

مدل‌های چند سطحی در علوم انسانی مورد مطالعه: داوطلبان آزمون سراسری

احسان جمالی *

چکیده

در بسیاری از مطالعات علمی و پژوهشی در تمامی علوم و به ویژه در علوم انسانی مایلیم تأثیر متغیرها بر هم و یا پیش‌بینی یک متغیر براساس گروهی دیگر از متغیرها را بررسی کنیم. این عمل در مباحث آماری اغلب با ارائه مدل‌های آماری مناسب امکان‌پذیر است. مدل‌های آماری مختلفی تاکنون ارائه شده است که یکی از آنها که در دهه‌های اخیر مورد استقبال صاحب نظران علوم انسانی قرار گرفته، مدل‌های چند سطحی است. در این نوع مدل، به جای ثابت فرض کردن ضرایب مدل، در مدل‌های آماری یک سطحی، این ضرایب متغیر در نظر گرفته می‌شوند در نتیجه، تأثیرات تعاملی بین متغیرهای سطح کلان و سطح خرد، که معمولاً در تحقیقات علوم انسانی به وفور یافت می‌شود، مدنظر قرار می‌گیرد و ارزیابی برآورد پارامترها که از نمونه‌گیری خوشه‌ای ناشی می‌شود تا حد بسیار زیادی در مقایسه با مدل‌های یک سطحی اصلاح می‌شود. در این مقاله، به معرفی مدل‌های چند سطحی و ارائه کاربردها، مزایا و مشکلات این مدل‌ها پرداخته می‌شود و با به کارگیری مدل سه سطحی، نقش متغیرهای مختلف تشکیل دهنده موقعیت‌های اجتماعی - اقتصادی در عملکرد تحصیلی (نمره کل) مناسب برای ورود به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در طی زمان تحلیل می‌شود. در این مثال، میزان تأثیر عوامل تشکیل دهنده این موقعیت‌ها مشتمل بر تحصیلات پدر و مادر، شغل پدر، سطح درآمد در جنسیت‌های مختلف، با در نظر گرفتن وضعیت بخش و استان محل اقامت داوطلبان در گروه آزمایشی علوم تجربی، در آزمون سراسری ورود به آموزش عالی ایران طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ بررسی می‌شود.

واژگان کلیدی: مدل‌های چندسطحی، موقعیت اجتماعی اقتصادی، عملکرد تحصیلی (نمره کل)، آزمون سراسری.

مقدمه

در بسیاری از مطالعات علمی و پژوهشی در تمامی علوم و به ویژه در علوم انسانی مایلیم تأثیرگذاری متغیرها بر هم و یا پیش‌بینی یک متغیر براساس گروهی دیگر از متغیرها را بررسی کنیم. این عمل در مباحث آماری اغلب با ارائه مدل‌های آماری مناسب مانند مدل‌های رگرسیونی امکان‌پذیر است. برای استفاده از این مدل‌ها همواره پیش‌فرض‌هایی لازم است که ممکن است برای همه مشاهدات برقرار نباشد (مانند وابستگی مشاهدات نسبت به هم و یا داشتن ساختارهای تودرتو) در چنین شرایطی نیاز به استفاده از روش‌های مناسب دیگری غیر از روش‌های معمول وجود دارد.

روش الگو سازی چند سطحی یکی از این روش‌های الگوسازی است که از اوایل دهه ۱۹۹۰ مورد استقبال صاحب نظران علوم انسانی قرار گرفته است. در این روش، ساختارهای پیچیده زندگی اجتماعی - اقتصادی در چارچوب گروه‌بندی‌های مختلف طبیعی و اجتماعی (مانند مناطق جغرافیایی، گروه‌های خانوار و موارد دیگر) در مدل‌های تحت تخمین لحاظ می‌شود و ارتباط متقابل بین افراد یا اشخاص در سطح خرد و گروه‌ها در سطوح بالاتر ایجاد می‌کنند (نادری، ۱۳۸۱). در چنین مواردی مدل‌های چند سطحی میان دو یا چند سطح از متغیرها و پارامترهای تحقیق ارتباط برقرار کرده و آنها را باهم درگیر می‌کند. این سطح‌ها در یک حالت به صورت سلسله مراتب مرتب می‌شوند که در بیشتر موارد ساختار تو در تو و یا خوشه‌ای داده‌ها را منعکس می‌کنند.

مدل‌های چند سطحی^۱ به مدل مخلوط^۲، مدل سلسله مراتبی^۳، مدل ضرایب تصادفی^۴، مدل اثرهای آمیخته^۵، مدل مؤلفه‌های کوواریانس^۶ و اسامی دیگر نیز معروف هستند (گلمن و هیل، ۲۰۰۷). مدل‌های چند سطحی، با متغیر در نظر گرفتن ضرایب مدل، به جای ثابت فرض کردن آنها در مدل‌های یک سطحی، تأثیرات تعاملی بین متغیرهای سطح کلان و سطح خرد مدنظر می‌دهند و آریبی برآورد پارامترها را که از نمونه‌گیری خوشه‌ای ناشی می‌شود تا حد بسیار زیادی اصلاح می‌کنند (امیرکافی، ۱۳۸۵).

-
1. Multilevel Modeling
 2. Mixed Model
 3. Hierarchical Model
 4. Random Coefficients Model
 5. Mixed effects Model
 6. Covariance component Model

از پیامدهای فرآیند توسعه در جامعه، بالا رفتن سطح علمی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در زندگی روزمره افراد است و افراد برای نیل به هویتی قابل قبول باید به میزان بالایی از آن دست یابند که نمود آن در عملکرد تحصیلی ظاهر می‌شود. در تحلیلی واقع‌بینانه، ساز و کار موفقیت در ورود به دانشگاه با لحاظ طیف متنوعی از عوامل فردی و اجتماعی در نمره اکتسابی نمود پیدا کرده که در این خصوص توجه به موقعیت اجتماعی- اقتصادی، در زمینه دستیابی به فرصت‌های آموزشی بسیار مهم جلوه می‌کند.

دستیابی به رشته‌های مورد اقبال آموزش عالی به عنوان ابزار کسب منزلت و حیثیت اجتماعی و تحرک اجتماعی در سالیان اخیر در جامعه ایران مطرح می‌باشد لذا شناخت متغیرهای اثرگذار بر آن اهمیت خاصی دارد. در این راستا تحقیقات بسیاری برای تعیین سهم طبقات اجتماعی مختلف از این موقعیت‌ها انجام شده است و این مفاهیم توسط جامعه‌شناسان از جهت انواع و منابع آن گستره وسیع‌تری یافته‌اند (جمالی، ۱۳۹۱).

معرفی مدل‌های چند سطحی و ارائه کاربردها، مزایا و مشکلات این مدل‌ها و همچنین به کارگیری این روش در تحلیل نقش متغیرهای مختلف تشکیل دهنده موقعیت اجتماعی- اقتصادی در دسترسی به عملکرد تحصیلی (نمره کل) مناسب در گروه آزمایشی علوم تجربی برای ورود به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی به عنوان مثالی کاربردی از مدل‌های سه سطحی هدف اصلی این تحقیق است.

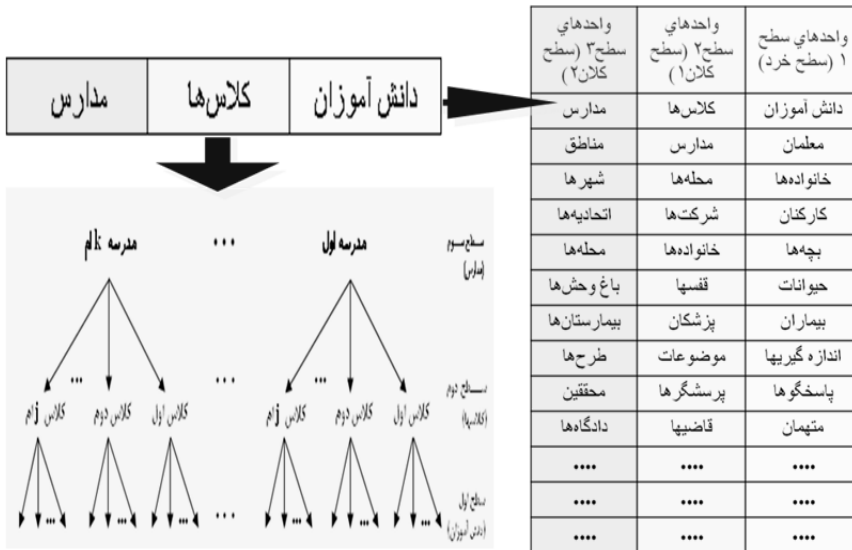
مدل‌های چند سطحی

مدل‌های چند سطحی با متغیر در نظر گرفتن ضرایب مدل به جای ثابت فرض کردن آنها در طی پنجاه سال اخیر در فرم‌ها و شکل‌های بسیاری نشان داده شده‌اند. البته در دهه اخیر با پیشرفت این مدل‌ها و ارائه نرم افزارهای کاربردی خاص این مدل‌ها به یک ابزار کاربردی و قدرتمندی برای تحلیل تبدیل شده است. از جمله مزایای این مدل‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- ناهمسانی و پیچیدگی‌های واقعی بین گروه‌ها و عامل‌های مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد.
- ۲- تأثیر و تأثر بین گروه‌ها و اجزای آن مطالعه می‌شود.
- ۳- محقق دچار انحراف کمتری در استنباط آماری می‌شود.
- ۴- نتایج به دست آمده، مقبولیت بیشتری دارد.

- ۵- همبستگی بین مشاهدات و یا ساختار تو در تو در نظر گرفته می‌شود.
- ۶- امکان به هم پیوستن چندین سطح اطلاعات را در یک تحلیل آماری فراهم می‌کند.
- ۷- فرمول‌بندی و آزمون فرض‌های اثر متقابل بین سطوح را فراهم می‌آورد.
- ۸- مدل‌ها را توسعه داده و چندین مدل را باهم متحد می‌کند.
- ۹- مؤلفه‌های واریانس و کوواریانس بین سطوح را ارائه می‌نماید.
- ۱۰- استفاده هم‌زمان از متغیرهای سطح خرد و کلان را در یک مدل آماری فراهم می‌سازد.
- ۱۱- امکان مطالعه تغییر مقادیر متغیرها را در طی زمان فراهم می‌کند.
- ۱۲- تأثیرات تعاملی بین متغیرهای سطح کلان و سطح خرد را مدنظر می‌گیرد و اربیبی برآورد پارامترها را که از نمونه‌گیری خوشه‌ای ناشی می‌شود اصلاح می‌کند.
- ۱۳- این مدل‌ها در مقایسه با مدل‌های یک سطحی، آزمون‌های فرض و سطوح اطمینان را اصلاح می‌کند و سهم واقعی اثرگذاری متغیرهای سطوح مختلف را بر متغیر (یا متغیرهای) وابسته، هم‌زمان با اثر متغیرهای سطح خرد^۱ و کلان^۲ در یک تحقیق نشان می‌دهد.
- مجموعه این مزایا موجب می‌شود واقعیت یا پدیده‌های مورد مطالعه با دقت و عمق بیشتری مورد کاوش قرار گیرد و چه بسا تحلیل‌ها، به نتایج جدیدی منتهی شود. از مشکلات روش‌های چند سطحی داشتن اطلاعات در سطح خرد و سطوح کلان می‌باشد. در تحقیقات انجام شده با استفاده از روش‌های چند سطحی، متغیر یا متغیرهای سطوح کلان با میانگین‌گیری بر روی سطوح پائین‌تر، تعداد متغیرهای سطح پائین‌تر و یا سایر خصایص موجود در سطح کلان در نظر گرفته می‌شود (نادری، ۱۳۸۱).
- نمونه‌هایی از مدل‌های سه سطحی که در تحقیقات علوم انسانی امکان استفاده دارد و قابل توسعه به مدل‌های با سطوح بیشتر می‌باشند در جدول ذیل نشان داده شده است.

جدول (۱) نمونه‌هایی، از واحدها در سه سطح یک، دو و سه در مدل‌های سه سطحی



در تمامی مدل‌های یک سطحی مانند رگرسیون (ساده خطی یا چند متغیره یا چندگانه) که تغییرات متغیر (متغیرهای) وابسته را بر اساس متغیر یا متغیرهای مستقل پیش‌بینی می‌کند ضریب ثابت (عرض از مبدأ) و سایر ضرایب متغیرهای مستقل ثابت فرض می‌شود، ولی در مدل‌های چند سطحی این ضرایب را می‌توان متغیر و تابعی از سطوح بالاتر منظور نمود که نمونه‌ای کامل از مدلی سه سطحی با فرض متغیر فرض نمودن تمامی ضرایب مدل در سطح یک و سطح دو ارائه می‌شود. در این مدل‌ها نرمال فرض شده است در صورتی که می‌تواند دارای توزیع مشخص دیگر یا توزیع نامعلوم باشد.

الف) مدل در سطح یک:

اگر i, j, k به ترتیب نشانگرهای سطح سوم، سطح دوم و سطح اول در مدل سه سطحی و $(i = 1, 2, \dots, I)$ ، $(j = 1, 2, \dots, J)$ ، $(k = 1, 2, \dots, K)$ باشد، P تعداد

متغیرهای مستقل، π_{ijk} ضرایب مدل در سطح اول و $(p = 0, 1, 2, \dots, P)$

متغیرهای موجود در این سطح a_{ijk} و میزان خطا با e_{ijk} نشان داده شود و با

فرض آنکه $e_{ijk} \approx N(0, \sigma^2)$ باشند مدل در سطح اول (سطح پایه یا سطح خرد) به صورت زیر خواهد بود.

$$Y_{ijk} = \pi_{0jk} + \pi_{1jk} a_{1jk} + \pi_{2jk} a_{2jk} + \dots + \pi_{pjk} a_{pjk} + e_{ijk}$$

$$= \pi_{0jk} + \sum_{p=1}^P \pi_{pjk} a_{pjk} + e_{ijk} \quad (1)$$

(ب) مدل در سطح دو:

و در صورتی که هریک از

π_{pjk} ضرایب مدل در سطح یک به عنوان متغیری از سطح دوم منظور شوند و

β_{pqk} ضرایب سطح دوم مدل و x_{qjk} پیش‌بین‌های سطح

دوم و r_{pjk} ضرایب تصادفی سطح دوم باشد و با فرض آنکه هر واحد j با بردار

مقادیر $(r_{0jk}, r_{1jk}, \dots, r_{pjk})'$ دارای توزیع نرمال چند متغیری با میانگین

صفر برای هر مقدار و واریانس برای r_{pjk} برابر τ_{pp} باشد، برای

هر جفت عنصر p, p' کوواریانس به صورت $\text{cov}(r_{pjk}, r_{p'jk}) = \tau_{pp'}$

منظور شود، در این شرایط مقادیر واریانس و کوواریانس‌ها ماتریسی به صورت T_π با

حداکثر ابعاد $(p+1)(p+1)$ تشکیل می‌دهد بنابراین:

$$\pi_{pjk} = \beta_{p0k} + \beta_{p1k} x_{1jk} + \beta_{p2k} x_{2jk} + \dots + \beta_{pQ_k} x_{Q_kjk} + r_{pjk}$$

$$= \beta_{p0k} + \sum_{q=1}^{Q_p} \beta_{pqk} x_{qjk} + r_{pjk} \quad (2)$$

(ج) مدل در سطح سه:

همچنین در صورتی که هر یک از β_{pqk} یعنی ضرایب مدل در سطح دوم به

عنوان خروجی از متغیرهای سطح سوم مدل منظور شود، داریم:

$$\beta_{pqk} = \gamma_{pq0} + \gamma_{pq1} w_{1k} + \gamma_{pq2} w_{2k} + \dots + \gamma_{pqs} w_s pqk + u_{pqk}$$

$$= \gamma_{pq0} + \sum_{s=1}^{s_{pq}} \gamma_{pqs} w_{sk} + u_{pqk} \quad (۳)$$

به طوری که $(s = 0, 1, \dots, s_{pq})$ ضرایب در سطح سوم و w_{sk} و

u_{pqk} به ترتیب پیش‌بین‌ها و مقادیر تصادفی در سطح سوم می‌باشند. همچنین فرض می‌شود u_{pqk} دارای توزیع نرمال چند متغیره با میانگین صفر و ماتریس واریانس کوواریانس T_{β} است که حداکثر ابعاد آن

در $\sum_{p=0}^P (Q_p + 1) * \sum_{p=0}^P (Q_p + 1)$ با اعمال β_{pqk} از رابطه (۳) در

رابطه (۲) و سرانجام قراردادن π_{pjk} در رابطه (۱) مدل کلی نهایی سه سطحی ایجاد می‌شود.

ج) برآورد پارامترها

پس از تعیین مدل، گام بعدی برآورد پارامترهای مدل است. در مدل‌های چند سطحی، باید سه نوع پارامتر برآورد شود، که شامل اثرهای ثابت، اثرهای تصادفی و مؤلفه‌های واریانس کوواریانس سطوح مختلف می‌باشند. معمولاً در برآورد این پارامترها از روش حداقل مربعات معمولی^۱، روش حداکثر درست‌نمایی^۲، روش بیز تجربی^۳ و روش‌های مشابه استفاده می‌شود. با هر یک از این روش‌های برآورد پارامترها، برای برازش مدل نهایی به داده‌ها در سطوح مختلف، نسبت به افزایش یا حذف پارامترها از مدل اقدام و ضمن بررسی مدل جدید، از لحاظ معنی‌داری متغیرها، در هر گام اعتبار برآورد کننده و آزمون مقایسه‌ای مدل جدید با مدل قبلی بررسی می‌شود. برای مقایسه هر مدل، در هر گام از آماره‌های مختلف مانند کای دو یا

1. Ordinary Least Squares Estimation
2. Maximum Likelihood Estimation
3. Empirical Bayes Estimation

Deviance و موارد مشابه در نرم افزارهای مختلف و همچنین P-Value استفاده می‌شود. با توجه به مقادیر فوق، لازم است متغیرهای هر یک از سطوح در مدل تا آن اندازه حذف، تغییر یا افزایش یابند تا مدل نهایی شامل آماره‌های مناسب مربوط به هر یک از پارامترها و آماره مناسب برازش مدل باشد (رودانبیش^۱ و بریک^۲، ۲۰۰۲)

(د) ضرایب همبستگی درون واحدی^۳ و اعتبار ضرایب تصادفی^۴

برای تعیین میزان تصادفی بودن سطوح، در صورتی که مدل در سطح یک $Y_{ijk} = \pi_{0jk} + e_{ijk}$ و مدل سطح دوم به صورت $\pi_{0jk} = \beta_{00k} + r_{0jk}$ و مدل در سطح سوم به صورت $\beta_{00k} = \gamma_{000} + u_{00k}$ نوشته شود و واریانس‌ها در هر سه سطح به صورت $\text{var}(e_{ijk}) = \sigma^2$ و $\text{var}(r_{0jk}) = \tau^2$ و $\text{var}(u_{00k}) = \varphi^2$ در نظر

گرفته شود براساس روابط (۴) $\frac{\varphi^2}{\varphi^2 + \tau^2 + \sigma^2}$ و (۵) $\frac{\tau^2}{\varphi^2 + \tau^2 + \sigma^2}$ و (۶)

$\frac{\varphi^2 + \tau^2}{\varphi^2 + \tau^2 + \sigma^2}$ و (۷) $\frac{\varphi^2}{\varphi^2 + \tau^2}$ سهم واریانس هر یک از سطوح که به ضرایب همبستگی درون واحدی معروف می‌باشند، می‌توان میزان تصادفی بودن هر یک از سطوح را در مقایسه با سطوح دیگر برآورد نمود. واضح است در چنین وضعیتی مدل کلی به صورت $Y_{ijk} = \gamma_{000} + r_{0jk} + u_{00k} + e_{ijk}$ خواهد بود (اسنیجرز^۵ و بوسکر^۶، ۲۰۰۴)

به عبارت دیگر در این شیوه فقط عرض از مبدأ در مدل سطح یک متغیر فرض می‌شود و اثر سایر متغیرهای سطح یک به صورت ثابت در نظر گرفته می‌شود تا میزان تأثیر تصادفی بودن هر یک از سطوح در مقایسه با سطوح دیگر محاسبه شود. هر مقدار میزان این ضرایب در روابط (۴)، (۵)، (۶) و (۷) بزرگ‌تر باشد نشان می‌دهد در صورتی که از مدل‌های ثابت به جای مدل‌های چند سطحی استفاده شد خطای برآورد پارامترها و در نتیجه خطای انجام آزمون‌های فرض و خطای فواصل اطمینان برآوردی بیشتر خواهد شد.

4. Raudenbush
5. Bryk
3. Intraclass Correlation Coefficients
4. Reliability of Random Coefficients
5. Snijders
6. Bosker

از دیگر آماره‌های مفید که می‌توان در مدل‌های چند سطحی برآورد نمود، میزان اعتبار ضرایب تصادفی موجود در سطوح کلان است. این اعتبار را می‌توان برای سطوح دوم، سوم و بالاتر برآورد نمود که در مدل‌های سه سطحی این مقدار برای هر یک از اندازه‌های سطح دوم، نسبت بین مؤلفه‌های واریانس در سطح دوم به واریانس مؤلفه‌های سطح اول و واریانس مؤلفه‌های مورد نظر در سطح دوم است و براساس رابطه

$$R_{0jk} = \tau^2 / (\tau^2 + \sigma^2 / n_{jk})$$

محاسبه می‌شود. همچنین برای هر یک از اندازه‌های سطح سوم، نسبت بین مؤلفه‌های واریانس در سطح سوم به مجموع واریانس مؤلفه‌های سطح اول و دوم است و بر اساس رابطه

$$R_{00k} = \varphi^2 / \left(\varphi^2 + \left[\sum \left[\tau^2 + \sigma^2 / n_{jk} \right]^{-1} \right]^{-1} \right) = \varphi^2 / \left[\varphi^2 + \tau^2 / \sum \lambda_{0,jk} \right]$$

محاسبه می‌شود. اگر میزان اعتبار در هر یک از مقادیر کوچک باشد (کمتر از یک دهم) در این صورت پارامتر مربوط در مدل نباید متغیر در نظر گرفته شود (رودانیس و بریک ۲۰۰۴ و ۲۰۰۲؛ اسنیجرز و بوسکر ۲۰۰۰؛ گلدستین ۱۹۹۹ و ...)

ه) نرم افزارهای آماری

از مشکلات روش‌های چند سطحی، پیچیدگی الگوسازی و در نتیجه مشکل‌تر شدن برآورد پارامترها و ساختارهای واریانس کوواریانس‌ها و در نهایت دشواری انجام آزمون فرض‌های تایید مدل و پارامترها است، که با ارائه نرم‌افزارهای مخصوص در سالیان اخیر از میزان این مشکل کاسته شده است. نرم‌افزارهای مختلف امکان انجام مدل‌های چند سطحی را دارند که به سه دسته اصلی قابل تفکیک می‌باشند و هر یک مزایا، امکانات و محدودیت‌های خاص خود را دارند که در جدول دو برخی از نرم‌افزارهای قابل استفاده برای مدل‌های چند سطحی درج شده است.

جدول (۲) نرم افزارهای قابل استفاده برای مدل‌های چند سطحی (طی زمان در حال افزایش می‌باشند)

		<p>نرم افزارهای مخصوص استفاده در مدل‌های چند سطحی با امکانات متنوع مربوط به آزمون‌های فرض</p>
		<p>نرم افزارهای آماری که امکان انجام برخی مدل‌های چند سطحی به آنها اضافه شده است</p>
		<p>نرم افزارهایی با کاربردهای ویژه که امکان برخی تحلیل‌های چند سطحی را دارا می‌باشند</p>

مثال کاربردی:

نابرابری در عرضه و از سوی دیگر افزایش تقاضا، برای دستیابی به رشته‌های آموزش عالی به عنوان ابزار کسب منزلت و حیثیت اجتماعی و تحرک اجتماعی و شناخت متغیرهای اثرگذار بر آن اهمیت خاصی دارد. عوامل مختلفی با موفقیت در راهیابی به دانشگاه‌ها ارتباط دارند عواملی مربوط به مدرسه مانند اندازه مدرسه، همکلاسی‌ها، روابط معلم‌ها و دانش‌آموزان، اما موقعیت اجتماعی اقتصادی از جمله عوامل مهم برای موفقیت و نمره آزمون تحصیلی است (بانکز^۱، ۱۹۹۶).

درباره تأثیر موقعیت اجتماعی- اقتصادی بر عملکرد تحصیلی در علوم اجتماعی نظریه‌های مختلفی ارائه شده است. نظریه‌های کارکردگرایی^۲، نظریه ستیزگرایی^۳ (تضادگرایی)، نظریه سرمایه اجتماعی^۴ و نظریه کنش عقلانی^۵ از جمله نظریه‌هایی هستند که هر یک، از زوایای گوناگون به بحث پرداخته و در جهت رفع کاستی‌های دیگر نظریه‌ها مفاهیمی را توسعه داده است تا جایی که برخی از آنها خود نظریه‌های جدید دیگری را در این خصوص ارائه کرده است.

1. Banks
2. Functionalism
3. Conflict
4. Social Capital
5. Rational Action

جی نیس^۱ (۲۰۰۲) معتقد است موقعیت اجتماعی - اقتصادی فرزندان اغلب با ترکیبی از سطح آموزش والدین، موقعیت شغلی و سطح درآمد والدین تعیین می‌شود و موقعیت اجتماعی - اقتصادی هر فرد به میزان و درجه برخورداری یا محرومیت وی از هر یک از متغیرهای تشکیل دهنده موقعیت بستگی دارد. کوی^۲ (۱۳۷۸) معتقد است، در کشورهای جهان سوم با توجه به آنکه ساختارها به طور کامل تثبیت نشده و آموزش عالی محدود است، موقعیت اجتماعی - اقتصادی عامل تعیین کننده اصلی است. همچنین بورديو در تحلیل عملکرد تحصیلی طبقات مختلف اجتماعی خاطر نشان می‌سازد که همگام با گسترش سریع آموزش عالی، سرمایه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی به عنوان نیروی جدیدی در فرآیند موفقیت وارد عمل می‌شود. به عقیده وی، کودکان متعلق به موقعیت‌های اجتماعی اقتصادی مسلط در منزل در معرض فعالیت‌های فرهنگی بلند مرتبه قرار می‌گیرند و بنابراین در مقایسه با دیگران شانس بیشتری برای رسیدن به سطوح بالای آموزش دارند (کالمین^۳ و کرایکمپ^۴، ۱۹۹۶).

تاکنون تحقیقات فراوانی در خصوص میزان و چگونگی تأثیر موقعیت‌های اقتصادی اجتماعی بر عملکرد تحصیلی، با استفاده از روش‌های مختلف آماری صورت پذیرفته است (باری، ۲۰۰۶؛ اسمیت، ۲۰۰۶؛ لوسیو، ۲۰۰۸؛ بریک و رودانیس، ۱۹۹۲؛ رودانیس و چان، ۱۹۹۳).

موقعیت اجتماعی - اقتصادی خانواده‌ها در عملکرد تحصیلی فرزندانشان باز تولید می‌شود یا عوامل دیگر در تبیین آن نقش دارند و ظرفیت‌های محدود دانشگاهی به خصوص در رشته‌های مورد اقبال داوطلبان و نحوه توزیع آن در میان فرزندان طبقات مختلف جامعه و تحلیل موقعیت‌های اجتماعی - اقتصادی داوطلبان در دستیابی به آموزش عالی در جنسیت‌ها و استان‌های مختلف و مطالعه تأثیر تغییر موقعیت اجتماعی - اقتصادی داوطلبان طی زمان و اثر آن بر عملکرد تحصیلی در ورود به آموزش عالی، با استفاده از مدل‌های سه سطحی از اهداف این مثال کاربردی است.

(الف) مفاهیم:

مفاهیم به کار رفته در این مثال به قرار زیر است:

1. Jeynes
2. Khoi
3. Kalmijn
4. Kraaykamp

آزمون سراسری: آزمونی است که در گروه‌های مختلف آزمایشی علوم ریاضی و فنی، علوم تجربی، علوم انسانی، هنر و زبان‌های خارجی همه ساله توسط سازمان سنجش آموزش کشور برای دارندگان مقطع دیپلم نظام قدیم یا پیش دانشگاهی نظام جدید برگزار می‌شود.

عملکرد تحصیلی: منظور از عملکرد تحصیلی در این تحقیق، نمره کل نهایی حاصل از میانگین وزنی دروس‌های عمومی و اختصاصی گروه آزمایشی علوم تجربی در آزمون سراسری ورود به دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی است که ملاک پذیرش علمی داوطلبان برای ورود به دانشگاه می‌باشد.

موقعیت (سرمایه) اجتماعی اقتصادی: موقعیت اجتماعی - اقتصادی داوطلبان در این تحقیق، با توجه به متغیرهای میزان تحصیلات پدر، میزان تحصیلات مادر، شغل پدر و درآمد ماهیانه خانوار، وضعیت بخش (منطقه) و جنس داوطلب در نظر گرفته می‌شود.

وضعیت بخش: با توجه به شاخص‌های مختلف آموزشی، فرهنگی، اجتماعی اقتصادی و پزشکی برای هر یک از بخش‌های کشور بر اساس تقسیم‌بندی مناطق کشوری توسط سازمان سنجش تعیین می‌شود و براساس آن هر داوطلب در یکی از سه بخش مناطق برخوردار، مناطق نیمه برخوردار و مناطق کمتر برخوردار قرار می‌گیرند (پورکاظمی، ۱۳۷۹).

وضعیت استان: میانگین وضعیت بخش داوطلبان هر استان است که نشان دهنده متوسط میزان برخورداری استان بر اساس وضعیت بخش هر داوطلب می‌باشد.

ب) روش جمع‌آوری اطلاعات

با توجه به اهداف مذکور با استفاده از اطلاعات داوطلبان گروه آزمایشی علوم تجربی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ موجود در سازمان سنجش آموزش کشور و پرسشنامه‌ای که طی سال‌های مورد پژوهش توسط همه داوطلبان حاضر در جلسه تکمیل شده است و شامل متغیرهای مورد نیاز این تحقیق است، داده‌های مورد نیاز تهیه شده است.^۱ همه داوطلبان حاضر در جلسه آزمون سراسری در این گروه

۱. لازم به ذکر است در این تحقیق داوطلبان سال ۱۳۸۵ به دلیل آنکه پرسشنامه نظرسنجی از آنان به دلایل مختلف توسط سازمان سنجش شامل متغیرهای مورد نیاز این تحقیق نبوده است، مورد استفاده قرار نگرفته است.

آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ (به جز سال ۱۳۸۵) با تعداد ۳۲۲۴۱۷۷ نفر جامعه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند که تعداد ۲۲۵۶۸۸۰ نفر (۷۰ درصد) از آنها زن و مابقی (۳۰ درصد) مرد می‌باشند. در نمونه آماری که از داده‌های گمشده^۱ چشم پوشی شده است، شرکت کنندگانی از آزمون سراسری در نظر گرفته شده‌اند که در جلسه آزمون حاضر بوده‌اند و ویژگی‌های زیر برای آنها در نظر گرفته شد:

- ۱- سال فارغ‌التحصیلی دوره متوسطه آنها با سال شرکت در آزمون متناسب باشد.
- ۲- در گروه آزمایشی علوم تجربی شرکت کرده و دارای دیپلم علوم تجربی باشند. ۳-
- داوطلب پرسشنامه را تکمیل کرده باشد، ۴- ساختارهای غیر یکسان در استان‌ها و تفاوت روش نمره کل اصلاح شده است. با توجه به موارد مذکور حجم داده‌های مورد استفاده در این مقاله ۱۱۸۲۸۳۱ نفر می‌باشد.^۲

ج) نمونه آماری:

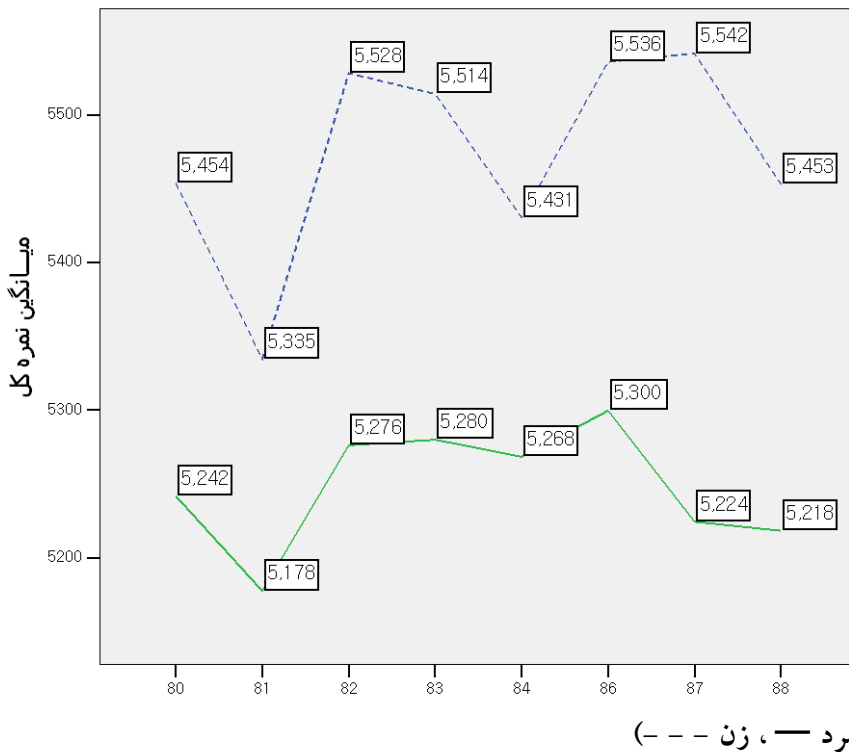
تعداد، میانگین، انحراف معیار و نمره کل نهایی نمونه تحقیق که توزیع آن نرمال و متغیری پیوسته است، در گروه آزمایشی علوم تجربی به تفکیک سال آزمون و جنس در جدول (۳) درج شده است. میانگین نمره کل در این گروه آزمایشی به تفکیک سال برای زنان و مردان در نمودار (۱) مشاهده می‌شود.

1. Missing Value

۲. مأخذ تمامی جداول استخراج شده بانک‌های اطلاعاتی سازمان سنجش آموزش کشور و محاسبات محقق است.

جدول (۳) تعداد، میانگین و انحراف معیار نمره کل نمونه تحقیق، به تفکیک سال آزمون و جنس در گروه آزمایشی علوم تجربی

سال	جنس	تعداد	میانگین	انحراف معیار
۸۰	زن	۹۶۲۰۴	۵۴۵۳/۹۱	۱۵۱۱/۹۴۶
	مرد	۴۴۶۷۰	۵۲۴۱/۸۶	۱۵۲۳/۰۲۱
	کل	۱۴۰۸۷۴	۵۳۸۶/۶۷	۱۵۱۸/۶۷۱
۸۱	زن	۹۸۰۵۶	۵۳۳۴/۷۹	۱۵۲۷/۰۲۷
	مرد	۴۴۸۴۶	۵۱۷۷/۵۲	۱۵۱۴/۲۴۴
	کل	۱۴۲۹۰۲	۵۲۸۵/۴۴	۱۵۲۴/۷۶۹
۸۲	زن	۸۸۷۳۸	۵۵۲۸/۵۰	۱۵۵۷/۱۸۴
	مرد	۳۹۳۹۶	۵۲۷۶/۲۵	۱۵۸۳/۳۷۴
	کل	۱۲۸۱۳۴	۵۴۵۰/۹۴	۱۵۶۹/۵۹۹
۸۳	زن	۹۸۷۵۹	۵۵۱۴/۴۲	۱۵۲۶/۹۷۷
	مرد	۴۲۳۲۷	۵۲۸۰/۰۴	۱۵۶۳/۳۶۱
	کل	۱۴۱۰۸۶	۵۴۴۴/۱۰	۱۵۴۱/۷۲۳
۸۴	زن	۹۸۲۸۵	۵۴۳۰/۵۴	۱۵۶۶/۲۸۱
	مرد	۴۱۴۲۳	۵۲۶۸/۴۳	۱۵۵۰/۳۱۵
	کل	۱۳۹۷۰۸	۵۳۸۲/۴۷	۱۵۶۳/۳۱۳
۸۶	زن	۱۱۴۵۳۷	۵۵۳۶/۱۴	۱۵۴۴/۴۵۹
	مرد	۴۶۹۰۶	۵۲۹۹/۷۴	۱۵۸۰/۱۹۴
	کل	۱۶۱۴۴۳	۵۴۶۷/۴۶	۱۵۵۸/۶۲۱
۸۷	زن	۱۱۹۷۱۸	۵۵۴۱/۷۵	۱۵۶۱/۷۶۸
	مرد	۴۹۲۲۷	۵۲۲۴/۴۲	۱۶۰۵/۱۱۶
	کل	۱۶۸۹۴۵	۵۴۴۹/۲۹	۱۵۸۱/۱۰۶
۸۸	زن	۱۱۲۰۸۵	۵۴۵۳/۱۵	۱۵۶۵/۱۹۰
	مرد	۴۷۶۵۴	۵۲۱۸/۳۰	۱۵۶۸/۳۶۰
	کل	۱۵۹۷۳۹	۵۳۸۳/۰۹	۱۵۶۹/۸۱۳
کل	زن	۸۲۶۳۸۲	۵۴۷۶/۲۶	۱۵۴۷/۳۱۳
	مرد	۳۵۶۴۴۹	۵۲۴۷/۲۵	۱۵۶۲/۱۸۸
	کل	۱۱۸۲۸۳۱	۵۴۰۷/۲۴	۱۵۵۵/۳۶۴



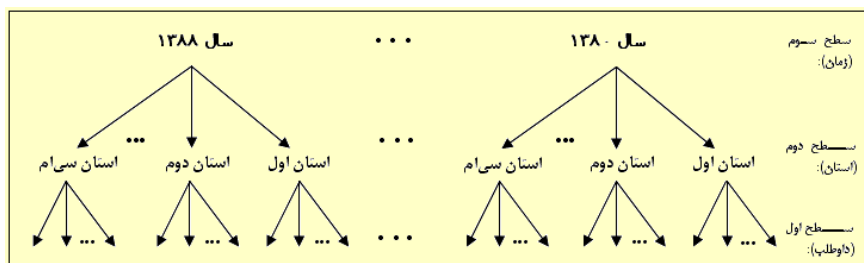
نمودار (۱) میانگین نمره کل داوطلبان گروه آزمایشی علوم تجربی به تفکیک سال آزمون و جنس (مرد —، زن ---)

در نمودار شماره (۱) ملاحظه می‌شود، در گروه آزمایشی علوم تجربی در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ همواره نمره‌های زنان از مردان بیشتر بوده است. به عنوان نمونه در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۸ میانگین نمره زنان به ترتیب ۲۱۲/۰۵ و ۲۳۴/۸۵ از مردان بیشتر است.

دروش تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای تجزیه و تلخیص، ارائه آمارهای توصیفی از نرم‌افزار (SPSS) و برای تخمین ضرایب الگو و آزمون‌های فرض در روش سه سطحی از نرم‌افزار (HLM) استفاده

شده است. در تعیین الگو، عملکرد تحصیلی به عنوان متغیر وابسته و موقعیت اجتماعی- اقتصادی داوطلب، وضعیت استان و زمان به عنوان متغیرهای مستقل به ترتیب در سطح یک، دو و سه مدل وارد شده‌اند که ساختار سلسله مراتبی سه سطحی استفاده شده در این تحقیق و علائم به کار رفته برای برازش مدل به قرار زیر است:



نمودار (۲) ساختار سلسله مراتبی سه سطحی برای برازش مدل

- سطح تحصیلات پدر (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(FG)_{ijk}$
- سطح تحصیلات مادر (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(MG)_{ijk}$
- سطح شغل پدر (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(FJ)_{ijk}$
- سطح درآمد ماهیانه خانوار (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(FI)_{ijk}$
- جنسیت (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(J)_{ijk}$
- وضعیت بخش (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(R)_{ijk}$
- میانگین وضعیت استان (استان j ام در سال k ام): $(S)_{jk}$
- زمان (سال k ام): $(T)_k$
- نمره کل (داوطلب i ام در استان j ام در سال k ام): $(NKOL)_{ijk}$
- ه) ساختار کلی مدل برای برازش

$$[e_{ijk} \approx N(0, \sigma^2 I)]^1$$

$$(NKOL)_{ijk} = \pi_{0,jk} + \pi_{1,jk} * (FG)_{ijk} + \pi_{2,jk} * (MG)_{ijk} + \pi_{3,jk} * (FJ)_{ijk} + \pi_{4,jk} * (FI)_{ijk} + \pi_{5,jk} * (J)_{ijk} + \pi_{6,jk} * (R)_{ijk} + e_{ijk}$$

۱. در صورت اعمال اثرات متقابل بین دو، سه، یا چند متغیر موجود در سطح یک، پیچیدگی‌های مختلف در مدل ایجاد می‌شود که تفسیر آنها هر چند مفید است، از حوصله این تحقیق خارج است.

مدل در سطح دو $[r_{pjk} \approx N(0, \tau_\pi)]$

$$\pi_{0jk} = \beta_{00k} + \beta_{01k} * (S)_{jk} + r_{0jk}$$

$$\pi_{1jk} = \beta_{10k} + \beta_{11k} * (S)_{jk} + r_{1jk}$$

$$\pi_{2jk} = \beta_{20k} + \beta_{21k} * (S)_{jk} + r_{2jk}$$

$$\pi_{3jk} = \beta_{30k} + \beta_{31k} * (S)_{jk} + r_{3jk}$$

$$\pi_{4jk} = \beta_{40k} + \beta_{41k} * (S)_{jk} + r_{4jk}$$

$$\pi_{5jk} = \beta_{50k} + \beta_{51k} * (S)_{jk} + r_{5jk}$$

$$\pi_{6jk} = \beta_{60k} + \beta_{61k} * (S)_{jk} + r_{6jk}$$

مدل در سطح سه $[u_{pqk} \approx N(0, \tau_\beta)]$

$$\beta_{00k} = \gamma_{000} + \gamma_{001} * (T)_k + u_{00k}$$

$$\beta_{01k} = \gamma_{010} + \gamma_{011} * (T)_k + u_{01k}$$

$$\beta_{10k} = \gamma_{100} + \gamma_{101} * (T)_k + u_{10k}$$

$$\beta_{11k} = \gamma_{110} + \gamma_{111} * (T)_k + u_{11k}$$

⋮

$$\beta_{60k} = \gamma_{600} + \gamma_{601} * (T)_k + u_{60k}$$

$$\beta_{61k} = \gamma_{610} + \gamma_{611} * (T)_k + u_{61k}$$

مدل نهایی کلی در این تحقیق، که به عنوان مدل پایه اولیه برای تعیین مدل برازش نهایی به کار رفته است، به صورت زیر می‌باشد. در این مدل اثرات متقابل دوتایی و سه تایی بین تمامی متغیرهای سطح یک با سطح دو و سطح سه مشاهده می‌شود و شامل ۱۶۲ پارامتر برای برآورد است.

$$\begin{aligned} (NKOL)_{ijk} = & \gamma_{000} + \gamma_{001} * (T)_k + \gamma_{010} * (S)_{jk} + \gamma_{011} * (S)_{jk} * (T)_k \\ & + \gamma_{100} * (FG)_{ijk} + \gamma_{101} * (FG)_{ijk} * (T)_k + \gamma_{110} * (FG)_{ijk} * (S)_{jk} \\ & + \gamma_{111} * (FG)_{ijk} * (S)_{jk} * (T)_k + \dots \\ & + u_{60k} * (R)_{ijk} + u_{61k} * (R)_{ijk} * (S)_{ijk} + e_{ijk} \quad (\lambda) \end{aligned}$$

(و) مدل نهایی برازش شده

مدل برازش شده نهایی با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی با در نظر گرفتن خطای نرمال (به دلیل آنکه نمرات کل مورد استفاده ترکیبی خطی از نمرات تراز دروس

امتحانی با توزیع نرمال و میانگین ۵۰۰۰ و انحراف معیار ۲۲۵۰ است) از مدل کامل (۸) در گروه آزمایشی علوم تجربی که نسبت به آزمون پارامترهای برآوردی و مدل برازشی اقدام شده به صورت زیر می‌باشد، این مدل دارای ۴۱ پارامتر است.

$$\begin{aligned} (NKOL)_{ijk} = & 4609.1 - 20.06 * (FG)_{ijk} + 100.71(FG)_{ijk} * (S)_{jk} - 3.93 * (FG)_{ijk} * (S)_{jk} * (T)_k \\ & + 11.72 * (MG)_{ijk} + 84.94 * (MG)_{ijk} * (S)_{jk} \\ & + 70.19 * (FJ)_{ijk} - 35.94 * (FJ)_{ijk} * (S)_{jk} + 5.83 * (FJ)_{ijk} * (S)_{jk} * (T)_k \\ & + 0.21 * (FI)_{ijk} + 49.59 * (FI)_{ijk} * (S)_{jk} \\ & + 160.03 * (J)_{ijk} - 190.33 * (J)_{ijk} * (S)_{jk} \end{aligned}$$

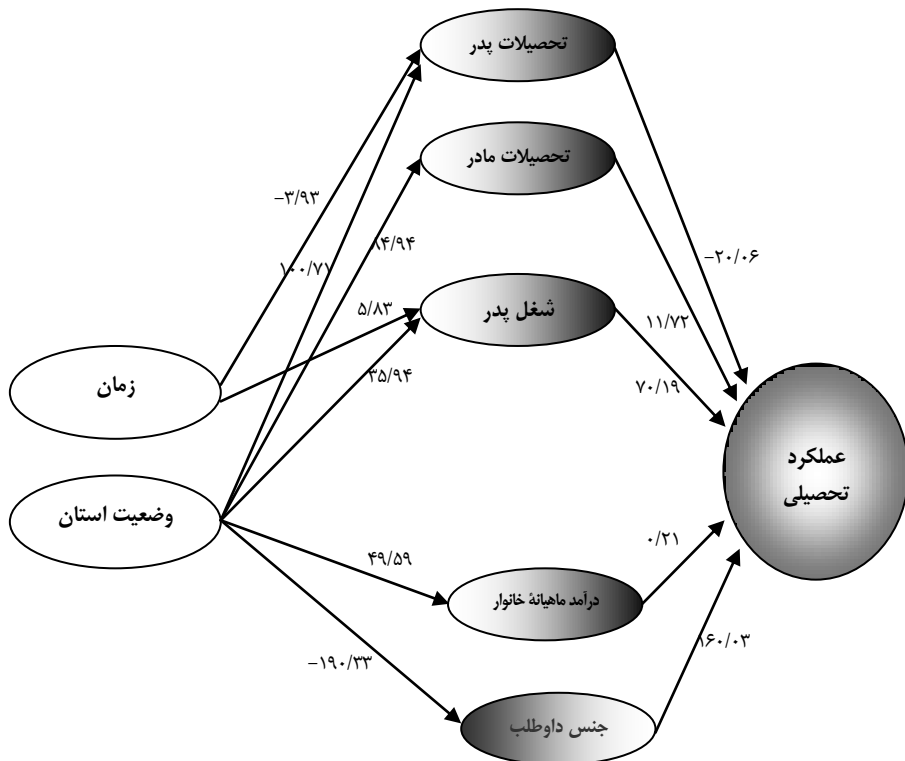
در صورت مقایسه این مدل با مدل دیگری که دارای ۴۵ پارامتر است مقدار کای دو مقایسه ۴/۳۵۰۹۷ با چهار درجه آزادی خواهد بود که نشان می‌دهد این مدل در مقایسه با مدل دیگر پذیرفته می‌شود. سایر اطلاعات مورد نیاز این مدل از قبیل P-value هر یک از متغیرهای مدل، میزان اعتبار تصادفی بودن هر متغیر، میزان اعتبار برآورد کننده‌ها و برآورد واریانس و کوواریانس‌ها در هر سطح در پیوست مشاهده می‌شود، که خلاصه‌ای از آن در جدول (۴) نشان داده شده است. همچنین میزان تأثیر هر یک از متغیرهای تشکیل دهنده موقعیت اجتماعی-اقتصادی بر عملکرد تحصیلی در گروه آزمایشی علوم تجربی در شکل یک دیده می‌شود.

جدول (۴) ضریب هر یک از متغیرهای موجود در مدل و آماره t هر یک از ضرایب

استان*	وضعیت زمان	زمان	وضعیت استان	مقدار ثابت	سایر متغیرها متغیر سطح یک
	-----	-----	-----	۴۶۰۹/۱ (۱۳۴/۷۶)	مقدار ثابت آماره t
	-----	-۳/۹۳ (-۵/۳۴)	۱۰۰/۷۱ (۱۲/۱۲)	-۲۰/۰۶ (-۱/۴۹*)	تحصیلات پدر آماره t
	-----	-----	۸۴/۹۴ (۷/۸۲)	۱۱/۷۲ (۰/۶۱۵*)	تحصیلات مادر آماره t
	۵/۸۳ (۹/۴۳)	-----	-۳۵/۹۴ (-۴/۴۹)	۷۰/۱۹ (۵/۰۷)	شغل پدر آماره t

استان*	وضعیت زمان	زمان	وضعیت استان	مقدار ثابت	سایر متغیرها متغیر سطح یک
	-----	-----	۴۹/۵۹	۰/۲۱	درآمد ماهیانه خانوار
			(۷/۰۴۵)	(۰/۰۱۳*)	آماره t
	-----	-----	-۱۹۰/۳۳	۱۶۰/۰۳	جنسیت
			(-۶/۹۶)	(۳/۴۰۷)	آماره t

* در سطح معنی داری ۰/۰۵ اثر این متغیرها معنی دار نیست.



شکل (۱) میزان تأثیر هر یک از متغیرهای تشکیل دهنده موقعیت اجتماعی- اقتصادی بر عملکرد تحصیلی در گروه آزمایشی علوم تجربی

(ز) خلاصه نتایج مدل در مثال کاربردی

۱- اثر هیچکدام از متغیرهای سطح دوم و سطح سوم بر مقدار ثابت مدل معنی‌دار نشده است لذا تأثیر مقدار ثابت در تمامی استان‌ها و در تمامی سال‌های تحقیق براساس مدل برازش شده برابر ۱/۴۶۰۹ است.

۲- در این گروه آزمایشی، تحصیلات پدر از عوامل وارد شده در مدل می‌باشد که تأثیر متقابل آن با وضعیت استان موجب افزایش تأثیر این متغیر شده ولی در طی زمان از تأثیر گذاری این متغیر کاسته شده است. اثر زمان با اثر متقابل تحصیلات پدر و وضعیت استان وارد مدل شده است که علامت منفی آن نشان دهنده اثر کاهشی این متغیر می‌باشد.

برای آزمون اثر افزایشی کلی این متغیر بر مدل، آزمون فرض $H_0: \beta_{FG} + \beta_{FG*S} + \beta_{FG*T} \leq 0$ با تعریف کانتراست مناسب انجام می‌شود این فرض دارای $\chi^2 = 100/9071$ با یک درجه آزادی و $P-Value = 0/000$ است که نشانگر رد شدن فرض صفر و پذیرش فرض مقابل آن است. این نتیجه مؤید پذیرش اثر افزایشی کلی متغیر سطح تحصیلات پدر بر نمره کل می‌باشد و در طی زمان تحقیق تأثیر افزایشی سطح تحصیلات پدر در این گروه آزمایشی وجود داشته است و در استان‌های برخوردار، اثر این متغیر به شدت بیشتر از استان‌های کم برخوردار می‌باشد. مثلاً در استان تهران با بیشترین سطح برخورداری در تمامی سال‌ها و استان ایلام با کم‌ترین سطح برخورداری در سطح تحصیلات عالی پدر در سال ۱۳۸۰ افزایش میانگین نمره کلی به ترتیب برابر ۹۲۳/۰۹ و ۳۰۷/۹۴ نمره و در سال ۱۳۸۸ این افزایش به ترتیب در این استان‌ها در این سطح تحصیلات پدر ۵۴۷/۶۳ و ۱۸۲/۱۸ نمره می‌باشد. همان گونه که ملاحظه می‌شود در طی زمان از تأثیر این متغیر کاسته شده و این کاهش در استان‌های برخوردار مشهودتر می‌باشد به طوری که سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۰ در سطح تحصیلات عالی پدر اختلاف کاهش متوسط نمره کلی معادل استان تهران ۳۷۵/۴۸ و در استان ایلام ۱۲۵/۷۶ مشاهده می‌شود.

۳- سطح تحصیلات مادر به صورت مستقیم و به صورت غیرمستقیم براساس اثر متقابل وضعیت استان در افزایش نمره کل مؤثر می‌باشد و هر چقدر میزان وضعیت استان افزایش یابد سطح تحصیلات مادر اثر بیشتری در افزایش نمره کل خواهد داشت.

برای آزمون اثر کلی متغیر بر مدل فرضیه $H_0: \beta_{MG} + \beta_{MG*S} \leq 0$ دارای $\chi^2 = 116/3206$ با یک درجه آزادی و مقدار احتمال $P-Value = 0/000$ می‌باشد

که نشان دهنده معنی‌دار بودن آزمون، یعنی اثر افزایشی سطح تحصیلات مادران بر نمره کل در هر سطح معنی‌داری است.

بر اساس مدل و آزمون فرض بالا در استان‌های با سطح برخورداری بیشتر، اثر تحصیلات مادر بسیار بیشتر از استان کمتر برخوردار است. این تفاوت در تمامی سطوح تحصیلی مادر در بین استان‌ها مشهود است. به طوری که در سال ۱۳۸۰ در استان تهران با بیشترین سطح برخورداری افزایش متوسط نمره کل در سطح تحصیلات مادر بی‌سواد و عالی به ترتیب ۲۳۱/۸۷ و ۶۹۵/۶۰ است که اختلافی برابر ۶۶۳/۷۳ نمره می‌باشد. ولی در استان ایلام افزایش نمره کل در سطح تحصیلات مادر بی‌سواد و عالی به ترتیب ۹۶/۸۹ و ۲۹۰/۶۸ و اختلافی معادل ۱۹۳/۷۹ نمره مشاهده می‌شود. این مسئله نشان دهنده آن است که علاوه بر آنکه در تمامی سطوح تحصیلی مادر در استان‌های برخورداری کمتر اثر این متغیر بر نمره کل بیشتر از استان‌های کم برخوردار است، در صورت تغییر هر سطح تحصیلی مادر به سطح بالاتر در استان‌های برخوردار بسیار بیشتر از استان‌های کم برخوردار، نمره کل افزایش خواهد یافت

۴- مدل ارائه شده در این گروه آزمایشی حاکی از آن است که سطح شغلی پدر به طور مستقیم تأثیری مثبت بر افزایش نمره کل دارد و اثر متقابل افزایشی این متغیر با زمان نیز نشان دهنده افزایش تأثیر این متغیر در طی زمان می‌باشد. ولی ضریب منفی اثر متقابل این متغیر با وضعیت استان نشان دهنده آن است که در استان‌های با برخورداری کمتر تأثیر این متغیر بیشتر از استان‌های با برخورداری بیشتر است ولی در طی زمان اثر متغیر در استان‌های برخوردار بیشتر می‌شود.

آزمون برای فرض $H_0: \beta_{FJ} + \beta_{FJ*S} + \beta_{FJ*T} \leq 0$ (اثر کلی این متغیر بر مدل) دارای $\chi^2 = 73/75$ با یک درجه آزادی و $P-Value = 0/000$ می‌باشد که نشان دهنده رد شدن فرض H_0 و پذیرش فرض مقابل یعنی اثر کل افزایش این متغیر بر نمره کل در هر سطح معنی‌داری می‌باشد. بنابر این با افزایش سال، تأثیر سطوح شغل پدر بر نمره کل در این گروه آزمایشی افزایش یافته است. این افزایش در تمامی سطوح شغلی در تمامی استان‌های کشور مشاهده می‌شود. با توجه به این مدل و آزمون فرض مشخص می‌شود که در استان‌های کمتر برخوردار در سال‌های اولیه تأثیر این متغیر بیشتر از استان‌های برخوردار بوده است و در طی زمان اثر متغیر در استان‌های برخوردار بیشتر شده است. مقایسه استان ایلام و تهران نمونه‌ای از این تغییرات را در طی زمان نمایان می‌سازد. در استان تهران در سال ۱۳۸۰ اثر این متغیر

به صورت منفی بوده است. در صورتی که در سال ۱۳۸۸ در سطوح شغلی بیکار و معلم یا هیأت علمی به ترتیب میزان تأثیر این متغیر بر نمره کل با ضریب مثبت به ترتیب ۱۰۹/۹ و ۴۳۹/۶ نمره می‌باشد و در استان ایلام در سال ۱۳۸۸ در این دو سطح شغلی به ترتیب ۱۷۳/۵۷ و ۳۴۷/۱۵ است.

۵- از دیگر متغیرهای اثرگذار در این گروه آزمایشی سطح درآمد ماهیانه خانوار می‌باشد که به طور مستقیم با ضریب مثبت و با تأثیر متقابل بر وضعیت استان وارد مدل شده است. این مدل برای این متغیر نشان می‌دهد تأثیر این متغیر بر نمره کل در استان‌های با سطح برخورداری بیشتر در تمامی سال‌های تحقیق بیشتر از استان‌های با سطح برخورداری کمتر است.

برای آزمون فرض $H_0: \beta_{FI} + \beta_{FI*S} \leq 0$ (اثر کلی متغیر درآمد ماهیانه خانوارها بر مدل) مقدار آماره آزمون $\chi^2 = 18/6891$ با یک درجه آزادی و $P-Value = 0/000$ است که نشان می‌دهد فرض فوق پذیرفته نیست و فرض مقابل آن یعنی اثر کل افزایشی سطح درآمد ماهیانه خانوارها بر نمره کل در هر سطح معنی‌داری پذیرفته می‌شود.

بنابر این بر اساس مدل و آزمون فرض انجام شده در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۸ با افزایش سطح درآمد ماهیانه خانوارها نمره کل افزایش می‌یابد. هر چند مدل حاکی از اثر افزایشی در تمامی سال‌های تحقیق می‌باشد، اما اثر این متغیر در استان‌های برخوردار بسیار بیشتر از استان‌های کم‌برخوردار است. به عنوان مثال در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۸ در سطح درآمد خیلی کم در استان تهران این متوسط افزایش به ترتیب ۴۹/۹۴ و ۵۰ می‌باشد. در این دو سال در سطح درآمدی زیاد در استان تهران این میزان به ترتیب ۵۱۴/۹۵ و ۴۷۷/۳۶ است و در استان ایلام در این سطح درآمدی در این دو سال مقدار افزایش به ترتیب ۱۹۹/۷۴ و ۲۰۰/۰۱ است.

۶- مدل برآزش شده در این گروه آزمایشی برای متغیر جنسیت نشان می‌دهد که اثر این متغیر به طور مستقیم و با اثر متقابل با وضعیت استان در مدل اثرگذار است. اثر متقابل منفی در مقایسه با اثر مثبت مستقیم نشان می‌دهد که به طور کلی اثر منفی این متغیر در مدل ایجاد خواهد شد.

اختلاف نمره مردان از زنان نیز در تمامی سال‌ها وجود داشته و این اختلاف در استان‌های برخوردارتر بسیار بیشتر از استان‌های کمتر برخوردار بوده است.

بر اساس مدل در تمامی سال‌ها زنان نمره کل بالاتری نسبت به مردان داشته‌اند و این تفاوت نمره به نفع زنان در استان‌های با برخورداری بیشتر مشهود می‌باشد. به عنوان مثال در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۸ در استان تهران زنان به طور متوسط به ترتیب ۳۳۳/۲۷ و ۲۹۷/۲۰ نمره بیشتر از مردان کسب کرده‌اند و در این سال‌ها در استان ایلام با کمترین برخورداری، زنان به طور متوسط به ترتیب ۳۰/۸۲ و ۳۱/۰۷ نمره بیشتر از مردان کسب نموده‌اند. منفی بودن این متوسط نمرات در هر دو جنس و در هر سال نشان دهنده اثر متقابل شده استان بر جنسیت در مقایسه با اثر مستقیم جنسیت بر نمره کل می‌باشد.

۷- تنها متغیری که در طی زمان تأثیر آن بر نمره کل افزایش یافته است، سطح شغل پدر بود و اثر تحصیلات پدر در طی زمان بر نمره کل اثر کاهشی داشته است.
۸- اثر تصادفی بودن ضریب تمامی متغیرهای موجود در سطح یک با تنها متغیر موجود در سطح دو در هر سطح معنی‌داری پذیرفته شده است. مقدار $P-Value$ آزمون تصادفی بودن تمامی آنها برابر $۰/۰۰۰$ می‌باشد اما تنها اثر تصادفی بودن مقدار ثابت، تحصیلات پدر و سطح درآمد ماهیانه خانوارها در سطح سوم به ترتیب با $P-Value$ های $۰/۰۰۱$ و $۰/۰۰۰$ و $۰/۰۰۰$ پذیرفته شده است و اثر تصادفی بودن ضرایب متغیر سطح دوم با متغیر سطح سوم معنی‌دار نشده است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله به معرفی مدل‌های چند سطحی، ارائه کاربردها، مزایا و مشکلات این مدل‌ها و نرم افزارهای مختلف برای استفاده از این مدل‌ها معرفی و یک مثال کاربردی از مدل‌های سه سطحی ارائه شد. باید دقت نمود در استفاده از این مدل‌ها داشتن داده‌های مناسب و کافی، تعیین دقیق سطوح مدل آزمون، میزان تصادفی بودن سطوح، آزمون اعتبار مدل برازش شده و ضرایب برآوردی و شرایط مشابه از اهمیت خاصی برخوردار است. در علوم انسانی به دلیل وجود ساختارها و پدیده‌های چند سطحی و سلسله مراتبی، نمونه‌های فراوانی از این داده‌ها یافت می‌شود. استفاده از این مدل‌ها در صورت وجود شرایط و امکان داشتن اطلاعات لازم و کافی از متغیرهای تحت بررسی موجب خواهد شد که پدیده‌های مورد بررسی با دقت بیشتری مورد مطالعه قرار گیرد و خطاهای برآورد پارامترهای مورد تخمین به شدت کاهش یابد و آزمون

فرضیه‌های تحقیق از دقت بالاتری برخوردار شود و حتی امکان دستیابی به نتایج جدیدتر و دقیق‌تر فراهم شود.

بر اساس مثال کاربردی، در گروه آزمایشی علوم تجربی طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ که با استفاده از مدل سه سطحی با روش حداکثر درست‌نمایی برازش شده است، ملاحظه شد که عوامل مختلف تشکیل دهنده موقعیت اجتماعی-اقتصادی در این گروه آزمایشی، نقش و سهم متفاوتی در عملکرد تحصیلی داشتند؛ بنابراین با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها، و آزمون‌های انجام شده و مدل‌های برازش شده نتایج ذیل مشاهده شده است:

* سطح تحصیلات پدر، سطح تحصیلات مادر و سطح شغل پدر در طی زمان افزایش یافته و درآمد ماهیانه خانوارها در طی زمان کاهش یافته است.

* افزایش سطح تحصیلات پدر موجب افزایش نمره کل شده اما از اثر این متغیر با افزایش زمان کاسته شده است. همچنین در تمامی سال‌ها مشاهده می‌شود که اثر افزایش سطح تحصیلات پدر بر نمره کل، در استان‌های با وضعیت بهتر تشدید شده است.

* افزایش سطح تحصیلات مادران موجب افزایش نمره کل گردیده است. این افزایش تأثیر در نمره کل، در گروه آزمایشی علوم تجربی در تمامی سال‌ها تقریباً ثابت است. همچنین با افزایش وضعیت استان اثر افزایش سطح تحصیلات مادران بر نمره کل افزایش یافته است.

* سطح شغل پدران از دیگر متغیرهای اثرگذار بر عملکرد تحصیلی می‌باشد. اثر این متغیر در طی زمان افزایش یافته است و اثر این متغیر در استان‌های برخوردار بیشتر از استان‌های کم‌برخوردار بوده است.

* افزایش تأثیر سطح درآمد ماهیانه خانوارها در طی زمان تغییر نکرده است ولی در تمامی سال‌ها دارای تأثیر افزایشی بر نمره کل بوده است و با افزایش وضعیت استان، اثر این متغیر در این گروه آزمایشی بیشتر شده است.

* جنسیت داوطلبان نیز از دیگر متغیرهای موجود در مدل می‌باشد که در مدل برازش شده نهائی مشاهده می‌شود. در این گروه آزمایشی اختلاف معنی‌داری بین نمره‌های زنان و مردان وجود داشت و در سال‌های مختلف تغییری در این اختلاف نمره، ایجاد نشده است. همچنین سطح برخورداری استان‌ها در تمامی سال‌ها موجب تشدید برتری نمره زنان نسبت به مردان شده است.

* علاوه بر آنکه میزان تأثیر هر یک از متغیرهای تشکیل دهنده موقعیت اجتماعی اقتصادی بر عملکرد تحصیلی متفاوت است در طی زمان نیز این میزان تأثیر تغییر کرده است.

منابع:

- امیرکافی، مهدی (۱۳۸۵). اهمیت و منطق مدل‌های چند سطحی در تحقیقات اجتماعی. *مجله جامعه‌شناسی ایران*، دوره هفتم، شماره ۴ (۷۱-۳۸).
- پورکاظمی، محمدحسین (۱۳۷۹). *طبقه‌بندی بخش‌ها و استان‌های کشور براساس شاخص‌های فرهنگی، آموزشی، اقتصادی، بهداشت، سازمان سنجش آموزش کشور*، تهران، گزارش پژوهشی شماره ۴۱.
- جمالی، احسان (۱۳۹۱). روند تأثیر موقعیت اقتصادی و اجتماعی بر عملکرد تحصیلی داوطلبان آزمون سراسری طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸. *مجله آموزش عالی*، شماره ۱۶ (۲۵-۵۶).
- کوی، لوتان (۱۳۷۸). آموزش و پرورش «فرهنگ‌ها و جوامع». ترجمه محمد یمنی دوزی سرخابی، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول.
- نادری، ابوالقاسم (۱۳۸۱). *الگوسازی چند سطحی و کاربردهای آن در اقتصاد*. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، مجموعه مقاله‌های اولین همایش معرفی و کاربرد مدل‌های ناخطی.
- Banks, Kevin (1996). Family Learning Environments and Student's Outcomes: A Review. *Journal of Comparative Family Studies*, 27 (2), PP. 373-394.
- Bryk, A., & Raudenbush, S. W (1992). *Hierarchical Linear Models for Social and Behavioral Research: Applications and Data Analysis Methods*. Newbury Park, CA: Sage.
- Gelman, A., & Hill, J (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel Hierarchical Models*. New York, Cambridge University Press.
- Harvey Goldstein (1999). *Multilevel Statistical Model*. Institute of Education, Multilevel Models Project.
- Jennifer, Barry (2006). *The Effect of Socio-Economic Status on Academic Achievement*. Wichita State University.
- Jeynes, William H (2002). Examine the Effects of the Academic Achievement of Adolescents: the Challenge of Controlling for Family Income. *Journal of Family and Economic*; VO 23, No.2, PP.189-210.

-
- Kalmijn, M & Kraaykamp, G (1996). Race, Cultural Capital, and Schooling: An Analysis of Trends in the United States. *Sociology of Education* 69 (1):22-34.
 - Philip Holmes-Smith (2006). *School Socio-Economic Density and Its Effect on School Performance*. School Research Evaluation and Measurement Service.
 - Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S (2002). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Second Edition. Newbury Park, CA: Sage.
 - Raudenbush, S. W., & Chan, W.S (1993). Application of Hierarchical Linear Models to Study Adolescent Deviance in an Overlapping Cohort Design. *Journal of Clinical and Consulting Psychology*, VO 61, NO 6, pp. 941-951.
 - Snijders T. & Bosker R (2000). *Multilevel Analysis*. Sage.
 - St.Lucia (2008). *Factors Influencing the Decision of Students from Low Socio-Economic Backgrounds to Enroll in Higher Education*. Research by the Equity Office the University of Queensland.
 - Stephen W. Raudenbush, Anthony Bryk, Richard Congdon (2004). *HLM 6: Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling*. Scientific Software International, Inc.
 - Stephen W. Raudenbush, Anthony S. Bryk (2002). *Hierarchical linear models: applications and data analysis methods (Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences)*. Sage publication, Inc.
 - Tom A. B. Snijders and Roel J. Bosker, (2004). *Multilevel Analysis*. SAGE, Publications, London.