

8. (Jednostavna) analiza varijance

TEME

- | | |
|----|--|
| 1. | Podsjetnik |
| 2. | Provedba analize varijance (primjer 1) |
| 3. | Provedba analize varijance (primjer 2) |
| 4. | Grafički prikaz rezultata |
| 5. | Dodatne napomene o izvještavanju i interpretaciji ishoda analize varijance |
| 6. | Pretpostavke analize varijance |

8.1. Podsjetnik

Analiza varijance parametrijski je test koji se koristi za testiranje hipoteze o razlici u prosjecima triju ili više skupina na nekoj normalno distribuiranoj kvantitativnoj varijabli.

Analizom varijance uspoređujemo, tj. testiramo, statističku značajnost razlike prosječnih rezultata više skupina na nekoj varijabli testiranjem samo jedne H_0

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

Ako odbacimo nultu hipotezu, potrebno je utvrditi između kojih parova skupina postoji statistički značajna razlika u prosjecima – za to koristimo tzv. *post hoc* testove (testove multiple ili višestruke komparacije).

Postoje dvije skupine *post hoc* testova: oni za homogene i oni za nehomogene varijance. Da bismo znali iz koje od tih dviju skupina treba odabrati *post hoc* test, potrebno je testirati homogenost varijanci (najčešće korišteni test homogenosti varijanci jest Levenov test).

8.2. Provedba analize varijance (primjer 1)

Radimo na primjerima u datoteci pod nazivom:
o8_analiza_varijance.sav

Analizu varijance u kojoj koristimo samo dvije varijable:

- jednu nezavisnu (klasifikatorsku varijablu; faktor, u JASP-u: *Fixed Factor*), na temelju koje klasificiramo ispitanike u skupina i
- jednu zavisnu, na kojoj računamo aritmetičke sredine skupina,

nazivamo *jednostavnom analizom varijance* (engl. *one-way ANOVA*).

U prvom primjeru imamo "zavisnu" varijablu SRECA (procjena ispitanika koliko su sretni, odnosno nesretni). Raspon vrijednosti varijable jest od 1 do 9, pri čemu 1 znači "izrazito sretan/sretna", a 9 "izrazito nesretan/nesretna".

Klasifikatorska je varijabla FAKULTET, a njezine vrijednosti označavaju:

1 = društveno-humanistički

2 = tehnički

3 = medicinsko-biotehnološki.

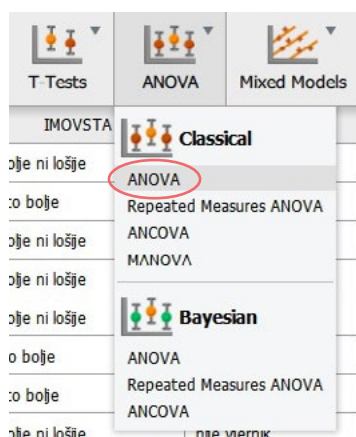
Na temelju te varijable formirat će se, dakle, tri skupine.

Zanima nas postoji li među studentima/studenticama tih triju skupina fakulteta razlika u stupnju sreće izražene aritmetičkim sredinama na varijabli SRECA.

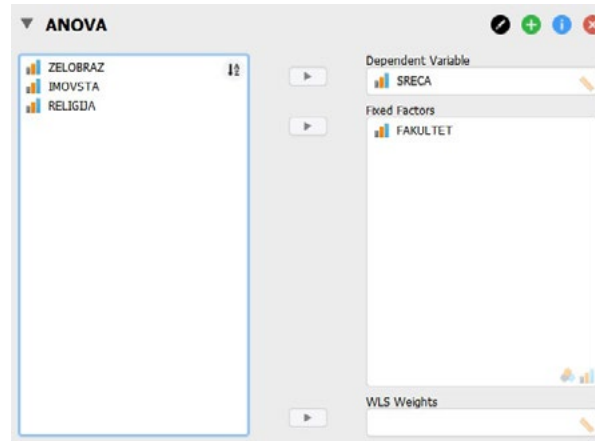
Testirat ćemo sljedeću nultu hipotezu analize varijance uz 5% rizika:
 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

Prije pokretanja procedure provedbe analize varijance, provjerite jesu dobro definirane vrste varijabli koje će biti uključene u analizu. Važno je da je zavisna varijabla definirana kao 'Scale', dok nezavisna u JASP-u može biti i 'Nominal' i 'Ordinal'.

Proceduru **ANOVA** pozivamo iz modula **ANOVA**:



Uvedite zavisnu varijablu u prozor 'Dependent Variables', a nezavisnu varijablu u prozor 'Fixed Factors'.



Pojašnjenje pojmova u tablici s rezultatima analize varijance

U prozoru s rezultatima odmah se pojavljuje standardna tablica s rezultatima analize varijance:

ANOVA - SRECA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
FAKULTET	10.507	2	5.253	1.920	0.150
Residuals	434.950	159	2.736		

Note. Type III Sum of Squares

Redak *FAKULTET* označava podatke o protumačenom variranju između grupa:

- **Sum of Squares** = suma kvadrata između skupina (u SPSS bi pisalo *Between Groups* umjesto FAKULTET)
- **df** = stupnjevi slobode između grupa
- **Mean Square** = srednji kvadrat između skupina ili procijenjena protumačena varijanca (\hat{s}_p^2), dobiva se kao omjer sume kvadrata između skupina i stupnjeva slobode između skupina

Redak *Residuals* označava podatke o neprotumačenom variranju unutar skupina:

- **Sum of Squares** = suma kvadrata unutar skupina (u SPSS bi pisalo *Within Groups* umjesto Residuals)
- **df** = stupnjevi slobode unutar skupina
- **Mean Square** = srednji kvadrat unutar skupina ili procijenjena neprotumačena varijanca (\hat{s}_n^2), dobiva se kao omjer sume kvadrata unutar skupina i stupnjeva slobode unutar skupina

F–omjer i njegova signifikantnost (p) = ključni pokazatelji za interpretaciju testiranja.

- F je omjer srednjeg kvadrata između skupina i srednjeg kvadrata unutar skupina, tj. omjer procijenjene protumačene i procijenjene neprotumačene varijance.
- p-vrijednost vjerojatnost je izračunatog F-omjera u F-distribuciji za odgovarajući broj stupnja slobode između i unutar skupina (ovdje: 2 i 159) uz pretpostavku nulte hipoteze.

Testiranje homogenosti varijanci (Levenov test)

Prije donošenja zaključka o testiranoj hipotezi potrebno je još provjeriti je li zadovoljen preduvjet homogenosti varijanci uzoraka Levenovim testom (u 'Assumption Checks' opcijama).

Varijance su homogene ako je p-vrijednost veća od 0,05 (ili 0,01, ako testiramo na 1% rizika). Ako varijance nisu homogene, potrebno je napraviti korekciju i tada bismo koristili izračune ANOVA-a prema Brown-Forsythu ili Welch. Homogenost varijance ujedno nam je preduvjet za provedbu standardnih *post hoc* testova za homogene varijance (Scheffe, Tukey itd.).

Homogeneity tests
 Homogeneity corrections
 None Brown-Forsythe Welch

Levenovim testom homogenosti varijanci testiramo hipotezu da su varijance varijable SRECA jednake u sve tri populacije (među studentima društveno-humanističkih, tehničkih i medicinsko-biotehnoloških fakulteta), odnosno:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2.$$

Rezultat testiranja homogenosti varijanci Levenovim testom:

Assumption Checks ▾

Test for Equality of Variances (Levene's)

F	df1	df2	p
2.602	2.000	159.000	0.077

Interpretacija rezultata Levenova testa i njegove posljedice:

- Ako je izračunati $p > 0,05$ (ili 0,01 ako sve testirate na razini rizika od 1%), tada varijance **jesu homogene** (prihvaćamo H_0 Levenova testa).
 → Ako ANOVA-om odbacimo H_0 , tada moramo koristiti neki od *post hoc* testova za homogene varijance (npr. Tukey, Scheffe, Bonferroni).
- Ako je pak izračunati $p < 0,05$ (ili 0,01 ako sve testirate na razini rizika od 1%), tada varijance **nisu homogene** (tj. heterogene su – odbacujemo H_0 Levenova testa).
 → u tom slučaju za testiranje hipoteze $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ uključit ćemo neku od korekcija za homogenost te umjesto "obične" nekorigirane ANOVA-e interpretirati rezultate Brown-Forsytheove ili Welchove ANOVA-e

Homogeneity tests
 Homogeneity corrections
 None Brown-Forsythe Welch

ANOVA - SRECA

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	FAKULIET	10.507	2.000	5.253	1.920	0.150
	Residuals	434.950	159.000	2.736		
Brown-Forsythe	FAKULTET	10.507	2.000	5.253	1.924	0.149
	Residuals	434.950	156.795	2.774		
Welch	FAKULTET	10.507	2.000	5.253	2.000	0.129
	Residuals	434.950	105.674	4.116		

Note. Type III Sum of Squares

→ Dodatno, ako Brown-Forsytheovom ili Welchovom ANOVA-om odbacimo H_0 , tada moramo koristiti neki od *post hoc* testova za nehomogene varijance (npr. Games-Howell ili Dunnett).

Ishod testiranja homogenosti varijanci treba zapisati na sljedeći način:

$$F_{(2, 159)} = 2,602; p = 0,077$$

U našem primjeru vidimo da su varijance homogene uz 5% rizika, što znači da **ne** moramo uključivati i interpretirati rezultate Brown-Forsytheove ili Welchove ANOVA-e, već "obične" nekorrigirane ANOVA-e dobivene u prvotnoj tablici:

ANOVA - SRECA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
FAKULTET	10.507	2	5.253	1.920	0.150
Residuals	434.950	159	2.736		

Note. Type III Sum of Squares

Krenuli smo u proceduru analize varijance testiranje hipoteze:
 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

Donošenje odluke o testiranoj hipotezi ANOVA-e

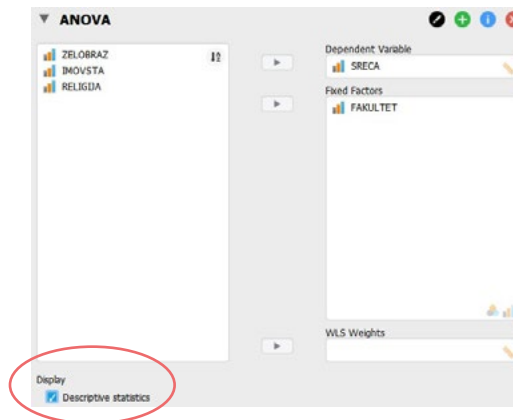
Kao i kod drugih statističkih testova, odluku o testiranoj hipotezi donosimo na temelju vjerojatnosti izračunatog testovnog statistika (ovdje F-omjera), tj. njegove p-vrijednosti, prema sljedećem pravilu:

- ako je dobivena p-vrijednost veća od odabrane razine rizika, prihvaćamo nultu hipotezu (odnosno odbacujemo alternativnu);
- ako je dobivena p-vrijednost manja od odabrane razine rizika, odbacujemo nultu hipotezu (odnosno prihvaćamo alternativnu).

S obzirom na to da je u ovom primjeru vjerojatnost dobivenog F-omjera veća od odabrane razine rizika pri zaključivanju ($p > 0,05$), prihvatit ćemo nultu hipotezu analize varijance i zaključiti da se aritmetičke sredine uzoraka statistički značajno ne razlikuju, odnosno da se aritmetičke sredine populacija iz kojih naši uzorci dolaze međusobno ne razlikuju.

Deskriptivna statistika

Kod provedbe analize varijance, kao uostalom i svih drugih statističkih testova, uputno je zatražiti deskriptivnu statistiku od interesa. JASP to nudi odmah ispod popisa varijabli ('Display' / 'Descriptive statistics'):



Dobivamo tri informacije o zavisnoj varijabli SRECA (aritmetičku sredinu, standardnu devijaciju i veličinu uzroka) i to za svaku skupinu nezavisne, klasifikatorske varijable FAKULTET zasebno:

Descriptives

Descriptives - SRECA

FAKULTET	Mean	SD	N
društ.-hum.	3.564	1.686	55
med.-bioteh.	3.057	1.499	53
tehnički	3.630	1.762	54

To nam je u ovom primjeru dovoljno za završnu interpretaciju provedenog testiranja koja može glasiti:

Interpretacija u slučaju odbacivanja H_0

Analiza varijance provedena uz 5% rizika pri zaključivanju pokazala je da ne postoji statistički značajna razlika u prosjecima na varijabli SRECA ($F_{(2,159)} = 1,920$; $p = 0,150$) između studenata/studentica društveno-humanističkih ($M = 3,6$; $SD = 1,69$), tehničkih ($M = 3,1$; $SD = 1,50$) i medicinsko–biotehnoških fakulteta ($M = 3,6$; $SD = 1,76$).

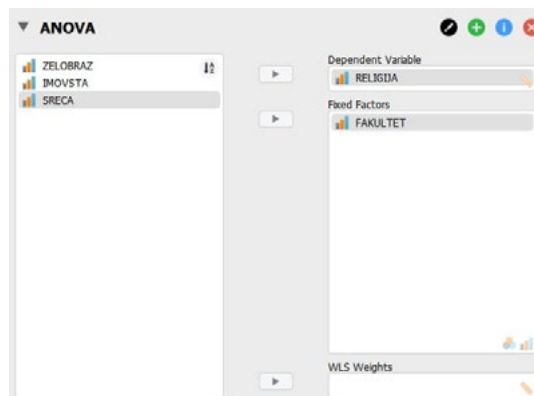
8.3. Provedba analize varijance (primjer 2)

Radimo na primjerima u datoteci pod nazivom:
o8_analiza_varijance.sav

U ovom primjeru zavisna će varijabla biti stupanj religioznosti na skali od 5 stupnjeva (1 = uvjereni vjernik; 5 = uvjereni protivnik vjere) – varijabla RELIGIJA. Klasifikatorska varijabla ponovno je FAKULTET (1 = društveno-humanistički; 2 = tehnički; 3 = medicinsko-biotehnoški).

Zanima nas postoji li među studentima/studenticama tih triju skupina fakulteta razlika u prosječnom stupnju religioznosti.

Testirat ćemo sljedeću nultu hipotezu analize varijance uz 5% rizika:
 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.



Primijetimo: iako je naznačeno da zavisna varijabla mora biti kvantitativna ('Scale'), ova verzija JASP-a može provesti analizu varijance i s ordinalnom zavisnom varijablom.

No, to se u obradi podataka **NE PREPORUČUJE**, već bi u takvom slučaju trebalo koristiti neparametrijski **Kruskal-Wallisov H-test**. Ovdje nastavljamo s ordinalnom varijablom samo radi učenja procedure.

Dobivamo sljedeće rezultate:

ANOVA - RELIGIJA					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
FAKULTET	7.663	2	3.832	3.312	0.039
Residuals	186.288	161	1.157		

Note. Type III Sum of Squares

Testiranje homogenosti varijanci (Levenov test)

Prije nego ih krenemo interpretirati, moramo prvo provjeriti homogenost varijanci Levenovim testom ('Assumption Checks' / 'Homogeneity tests') kako bismo znali treba li koristiti korekciju ili ne:

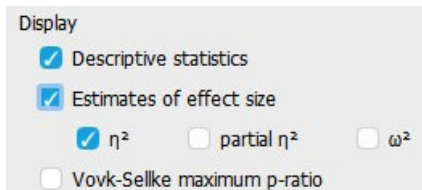
Assumption Checks

Test for Equality of Variances (Levene's)			
F	df1	df2	p
1.689	2.000	161.000	0.188

Varijance su homogene ($F_{(2,161)} = 1,689; p = 0,188$), što znači da **ne** moramo vršiti korekciju ANOVA postupka, već možemo interpretirati prethodno dobivene rezultate.

Pokazatelj veličine učinka

S obzirom na to da smo odbacili nultu hipotezu analize varijance, zatražit ćemo i pokazatelj veličine učinka koji nezavisna varijabla (FAKULTET) ima na zavisnu (RELIGIJA). Jedan od odgovarajućih i često korištenih pokazatelja veličine učinka u analizi varijance jest tzv. eta-kvadrat (η^2). Ova se mjera odnosi na središnju ANOVA proceduru, odnosno izračun F-vrijednosti. Zatražit ćemo ga pod opcijom 'Display' / 'Estimates of effect size' / η^2 .



Display

- Descriptive statistics
- Estimates of effect size
 - η^2
 - partial η^2
 - ω^2
- Vovk-Sellke maximum p-ratio

Interpretacija veličine η^2 :

- Slabi učinak: 0,01 – 0,059
- Umjereni učinak: 0,060 – 0,134
- Jaki učinak: 0,135 i više

Eta-kvadrat bit će prikazana u osnovnoj tablici s rezultatima analize varijance:

ANOVA - RELIGIJA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
FAKULTET	7.663	2	3.832	3.312	0.039	0.040
Residuals	186.288	161	1.157			

Note. Type III Sum of Squares

Kao i ostale pokazatelje učinke, etu-kvadrat ima smisla određivati i navoditi samo ako se odbaci nulta hipoteza. Tada je u interpretaciji navodimo uz F-vrijednost, stupnjeve slobode i p-vrijednost. Ako se pak nulta hipoteza analize varijance prihvati, ovaj pokazatelj nije potrebno (niti smisleno) prikazivati.

Zasad vidimo da možemo odbaciti nultu hipotezu analize varijance uz 5% rizika ($F_{(2,161)} = 3,312$; $p = 0,039$; $\eta^2 = 0,040$) i zaključiti da između nekih od skupina fakulteta postoji statistički značajna razlika u prosječnom stupnju religioznosti. No među kojima? Vidimo također da pripadnost fakultetu ima slabi učinak na stupanj religioznosti.

Pogledajmo deskriptivnu statistiku rezultata na uzorku ('Display' / 'Descriptive statistics'):

Descriptives

Descriptives - RELIGIJA

FAKULTET	Mean	SD	N
društ.-hum.	2.036	1.036	55
med.-bioteh.	2.278	1.036	54
tehnički	2.564	1.151	55

Deskriptivna statistika pokazuje da razmjerno najveći prosječni stupanj religioznosti iskazuju studenti i studentice društveno humanističkih fakulteta, a razmjerno najmanji oni koji studiraju na tehničkim fakultetima (pazite: NIŽI rezultat ovdje je VIŠI stupanj religioznosti – prema opisu skale procjene u zadatku).

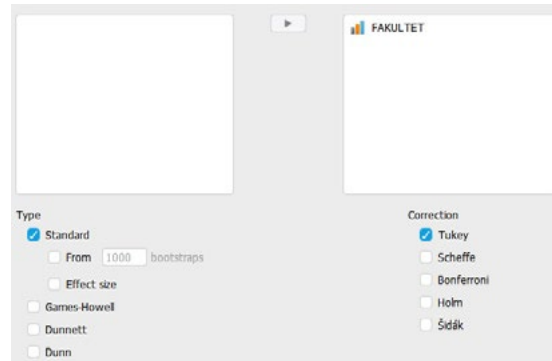
Donošenje odluke o testiranoj hipotezi ANOVA-e

Deskriptivna statistika

Post hoc testovi

Vjerojatno se statistički značajno razlikuju uzorci s najvećom i najmanjom aritmetičkom sredinom, no sam F-test ne otkriva razlikuju li se aritmetičke sredine za još koji par uzoraka. Da bismo to utvrdili, treba provesti neki od *post hoc* testova višestruke komparacije i to za homogene varijance (prema rezultatu prethodno provedenog Levenova testa).

Pod opcijom 'Post Hoc Tests' prebacit ćemo nezavisnu varijablu u desni prozor i označiti neki od odgovarajućih *post hoc* testova za homogene varijance (npr. Scheffe, Tukey, Bonferroni).



Rezultati *post hoc* testova pokazuju da je razlika prosjeka statistički značajna samo za par društveno-humanistički i tehnički fakulteti ($p = 0,030$), dok razlike prosjeka u paru društveno-humanistički i medicinsko-biotehnološki ($p = 0,472$), kao niti u paru tehnički i medicinsko-biotehnološki fakulteti ($p = 0,350$) nisu statistički značajne.

Post Hoc Tests

Standard

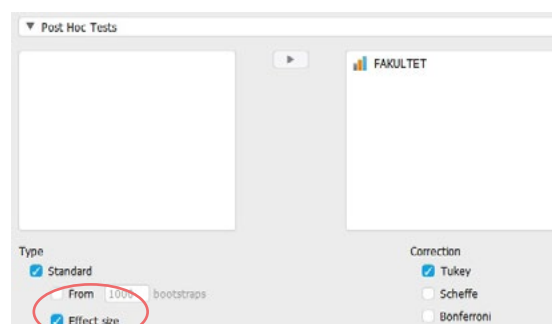
Post Hoc Comparisons - FAKULTET

		Mean Difference	SE	t	P_{Tukey}
društ.-hum.	tehnički	-0.527	0.205	-2.571	0.030
	med.-bioteh.	-0.241	0.206	-1.172	0.472
tehnički	med.-bioteh.	0.286	0.206	1.387	0.350

Note. P-value adjusted for comparing a family of 3

Pokazatelji veličine učinka za pojedine parove prosjeka

Za one razlike prosjeka koje su statički značajne (ovdje je to samo jedna) uputno je pogledati i standardizirani pokazatelj veličine te razlike (engl. *effect size*). Ovdje je to Cohenov d koji se također može zatražiti pod opcijom 'Post Hoc Tests' / 'Type' / 'Effect size':



Podsjećamo da smo prethodno naveli etu-kvadrat kao pokazatelj jačine učinka nezavisne varijable na zavisnu, ali ovdje koristimo drugi pokazatelj (Cohenov d) jer je sad riječ o usporedbi prosjeka samo dviju od skupina.

Interpretacija u slučaju odbacivanja H_0

Pokazatelje veličine učinka ima smisla interpretirati samo za one parove prosjeka u kojima je razlika prosjeka na zavisnoj varijabli statistički značajna, a ovdje je to samo u paru društveno-humanistički u odnosu na tehničke fakultete.

Post Hoc Tests ▼

Standard ▼

Post Hoc Comparisons - FAKULTET ▼

		Mean Difference	SE	t	Cohen's d	P_{Tukey}
društ.-hum.	tehnički	-0.527	0.205	-2.571	-0.482	0.030
	med.-bioteh.	-0.241	0.206	-1.172	-0.233	0.472
tehnički	med.-bioteh.	0.286	0.206	1.387	0.261	0.350

Note. Cohen's d does not correct for multiple comparisons.

Note. P-value adjusted for comparing a family of 3

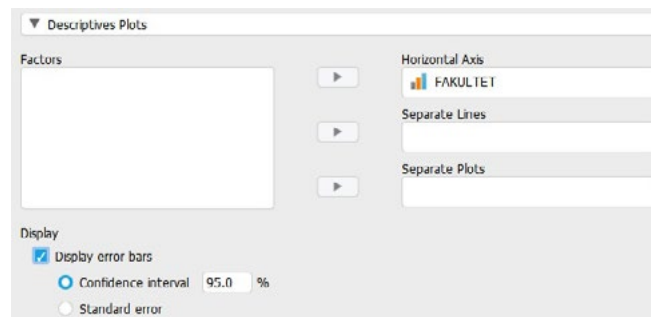
Sad imamo sve podatke potrebne za završnu interpretaciju koja može glasiti:

Na temelju provedene analize varijance uz 5% rizika zaključujemo da postoji statistički značajna razlika u prosječnoj religioznosti između studenata triju skupina fakulteta ($F_{(2,161)} = 3,312$; $p = 0,039$; $\eta^2 = 0,040$). S obzirom na to da su varijance uzoraka homogene ($F_{(2,161)} = 1,689$; $p = 0,188$), odabrali smo Tukeyev test višestruke komparacije za utvrđivanje statističke značajnosti razlika u prosječnoj religioznosti između pojedinih parova skupina fakulteta. Tukeyevi *post hoc* testovi pokazuju da studenti društveno-humanističkih fakulteta ($M = 2,0$; $SD = 1,04$) u prosjeku imaju niži rezultat na mjeri religioznosti, što znači da su u prosjeku više religiozni od studenata tehničkih fakulteta ($M = 2,6$; $SD = 1,15$; $d = -0,48$; $p = 0,030$) te da je riječ o umjereno velikoj razlici u religioznosti. Za razliku od toga, studenti medicinsko-biotehnoloških fakulteta ($M = 2,3$; $SD = 1,04$) po prosječnoj se religioznosti statistički značajno ne razlikuju niti od onih s društveno-humanističkih ($p = 0,472$), niti od onih s tehničkih fakulteta ($p = 0,350$).

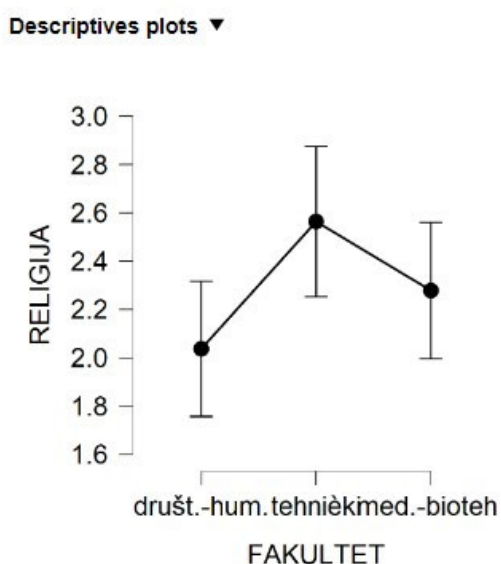
8.4. Grafički prikaz rezultata

Rezultate deskriptivne statistike podataka na uzorku (s elementom inferencijalne: procjena intervala pouzdanosti za prosjek svake grupe) možemo prikazati grafički uključivanjem opcije 'Descriptive plots'.

Nezavisnu varijablu potrebno je prebaciti u prozor 'Horizontal Axis', a pod 'Display' odabrati željeni inferencijalni pokazatelj (interval pouzdanosti uz odabranu razinu rizika ili standardnu pogrešku aritmetičke sredine).



Grafikon prikazuje aritmetičke sredine pojedinih kategorija nezavisne varijable na zavisnoj varijabli s pridruženim im intervalima pouzdanosti (zadano 95%-tni intervali pouzdanosti).



8.5. Dodatne napomene o izvještavanju i interpretaciji ishoda analize varijance

VAŽNO:

Nakon provedbe testiranja u izvještaju/radu/ispitu potrebno je navesti sljedeće informacije:

- Koju hipotezu testiramo i ishod testiranja
- Provedba testa homogenosti varijanci

Homogenost varijanci: $F_{(2,465)} = 2,394; p = 0,092$

- Deskriptivne pokazatelje za grupe nezavisne varijable (N, M, SD)
- Provedba analize varijance. Potrebno je navesti iznos testovnog statistika, broj stupnjeva slobode između grupa i unutar grupa, egzaktnu p-vrijednost, veličinu učinaka tj. eta-kvadrat (samo ako odbacimo nultu hipotezu)

ANOVA: npr. $F_{(2,465)} = 2,911; p = 0,004; \eta^2$

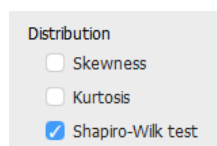
- Informacije o provedbi *post hoc* testa (navesti koji test koristite)
- Potrebno je navesti egzaktnu p-vrijednost i pokazatelje veličine učinka za one parove uzoraka kod kojih postoji statistički značajna razlika u prosjecima (Cohenov d).
- Za interpretaciju je potrebno koristiti deskriptivne pokazatelje za grupe nezavisne varijable.

8.6. Pretpostavke analize varijance

Pretpostavke analize varijance jesu:

- zavisna varijabla kvantitativna je i normalno distribuirana
- uzorci su slučajni i nezavisni
(ovisi o dizajnu istraživanja, ne može se statistički provjeriti)
- varijance uzoraka su homogene
(prethodno objašnjen Levenov test)

Kako testirati **normalnost distribucije** kvantitativne varijable? U proceduri 'Descriptive Statistics' naći ćete 'Shapiro-Wilk test'.



Distribution

Skewness

Kurtosis

Shapiro-Wilk test

Ako je p-vrijednost Shapiro-Wilkova testa manja od odabrane razine rizika (npr. 0,05), testirana distribucija statistički značajno odstupa od normalne distribucije.

Descriptive Statistics

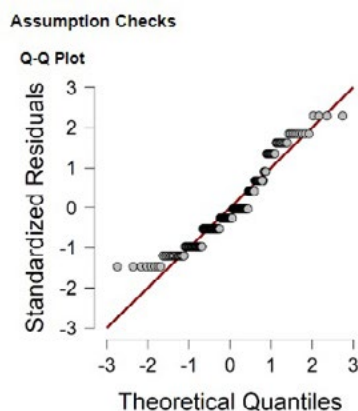
Descriptive Statistics	
RELIGIJA	
Valid	164
Missing	1
Mean	2.293
Std. Deviation	1.091
Skewness	0.630
Std. Error of Skewness	0.190
Kurtosis	-0.516
Std. Error of Kurtosis	0.377
Shapiro-Wilk	0.858
P-value of Shapiro-Wilk	< .001

Oblik distribucije frekvencija varijable RELIGIJA statistički značajno odstupa od normalne distribucije ($p < 0,001$), pri čemu je koeficijent asimetrije jednak 0,630, a koeficijent zakrivljenosti -0,516.

No, iznosi ova dva koeficijenta nisu direktno usporedivi po svojoj veličini.

Je li veći problem asimetrija ili zakrivljenost (ovdje: spljoštenost), možemo saznati na temelju Q-Q grafikona.

Za provjeru normalnosti zavisne varijable, u proceduri ANOVA pod opcijom 'Assumption Checks' može se zatražiti i 'Q-Q plot of residuals'.



Prema Q-Q grafikonu u našem Primjeru 2, koji je blago "zmijolik", možemo primijetiti da je veći problem asimetrija distribucije varijable RELIGIJA.

Napomena: Naše varijable u nekim primjerima nisu normalno distribuirane. Za potrebe učenja procedure ne provodimo uvijek provjeru pretpostavki, no u pravoj obradi podataka bi svakako trebalo provjeriti jesu li pretpostavke zadovoljene prije korištenja analize. Srećom, analiza varijance robusna je analitička procedura koja može funkcionirati i kada nisu sve pretpostavke zadovoljene. Drugim riječima, više zadovoljenih pretpostavki povećava kredibilnost analize i veću "sigurnost" u interpretaciji ključnih parametara analize.

Ako podaci ne zadovoljavaju parametrijske pretpostavke ili ako su podaci na zavisnoj varijabli ordinalnog tipa, onda treba koristiti **Kruskal-Wallisov H-test** kao neparametrijski pandan jednofaktorskoj analizi varijance za nezavisne grupe.

Literatura

- Navarro, D.J., Foxcroft, D.R., i Faulkenberry, T.J. (2019). *Learning Statistics with JASP: A Tutorial for Psychology Students and Other Beginners*. Poglavlje 12. Comparing several means (one-way ANOVA).
URL: <https://tomfaulkenberry.github.io/JASPbook/chapters/chapter12.pdf>
- Goss-Sampson, M. A. (2019). *Statistička analiza u JASP programu: vodič za studente*. Jednofaktorska ANOVA za nezavisne uzorke (str. 80-85).
URL: http://static.jasp-stats.org/Manuals/Statistic%cc%8cka_analiza_u_JASP_programu_v0.10.2.pdf