

Николина КЕНИГ

МЕТОДОЛОШКИ ПРЕДНОСТИ И ПРОБЛЕМИ НА МОДЕЛИРАЊЕТО СО СТРУКТУРНИ РАВЕНКИ

Една популарна досетка за тоа како да се препознае истражувач-психолог, наспроти, на пример, физичар или биолог, упатува на тоа дека најлесен начин е да се праша лицето дали тоа со што се занимава е наука. Ако прашањето кај него/неа предизвика симптоми на акутен стрес и згора на тоа почне да изнесува неразбирливи аргументи како доказ, тогаш сигурно областа во којашто работи е – психологија. Духовита или злонамерна, вистинита или не, оваа шега многу експлицитно упатува на сè уште неразрешената криза на идентитетот на психологијата како наука, која е разбирлив исход од фактот дека таа е родена во „мешаниот брак“ помеѓу филозофијата и природните науки. Ако аналогијата со развојните фази на идентитетот се изведе докрај, сосема очекуван ефект од испитувањето на статусот на психологијата меѓу останатите научни дисциплини, е реагирањето со познатиот одбранбен механизам – *идеалистично* (целосно и некритичко) идентификување со некој од „родителите“. Така, идентификацијата со природните науки продуцира потпирање на методи моделирани врз основа на физиката и резултира со маса строго контролирани, но често тривијални истражувања со кои наполно се губи увидот во комплексната реалност на предметот на истражување. Идеалот на оваа ориентацијата е доаѓање до сознанија врз основа на хипотетичко-дедуктивното докажување на причинско-последични врски меѓу појавите со кои би се објасниле однесувањето и психичкиот живот воопшто. Од друга страна, идентификувањето со хуманистичките науки имплицира отфрлање на ригидните рамки на научната методологија и се фокусира на проблеми кои се навистина суштински и сложени. Притоа, се користат приоди базирани на емпатија и вредносна инволвираност, но истовремено, и на проблематична доза на субјективност и произволност.

Можноста за излез од овој клинч Vrengelman (1981, според Реџак, 1983) ја гледа во едноставното спојување на добрите страни на двата екс-

трема, па ја формулира стратегијата – од методолошка егзактност кон социјален ангажман. Предлогот е логичен, но се поставува прашањето колку е остварлив. Факт е дека наспроти бројните полемики околу тоа дали воопшто постои основа каузалните врски да бидат цел на науката чиј предмет на интерес е човекот (Dennett, 1969), настојувањето да се одговори на прашањето *зошто*, сè уште се третира како последна инстанца на научното објаснување и претставува предизвик за мнозинството емпириски ориентиран истражувачи. Меѓу нив, често прифатен методолошки став (Campbell and Stanley, 1963) е дека единствениот начин да се одговори на прашањето дали една варијабла предизвикува промени во друга варијабла, е преку спроведување експеримент во кој варијаблата што е претпоставена причина *намерно* се менува по квалитет или квантитет, и тоа во *контролирани услови*, за да може да се тврди дека евентуалните разлики во варијаблата – претпоставена последица се навистина предизвикани од таа која се манипулира. Тоа би значело меѓутоа, помирување со фактот дека за огромен број проблеми не може да се добие одговор кој имплицира причинско-последичен однос меѓу варијаблите. само заради тоа што изведувањето на експеримент од практични или етички причини е невозможно. Освен тоа, прилично тешко е да се организира добро контролиран експеримент со повеќе од една независна варијабла, што не кореспондира со комплексноста на реалната мултидетерминираност на психичките појави и процеси.

За да се надмине јазот меѓу егзактноста и релевантноста на емпириските испитувања, се преиспитува ригорозното инсистирање на експериментално истражување како единствен начин на проверка на хипотези кои имплицираат каузален однос помеѓу појавите, преку алтернативни можности кои би обезбедиле тестирање на каузалните хипотези со податоци добиени во неекспериментални истражувања. (Saris and Stronkhorst, 1984). Почетоците на креирањето статистички пристап кој би бил најдобра можна замена на експерименталното тестирање на каузални односи, се поврзани со Boudon-овата (1965) постапка наречена анализа на зависност или анализа на патеки (*path-analysis*). Врз основа на парадигмите поставени во оваа процедура, развиен е пристапот наречен *моделирање со структурни равенки*, а паралелно со тоа и софтверска-

та програма *LISREL*¹ која обезбедува ефикасно тестирање на каузалните ефекти врз основа на мерките на коваријанса и корелација меѓу варијаблите.

Основни поими

Како и секоја друга техника за мултиваријантна анализа на податоци, моделирањето со структурни равенки (MCP) овозможува значително зголемена експланаторна ефикасност во споредба со биваријантните техники. Меѓутоа, дури и оние мултиваријантни техники кои оперираат со повеќе зависни варијабли, како МАНОВА или каноничка анализа, може да испитаат само една поврзаност во еден наврат, наспроти MCP, која е наменета за анализа на серии од врски истовремено. Таа е всушност екстензија на нејзините претходници – мултипла анализа на коваријанса, анализата на латентни варијабли, факторската анализа и мултиплата регресија. Суштинската разлика на MCP во однос на останатите методи на мултиваријантна анализа не е само сложеноста на операциите и нивната агрегација под едно име, туку пред сè можноста за изведување заклучоци за причинско-последичните врски меѓу појавите врз основа на податоци добиени од неекспериментални истражувања, како и презентацијата на ефектот од концепти кои не се директно мерени (т.н. латентни варијабли), и тоа земајќи ја предвид и грешката при проценувањето (Hair et al, 1998).

Постојат две базични стратегии при користењето на овој пристап. Едната се однесува на *конфирматорно моделирање*, при која истражувачот го тестира степенот на согласување помеѓу еден понуден модел и емпириските податоци. Меѓутоа, бидејќи техниките на проценка може да продуцираат пристрасност кон статистичко усогласување на моделот со резултатите, а останува недокажано дали тој е еден единствен и најдобар можен, методолошки поригорозната постапка налага употреба на

¹ Првата *LISREL* програма за тестирање каузални модели е развиена во 1973 година од страна на Jöreskog и неговите соработници. Четвртата верзија на програмата, која се појави десет години подоцна, внесе и револуционерна новина во каузалното моделирање – можност за работа со податоци добиени на неметрички скали.

симулирано моделирање со неколку можни модели, и изнаоѓање на најплаузибилниот со помош на статистички показатели.

Базичен нацрт на моделирање со структурни равенки

Почетната точка на каузалното моделирање формално не се разликува многу од неопходната фаза на кое било емпириско истражување – прибирање што е можно поголем број информации за варијаблите кои учествуваат во процесот што е предмет на интерес. На пример², доколку се проучуваат факторите кои ја детерминираат одлуката на матурантите дали ќе студираат или не, првиот чекор што треба да се направи е да се обезбеди исцрпна листа на сите варијабли што би можеле да бидат релевантни. За илустрација, да речеме дека како потенцијални клучни фактори се регистрирани (1) просечниот успех постигнат во средно училиште, (2) типот на завршено средно училиште, (3) преференцијата на родителите, (4) квалитетот на настава во основното училиште, (5) препорака на училишниот психолог, (6) социо-економскиот статус на семејството, (7) општото школско постигнување во основно училиште, и (8) интелигенцијата на ученикот.

Следниот чекор што треба да се преземе, е да се определи *каузалниот редослед* на наведените фактори, базиран врз теорискиот концепт за нивното функционирање. Во мошне едноставниот пример со одлуката за студирање, лесно е да се одреди временскиот след на варијаблите, бидејќи кореспондира со нивното природно јавување. Најнепосредни фактори кои ученикот ги има предвид при донесувањето одлука дали ќе студира се успехот постигнат во средното училиште, желбата (согласноста) на родителите, типот на завршено средно училиште и препораката на училишниот психолог. Јасно е дека тие следат по постигнувањето на успехот во основно училиште, а уште поизвесно е дека нему му претходат квалитетот на наставата во основното училиште или социо-економскиот статус на семејството и интелигенцијата на ученикот. Очиг-

² Наведениот пример е исклучиво во функција на објаснување на пристапот – моделот не е заснован врз експертски сознанија од областа, а понатаму прикажаните „резултати“ се хипотетички.

ледно е дека пристапот во голема мера се потпира врз теориската заснованост на претпоставените релации меѓу појавите кои се истражуваат, па затоа оваа етапа се смета за најкритична.

Наредната фаза се состои во поставување на каузалните хипотези, и паралелно со тоа, *генерирање на каузални дијаграми*, кои всушност се графичка репрезентација на претпоставените причинско-последични врски. Се конструираат така што полињата кои се носители на поединечните варијабли се поврзуваат со „патеки“ чија насока укажува која причина води кон одредена последица. Праволиниските патеки индицираат влијание на независните варијабли врз зависните кон кои се упатени, додека искривените линии укажуваат на коваријација на две или повеќе независни варијабли. Патеките се конструираат со следење на три основни правила (Hair et al., 1998):

1. Откога насоката е упатена нанапред (кон последицата) повеќе не може да се враќа наназад, иако враќањето назад пред тоа е можно онолку пати колку што е неопходно;
2. Иста патека може да поминува низ една иста варијабла само еднаш;
3. Една патека може да биде закривена (да укажува на коварирање) само за пар од варијабли.

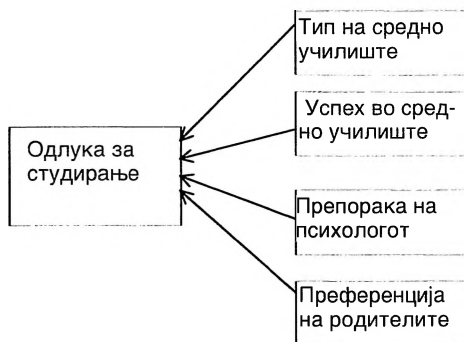
На Сликата 1, дадена на следната страница, е прикажан првичниот дијаграм на патеки за претпоставените фактори за донесување на одлуката за студирање. Каузалната теорија која ја имплицира овој дијаграм може да се сведе на три хипотези:

H_{1.1} Одлуката за студирање зависи од типот на завршеното средно училиште, успехот во средното училиште, преференцијата на родителите и препораката на психологот.

H_{1.2} Препораката на психологот е детерминирана од успехот во средното училиште.

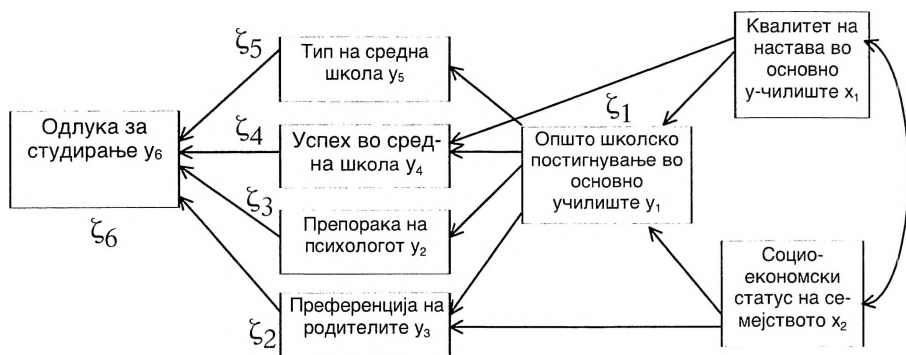
H_{1.3} Преференцијата на родителите е под влијание на препораката на психологот.

Но, комплетната каузална теорија мора да ги земе предвид и факторите кои се потенцијални заеднички извори на варијабилитет во две или повеќе варијабли-причинители. Во спротивно, може да се добие слика дека факторите кои се наоѓаат во улога на интервенирачки варијабли



Слика 1. Пример за правене каузален дијаграм за донесување одлука за студирање

всушност се причината за ефектите кои се истражуваат. Еден таков можен проширен дијаграм е прикажан на сликата 2.



Слика 2. Пример за проширен каузален дијаграм за донесување одлука за студирање

Аналогно на дијаграмот, би требало да се прошири и корпусот хипотези, т.е. тврдења за каузалните врски меѓу разгледуваните варијабли. Тие би гласеле:

H_{2.1} Квалитетот на наставата во основното училиште влијае врз општото школско постигнување во основното училиште и врз успехот на ученикот во средно училиште.

H_{2.2} Социо-економскиот статус на родителите влијае врз општото школско постигнување во основно училиште и врз преференцијата на родителите.

H2.3 Социо-економскиот статус на семејството и квалитетот на основното училиште се заемно поврзани (корелирани).

H2.4 Оштото школско постигнување во основно училиште влијае врз изборот на типот на средно училиште, постигнатиот успех во средното училиште, преференцијата на родителите и препораката на психологот.

Лесно може да се забележи дека поради практични причини, бројот на варијаблите во моделот за едно истражување се редуира на најмал можен, а селекцијата се изведува врз основа на правилото дека заедничките причинители на неколку варијабли во мрежата не смеат да бидат изоставени, додека интервенирачките варијабли или варијаблите кои имаат ефект само врз некоја од варијаблите последици или варијаблите причини, но не врз обете истовремено, може да не бидат претставени без штета по вистинитоста на теоријата (Sarıs & Stronkhorst, 1984). На пример, во овој модел не е прикажан факторот интелигенција, иако јасно може да се третира како некој што дејствува врз крајниот ефект, бидејќи освен врз успехот, се претпоставува дека не може да има значителен директен ефект врз другите варијабли.

Преведување на моделот во равенки

Третата фаза се сведува на самиот процес на *развивање на структурните равенки*, односно идентификација на корелациите помеѓу варијаблите во дијаграмот, земајќи ги предвид и нарушувањата (*disturbances*) чии извори се: (а) ефектите на варијаблите кои се непознати и оние кои се испуштени, (б) случајните фактори во човековото однесување, и (в) грешката на мерење. Пред да се конструираат равенките, врз основа на моделот се прави дистинкција помеѓу ендегените, т.е зависни варијабли (y_n) и егзогените, независни варијабли (x_n), кои се нивни претпоставени причинители. Следствено, егзогени варијабли во проширениот модел се *квалитетот на настава во основно училиште* (x_1) и *социо-економскиот статус на родителите* (x_2), додека нивоот на *аспирација* (y_1), *препораката на психологот* (y_2), *преференцијата на родителите* (y_3), *итиот на завршено средно училиште* (y_4), *усеихот во*

средно училиштите (y_5) и конечно, одлучајќи за запишување ситудии (y_6) се ендогени варијабли.

Наједноставната форма на равенство³ што одразува линеарна и адитивна релација меѓу две варијабли, вклучувајќи ја и грешката, гласи:

$$y = \alpha + \gamma x + \zeta$$

при што y се однесува на варијаблата ефект, x на варијаблата причина, ζ е ознака за грешката, а γ е коефициент кој го одразува обемот на директниот ефект на y ; врз една единица на промена на x . Ознаката α е за почетниот прираст, односно висината на зависната варијабла во услови кога независната изнесува нула. Со математичка трансформација на равенката (претворање на скоровите во стандардни девијации) најчесто се изоставува во пресметувањата. Значењата на сите симболи кои ќе бидат понатаму употребувани за објаснување на МСР, се прикажани во табелата 1.

Табела 1. Значење на симболиите во равенките за структурно моделирање

Варијабли	изразена во			
	сурови скорови	девијациони скорови	стандардизирани скорови	
ендогена (ефект)	y	y^d	y^s	
егзогена (причина)	x	x^d	x^s	
пореметување	ζ	ζ	ζ'	
Структурни параметри	стандардиз. скорови			
Типови на поврзаност	дијаграм	сурови скорови	девијациони скорови	стандардиз. скорови
кон y_i од y_n	$y_i \leftarrow y_n$	β_{in}	β_{in}	β_{in}^s
кон y_i од x_n	$y_i \leftarrow x_n$	γ_{in}	γ_{in}	γ_{in}^s
коваријанса од x_i и x_n	$x_i \longleftrightarrow x_n$	φ_{in}	φ_{in}	φ_{in}^s
варијанса од x_i	не се бележи	φ_{ii}	φ_{ii}	φ_{ii}^s
коваријанса од ζ_i и ζ_n	$\zeta_i \longleftrightarrow \zeta_n$	ψ_{in}	ψ_{in}	ψ_{in}'
варијанса од ζ_i	не се бележи	ψ_{ii}	ψ_{ii}	ψ_{ii}'
прираст	не се бележи	α_i	нема	нема
Статистички мерки				
аритметичка средина	μ			
стандардна девијација	σ			
корелација	ρ			

³ Равенствата презентирани во овој напис се преземени од Saris & Stronkhorst (1984). Симболите во равенствата варираат во различни изданија каде што се презентира пристапот.

Во процесот на „преведување“ на моделот од дијаграм во мрежа на структурни равенки, истражувачот има активна улога, која се состои во специфицирање на каузалниот механизам, односно одредување на насоката на влијание. Индикацијата на ефектот на некои ендогени варијабли врз друга ендогена(и) варијабла(и) се бележи со β_{in} и го претставува директниот ефект на y_i врз y_n кога сите останати варијабли се држат константни. Ако може да се определи обемот на коефициентот β и γ (т.н. структурни параметри), може да се добие информација дали варијаблите имаат директен ефект една врз друга или не. Кога вредноста на овие коефициенти се движи околу нулата, таков ефект не постои. Структурното моделирање се разликува од регресивната анализа токму по можноста да даде информации за износот на ефектот на т.н. структурни параметри кои се третираат како показатели на влијание, изолирано од ефектот на лажната поврзаност и грешката на мерење.

Следејќи ја формулата на линеарните равенки, општата форма на структурните равенки кои ја индицираат каузалната поврзаност во модел составен од p ендогени варијабли и q егзогени, би гласела:

$$y_1 = 0y_1 + \beta_{12}y_2 + \dots + \beta_{1p}y_p + \gamma_{11}x_1 + \dots + \gamma_{1q}x_q + \alpha_1 + \zeta_1$$

$$y_2 = \beta_{21}y_1 + 0y_2 + \dots + \beta_{2p}y_p + \gamma_{21}x_1 + \dots + \gamma_{2q}x_q + \alpha_2 + \zeta_2$$

$$y_p = \beta_{p1}y_1 + \beta_{p2}y_2 + \dots + 0y_p + \gamma_{p1}x_1 + \dots + \gamma_{pq}x_q + \alpha_n + \zeta_n$$

Според тоа, равенката која ќе го одрази односот помеѓу варијаблите од моделот специфицирани со хипотезата **H_{1.1}** во примерот, ќе биде

$$y_6 = \beta_{62}y_2 + \beta_{63}y_3 + \beta_{64}y_4 + \beta_{65}y_5 + \alpha_6 + \zeta_6$$

додека трансформацијата на целиот дијаграм е прикажана на табелата 2 на следната страница.

Табела 2. Пример за трансформација на модел во структурни равенки, за податоци (изразени во стандардни девијации)

според	ендогени варијабли =	егзогени варијабли +	ендогени варијабли +	грешка
$H_{2,3}$	$Y_6 =$		$\beta_{62}Y_2 + \beta_{63}Y_3 + \beta_{64}Y_4 + \beta_{65}Y_5 +$	ζ_6
$H_{2,4}$	$Y_5 =$		$\beta_{51}Y_1 +$	ζ_5
$H_{2,1}$ и $H_{2,4}$	$Y_4 =$	$\gamma_{41}X_1 +$	$\beta_{41}Y_1 +$	ζ_4
$H_{1,3}$	$Y_3 =$	$\gamma_{31}X_1 +$	$\beta_{32}Y_2 + \beta_{31}Y_1 +$	ζ_3
$H_{1,2}$ и $H_{2,1}$	$Y_2 =$		$\beta_{21}Y_1 + \beta_{24}Y_4 +$	ζ_2
$H_{2,1}$ и $H_{2,2}$	$Y_1 =$	$\gamma_{11}X_1 + \gamma_{12}X_2 +$		ζ_1
$H_{2,3}$		$\phi X_1X_2 \neq 0^4$		

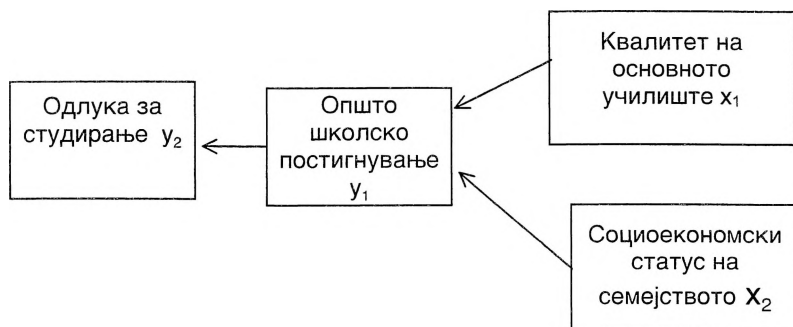
Следниот чекор, се разбира по креирањето на базата податоци⁵, се состои во избор на тоа дали за проценка на адекватноста на моделот ќе се користи матрица на варијанси и коваријанси (чија предност е во обезбедување компарации помеѓу различни примероци или субгрупи во примерокот) или на интеркорелации (чија предност е едноставноста во финалниот продукт).

За илустрација може да послужи дел од хипотетичкиот пример со донесувањето одлука за студирање (земајќи ги предвид само варијаблите *ошишо школско постигнување* y_1 , *социоекономски статус* x_2 и *квалитетот на основното училиште* x_1), претставен на сликата 3.

Матрицата на интеркорелации на варијаблите ќе ги даде нумерички вредности за три различни коефициенти на корелација (види ја табелата 3).

⁴ Оваа равенка се однесува на претпоставената релација помеѓу двете независни варијабли – социо-економскиот статус и квалитетот на основното училиште – а гласи дека претпоставената корелација (ϕ) помеѓу нив не е нула, односно дека тие коварираат.

⁵ До мерките за секоја од вклучените варијабли може да се дојде со помош на кој било од расположливите начини: вербални искази, тестови, прашалници, објективно посматрање. Се разбира, доколку постои основа за сомневање во валидноста и релијабилноста на мерките, целиот процес на докажување на каузалната теорија е бесмислен.



Слика 3. Редуциран каузален модел за донесување одлука за студирање

Табела 3. Корелациона матрица за редуциран модел на каузални врски

x_1	$\rho_{x_1 x_1}$ (1,00)		
x_2	$\rho_{x_2 x_1}$ (0,50)	$\rho_{x_2 x_2}$ (1,00)	
y_1	$\rho_{y_1 x_1}$ (0,60)	$\rho_{y_1 x_2}$ (0,70)	$\rho_{x_1 y_1}$ (1,00)
	x_1	x_2	y_1

Ако корелациите ги претставиме како:

$$\rho_{x_2 x_1} = A \quad (0,50)$$

$$\rho_{x_1 y_1} = B + AC \quad (0,60)$$

$$\rho_{y_1 x_2} = C + AB \quad (0,70)$$

и го замениме A во равенствата, го добиваме решението за B (0,33) и C (0,53), како структурни параметри во односот помеѓу општиот успех како ефект и социоекономскиот статус и квалитетот на основното училиште како причини.

Тогаш кога е можно да се пресметаат сите структурни параметри во моделот врз основа на внесените податоци, моделот го сметаме за *идентификуван*⁶. Општото правило кое го опишува односот помеѓу коефициентот на корелација за две варијабли и структурните параметри на моделот е наречено прво правило за декомпозиција (Saris & Stronkhorst, 1984) и гласи дека коефициентот на корелација помеѓу две варијабли е еднаков на сумата на директните (каузални) ефекти, индиректните (каузални) ефекти, лажните поврзаности (од трет заеднички фактор) и заедничките ефекти. Значи, можноста да се специфицира директниот ефект преку коефициентот на корелација, ќе зависи од можноста да се издвојат и специфицираат индиректниот, заедничкиот и лажниот ефект. Второто правило на декомпозиција се однесува на ендогените варијабли и гласи: вкупната варијанса на ендогените варијабли е еднаква на количеството на варијансата која е објаснета од егзогените (причинските) варијабли, и количеството на необјаснета варијанса. Тоа значи дека варијансата на стандардизирани ендогени варијабли ќе биде еднаква на сумата пропорции од варијансата објаснета од каузалните варијабли и пропорцијата на необјаснета варијанса.

Додека обемните пресметки во интеркорелационата матрица и идентификација на моделот се решаваат со неколку едноставни операции на LISREL програмата, *конфирматорната анализа на моделот*⁷ (*goodness of fit*) и *интерпретацијата на резултатите* бараат многу поголема инволвираност од самиот истражувач.

Анализата на адекватноста на моделот се потпира врз проценка на совпаѓањето на мерките на коваријанса или корелација на популаци-

⁶ Идентификацијата на моделот се однесува на проблемот на изнаоѓање единствено математичко решение на параметрите β и γ во моделот. Неопходниот услов за тоа е степените на слобода, пресметани според бројот на непознати во равенствата, да биде поголем или еднаков на нула, а се пресметува според бројот на претпоставени односи во моделот, како и ендогени и егзогени варијабли. За детални информации види: Saris & Stronkhorst, 1984, стр. 131-143 и Hair et.al, 1998, стр. 619-665.

⁷ Адекватноста на моделот се проценува преку три типа мерки: (а) на апсолутно совпаѓање, (б) на растење на совпаѓањето, и (в) на минимално совпаѓање. Сите типови мерки обезбедуваат по неколку нумерички показатели, како на пример хи-квадрат, Tucker-Lewis индекс, Акаике информативен критериум и сл., кои се користат како критични вредности за проценка на адекватноста. Сите мерки се добиваат директно од која и да е понапредна верзија на LISREL програмата.

јата, со оние добиени на примерокот. Ако постои дискрепанца значајно поголема од нула, моделот се прогласува за неадекватен. Доколку биде соочен со наод дека некои од мерките укажуваат на неадекватност на моделот, истражувачот мора да реши дали ќе пристапи кон изземање на варијаблите кои според нумеричките показатели генерираат несооветност, со цел да се обезбеди вклопување на моделот и резултатите, или пак ќе го прогласи моделот за несоодветен (Hair et al, 1998).

Интерпретирањето на моделот се одвива за да се одреди кореспонденцијата помеѓу каузалната теорија предложена со моделот и добиените наоди. Матриците на структурни индекси (види ја табелата 4) кои програмата ги калкулира врз основа на корелациите или коваријансите, ги индицираат ефектите на варијаблите и обезбедуваат прифаќање или отфрлање на хипотезите.

Табела 4. Пример за матрици на структурни параметри

β	y_1	y_2
y_1	0	0
y_2	β_{21} (.750)	0

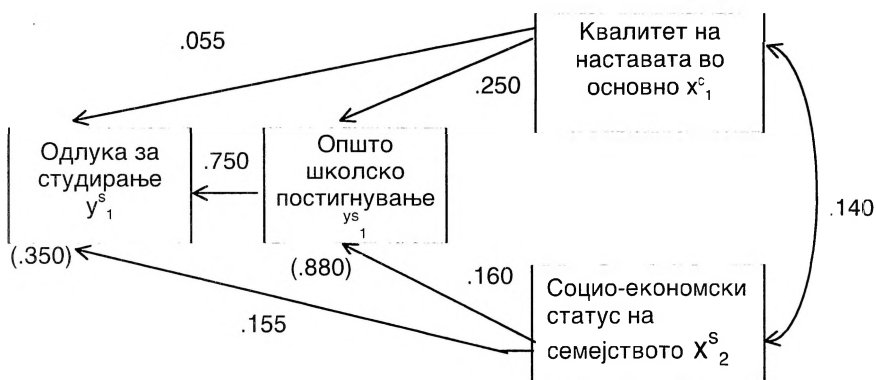
γ	x_1	x_2
y_1	γ_{11} (.250)	γ_{12} (.160)
y_2	γ_{21} (.055)	γ_{22} (.140)

ψ	ζ_1	ζ_2
ζ_1	ψ_{11} (.880)	0
ζ_2	0	ψ_{22} (.350)

ϕ	x_1	x_2
x_1	ϕ_{11} (1.00)	
x_2	ϕ_{21} (.155)	ϕ_{22} (1.00)

Веќе беше спомнато дека β индексите укажуваат на степенот на меѓусебното влијание на ендегените варијабли во моделот. Ако се вратиме на поедноставениот модел од примерот (сликата 3), ќе видиме дека е претпоставено влијание од варијаблата y_1 кон варијаблата y_2 . Таа релација ги исцрпува сите односи меѓу ендегените варијабли во редуцираниот модел и затоа вредностите во останатите клетки на матрицата за β -параметрите се фиксирани на нула. Матрицата за γ индексите го дава

износот на ефектот на егзогените врз ендегените варијабли. Во нашиот пример се претпоставени четири такви релации, бидејќи постојат две независни варијабли кои влијаат врз две различни ендегени. Односите помеѓу егзогените варијабли се дефинираат како односи на заемно варирање, па затоа ϕ во табелата е всушност матрица на интеркорелации. Најнакрај, мерките на коваријанса за нарушувањата (ζ) ги даваат износите на ψ , кои претставуваат пропорција на необјаснета варијанса.



Слика 4. Резултати од анализата на структурните параметри за редуцираниот модел за одлучување да се студира

Кога овие вредности ќе се нанесат на дијаграмот (сликата 4), прилично е едноставно да се „прочита“ колку моделот може да биде верификуван. Според добиените параметри, влијанието на двете независни варијабли врз успехот во училиштето е приближно еднакво, но интензитетот е прилично мал ($0,25$ и $0,16$). Освен тоа, и пропорцијата на необјаснета варијанса е многу голема ($0,88$). Тоа може да се должи на испуштањето на факторите како интелигенција или мотивација – нивното инкорпорирање во моделот може да го намали процентот на необјаснета варијанса. Затоа пак, како што беше претпоставено, општото школско постигнување во основно училиште има силно влијание врз изборот ($0,75$), што резултира и со зголемен процент на објаснета варијанса ($1-0,35=0,65$).

Конечно, интерпретацијата на резултатите може да индицира и потреба од респецификација на моделот, како што покажа примерот.

Моделот може делумно да се измени, особено ако другите релации помеѓу варијаблите се потврдени, или сосема да се отфрли.

Причинско-последични врски или корелации?

Последното, но најважно прашање со кое истражувачот мора да се соочи, дури и откако статистички ќе ги потврди хипотезите, е дали и покрај совпаѓањето помеѓу претпоставениот модел и добиените податоци, анализата навистина открила каузален механизам во релациите помеѓу испитаните појави. Сложените пресметки, колку и да кореспондираат со здраворазумското сфаќање дека поврзаноста меѓу појавите имплицира каузален процес, не може да бидат гаранција дека сме *de facto* на вистинскиот пат во идентификацијата на причинско-последичниот однос.

Еден очигледен проблем е бројот на можните комбинации на редоследи на варијаблите. Во примерот што го проследивме, од вкупно 7 вклучени варијабли за кои е претпоставено дека учествуваат во процесот на донесувањето одлука дали да се студира, може да се формулираат дури 5040 (7!) различни рекурзивни модели. Во случаи кога постои недвосмислен хронолошки ред во јавувањето на варијаблите, огромното мнозинство можни модели се отфрлаат како неверојатни. Но, во случаи кога природното јавување на варијаблите не индицира јасно кои од ендогените варијабли се манифестираат први а кои по нив, или дали можеби нивната меѓусебна релација е реципрочна, се јавува сериозна можност за произволност во спецификацијата. За да се надмине потенцијалната арбитражност во редувањето на варијаблите, истражувачот мора да ги фокусира напорите кон обезбедување *теориска уверливост* на понудените модели. Во случај кога ќе се најде модел кој е адекватен, се прогласува за веројатен кандидат за коректна каузална теорија. Кога, пак, не може да се најде модел што се вклопува во податоците, следи заклучокот дека каузалната теорија за која сме сметале дека му соодветствува е многу веројатно некоректна. Најсложениот проблем е да се обезбедат докази за точноста на каузалната теорија во случај кога неколку компетитивни модели соодветствуваат на податоците.

Пред да се прогласи еден модел за најверојатно каузално објаснување, се води сметка да се постигне што е можно *поголем процент на објаснетата варијанса*. Заради грешката на мерење, во општествените науки е вообичаено да се толерира извесен процент на необјаснета варијанса. Кај МСР, поставениот критериум е значително висок, т.е само моделите со помалку од 10% необјаснета варијанса се третираат како кандидати за каузални. Згора на тоа, ако постои основа за претпоставка дека некоја од намерно испуштените варијабли може да придонесе кон зголемување на објаснетата варијанса, дури и ако процентот го сметаме за задоволителен, се пристапува кон емпириско докажување во тој правец за да се зголеми веродостојноста на тврдењето дека теоријата е каузална.

Конечно, поради опасноста моделот да биде „приспособен“ на податоците добиени од еден конкретен примерок, а да нема важност за популацијата, се инсистира на обезбедување *репликабилност на наоошт*. Во таа смисла, теоријата се проверува на податоци добиени на неколку други слични примероци.

Сите преземени мерки сепак оставаат простор за сомневање колку тоа што сме го докажале е вистинска причинско-последична поврзаност, бидејќи останува неизвесноста дали коефициентот на регресија може да се изедначи со структурните параметри кои ги бараме.

Додека експериментот како метод го надминува проблемот на алтернативни причини што го предизвикуваат коварирањето преку изборот на примерокот, и обезбедува јасна потврда за редоследот на јавување на варијаблите со директното манипулирање на варијаблата-причина, во исполнувањето на овие критериуми на каузалноста структурното моделирање се потпира на теоријата и на интензитетот на коварирање помеѓу варијаблите. Ова доаѓа оттаму што податоците кои се користат за анализа, во најдобар случај, потекнуваат од *ex post facto* нацрти. Со други зборови, во самата основа на овој пристап лежи опасноста од идентификација на врските кои се лажни, или пак корелациите кои се резултат од заедничко дејство на повеќе варијабли, меѓу кои и такви кои не се идентификувани.

Превенциите кои во рамките на МСР се преземаат за да се намали опасноста од непромислено прогласување на регресивните коефици-

енти како каузални ефекти (калкулирање на нарушувањата, идентификација на моделот, пресметување на адекватноста на моделот и сл.), како и спомнатите дополнителни мерки, придонесуваат кон зголемување на довербата во каузалните заклучоци. Но, нема сомнение дека во споредба со експерименталниот нацрт, структурното моделирање останува вулнерабилно на прашањето дали како пристап може докрај да одговори на предизвикот на каузално објаснување. Макар зрно скепса секогаш останува врзано, ако за ништо друго, тогаш сигурно за можноста статистички да потврдиме (и тоа неколкупати) фикција наспроти реалност.

Имајќи го ова предвид, на истражувачот преостанува одлуката каков став ќе заземе по однос на прашањето за користа од овој пристап во анализа на резултатите. Едната можност е да ја прифати „несреќната“ околност дека експерименталниот нацрт, било поради практични или поради етички причини, не е соодветен метод за тестирање на каузални хипотези, особено оние кои имплицираат релации на организмичките (за психологијата веројатно најинтересни!) варијабли, и заклучоците на нивното дејство да се ограничат на ниво на корелациски или диференцијални нацрти. Другата опција би била да се прифати предизвикот на носење „ризични“ каузални заклучоци, и тоа за многу побогат збир варијабли. Преостанува уште и алтернативата, особено пригодна во случај на аверзија од бројки и пресметувања, да се заземе која и да е варијанта на ставот дека тоа со што психологијата би требало да се занимава не е откривање на законитости и врски, туку емпатиско и интуитивно разбирање на поединецот. Најпосле, ако се земат предвид последиците на секоја од алтернативите, можеби и не е толку чудно што истражувачот-психолог се препознава по нервозното реагирање на прашањето дали навистина е научник.

Литература

1. **Boudon, R.** 1965. A Method of Linear Causal Analysis: Dependence analysis. *American Psychological Review*. pp 365-374.
2. **Hair et al.** 1998. *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall International.
3. **Campbell, D.T. & Stanley, J.C.** 1963. *Experimental and Quasi Experimental Designs for Research*. Chicago:Rand McNally.
4. **Dennett, D.C.** 1969. *Content and Consciousness*. London: Routledge and Kegan Paul.
5. **Miščević, N.** 1990. *Uvod u filozofiju psihologije*. Zagreb: Grafički zavod Hrvatske.
6. **Pečjak, V.** 1983. *Veliki psiholozi o psihologiji*, Beograd: Nolit.
7. **Saris, W & Stronkhorst, H.** 1984. *Causal Modelling in Nonexperimental Research: An Introduction to the LISREL Approach*. Amsterdam: Sociometric Research Foundation.

SUMMARY

Nikolina KENIG

METHODOLOGICAL ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF STRUCTURAL EQUATION MODELING

The article introduces structural equation modeling as a recently emerged technique for multivariate data analysis that enables the researcher not only to assess complex interrelated dependence relationships among variables, but also to test causal hypotheses out of data gathered in non-experimental research. The relevant aspects of the approach, along with the basic statistical notions and equations are covered and illustrated by a simple hypothetical example. Having the potential for confirming causal theories, the structural equation modeling is presented as being a very powerful tool, especially in circumstances when due to practical or ethical limitations, psychologists are restrained from conducting experimental studies. Nevertheless, it is argued that there are some limitations inherent to the technique, that make the process of revealing causal mechanisms being uncertain, contrary to cases where experimental designs are employed.

Key words: structural equation modeling, structural parameters, causal modeling, testing causal relationships, experimental designs