر درجه‌ی آزادی است.

تعداد گروه‌ها: $k = 3 \leftarrow df_{Group} = k - 1 = 2$ درجه‌ی آزادی گروه‌ها

تعداد تمامی داده‌ها: $n = 150 \leftarrow df_{Residual} = n - k = 147$ درجه‌ی آزادی باقی‌مانده‌ها (خطا)

همانطور که در جدول مشخص است جمع مربعات داده‌ها و همچنین حداقل میانگین مربعات داده‌ها به دست آمده است.

$$SS_T = 1.706567e + 04$$

$$SS_E = 4.760457e + 06$$

$$F = \frac{\frac{SST}{k-1}}{\frac{SSE}{\sum ni - K}} = 0.263489$$

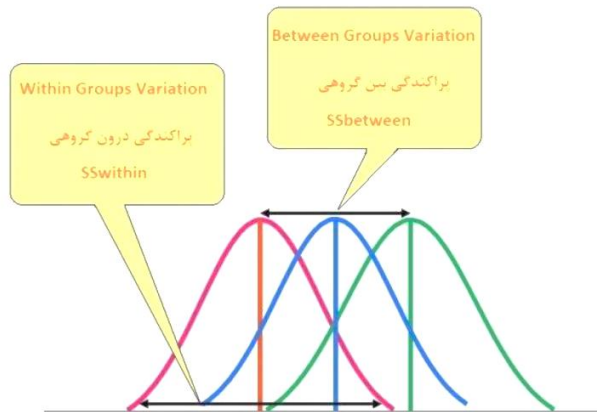
F-Test (تست فیشر) در آنالیز واریانس یک طرفه

در آنالیز واریانس یکطرفه آزمون میکنیم آیا مجموعه‌ای از میانگین‌ها با هم برابرند یا خیر.

برای آن که از آزمون فیشر برای این منظور استفاده کنیم، باید از واریانس‌های مناسب در نسبت استفاده کنیم. آماره فیشر در آنالیز

واریانس یک طرفه بدین صورت تعریف میشود:

$$F = \frac{\text{میانگین تغییرات بین گروهی}}{\text{میانگین تغییرات درون گروهی}}$$



برای به دست آوردن آماره‌ی F و p-value از یک تابع آماده دیگر نیز استفاده کردیم که نتایج زیر را به ما داد و مشاهده میکنیم به نتایج به دست آمده از جدول بسیار نزدیک است:

```
from scipy.stats import f_oneway  
f_oneway(list1, list2, list3)
```

```
F_onewayResult(statistic=0.2532015954571209, pvalue=0.7766492354884741)
```

همانطور که از دو روش مشخص است $p - value = 0.768728 > 0.05$ در نتیجه فرض صفر ما همانطور که در سوال ۶ گفتیم که برابری میانگین داده‌های پارمتر eTIV در سه گروه است، رد نمی‌شود.

Degrees of freedom 1: ⓘ
Degrees of freedom 2: ⓘ
Probability level: ⓘ

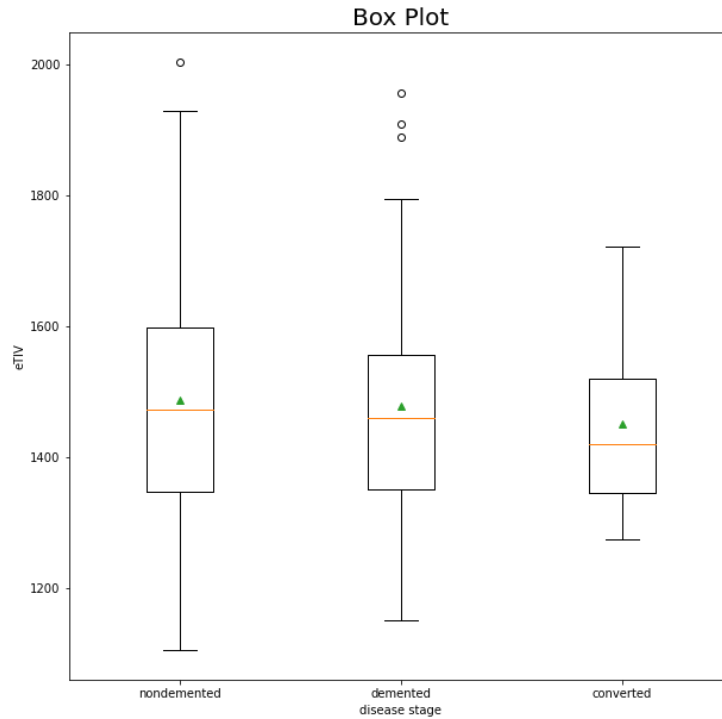
Critical F-value: 3.05762065

از روی آماره F نیز میتوان این بررسی را انجام داد:

$$F_{0.05(2,147)} = 3.057 > F = 0.263489$$

از این روش میبینیم که فرض صفر ما رد نمیشود و در نتیجه میانگین سه گروه برابر است.

برای این آزمون یک نمودار جعبه‌ای نیز برای سه گروه رسم شده‌است که در زیر مشاهده میکنید:



از این نمودار جعبه‌ای نیز مشاهده میشود که میانگین داده‌های سه گروه بسیار به هم نزدیک هستند . میتوان آنها را برابر در نظر گرفت.

فایل‌های اکسل، فایل جوینتر نوتبوک پایتون و فایل اکسپورت شده نوتبوک در HTML همگی در فایل ZIP فرستاده شده قرار گرفته‌اند. برای دسترسی آسانتر به کدها و نتایج آن می‌تواند از فایل HTML استفاده کنید.

تمامی تست‌ها و سوالات آزمون به صورت جدا برای پارمتر ASF نیز برای بررسی شخصی، انجام شده است و کد آن در فایل موجود است. اما فایل اصلی مرتبط با میانترم این فایل گزارش و فایل جوینتر با عنوان Midterm است.

مراجع:

[1]“Open Access Series of Imaging Studies (OASIS): Cross-sectional MRI Data in Young, Middle Aged, Nondemented, and Demented Older Adults,” Sep. 2007, doi: 10.1162/jocn.2007.19.9.1498.

[2]“Open Access Series of Imaging Studies: Longitudinal MRI Data in Nondemented and Demented Older Adults,” Dec. 2010, doi: 10.1162/jocn.2009.21407.

[3]<https://www.oasis-brains.org/>

[4]<https://nbml.ir/fa/pages/Free-Databases>