

POSEBNE TEME U STATISTIČKOM OBRAZOVANJU: LEKCIJA O MEDIJATORSKIM I MODERATORSKIM EFEKTIMA

Selman Repišti¹

Sažetak. U ovom radu autor predstavlja jedan od načina prezentacije nešto naprednijeg statističkog gradiva koje se odnosi na efekte medijatorskih i moderatorskih varijabli. Studenti moraju razumjeti koncept korelacije i vladati tehnikom linearne regresijske analize, kako bi mogli pratiti izlaganje o pomenutim efektima. Riječ je o djelovanju trećih varijabli, koje mogu izmijeniti odnos (povezanost) glavnih varijabli. Studenti trebaju znati "iščitati" matrice interkorelacija, ispis unutar statističkog softvera koji se odnosi na regresijsku analizu, te izvesti ispravne zaključke na osnovu predočenog grafikona na kojem su prikazani moderatorski efekti. Trebaju naučiti i da se složena analiza varijanse koristi za ispitivanje moderatorskih, odnosno efekata interakcije. Izolovano učenje koraka u postupku utvrđivanja djelovanja medijatora i moderatora moglo bi stvoriti problem prilikom primjene ovakve procedure. Zato je ovdje opisan pristup po kojem treba odmah krenuti sa dovoljno reprezentativnim primjerom (problemom, zadatkom), te proceduru određivanja gorepomenutih efekata učiti paralelno sa datim problemom. Pri tome je, na početku lekcije, dovoljno ukratko opisati ove efekte, tj. ponuditi studentima jedan vid didaktičkog putokaza.

Ključne riječi i fraze: statističko obrazovanje, regresijska analiza, složena ANOVA, medijatorski efekat, moderatorski efekat, visoko obrazovanje.

SPECIAL TOPICS IN STATISTICAL EDUCATION: THE LESSON ON MEDIATING AND MODERATING EFFECTS

Abstract. In this paper, the author shows one of the ways of presenting a slightly more advanced statistical material related to the effects of mediator and moderator variables. Students need to understand the concept of correlation and to be skilled in the linear regression analysis technique in order to be able to follow the presentation of the mentioned effects. It is about the activity of third variables, which can change the relation (association) of the main variables. Students need to know how to "read" intercorrelation matrices, statistical software-related output, and perform the correct conclusions based on the graph on which the moderator effects are displayed. They have to learn that the factorial ANOVA can be used also while determining moderator (interaction) effects. Isolated learning of the steps in determining mediator and moderator activities could be a problem when applying this procedure. Therefore, an approach that is described here needs to be immediately introduced with a sufficiently representative example (problem, task), and the procedure for determining the aforementioned effects is taught parallel to the given problem. At the beginning of the lesson, it is sufficient to describe these effects briefly, i.e. to offer students a sort of a didactic guideline.

Keywords and phrases: statistical education, regression analysis, factorial ANOVA, mediating effect, moderating effect, higher (third level) education.

Mathematics Subject Classification (2010): 62J05, 97D50, 97K80, 97M70.

¹ selman9r@yahoo.com; psiholog i statističar; Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Uvod

Gotovo poslovična averzija studenata društvenih nauka prema statističkim konceptima, alatima i rezonovanju u svojoj pozadini ima nedostatak motivacije za ovu oblast, te strah od neuspjeha. Veliki broj studenata plaši se da nema dovoljno kapaciteta i predznanja za savladavanje gradiva iz statistike. Za njih je karakterističan i osjećaj tjeskobe vezan za situacije u kojima se (usmeno ili pismeno) provjerava znanje iz ovog akademskog kolegija.

Nastavniku i saradniku na ovom kolegiju nije nimalo lako da zainteresuju svoje studente, budući da se dobar dio statističkih tema može činiti suhoparan, nezanimljiv i nepotreban. Zato je važno podučavati i učiti statistiku *u kontekstu primjera iz odgovarajuće struke*. Pod pretpostavkom da su studenti upisali npr. psihologiju, ekonomiju ili pedagogiju upravo zato što ih zanimaju ove oblasti, statističke sadržaje će lakše usvajati ako im se predoče kroz prizmu primjera iz psihološke, ekonomske i pedagoške struke. Na ovaj način, studenti bi trebali steći utisak da su statistički koncepti, tehnike i njihovi postupci *relevantni, korisni* i da značajno učvršćuju naučni kredibilitet i ugled pomenutih (i drugih) disciplina.

Glavne oblasti obuhvaćene *statističkim obrazovanjem* na fakultetima obično su: izračun mjera centralne tendencije i varijabiliteta; ispitivanje razlika u prosječnim rezultatima dvije ili više grupa na nekoj varijabli i provjera povezanosti (asocijacije, relacije) između dvije ili više varijabli.

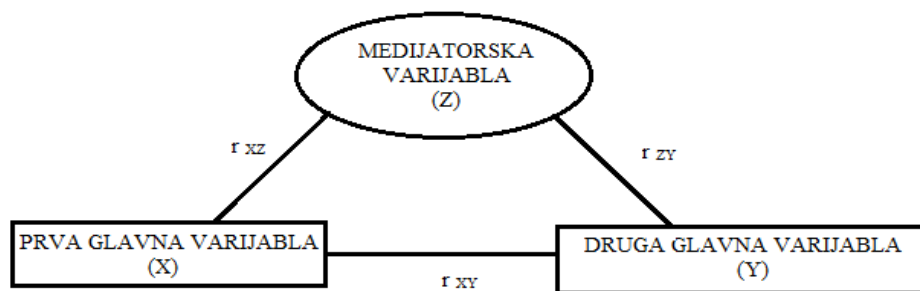
Međutim, da bi se matematički riješili praktični problemi u različitim naučnim disciplinama, potrebno je upoznati studente i sa još nekim (doduše, složenijim) statističkim tehnikama. One se odnose na sljedeće specijalne teme (probleme): povezanost između dva seta varijabli (što se utvrđuje kanoničkom korelacijskom analizom); efekat jedne ili više nezavisnih varijabli na zavisnu, ukoliko se kontroliše djelovanje neke treće relevantne varijable (uz pomoć analize kovarijance – ANCOVA-e); grupisanje sudionika istraživanja u određeni broj kategorija po njihovim rezultatima na nekom skupu varijabli (taksonomska analiza, klaster-analiza ili, jednostavno, analiza grupisanja), provjeravanje unaprijed pretpostavljenog odnosa između latentnih varijabli (strukturalno modeliranje ili modeliranje strukturalnim jednačinama), te ispitivanje medijatorskih i moderatorskih efekata varijabli (o čemu će biti riječi u ovom radu).

U cilju didaktičko-statističke ilustracije pomenuta dva efekta, navedena su tri primjera iz psihologije ličnosti. U prva dva postoji statistički značajan medijatorski, odnosno moderatorski efekat, dok u posljednjem primjeru druga vrsta efekta nije statistički značajna. Mehanizmi oba obrađena fenomena prikazani su na odgovarajućim dijagramima, a rezultati pripadajućih primjera (problema, zadataka) su u tabelarnoj, grafičkoj i tekstualnoj formi.

Provjera medijatorskih efekata uz pomoć linearne regresijske analize

Na početku uvođenja ove nastavne jedinice, valja ponoviti koncept korelacije (tj. zajedničkog variranja nekih pojava). Bitno se podsjetiti da korelacija ima svoj predznak (pozitivna vs. negativna) i intenzitet (niska, srednja i visoka). Pored toga, ona može ali i ne mora biti statistički značajna. Nastavnik/asistent može provjeriti razumijevanje pojma korelacije kod studenata uz nekoliko kratkih primjera. Naprimjer, napisati na tabli sljedeće: $r = -.80$, $p < .001$ i zatražiti od studenata da "pročitaju" (tj. interpretiraju) ovaj statistički zapis. Tačan odgovor je: "dobijena je visoka negativna i statistički značajna korelacija". Dodatno pojašnjenje je: "kako vrijednosti jedne varijable rastu, tako vrijednosti druge varijable opadaju" (što upućuje na razumijevanje pojma "negativna korelacija").

Medijatorski efekat je povezanost jedne varijable s drugom, na način da ovu korelaciju, ustvari, određuje treća varijabla. Drugim riječima, međusobna povezanost dvije varijable od glavnog interesa ostvaruje se djelimično ili u potpunosti zahvaljujući trećoj, tj. medijatorskoj varijabli ([2], [1]). Prvi uslov (zapravo, preduslov) za postojanje medijacijskog efekta je da sve tri varijable budu u međusobnim statistički značajnim korelacijama, tj. interkorelacijama (v. sliku 1). Drugi uslov je da, kada se uzme u obzir i medijator, korelacija između prve i druge glavne varijable značajno opadne [5]. Na slici 1, to je r_{XY} .



Slika 1. Prikaz međusobne povezanosti prve i druge glavne varijable i medijatora

Obično je u dijagramskim prikazima modela medijacije pretpostavljena kauzalna (uzročna) veza između prve glavne varijable (koja se u tom slučaju naziva nezavisnom varijablom) i druge glavne varijable (ili zavisne varijable). Ovdje se između varijabli povlače jednosmjerne strelice, kao grafički znaci za kauzalnost. Međutim, kako je u istraživanjima u društvenim naukama često riječ o korelacijskim odnosima, odnosno nacrtima istraživanja, korektnije je prikazivati odnose među varijablama u vidu korelacija, a ne uzročno-posljedičnih relacija. Za utvrđivanje uzročno-posljedične veze, potrebno je zadovoljiti više kriterijuma nego za ispitivanje korelacija. Opisano pojašnjenje treba raspraviti sa studentima, koji bi i prije ove lekcije trebali znati da povuku jasnu granicu između korelacije i kauzalnosti.

Uzmimo za primjer međusobnu povezanost između tri važne varijable koje se u psihologiji koriste za opis ličnosti.² One su savjesnost, ugodnost (prijatnost) i opšte samopoštovanje (tabela 1). Studente ovdje treba podsjetiti šta je to matrica interkorelacija (korelacijska matrica). Dakle, prikazana na najjednostavniji i najpregledniji način, matrica interkorelacija ne sadrži duplo navođenje istih koeficijenata korelacije (u našem primjeru, savjesnost je u istoj korelaciji sa ugodnošću kao što je ugodnost sa savjesnošću, a ova korelacija iznosi $r = .540$). Svaka varijabla je u maksimalnoj pozitivnoj korelaciji sa samom sobom (npr. za savjesnost vrijedi $r = 1$), a ovaj niz rezultata navodi se u glavnoj dijagonali matrice. Takođe, u našem primjeru, riječ je o matrici 3 x 3, jer imamo tri analizirane varijable (prikazane u redovima i kolonama pripadajuće matrice). Zvezdicom je označena statistička značajnost koeficijenata korelacije. U našem primjeru, svi koeficijenti korelacije značajni su na nivou .001 (studente treba podsjetiti i na sljedeća dva nivoa značajnosti: .05 i .01). Nema smisla uvoditi nove teme koje se temelje na korelaciji, ako studenti nisu naučili pročitati rezultate iz matrice interkorelacija.

Tabela 1

Matrica interkorelacija savjesnosti, ugodnosti i opšteg samopoštovanja

	savjesnost	ugodnost	opšte samopoštovanje
savjesnost	1	.540*	.397*
ugodnost		1	.239*
opšte samopoštovanje			1

*koeficijent korelacije je značajan na nivou .001

Iz tabele 1 jasno se vidi da su sve tri varijable u statistički značajnim interkorelacijama. Savjesnost je u umjerenj pozitivnoj korelaciji sa ugodnošću ($r = .540$, $p < .001$) i opštim samopoštovanjem ($r = .397$, $p < .001$). Ugodnost je u niskoj pozitivnoj korelaciji sa opštim samopoštovanjem ($r = .239$, $p < .001$).

Sada pretpostavimo da nas zanima priroda povezanosti ugodnosti sa opštim samopoštovanjem. Ove dvije varijable biće u ulozi "glavnih" varijabli sa slike 1. Tačnije, zainteresovani smo da saznamo da li je savjesnost medijator pomenute povezanosti. Prvi uslov je zadovoljen, budući da su sve tri varijable u

² Primjer je baziran na analizi jednog dijela autorove baze podataka, a izračuni su provedeni uz pomoć statističkog softvera SPSS 23 for Windows.

statistički značajnim interkorelacijama. U vezi sa drugim uslovom, provešćemo regresijsku analizu, gdje će ugodnost i savjesnost biti prediktorske, a opšte samopoštovanje kriterijumska varijabla (tabela 2). I na ovom mjestu treba provjeriti znanje i razumijevanje studenata, i to pojmova "prediktor" (tj. varijable na osnovu čijih se vrijednosti predviđaju, odnosno aproksimiraju najvjerojatnije vrijednosti kriterijumske varijable) i "kriterijum" (varijabla čije se vrijednosti anticipiraju na osnovu jednog ili više prediktora).

Može se primijetiti da je regresijski model iz našeg primjera statistički značajan ($F = 31.019$, $p < .001$). Studenti bi trebali znati da se ovdje pozivamo na vrijednost i značajnost F -omjera, kao u slučaju analize varijanse. Savjesnost i ugodnost objasnile su 15.9% varijanse kriterijuma. Ovdje treba podsjetiti studente da je kvadrirani koeficijent (ovdje multiple) determinacije (R^2) pomnožen sa 100 jednak procentu objašnjene varijanse. Međutim, iz tabele 2 primjećuje se i da je samo savjesnost statistički značajan prediktor opšteg samopoštovanja ($\beta = .377$, $p < .001$). Ugodnost, bez obzira na statistički značajnu korelaciju koju ostvaruje sa opštim samopoštovanjem (prikazanu u tabeli 1), u ovom modelu nije njegov statistički značajan prediktor ($\beta = .038$, $p > .05$). Beta-ponderi ili standardizovane regresijske vrijednosti (koeficijenti) imaju svoj predznak i intenzitet, kao što je to slučaj za koeficijente korelacije. Naravno, važna je i njihova statistička značajnost. Da bi se uopšte moglo dalje raspravljati o potencijalnim medijatorskim efektima, studenti trebaju biti u stanju tačno pročitati rezultate regresijske analize iz tabele 2 (pored već pojašnjenog, kontanta ili intercept je odsječak regresijske crte na y-osi, B je nestandardizovani regresijski koeficijent, SE je standardna pogreška njegove procjene, a t je rezultat t -testa kojim se utvrđuje statistička značajnost regresijskih koeficijenata).

Tabela 2

Rezultati regresijske analize (prediktori: ugodnost i savjesnost; kriterijum: opšte samopoštovanje)

	B	SE	β	t	p	R	R^2	F
(konstanta)	26.529	2.097		12.653	.000			
ugodnost	.045	0.071	.038	0.633	.527	.399	.159	31.019*
savjesnost	.414	0.065	.377	6.317	.000			

* $p < .001$

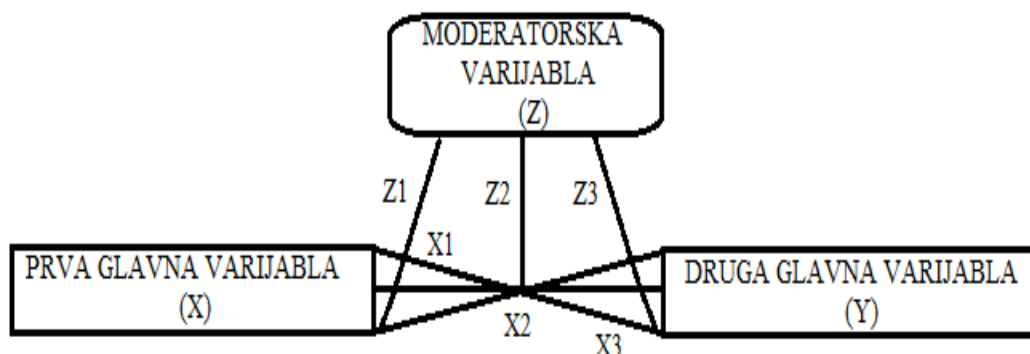
Dakle, uključivanjem savjesnosti u regresijsku analizu, značajno se smanjuje prediktivna moć ugodnosti, čime je zadovoljen i drugi uslov za postojanje efekta medijacije. Treba napomenuti i sljedeće: kada bi u regresijsku analizu bila uključena ugodnost kao jedini prediktor, njen beta-koeficijent (tj. standardizovani regresijski koeficijent) bio bi statistički značajan i jednak već prikazanom koeficijentu korelacije ($\beta = r = .239$, $p < .001$). Iz prethodnog se može zaključiti da je savjesnost medijator povezanosti ugodnosti i opšteg samopoštovanja.

Studentima treba potvrditi i to da je moguće uzeti u obzir više od jednog potencijalnog medijatora, kada se situacija bitno usložnjava. Takođe, važno je razlikovati potpunu od djelimične (parcijalne) medijacije. U slučaju *parcijalne medijacije*, moguće je i da: 1) uzimamo u obzir jedan medijator, a zanemarujemo drugi koji daje značajan doprinos povezanosti glavnih varijabli; 2) dobijemo značajnu povezanost među glavnim varijablama (*direktni efekat*) uz značajan doprinos medijatora (*indirektni efekat*); 3) u jednoj grupi sudionika (npr. kod muškaraca) dobijemo potpunu medijaciju (tj. indirektni efekat), a u drugoj nedostatak medijacije (npr. kod žena koje su takođe dio našeg uzorka) [10].

Naprednijim studentima valja napomenuti da se ispitivanje medijatorskih efekata i njihove statističke značajnosti može provoditi i u sklopu nekih drugih statističkih metoda. Naprimjer, to su: modeliranje linearnim strukturalnim jednačinama – *LSEM* [6], upoređivanje korelacije nultog reda i parcijalne korelacije [7] i ponovljeno uzorkovanje [8].

Provjera moderatorskih efekata uz pomoć linearne regresijske analize

Do ovih efekata dolazi kada se korelacija između dvije "glavne" varijable mijenja u funkciji nivoa (stepena izraženosti) neke treće varijable tj. moderatora [5]. U suštini, moderatorski efekti poklapaju se sa efektima interakcije u složenoj analizi varijanse (*ANOVA*-i).



Slika 2. Uticaj moderatorske varijable sa tri nivoa (Z_1 , Z_2 i Z_3) na povezanost prve glavne varijable (koja takođe ima tri nivoa: X_1 , X_2 i X_3) sa drugom glavnom varijablom (Y)

Prvi korak za provjeru ove vrste efekata je *centralizacija podataka (rezultata)*, tj. oduzimanje aritmetičke sredine rezultata na varijablama od interesa od individualnih rezultata na istim varijablama. Dakle, $cx_i = x_i - M_x$, gdje je cx_i centralizovani rezultat na nekoj varijabli, x_i – individualni rezultat na toj varijabli i M_x – aritmetička sredina svih rezultata na datoj varijabli. Ako je centralizovani rezultat jednak nuli, to bi značilo da se poklapa sa aritmetičkom sredinom serije rezultata na istoj varijabli. Prilikom upoznavanja studenata sa ovim obrascem, treba ih podsjetiti na z-vrijednosti (tj. standardizirane vrijednosti), koji se računaju tako da se prethodni obrazac podijeli standardnom devijacijom rezultata na istoj varijabli. Aritmetička sredina, izražena u vidu z-vrijednosti, takođe je jednaka nuli.

Sljedeći korak je uključivanje prediktora u regresijsku analizu, gdje je produkt između centralizovanih vrijednosti prve glavne varijable i moderatora (dakle, njihova interakcija) takođe jedan od prediktora. Druga glavna varijabla je kriterijum. Ako se nastavna jedinica o moderatorskim efektima uvodi prije one koja pokriva medijatorske efekte, studente treba podsjetiti na koncepte korelacije i regresijske analize (i svih vrijednosti koje su izračunate provođenjem ovog postupka), kako je to opisano u prethodnom poglavlju.

Treći korak je uvrštavanje nekih karakterističnih rezultata (niskog, srednjeg i visokog) jednog prediktora sa pripadajućim rezultatima drugog prediktora u regresijsku jednačinu, kako bi se mogli procijeniti rezultati na kriterijumskoj varijabli. Potom, radi jasnoće, očiglednosti i preglednosti, potrebno je grafički prikazati odabrane i izračunate rezultate.

Primjer je sličan prethodnom, s tim što ćemo uz ugodnost (U) i opšte samopoštovanje (OS) uzeti u obzir otvorenost za nova iskustva (ONI) kao još jednu karakteristiku važnu za opisivanje ličnosti³. Pitanje je da li povezanost ugodnosti i opšteg samopoštovanja zavisi od stepena tj. nivoa otvorenosti za nova iskustva. U ovom primjeru, ispituje se uloga otvorenosti za nova iskustva kao moderatora odnosa između druge dvije varijable.

U prvom koraku, provedena je centralizacija vrijednosti varijabli, i to na sljedeći način:

$$\begin{aligned} cU &= U_i - 32.6183 \text{ (ugodnost);} \\ cOS &= OS_i - 40.0868 \text{ (opšte samopoštovanje) i} \\ cONI &= ONI_i - 28.4570 \text{ (otvorenost za nova iskustva).} \end{aligned}$$

Prije drugog koraka, treba izračunati produkt prve glavne varijable i potencijalnog moderatora. U našem primjeru, to je proizvod: $cU * cONI$. Konačno, provodi se regresijska analiza, u kojoj je opšte samopoštovanje kriterijumska varijabla, dok su ugodnost, otvorenost prema novim iskustvima i njihova interakcija tri njena prediktora (tabela 3).

³ Primjer se temelji na istoj bazi podataka na kojoj je zasnovan primjer za medijacijske efekte.

Tabela 3

Rezultati regresijske analize (prediktori: ugodnost, otvorenost za nova iskustva i njihova interakcija; kriterijum: opšte samopoštovanje)

	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>F</i>
(konstanta)	0.144	0.295		0.488	.626			
ugodnost	0.270	0.063	.229	4.292	.000			
otvorenost za nova iskustva	0.334	0.056	.309	5.951	.000	.422	.178	23.494*
ugodnost * otvorenost za nova iskustva	-0.023	0.010	-.118	-2.196	.029			

* $p < .001$

Iz tabele 3, prije svega je vidljivo da je regresijski model statistički značajan ($F = 23.494$, $p < .001$), te da prediktori zajedno objašnjavaju 17.8% varijanse kriterijuma ($R^2 = .178$). Takođe, primjećuje se da su sva tri prediktora opšteg samopoštovanja statistički značajna: ugodnost ($\beta = .229$, $p < .001$), otvorenost za nova iskustva ($\beta = .309$, $p < .001$) i njihova interakcija ($\beta = -.118$, $p < .05$). Najbolji prediktor opšteg samopoštovanja je otvorenost za nova iskustva, jer ima najveći beta-ponder. Viši stepen ugodnosti i veća otvorenost za nova iskustva impliciraju viši stepen opšteg samopoštovanja. Međutim, njihova interakcija ima beta-ponder sa negativnim predznakom.

Slijedi treći korak u prezentaciji našeg primjera (problema). Kako bismo jasnije utvrdili moderatorski efekat otvorenosti za nova iskustva, uzećemo za početak tri vrijednosti, koje će predstavljati nizak, srednji i visok nivo izraženosti ove varijable. Isto ćemo uraditi i za ugodnost. Odabraćemo vrijednosti koje su blizu 25., 50. i 75. (per)centila.⁴ Studente treba pitati da objasne šta centili predstavljaju (npr. 25% je rezultata koji su niži ili jednaki od rezultata koji pada u 25. centil, 50. centil se poklapa sa medijanom niza podataka, a 25% je rezultata većih od onog koji pada u 75. centil). Naime, (per)centili se izučavaju mnogo prije nego što se nauči regresijska analiza. U slučaju da studenti nisu u stanju prisjetiti se ovog pojma i njegove pravilne interpretacije i upotrebe, nastavnik bi se zaustavio na tome sve dok im ne bi bio potpuno jasan pomenuti koncept.

Kada je riječ o centralizovanim vrijednostima otvorenosti prema novim iskustvima (nazovimo je varijablom *a*), tri karakteristična rezultata su (da podsjetimo, uzeli smo u obzir rezultate koji su najbliži pomenutim centilima):

$$a_1(26.4 \approx 25) = -3.457, a_2(47.8 \approx 50) = -0.457, a_3(78.0 \approx 75) = 3.543.$$

Za centralizovane vrijednosti ugodnosti (varijabla *b*), tri potrebna rezultata su:

$$b_1(24.6 \approx 25) = -3.618, b_2(49.1 \approx 50) = 0.382, b_3(78.1 \approx 75) = 3.382.$$

Nakon predočavanja ovih vrijednosti, studentima treba prikazati regresijsku jednačinu na osnovu koje će biti procijenjeni rezultati opšteg samopoštovanja. Uostalom, osnovni zadatak regresijske analize jeste pokušaj predviđanja (predikcije) rezultata kriterija na osnovu rezultata dobijenih na relevantnim prediktorima. Regresijsku jednačinu ne bi bilo loše, u didaktičke svrhe, prikazati na sljedeći način:

$$cOS' = 0.144 + 0.270*cU + 0.334*cONI - 0.023*cU*cONI$$

(predviđeno opšte samopoštovanje) (konstanta) (*B* puta ugodnost) (*B* puta otvorenost prema novim iskustvima) (*B* puta interakcija)

U ovu jednačinu uvrštavaju se sve kombinacije prethodno odabranih vrijednosti (kojih je ukupno devet, budući da se tri rezultata ugodnosti ukrštaju sa isto toliko rezultata otvorenosti prema novim iskustvima). Primjer uvrštavanja za rezultate $cU_1 = -3.618$ i $cONI_1 = -3.457$ je:

⁴ Mogu se odabrati i drugi rezultati, koji su primjer niskih, srednjih i visokih vrijednosti. Naprimjer, rezultat koji pada u 15. centil (niska vrijednost), aritmetička sredina rezultata (srednja vrijednost) i rezultat koji pada u 90. centil (visoka vrijednost).

$$cOS' = 0.144 + 0.270*(-3.618) + 0.334*(-3.457) - 0.023*(-3.618)*(-3.457) = -2.275.$$

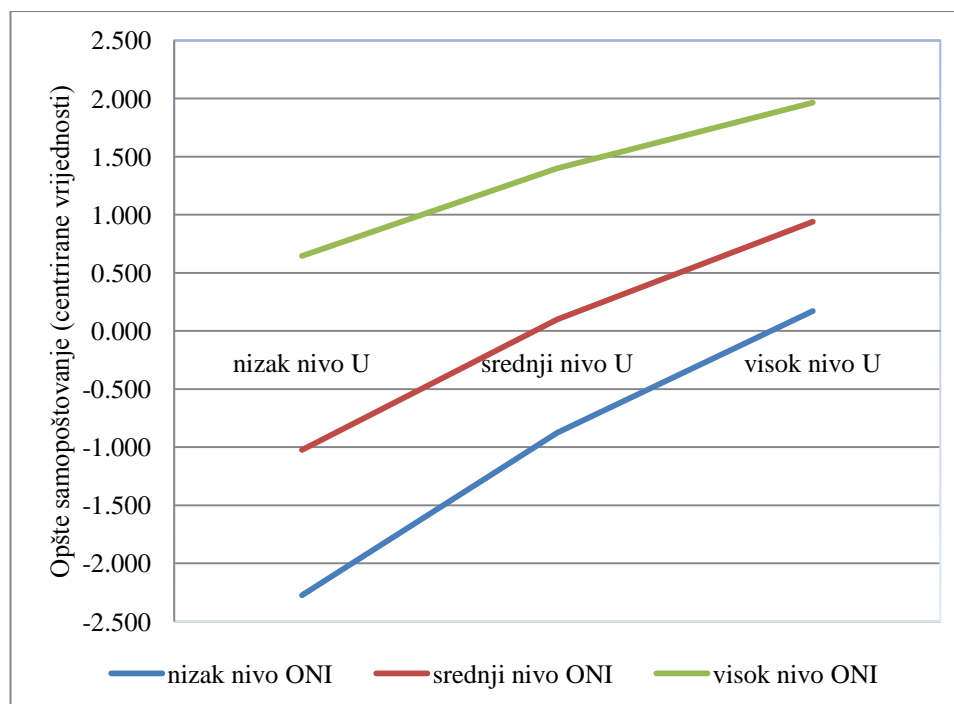
Rezultati, tj. procjene opšteg samopoštovanja, na osnovu svih kombinacija već izračunatih podataka prikazani su u tabeli 4. Naravno, studentima treba ponovo naglasiti da su u tabeli centrirane vrijednosti kako dvas pomenuta prediktora, tako i kriterijuma.

Tabela 4

Procjene opšteg samopoštovanja na osnovu rezultata na ugodnosti i otvorenosti za nova iskustva

		Otvorenost za nova iskustva (centrirane vrijednosti)		
		-3.457	-0.457	3.543
Ugodnost	-3.618	-2.275	-1.024	0.645
(centrirane	0.382	-0.877	0.099	1.399
vrijednosti)	3.382	0.171	0.940	1.965

Slijedi grafikon na kojem će biti predstavljena interakcija varijabli iz našeg primjera. Prikazujući sliku 3, studentima se skreće pažnja da, pošto je riječ o centriranim vrijednostima, imamo prikazane i negativne vrijednosti (pokazuje im se donji dio grafikona). Nakon toga, ističe se da su na apscisi prikazani nizak, srednji i visok nivo ugodnosti (U), a na ordinati predviđeni rezultati na opštem samopoštovanju. Linije u različitim bojama predstavljaju nizak (plava), srednji (crvena) i visok (zeleni) nivo otvorenosti prema novim iskustvima (ONI).



Slika 3. Prikaz rezultata za opšte samopoštovanje, s obzirom na interakciju ugodnosti i otvorenosti prema novim iskustvima

Potom, nastavnik studente pokušava ohrabriti da sami "pročitaju" sadržaj slike 3. Drugim, riječima, da izvedu tačne zaključke.

Zaključci su sljedeći: nizak nivo ugodnosti kombinovan sa niskim nivoom ONI dovodi do jako niskog opšteg samopoštovanja. Nizak nivo ugodnosti i srednji nivo ONI proizvode ispodprosječno opšte samopoštovanje. Nizak nivo ugodnosti i visok nivo ONI dovode do nešto iznadprosječnog opšteg samopoštovanja. Nadalje, srednji nivo ugodnosti u kombinaciji sa niskim nivoom ONI polučili su nešto ispodprosječno opšte samopoštovanje. Srednji nivo ugodnosti i ONI dovode do prosječnog opšteg samopoštovanja, a srednji nivo ugodnosti i visok nivo ONI proizvode visoko samopoštovanje. Visok stepen ugodnosti i nizak stepen ONI dovode do prosječnog opšteg samopoštovanja. Visok stepen

ugodnosti i srednji stepen ONI dovode do nešto iznadprosječnog opšteg samopoštovanja. Na kraju, visok stepen ugodnosti i ONI polučili su izrazito visoko opšte samopoštovanje. Dakle, vrijednosti opšteg samopoštovanja su različite ne samo s obzirom na različit nivo ugodnosti, već i u okviru svakog nivoa ugodnosti, kada se uzme u obzir i nivo ONI. Time se otvorenost prema novim iskustvima može smatrati moderatorom povezanosti ugodnosti i opšteg samopoštovanja.

Provjera moderatorskih efekata unutar ANOVA-e

Kao što je već navedeno, moderatorski efekti mogu se ispitati i uz pomoć složene analize varijanse. U ovom kontekstu, oni se nazivaju i *efektima interakcije*. Studenti se sa konceptom moderatorskog efekta (efekta interakcije) kategoričkih varijabli moraju, dakle, upoznati i tokom nastavne jedinice o složenoj analizi varijanse. Nastavnik jasno naznačava da u ovom tipu analize varijanse nemamo samo glavne efekte (tj. pojedinačne učinke) nezavisnih varijabli, već i njihov "združeni" efekat (interakciju). Glavni efekti su jasni studenima, pod pretpostavkom da dobro vladaju interpretacijom rezultata jednostavne ANOVA-e. Međutim, interakcija *faktora* (što je naziv za nezavisne varijable u složenoj ANOVA-i) je "korak dalje" u ovoj vrsti analize.

Pretpostavimo da želimo utvrditi djelovanje dvije kategoričke varijable (dakle, sa nekoliko diskretnih vrijednosti, odnosno nivoa) na treću varijablu kontinuiranog tipa. U ovom slučaju, dvije (nezavisne) varijable mogu biti u interakciji, tj. rezultati u trećoj (zavisnoj) varijabli zavise od međusobne kombinacije nivoa prethodne dvije varijable.

Primjer je uticaj pola i dobi na stepen ekstraverzije sudionika istraživanja⁵. Pol, kao dihotomna varijabla, ima dva nivoa: muški i ženski. S druge strane, sudionike smo podijelili u dvije grupe po njihovoj dobi (prva: manje od 25, druga: 25 i više godina). U ovom primjeru je, dakle, i dob dihotomna (binarna) varijabla. Drugim riječima, ima dva nivoa. Ovdje nas ne zanima samo da li ima polnih i dobnih razlika u savjesnosti kao crti ličnosti, već da li je stepen ekstraverzije drugačiji kada uzmemo u obzir i "ukrštanje" nivoa pomenute dvije nezavisne varijable. Pitanje je, stoga, sljedeće: "Da li je pol moderator djelovanja dobi na ekstraverziju, odnosno, da li je dob moderator polnih razlika u ekstraverziji?"

Počecemo sa tabelom u kojoj se nalaze aritmetičke sredine rezultata sudionika na jednoj mjeri ekstraverzije (u našem slučaju, sudionici su procjenjivali u kojoj mjeri su komunikativni, druželjubivi, živahni i aktivni), s obzirom na njihov pol i dob.

Tabela 5

Aritmetičke sredine odgovora sudionika na skali ekstraverzije, po polu i dobi

		Dob		Total
		< 25 godina	≥ 25 godina	
Pol	Muški	5.64	6.95	6.39
	Ženski	7.02	8.36	7.58
Total		6.74	7.90	7.27

Studente treba pitati sljedeće: "Kako biste interpretirali ove rezultate (tabela 5)? Da li se već mogu izvesti zaključci o polnim i dobnim razlikama?" Odgovor na prvo pitanje odnosio bi se na nešto viši nivo ekstraverzije kod žena ($M = 7.58$ vs. $M = 6.39$). Potom, aritmetička sredina druge dobnje grupe ($M = 7.90$) veća je od aritmetičke sredine odgovora prve dobnje grupe ($M = 6.74$). Osim toga, najviši stepen ekstraverzije dobijen je za žene koje imaju 25 i više godina ($M = 8.36$), a najniži za muškarce do 25 godina ($M = 5.64$). Odgovor na drugo pitanje je negativan, budući da razlike moraju biti statistički značajne, kako bi se zaključilo da ove razlike zaista postoje. Kako bi se provjerila statistička značajnost, nastavnik predstavlja postupak i logiku koja leži iza složene ANOVA-e.

Postupak ove vrste analize nećemo navoditi u radu, budući da to nije njegova centralna tema. Zato prikazujemo rezultate složene ANOVA-e bazirane na pomenutim podacima, za varijable od našeg glavnog interesa (tabela 6).

⁵ I ovaj primjer nastao je na osnovu jedne od baza podataka autora ovog rada.

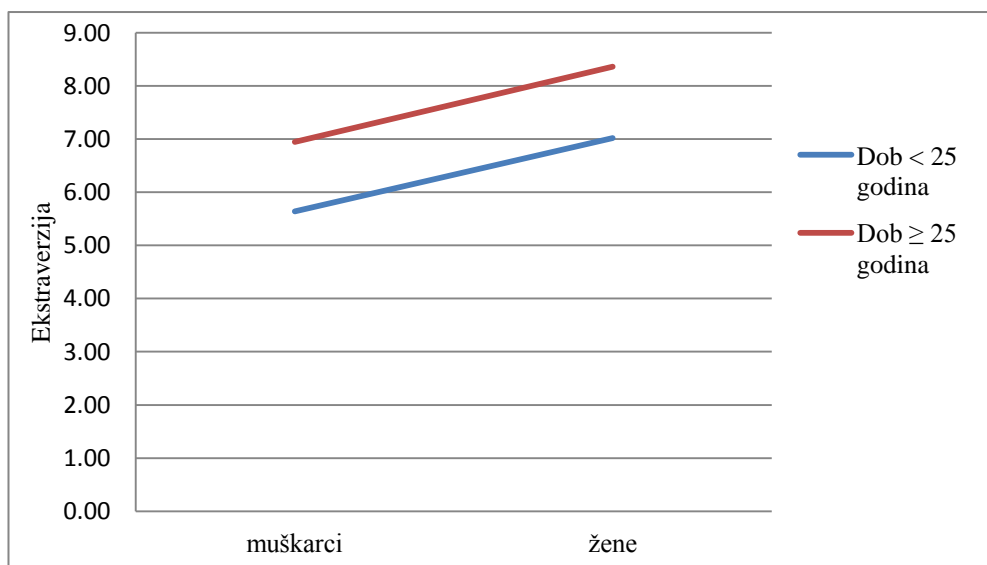
Referirajući se na tabelu 6, može se zaključiti da su glavni efekti statistički značajni: $F = 11.403$, $p < .001$ (za efekat pola) i $F = 10.268$, $p < .01$ (za efekat dobi). Dakle, žene iz našeg uzorka postižu statistički značajno više rezultate od muškaraca na korištenoj mjeri ekstraverzije. Isto tako, osobama sa 25 i više godina može se pripisati statistički značajno veći stepen ekstraverzije u odnosu na mlađe sudionike.

Tabela 6

Glavni efekti i efekti interakcije pola i dobi na ekstraverziju

Izvor variranja	SS	df	MS	F	p
Pol	46.183	1	46.183	11.403	.001
Dob	41.588	1	41.588	10.268	.002
Pol * dob	0.008	1	0.008	0.002	.965

Međutim, iz tabele 6 vidi se da efekat interakcije nije statistički značajan ($F = 0.002$, $p > .05$). Dakle, starije žene ne ostvaruju statistički značajno više rezultate u odnosu na mlađe, niti stariji muškarci postižu statistički značajno više rezultate u odnosu na mlađe. Ovdje treba upozoriti studente da je akcenat na riječima "statistički značajno". Drugim riječima, aritmetičke sredine prikazane u četiri centralna polja tabele 6 se, međusobno, ne razlikuju statistički značajno. Ovo je objašnjenje koje studenti trebaju usvojiti kao "kalup" ili model za interpretaciju rezultata složene ANOVA-e u drugim istraživanjima. Na kraju je korisno predočiti grafikon koji je pandan onome sa slike 3.



Slika 4. Prikaz rezultata na mjeri ekstraverzije, s obzirom na dob i pol

Primjećuje se (slika 4) da su linije paralelne, što svjedoči u prilog nedostatku interakcije, tj. nepostojanju moderatorskog efekta dobi, odnosno pola. Ako bi grafikon sadržao linije koje zaklapaju određeni (nenulti) ugao, tada se može pretpostaviti postojanje interakcije (moderacije). Ipak, studentima treba naglasiti da pogled na sami grafikon *nije dovoljan* da se zaključi o statistički značajnoj interakciji. Rezultati složene ANOVA-e za efekat interakcije pružaju ključni dokaz njegovog postojanja ili nepostojanja.

Postoje, naravno, i složeniji nacrti ANOVA-e, u kojima npr. imamo tri nezavisne varijable (nazovimo ih A, B i C). U ovom slučaju, ispitala bi se interakcija prve sa drugom (A x B), pa sa trećom varijablom (A x C); druge sa trećom (B x C) i međusobna interakcija sve tri varijable uzete zajedno (A x B x C). Međutim, rezultati ovakvih istraživanja znaju biti komplikovani za interpretaciju, te se studentima treba sugerisati da mogu koristiti i neke druge (zamjenske) statističke tehnike za iste svrhe [4]. To je, prije svega, regresijska analiza, uz različite transformacije rezultata/varijabli. Nesumnjivo je ispitivanje efekata interakcije važan korak analize i interpretacije u faktorijalnim istraživačkim nacrtima [3].

Zaključak

Statističko obrazovanje oblik je *matematičkog obrazovanja* i neizostavna je komponenta *funkcionalne matematičke pismenosti*. Ono nije samo dio fakultetskog, već i cjeloživotnog procesa (samo)edukacije. Povezan koncept je pojam *statističke pismenosti*, koja je određena kao skup vještina potrebnih za ispravno iščitavanje i razumijevanje sadržaja tabelarnih i grafičkih prikaza rezultata neke studije ili anketnog istraživanja. Ovdje se ubrajaju i vještine nužne za kritičko propitivanje prezentovanih rezultata (npr. putem analognih i digitalnih medija) i izvođenje adekvatnih zaključaka. Ovaj rad bavio se specijalnim temama u statističkom obrazovanju, koje su usko vezane uz područje kvantitativne metodologije kako u društvenim, tako i u prirodnim, te biomedicinskim naukama.

Djelovanje neke treće varijable čijim se uvođenjem u postavljeni model mijenja povezanost glavnih varijabli ili djelovanje jedne od njih na drugu važan je problem poglavito za društvene nauke. On se može riješiti (pored ostalog) ispitivanjem medijatorskih ili moderatorskih efekata. Stoga je ovo bitna statistička lekcija za studente koji se namjeravaju baviti sociološkim, psihološkim, pedagoškim i sličnim kako analizama, tako i empirijskim istraživanjima. D. Rucker i njegovi saradnici [9] navode da je u više od polovine savremenih radova iz psihologije ličnosti i socijalne psihologije u eminentnim časopisima prisutna provjera medijatorskih ili moderatorskih efekata.

Ova tema ujedno je i metodološka, pošto se efekti interakcije često istražuju eksperimentalno, gdje se teži postići metodološka perfekcija i utvrditi što jasnija/preciznija veza između nezavisne i zavisne varijable. Zato eksperimentator vodi računa o svim mogućim varijablama koje bi mogle "skrenuti" rezultate u nekom drugom smjeru. Neke od ovakvih varijabli spadaju u kategoriju moderatora.

Stoga je bitno da studenti pomenutih disciplina na vrijeme nauče pojmove medijacijskih i moderacijskih efekata, te ispravnu primjenu tehnika kojima se ispituju. Ovo je naročito preporučljivo za buduće istraživače, čiji se profesionalni rad ne može zamisliti bez odgovarajućeg statističkog obrazovanja kojemu su bili izloženi.

Statistički pojmovi koje treba usvojiti prije ili na početku ove lekcije su: nezavisna varijabla, zavisna varijabla, prediktor, kriterijum, regresijski koeficijent, objašnjena varijansa, glavni efekti, kauzalna veza i (inter)korelacijska matrica. Uz to, sržni koncepti izložene lekcije o specijalnim temama iz statistike, su: moderator, medijator, direktni efekti, indirektni efekti, efekti interakcije i centralizacija rezultata.

Literatura

- [1] H. Aguinis, J. R. Edwards and K. J. Bradley. Improving our understanding of moderation and mediation in strategic management research. *Organizational Research Methods*, **20**(4)(2017), 665-685.
- [2] R. M. Baron and D. A. Kenny. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, **51**(6)(1986), 1173-1182.
- [3] H. Coolican. *Research methods and statistics in psychology* (four edition). London: Hodder & Stoughton Educational, 2004.
- [4] C. P. Dancey and J. Reidy. *Statistics without maths for psychology* (fourth edition). Harlow: Pearson Education Limited, 2011.
- [5] D. Howell. *Statistical methods for psychology*. Belmont, CA: Cengage Wadsworth, 2010.
- [6] K. Imai, L. Keele and D. Tingley. A general approach to causal mediation analysis. *Psychological Methods*, **15**(4)(2010), 309-334.
- [7] D. P. MacKinnon, C. M. Lockwood, J. M. Hoffman, S. G. West and V. Sheets. A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects. *Psychological Methods*, **7**(1)(2002), 83-104.
- [8] B. Mallinckrodt, W. T. Abraham, M. Wei and D. W. Russell. Advances in testing the statistical significance of mediation effects. *Journal of Counseling Psychology*, **53**(3)(2006), 372-378.

- [9] D. D. Rucker, K. J. Preacher, Z. L. Tormala and R. E. Petty. Mediation analysis in social psychology: Current practices and new recommendations. *Social and Personality Psychology Compass*, **5/6**(2011), 359-371.
- [10] P. E. Shrout and N. Bolgar. Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, **7**(4)(2002), 422-445.

Pristiglo u redakciju 29.09.2017; Dostupno na internetu 11.12.2017.