برازش مدل در حداقل مربعات جزئی

آرش حبیبی[1]، راحله جلال‌نیا[2]

1- دکتری، گروه مدیریت بازاریابی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. parsmodir@gmail.com

2- کارشناسی ارشد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. r.1996.jalal@gmail.com

چکیده

برازش مدل نشان می‌دهد یک مدل نظری تا چه اندازه بر یک مدل تجربی منطبق است. به دیگر سخن با استناد به شاخص‌های برازش می‌توان استنتاج کرد که یک مدل نظری پس از گردآوری داده‌ها و اعتبارسنجی براساس شواهد تجربی نیز مورد تایید قرار می‌گیرد. در این مطالعه کاربردی که با روش پیمایش مقطعی انجام شد پژوهشگران به تبیین و تشریح شاخص‌های برازش با روش حداقل مربعات جزئی پرداختند. همچنین یک شاخص برازش جدید برای حداقل مربعات جزئی نیز شناسایی گردید. اگرچه شاخص‌های گوناگونی برای برآورد میزان تناسب مدل در روش‌های مبتنی بر مدل معادلات ساختاری کوواریانس‌محور وجود دارد اما در روش‌های مبتنی بر حداقل مربعات جزئی با محدودیت‌هایی همراه است. با گسترش نسخه سه و چهار این نرم‌افزار امکان برآورد برخی از این شاخص‌ها فراهم گردید. در این مقاله تمامی شاخص‌های تناسب مدل با نرم‌افزار حداقل مربعات جزئی تشریح گردیده است. ضمن اینکه شیوه برآورد شاخص خی-دو به‌هنجار در این نرم‌افزار برای بار نخست نوآوری شده است.

کلمات کلیدی: حداقل مربعات جزئی، شاخص‌های برازش، خی-دو به‌هنجار

1. مقدمه

برازش یا تناسب مدل[1] حداقل مربعات جزئی نشان می‌دهد تا چه میزان مدل نظری ارائه شده با مدل تجربی که توسط پژوهشگر اجرا شده، هماهنگی دارد. تعداد این شاخص‌ها در حداقل مربعات جزئی نسبت به مدل معادلات ساختاری محدودتر است. به‌طور کلی از شاخص‌های برازش مدل برای سنجش شباهت میان منحنی‌های تجربی و منحنی‌های نظری استفاده می‌شود. در مدل معادلات ساختاری از شاخص‌های برازش مدل برای ارزیابی بخش ساختاری استفاده می‌شود. با توسعه نرم‌افزارهای حداقل مربعات جزئی محاسبه برخی از شاخص‌های برازش امکان‌پذیر شد. شاخص‌های برازش حداقل مربعات جزئی در نرم‌افزار Smart PLS 3 به استناد سایت سازنده این نرم‌افزار عبارتند از:

- ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد (SRMR)
- معیار برازش راستین مدل d_ULS و d_G
- شاخص تناسب به‌هنجار (NFI)

[1]. Model Fit

- تتای ریشه میانگین مربعات (RMS_theta)
- خی دو به‌هنجار (Chi^2)

در ادامه هریک از شاخص‌های برازش تشریح گردیده است.

ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد[1] (SRMR)

شاخص SRMR به عنوان تفاوت بین همبستگی مشاهده شده و ماتریس همبستگی ضمنی مدل تعریف می‌شود. این شاخص امکان ارزیابی میانگین بزرگی اختلافات بین همبستگی‌های مشاهده شده و مورد انتظار را به عنوان معیار مطلق معیار برازش (مدل) فراهم می‌کند. اگر مقدار شاخص SRMR از 0/1 کمتر باشد نشان از برازش مطلوب است. برخی نیز مقدار سخت‌گیرانه 0/8 را پیشنهاد کرده‌اند به این معنا که شاخص ریشه میانگین مربعات باید کمتر از 0/8 باشد. هنسلر و همکاران (۲۰۱۴) شاخص SRMR را به عنوان یک معیار مناسب برای PLS-SEM معرفی کردند که می‌تواند برای جلوگیری از تعیین نادرست مدل استفاده شود [1].

معیار برازش راستین مدل[2]

دو معیار فاصله اقلیدسی (d_ULS) و فاصله ژئودزیکی (d_G) برای ارزیابی برازش مدل در حداقل مربعات جزئی با عنوان معیارهای تناسب راستین شناخته می‌شوند.

کاندوس و دبرا (2001) از این معیارها برای محاسبه اختلاف از ماتریس‌های کوواریانس استفاده کرده‌اند. به‌طور مشخص این دو معیار عدد دقیقی به عنوان شاخص به‌دست نمی‌دهند. به دیگر سخن هیچ ارزش آستانه‌ای وجود ندارد که بتوان براساس آن فاصله اقلیدسی و ژئودزیکی را قضاوت کرد. اگر این مقادیر کوچک‌تر از کران بالای فاصله اطمینان بوت استراپینگ باشند، برازش مناسب است.

این دو معیار و کاربردهای آن در مدل‌های ساختاری بسیار ناشناخته است. تاکنون مطالعات بسیاری کمی در این زمینه انجام شده است و دانش پژوهشگران پیرامون آن‌ها اندک است. در بیشتر مدل‌هایی که با روش حداقل مربعات جزئی اعتبارسنجی می‌شوند این دو شاخص هم در سطح خطای 5٪ و هم در سطح خطای 1٪ از کران بالای فاصله اطمینان بزرگ‌تر بدست می‌آیند. شاید به همین خاطر باشد که پژوهشگران تمایل چندانی به گزارش فاصله اقلیدسی و ژئودزیکی در پژوهش خود نداشته‌اند.

شاخص تتای ریشه میانگین مربعات[3] (RMS_theta)

شاخص RMS_theta ریشه میانگین مربعات ماتریس کوواریانس باقیمانده مدل خارجی است که توسط لوهمولر[4] (۱۹۸۹) مطرح گردید [2]. این شاخص برازش تنها برای ارزیابی مدل‌های انعکاسی مفید است، زیرا باقی‌مانده‌های مدل بیرونی برای مدل‌های اندازه‌گیری تکوینی معنی‌دار نیستند. تتای RMS درجه همبستگی باقیمانده‌های مدل بیرونی را ارزیابی می‌کند. اندازه‌گیری باید نزدیک به صفر باشد تا برازش مدل خوب را نشان دهد زیرا به این معنی است که همبستگی بین باقیمانده‌های مدل بیرونی بسیار کوچک است (نزدیک به صفر). این شاخص بر روی باقیمانده‌های مدل بیرونی ایجاد می‌شود، که تفاوت بین مقادیر شاخص پیش‌بینی شده و مقادیر شاخص مشاهده شده است. هنسلر (2014) معتقد است مقادیر RMS_theta زیر 0/12 نشان‌دهنده یک مدل

---

1. Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)
2. Exact fit criteria
3. Root mean square theta
4. Lohmoller

مناسب است، در حالی که مقادیر بالاتر نشان دهنده عدم تناسب است [1].

شاخص تناسب به‌هنجار[1] (NFI)

شاخص NFI که شاخص بنتلر-بونت[2] هم نامیده می‌شود، برای مقادیر بالای 0/9 قابل قبول و نشانه برازندگی مدل است [3]. توکر و لوئیس معتقدند این شاخص، دارای اریبی منفی است و شاخص NNFI یا TLI[3] را معرفی کرده‌اند [4].

در مدل‌های معادلات ساختاری کوواریانس‌محور با نرم‌افزار لیزرل و اموس امکان محاسبه هر دو شاخص برازش NFI و NNFI وجود دارد. اما در نرم‌افزار حدقل مربعات جزئی امکان محاسبه شاخص TLI وجود ندارد. همچنین آنگونه که کاندوس و دبرا (2001) اشاره کرده‌اند امکان اینکه شاخص NFI در حداقل مربعات جزئی بزرگ‌تر از 0/9 باشد اندک است و مقادیر بالای 0/6 نیز می‌تواند نشان از برازش مناسبی باشد.

شاخص نیکویی برازش[4] (GOF)

شاخص GOF برازش بخش ساختاری و اندازه‌گیری را به صورت همزمان بررسی می‌کند. این شاخص با استفاده از میانگین هندسی ضریب تعیین و شاخص‌های اشتراکی[5] قابل محاسبه است. معیار GOF توسط تننهاوس و همکاران[6] (۲۰۰۴) ابداع گردید و توسط کاندوس و دبرا توسعه پیدا کرد. شاخص نیکویی برازش براساس رابطه 1 محاسبه می‌شود.

رابطه 1: برآورد شاخص نیکویی برازش

$$\mathrm{GoF} = \sqrt[2]{\left(\overline{R^2}\right) \times \left(\overline{\mathrm{Communality}}\right)} = \sqrt[2]{\left(\overline{R^2}\right) \times \left(\overline{\mathrm{AVE}}\right)}$$

براساس رابطه 1 از آنجا که در حداقل مربعات جزئی مقادیر اشتراکی سازه‌ها با AVE برابر است به‌جای مقادیر اشتراکی از AVE استفاده کنید. وتزلس و همکاران[7] (۲۰۰۹) سه مقدار 0/1، 0/25 و 0/36 برای به‌عنوان برآورد ضعیف، متوسط و قوی برای ارزیابی شاخص GOF در نظر گرفته‌اند. اگر شاخص نیکویی برازش از 0/36 بیشتر باشد نشان می‌دهد که برازش کلی مدل مطلوب است [5].

اگرچه تننهاوس و همکاران شاخص GOF را به عنوان راهکاری عملی برای بررسی برازش کلی مدل ارائه کردند اما استفاده از این شاخص اکنون مورد تردید است [6]. هیر (2021) معتقد است این شاخص نمی‌تواند به طور قابل اعتماد مدل‌های معتبر را از نامعتبر تشخیص دهد و از آنجایی که کاربرد آن به تنظیمات ویژه‌ای در مدل محدود می‌شود، پژوهشگران باید از استفاده از آن به عنوان یک شاخص مناسب خودداری کنند [7]. شاخص GoF ممکن است برای تحلیل چندگروهی (PLS-MGA) مفید باشد. به همین دلیل در هیچ یک از نسخه‌های نرم‌افزار Smart PLS این شاخص برآورد نمی‌شود و مقدار آن نیز در خروجی مدل نمایش داده نمی‌شود.

---

1. Normed Fit Index
2. Bentler-Bonett
3. Tucker-Lewis index (TLI), Nornormed Fit Index
4. Goodness of Fit
5. Commonality
6. Tenenhaus et al.
7. Wetzels et al.

شاخص خی-دو به‌هنجار[1]

یکی از شاخص‌های عمومی برای به حساب آوردن پارامترهای آزاد برای ارزیابی برازش مدل، شاخص خی-دو به‌هنجار است. همانگونه که شوماخر و لومکس[2] (2004) گفته‌اند چنانچه این مقدار کوچک‌تر از 2 باشد مطلوب است و اگر از 5 کوچک‌تر باشد با اغماض قابل قبول است [8]. این شاخص براساس رابطه 2 از تقسیم ساده خی-دو بر درجه آزادی مدل محاسبه می‌شود.

رابطه 2: برآورد شاخص خی- دو بهنجار

$$\text{Normed } \chi^2 = \frac{\chi^2}{DF}$$

مقدار خی-دو در خروجی نرم‌افزار Smart PLS گزارش می‌شود اما راهکاری برای برآورد خی-دو به‌هنجار در این نرم‌افزار ارائه نشده است. دلیل اصلی این مساله نبود راهکاری برای برآورد درجه آزادی در حداقل مربعات جزئی است. این در حالی است که پیشتر روش‌هایی برای برآورد درجه آزادی ارائه شده است. برای برآورد درجه آزادی می‌توان از رابطه 3 استفاده کرد.

رابطه 3: برآورد درجه آزادی مدل

$$DF = NRE - S$$

$$NRE = \frac{Q(Q+1)}{2}$$

$$S = 2Q + R$$

$$\rightarrow DF = \frac{Q(Q-3)}{2} - R$$

تعداد برآوردها (S)

تعداد عناصر غیرزاید یا معلومات مدل[3] (NRE)

تعداد روابط بین متغیرهای پنهان (R)

تعداد برآوردها = (تعداد متغیرهای مشاهده‌پذیر × 2) + تعداد روابط میان متغیرها

بنابراین با استفاده از رابطه 2 و رابطه 3 می‌توان شاخص خی-دو به‌هنجار را برآورد کرد. در صورتیکه این شاخص از 5 کمتر باشد برازش مدل مناسب است.

2. روش پژوهش

این پژوهش از منظر هدف یک پژوهش کاربردی است که برای ارائه شاخص جدیدی برای برازش مدل در حداقل مربعات جزئی انجام شد. از منظر شیوه گردآوری داده‌ها یک پژوهش غیرآزمایشی (توصیفی) از نوع پیمایش مقطعی می‌باشد.

جامعه آماری پژوهش دربرگیرنده پژوهشگران تحصیلات تکمیلی است که از خدمات تخصصی پایگاه پارس‌مدیر استفاده می‌کنند. برای تعیین حجم نمونه از روش نمایی گاما استفاده شد. با توجه به اینکه پرسشنامه پژوهش از 4 سازه (متغیر پنهان) و 19 گویه (متغیر مشاهده‌پذیر) تشکیل شده است در سطح 95٪ با اندازه اثر 0/15 و توان آزمون 80٪ حداقل حجم نمونه 91 نفر برآورد گردید. چون جامعه آماری همگن بود برای نمونه‌گیری از روش تصادفی ساده استفاده شد. روش نمایی گاما و تحلیل توان کوهن حداقل حجم نمونه را برآورد می‌کنند برای همین بهتر است تعدادی پرسشنامه بیشتری توزیع شود. در این مطالعه نیز برای اطمینان

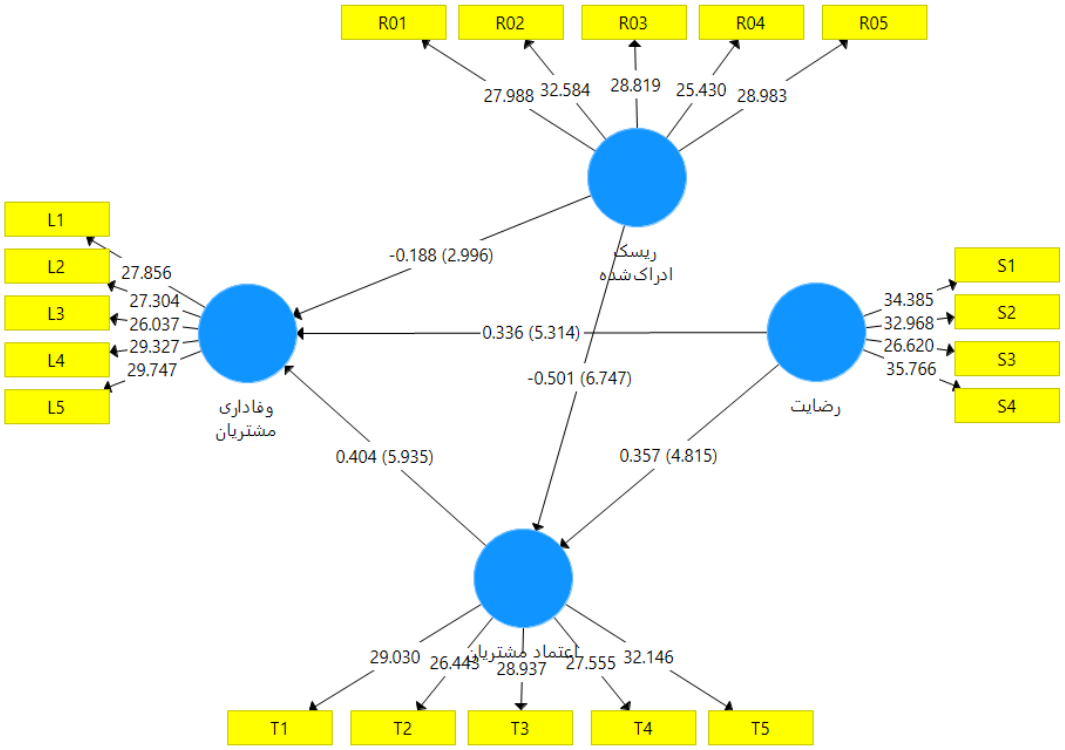
[1]. Normed Chi2
[2]. Schumacker, R. E., & Lomax
[3]. Non-redundant elements, NRE

100 پرسشنامه توزیع گردید و در نهایت 93 پرسشنامه صحیح گردآوری شد.

ابزار گردآوری داده‌های پژوهش پرسشنامه می‌باشد پس از توزیع پرسشنامه در نمونه منتخب روایی پرسشنامه با سه روش روایی سازه (مدل بیرونی)، روایی همگرا (AVE) و روایی واگرا بررسی شد. مقدار AVE برای تمامی متغیرها باید بزرگ‌تر از 0/5 باشد. برای محاسبه پایایی نیز پایایی ترکیبی (CR) و ضریب آلفای کرونباخ هر یک از عوامل محاسبه شد. میزان پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ تمامی ابعاد باید بزرگ‌تر از 0/7 باشد [9]. نتایج مربوط به هر یک از این شاخص‌ها در برازش بیرونی مدل ارائه شده است. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار Smart PLS استفاده شد.

3. یافته‌های پژوهش

در یک مطالعه کاربردی نقش میانجی اعتماد در رابطه میان رضایت، ریسک ادراک‌شده و وفاداری مشتریان بررسی گردید. پیامد اجرای مدل با روش حداقل مربعات جزئی در شکل 1 ترسیم شده است.



شکل 1- مدل اجرایی حداقل مربعات جزئی

براساس این مدل، بارهای عاملی در تمامی موارد بزرگ‌تر از 0/7 و آماره t نیز بالای 1/96 محاسبه گردید. بنابراین بخش بیرونی (اندازه‌گیری) از اعتبار مناسبی برخوردار است. برای اطمینان بیشتر، مدل بیرونی (اندازه‌گیری) براساس شاخص روایی همگرا، ضریب رو، پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین واریانس استخراج شده (AVE) باید بزرگ‌تر از 0/5 و ضریب

رو، پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ بزرگ‌تر از 0/7 باشد [7]. خلاصه نتایج ارزیابی برازش مدل اندازه‌گیری در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- روایی و پایایی سازه‌های پژوهش

سازه‌های اصلی	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی (CR)	ضریب رو (Rho)	AVE
اعتماد مشتریان	0/804	0/804	0/864	0/561
رضایت	0/780	0/780	0/858	0/602
ریسک ادراک‌شده	0/801	0/802	0/863	0/557
وفاداری مشتریان	0/789	0/790	0/856	0/543

با توجه به جدول 1، مقدار میانگین واریانس استخراج شده (AVE) بزرگ‌تر از 0/5 است بنابراین روایی همگرا تایید می‌شود. ضریب رو، پایایی ترکیبی و آلفای کرونباخ تمامی متغیرها بزرگ‌تر از 0/7 بوده بنابراین از نظر پایایی تمامی متغیرها مورد تایید است.

روابط بین سازه‌های اصلی (بخش ساختاری) براساس ضریب مسیر و آماره تی مورد بررسی قرار گرفت. خلاصه نتایج آزمون روابط میان سازه‌های اصلی در جدول 2 آمده است.

جدول 2- خلاصه نتایج آزمون روابط میان سازه‌های اصلی

رابطه	ضریب تاثیر	اندازه اثر	آماره t	معناداری	نتیجه
اعتماد مشتریان ← وفاداری مشتریان	0/404	0/208	5/935	0/000	تایید
رضایت ← اعتماد مشتریان	0/357	0/135	4/815	0/000	تایید
رضایت ← وفاداری مشتریان	0/336	0/135	5/314	0/000	تایید
ریسک ادراک‌شده ← اعتماد مشتریان	-0/501	0/267	6/747	0/000	تایید
ریسک ادراک‌شده ← وفاداری مشتریان	-0/188	0/038	2/996	0/003	تایید

ضریب مسیر رضایت بر اعتماد 0/357 (4/815)، رضایت بر وفاداری 0/336 (5/314)، ریسک ادراک‌شده بر اعتماد 0/501- (6/747)، ریسک ادراک‌شده بر وفاداری مشتریان 0/188-(2/996) و اعتماد بر وفاداری 0/404 (5/935) برآورد شد. بنابراین رضایت بر اعتماد و وفاداری تاثیر مثبت و معناداری دارد. از سوی دیگر ریسک ادراک‌شده بر اعتماد و وفاداری مشتریان تاثیر منفی و معناداری دارد. در نهایت اعتماد نیز بر وفاداری مشتریان تاثیر مثبت و معناداری دارد بنابراین اعتماد می‌تواند بین سازه رضایت و وفاداری نقش میانجی ایفا کند.

اندازه اثر (F^2) میزان تغییراتی است که متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته می‌گذارند. در واقع این شاخص نشان می‌دهد اگر یک متغیر مستقل حذف شود چه میزان تغییراتی در متغیر وابسته ایجاد می‌شود. این شاخص توسط کوهن ارائه گردید. مقدار 0/02 (ضعیف)، 0/15 (متوسط) و 0/35 (بزرگ) در نظر گرفته می‌شود [10]. براساس نتایج اندازه اثر متغیرهای مستقل در تمامی موارد بالای حد متوسط یعنی 0/15 و در برخی موارد حتی بیش از 0/35 یعنی قوی بدست آمد.

در پایان برازش مدل با اجرای بوت‌استراپینگ کامل محاسبه گردید. شاخص‌های ارزیابی برازش مدل با اجرای الگوریتم حداقل مربعات جزئی (PLS Algorithm) در خروجی قابل مشاهده است. برای این منظور باید از بخش Quality Criteria گزینه

Model Fit انتخاب شود. شاخص RMS_theta میزان 0/105 بدست آمد که از 0/12 کمتر است. شاخص NFI نیز 0/686 برآورد گردید که از مقدار سخت‌گیرانه 0/9 کمتر است اما از حداقل قابل پذیرش یعنی 0/6 بزرگ‌تر است.

شاخص خی-دو به‌هنجار در خروجی نرم‌افزار برآورد نمی‌شود و با توجه به رابطه 2 و رابطه 3 مقدار 4/491 برآورد گردید که از عدد 5 کوچک‌تر است بنابراین برازش مدل براساس این شاخص‌ها مطلوب به‌نظر می‌رسد.

$$\mathrm{DF} = \frac{\mathrm{Q}(\mathrm{Q}-3)}{2} - \mathrm{R} = \frac{19(19-3)}{2} - 5 = 147$$

$$\text{Normed } \chi^2 = \frac{\chi^2}{\mathrm{DF}} = \frac{660.131}{147} = 4.491$$

شاخص نیکویی برازش (GoF) نیز در براساس رابطه 1 میزان 0/608 برآورد گردید که از مقدار که از 0/36 بزرگ‌تر است. بنابراین این شاخص برازش از اندازه مناسبی برخوردار است.

$$\mathrm{GoF} = \sqrt[2]{\left(\overline{R^2}\right) \times \left(\overline{\mathrm{AVE}}\right)} = \sqrt[2]{0.566 \times 0.653} = 0.608$$

شاخص SRMR نیز به استناد خروجی نرم‌افزار 0/073 برآورد گردید که 0/08 کمتر است بنابراین برازش مدل مطلوب است. اما در مورد این شاخص نمی‌توان تنها به مقدار برآورده شده براساس الگوریتم حداقل مربعات جزئی اکتفا کرد. برای اطمینان روش بوت‌استراپینگ کامل اجرا گردید و معناداری این آماره در حالت استاندارد در فاصله اطمینان 95٪ میزان 0/039 بدست آمد. بنابراین می‌توان گفت شاخص SRMR با اطمینان 95٪ از تناسب کافی برخوردار است.

برای ارزیابی و تفسیر فاصله‌های اقلیدسی و ژئودزیکی نیز از بوت‌استراپینگ کامل استفاده شد. در خروجی حاصل از بخش Model_Fit امکان تفسیر فاصله اقلیدسی و ژئودزیکی وجود دارد. اگر این مقادیر کوچک‌تر از کران بالای فاصله اطمینان بوت استراپینگ باشند، برازش مناسب است. برآورد استاندارد فاصله اقلیدسی (d_ULS) برابر 0/746 بدست آمد. این مقدار از کران بالای فاصله اطمینان هم با اطمینان 95٪ و هم 99٪ کوچک‌تر است بنابراین برازش مدل از منظر این شاخص مطلوب به‌نظر می‌رسد. البته دو معیار فاصله اقلیدسی (d_ULS) و فاصله ژئودزیکی (d_G) در بیشتر مدل‌های حداقل مربعات جزئی نامناسب بدست می‌آیند.

4. خلاصه و نتیجه‌گیری

برازش حداقل مربعات جزئی نشان می‌دهد تا چه میزان مدل نظری ارائه شده با مدل تجربی که توسط پژوهشگر اجرا شده، هماهنگی دارد. تعداد این شاخص‌ها در حداقل مربعات جزئی نسبت به مدل معادلات ساختاری محدودتر است. به‌طور کلی از شاخص‌های برازش مدل برای سنجش شباهت میان منحنی‌های تجربی و منحنی‌های نظری استفاده می‌شود. در مدل معادلات ساختاری از شاخص‌های برازش مدل برای ارزیابی بخش ساختاری استفاده می‌شود. با توسعه نرم‌افزارهای حداقل مربعات جزئی امکان محاسبه برخی از شاخص‌های برازش در این نرم‌افزار نیز وجود دارد. در این مقاله کوشش شد تا پژوهشگران با انواع شاخص‌های برازندگی مدل در حداقل مربعات جزئی آشنا شوند.

یکی از شاخص‌های بسیار مهم که در نرم‌افزار حداقل مربعات جزئی به‌صورت بالقوه وجود دارد شاخص خی-دو به‌هنجار است. در خروجی این نرم‌افزار مقدار خی-دو گزارش می‌شود اما سازوکاری برای برآورد درجه آزادی وجود ندارد. درجه آزادی یک مدل ساختاری براساس تعداد روابط میان سازه‌ها و تعداد گویه‌های مورد استفاده در مدل قابل سنجش است. بنابراین پس از آنکه درجه آزادی مورد سنجش قرار گرفت با تقسیم ساده خی-دو بر درجه آزادی می‌توان مقدار خی-دو به‌هنجار را برآورد کرد. اگر مقدار بدست آمده از عدد پنج کمتر باشد می‌توان گفت برازش مدل مورد تائید است.

شاخص‌هایی مانند فاصله ژئودزیکی و فاصله اقلیدسی با اجرای بوت‌استراپینگ کامل در سطح اطمینان 95٪ و 99٪ قابل ارزیابی هستند. اگر مقدار معناداری از سطح خطا در حالت تخمین استاندارد کوچک‌تر باشد این دو شاخص نشان از تناسب مطلوب مدل دارند. به‌طور مشابه شاخص ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد نیز باید از 0/08 کمتر باشد. البته این مقدار باید در سطح اطمینان موردنظر نیز با استفاده از بوت‌استراپینگ کامل مورد بررسی قرار گیرد. شاخص تتای ریشه میانگین مربعات نیز باید کمتر از 0/12 باشد. در پایان باید تاکید کرد ممکن است در یک مدل همه شاخص‌ها در بازه مناسبی قرار نگیرند آنچه از اهمیت بسیاری برخوردار است آن است که در مجموع بیشتر شاخص‌ها در دامنه قابل قبول قرار گیرند.

5. مراجع

1.Henseler, J., Dijkstra, T. K., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Diamantopoulos, A., Straub, D. W., Ketchen, D. J., Hair, J. F., Hult, G. T. M., and Calantone, R. J. 2014. Common Beliefs and Reality about Partial Least Squares: Comments on Rönkkö & Evermann (2013), Organizational Research Methods, 17(2): 182-209.

2.Lohmöller, J.-B. (1989). Latent Variable Path Modeling with Partial Least Squares, Physica: Heidelberg.

3.Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. Psychological bulletin, 88(3), 588.

4.Cai, L., Chung, S. W., & Lee, T. (2023). Incremental model fit assessment in the case of categorical data: Tucker–Lewis index for item response theory modeling. Prevention Science, 24(3), 455-466.

5.Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G., & Van Oppen, C. (2009). Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. MIS quarterly, 177-195.

6.Tenenhaus, M., Amato, S., & Esposito Vinzi, V. (2004, June). A global goodness-of-fit index for PLS structural equation modelling. In Proceedings of the XLII SIS scientific meeting (Vol. 1, pp. 739-742).

7.Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Sage publications.

8.Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). A beginner's guide to structural equation modeling. Psychology press.

9.Hair, J. F., Hollingsworth, C. L., Randolph, A. B., and Chong, A. Y. L (2017). An Updated and Expanded Assessment of PLS-SEM in Information Systems Research. Industrial Management & Data Systems, 117(3): 442-458.

10.Cohen, J. E. (2013). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.