تحلیل آماری نتایج آزمون کارشناسی ارشد بر اساس مدل‌های اثر تصادفی عضویت چندگانه و چندسطحی

احسان جمالی[1]، رقیه باقی یزدل[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۱

چکیده

مدل‌های عضویت چندگانه زیرکلاسی از مدل‌های چندسطحی هستند که در آنها برخی یا همه واحدهای سطح پایین‌تر در بیش از یک رده سطح بالاتر عضویت دارند. صرف نظر کردن از چنین ساختاری و تحلیل چنین جوامعی با مدل‌های چندسطحی معمولی موجب از دست رفتن اطلاعات و مخدوش شدن تحلیل‌ها می‌شود. با توجه به اهمیت و تاثیر قابل توجه سوابق تحصیلی بر نتایج آزمون‌ها از جمله آزمون کارشناسی ارشد، هدف از مقاله حاضر مقایسه مدل‌های اثر تصادفی عضویت چندگانه با مدل‌های چندسطحی معمولی برای جوامعی با ساختار عضویت چندگانه و تعیین عوامل اثرگذار بر نمره کل آزمون فوق می‌باشد. جامعه آماری مورد بررسی پذیرفته‌شدگان آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲ رشته آمار ریاضی می‌باشد. برآورد پارامترهای مدل با استفاده از روش‌های مونت کارلوی زنجیر مارکوفی و با استفاده از نرم افزار R انجام شده است. مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه و مدل چندسطحی متناظر با آن به داده‌ها برازش داده شد و بر اساس آماره انحراف، دو مدل با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که مدل‌بندی اثر تصادفی عضویت چندگانه برای جوامعی با ساختار عضویت چندگانه به مراتب بهتر از مدل چندسطحی معمولی متناظر با آن عمل می‌کند. همچنین نتایج حاصل از برازش مدل عضویت چندگانه نشان داد داوطلبانی که در مقطع کارشناسی در دو دانشگاه متفاوت تحصیل کرده بودند (داوطلبانی که دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته بودند) نسبت به سایر داوطلبان در آزمون کارشناسی ارشد عملکرد

[1]. استادیار سازمان سنجش آموزش کشور، تهران، ایران، ehsanjamali@gmail.com، (نویسنده مسئول)

[2]. کارشناس ارشد امور پژوهشی سازمان سنجش آموزش کشور، تهران، ایران.
baghiy_y@yahoo.com

بهتری از خود نشان دادند. همچنین متغیرهای معدل کارشناسی تاثیر مثبت و شغل و جنسیت تاثیر معکوس بر نمره کل نهایی پذیرفته‌شدگان آزمون کارشناسی ارشد داشتند.
کلمات کلیدی: مدل‌های چندسطحی؛ مدل‌های عضویت چندگانه؛ روش‌های مونت کارلوی زنجیر مارکوفی؛ آزمون کارشناسی ارشد.

مقدمه

امروزه ما در جامعه‌ای زندگی می‌کنیم که روز به روز در حال توسعه و پیشرفت‌های همه جانبه می‌باشد و تلاش برای دستیابی به موقعیت‌های خوب اجتماعی امری مهم و ضروری است. این مساله تلاش برای کسب موقعیت دانشگاهی بهتر و به تبع آن کسب شغل بهتر را ضروری می‌سازد. بهبود کیفیت آموزش و سرمایه‌گذاری در حوزه منابع آموزشی و انسانی از عواملی موثر بر رشد و توسعه همه جانبه کشورها به حساب می‌آیند. به خصوص ورود به نظام آموزش عالی که با جذب دانشجویان شایسته و مستعد می‌تواند نقشی اساسی و کلیدی در توسعه و پیشرفت کشور داشته باشد، باید به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد. نیروی انسانی کارآمد با دانش تخصصی مورد نیاز، به عنوان برجسته‌ترین عامل پیشرفت هر کشور خواهد بود، طوری که توسعه همه جانبه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی با توسعه علمی و فناوری گره خورده است و این مستلزم توسعه آموزشی و از جمله گسترش کمی و ارتقای کیفی آموزش عالی است. در چشم‌انداز بلندی که در آستانه تدوین برنامه چهارم توسعه برای سال‌های آینده کشور تدوین و تصویب شده است، یکی از محورهای اساسی این چشم‌انداز، «توسعه مبتنی بر دانایی» تعیین شده است که به نوبه خود مستلزم آموزش مادام‌العمر و دسترسی همگان به فرصت‌های برابر آموزشی، تعیین کیفیت آموزش‌های پایه و توسعه سرمایه انسانی با افزایش آموزش عالی و ایجاد مهارت‌های پایه و قابلیت‌های کانونی و یادگیری چگونه آموختن است (فراستخواه، ۱۳۸۷). از این‌رو افزایش دسترسی به آموزش عالی و حرکت به سوی همگانی کردن آن از پیش شرط‌های اساسی برنامه اولویت‌های ملی توسعه علوم و فناوری در کشور است (مهرمحمدی و فراستخواه، ۱۳۸۱).

نظام آموزش عالی به عنوان نهادی که حامل رسالت خطیر آموزش می‌باشد می‌بایست نیروی متخصص خود در امر آموزش را به بهترین شکل ممکن گزینش نماید. تاثیر این نظام در توسعه اجتماعی و اقتصادی کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه اهمیت چگونگی فرایند سنجش و گزینش داوطلبان را برای ورود به دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کشور دو چندان می‌کند. در کشور ما به دلیل بالا بودن تقاضا برای ورود به آموزش عالی، بخصوص در کد رشته محل‌های پرطرفدار و محدودیت ظرفیت این رشته‌ها، آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها به مساله‌ای مهم برای داوطلبان و خانواده‌های آنها تبدیل شده است و در این راستا برای کسب بهترین نتیجه تلاش‌های

زیادی از سوی آنها صورت می‌پذیرد و این موضوع اهمیت بکارگیری مدل‌های مناسب، دقیق و جامع در خصوص سنجش و گزینش عادلانه داوطلبان این آزمون‌ها را نمایان می‌سازد. استفاده از مدل‌های نامتناسب با ساختار جامعه داوطلبان موجب بی‌توجهی به سوابق تحصیلی آنها و از دست دادن اطلاعاتی اثرگذار در نتایج داوطلبان خواهد شد و به بیانی دیگر گمشدگی آموزشی اتفاق خواهد افتاد. داده‌های آموزشی مربوط به این آزمون‌ها دربرگیرنده حالتی است که همبستگی بین مشاهدات درون یک گروه غیرقابل چشم‌پوشی است. مدل‌های چندسطحی به دلیل ماهیت ذاتی‌شان ابزار مناسبی برای تحلیل داده‌هایی با ویژگی همبستگی درون گروهی هستند. این مدل‌ها تعمیمی از مدل‌های رگرسیون خطی هستند که در آنها پارامترها در بیش از یک سطح تغییر می‌کنند. لذا اصلی‌ترین ویژگی داده‌های چندسطحی مربوط به گروه‌بندی آنها است بطوری که این گروه‌ها معمولا بصورت تصادفی انتخاب می‌شوند. در روش‌های کلاسیک یک سطحی (مانند رگرسیون) برخلاف تحلیل چندسطحی، ناهمگنی موجود در داده‌ها نادیده گرفته می‌شود. علاوه بر این نقص می‌توان به عدم امکان تعمیم نتایج راجع به گروه‌بندی به کل گروه و عدم کشف تغییرپذیری منتسب به گروه به عنوان معایب دیگر مدل‌های مرسوم رگرسیون اشاره کرد (گلمن و هیل[1] ۲۰۰۷). استفاده از تحلیل چندسطحی امکان شناسایی علل موثر بر ناهمسانی واریانس را فراهم می‌کند. این مدل‌ها با اعمال استقلال بین گروهی و همبستگی درون گروهی در تحلیل‌ها، دقت برآوردهای مدل را افزایش می‌دهند (هاکس[2] ۲۰۰۲). مدل‌های چندسطحی همانطور که از نام آنها نیز مشخص است به وجود سطوح متفاوت اشاره دارند که این سطوح عوامل مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. به گونه‌ای که واحدهای هر سطح در واحدهای سطح بالاتر از خود آشیانه شده‌اند. لذا ساختار و ماهیت داده‌های آموزشی و به ویژه نتایج مربوط به سنجش علمی داوطلبان در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها، بکارگیری مدل‌های چندسطحی (سلسله‌مراتبی) را ضروری می‌سازد.

مثال‌های متنوع آموزشی وجود دارند که جامعه مورد مطالعه آنها ذات چندسطحی را در خود دارد. تعریف سطوح در این مقوله به همان لایه‌های سلسله‌مراتبی و یا آشیانه‌ای جامعه برمی‌گردد (گلداستین[3] ۲۰۱۰). به عنوان مثالی از این دست، می‌توان به داوطلبان آزمون‌های کارشناسی ارشد در استان‌های مختلف اشاره نمود که داوطلبان در سطح اول و استان‌ها در سطح دوم قرار می‌گیرند. چون بین داوطلبان هر استان (از نظر سطح برخورداری و برخی ویژگی‌های دیگر) همبستگی وجود دارد، لذا صرفنظر از این همبستگی می‌تواند منجر به نتایج نادرست آماری گردد. توجه شود که چنانچه هدف تعمیم نتایج حاصل از استان‌های انتخابی به کل کشور باشد، استان‌ها نیز به عنوان یک نمونه تصادفی در نظر گرفته می‌شوند. تحلیل اینگونه داده‌ها با مدل‌های مرسوم مانند رگرسیون معمولی یا تحلیل واریانس که استفاده از آنها بر مبنای فرض استقلال مشاهدات استوار است، موجب

---

1. Gelman and Hill
2. Hox
3. Goldstein

می‌شود خطای استاندارد پارامترهای موجود در مدل کم برآورد شوند (هاکس، ۲۰۰۲). در عوض شکل‌های مختلف مدل‌های چندسطحی و تنوع نرم‌افزارهای کاربردی در این حوزه، این مشکلات را برطرف می‌سازند. جمالی (۱۳۹۲) برخی از مزایای مدل‌های چندسطحی را به شرح زیر برشمرد: الف) ناهمسانی و پیچیدگی‌های واقعی بین گروه‌ها و عاملان مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد، ب) همبستگی بین مشاهدات یا ساختار تو در تو در نظر گرفته می‌شود، ج) فرمول‌بندی و آزمون فرض‌های اثر متقابل بین سطوح میسر می‌شود و د) مطالعه تغییر مقادیر متغیرها در طی زمان امکان‌پذیر می‌شود.

تشریح جامع‌تری از این مدل‌ها در اسنایدر و بوسکر[1] (۱۹۹۹)، گلمن و هیل (۲۰۰۷) و گلداستین (۲۰۱۰) موجود است.

از دگرسو، کاربردهای وسیع مدل‌های چندسطحی در علوم مختلف از جمله علوم انسانی، باعث گسترش روز افزون آنها از نقطه نظر کاربردی و تئوری شد. در میان این کاربردها، بکارگیری مدل‌های چندسطحی برای موضوعات آموزشی مربوط به آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها یکی از نگرانی‌های محققان بین‌المللی علاقمند به مسائل آموزشی بوده و هست. به عنوان مثال، باقی و گل‌علی‌زاده (۱۳۹۶) در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل نتایج آزمون کارشناسی ارشد بر اساس مدل‌های اثرتصادفی رده‌بندی متقاطع و چندسطحی: مقایسه دو رویکرد» با استفاده از مدل چندسطحی توام با رده‌بندی متقاطع به تحلیل نتایج آزمون کارشناسی ارشد پرداختند. نتایج آنها نشان داد تغییر در نمره کل در بین پذیرفته شدگان بیشتر متاثر از تغییر در استان محل اقامت آنهاست و جنسیت و نوع شغل تاثیری معکوس و معدل تاثیری مثبت بر نمره (نمره کل نهایی) پذیرفته شدگان دارند. حبیبی، خدایی، جمالی، باقی و خلقی (۱۳۹۵) در مقاله خود با عنوان «شناسایی عوامل موثر در پیش‌بینی پیشرفت تحصیلی دانشجویان: بر اساس اطلاعات تحصیلی مقطع متوسطه و کنکور سراسری» نشان دادند میانگین معدل کارشناسی در گروه زنان بیشتر از گروه مردان است. معدل دیپلم، گرایش تحصیلی دوره متوسطه (انسانی و معارف اسلامی)، جنسیت و میانیگن دروس تخصصی در آزمون سراسری فارغ‌التحصیلان با پیشرفت تحصیلی در دانشگاه آنها ارتباط دارند. جمالی (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌های چندسطحی در علوم انسانی: مطالعه موردی داوطلبان آزمون سراسری»، با استفاده از مدل‌های چندسطحی معمولی در آزمون سراسری نشان داد اختلاف معناداری بین نمره‌های زنان و مردان وجود دارد 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.

فیلدینگ، یانگ و گلداستین[1] (۲۰۰۴) با بکارگیری مدل چندسطحی با پاسخ رسته‌ای به تحلیل داده‌های حاصل از آزمون‌های سطح پیشرفته آموزشی قبل از دانشگاه در انگلستان و ولز پرداختند.

[1]. Snijder and Bosker

پاگانی و سگیری[۲](۲۰۰۳) با استفاده از مدل لوجیت چندسطحی به بررسی تاثیر فاکتورهای وضعیت اجتماعی-اقتصادی خانواده، نوع دبیرستان، محل تحصیل و معدل دوره دبیرستان بر موفقیت دانشگاهی دانش‌آموزان پرداختند. همچنین، کاسموپولو و پانارتوس[۳](۱۹۹۸) با استفاده از مدل‌های چندسطحی به بررسی کارایی مدارس و کشف عوامل تاثیرگذار بر عملکرد دانش‌آموزان در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌های یونان پرداختند. از طرفی، اگر شخصی علاقمند به بررسی تاثیر دانشگاه‌های مقاطع قبلی داوطلبان بر نمره آنها در آزمون کارشناسی ارشد باشد، و برخی از داوطلبان در بیش از یک دانشگاه در مقاطع قبلی تحصیل کرده باشند، استفاده از مدل‌های عضویت چندگانه ضروری می‌نماید. بررسی منابع موجود در رابطه با مدل‌های عضویت چندگانه نشان می‌دهد که فعالیت‌های نسبتاً چشمگیری در سایر کشورها در این زمینه صورت گرفته است اما هیچکدام از این پژوهش‌ها به تحلیل و بررسی نتایج آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها با استفاده از مدل عضویت چندگانه نپرداخته‌اند. به عنوان مثال کیم، آلی، تیم و ویرزبا[۴](۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان «تاثیر عوامل خطرساز اجتماعی-زیست محیطی بر مرگ، در دوره نخست بزرگسالی در دو منطقه ساحلی ویتنام»، با بکارگیری مدل عضویت چندگانه بصورت فضایی به بررسی داده‌های مرگ و میر در آنجا پرداختند. ترانمر، استیل و براون[۵](۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان «مدل‌های رده‌بندی چندگانه توام با عضویت چندگانه برای وابستگی‌های گروهی و شبکه‌های اجتماعی»، ترکیب مدل‌های رده‌بندی متقاطع و عضویت چندگانه را برای بررسی شبکه‌های اجتماعی و وابستگی گروه‌هایی که افراد در آن‌ها حضور دارند، بکار گرفتند. این مدل‌ها اثر توام وابستگی گروه‌های اجتماعی افراد و شبکه‌های اجتماعی را در نظر می‌گیرند. در چنین مدل‌هایی هر فرد به بیش از یک زیرگروه مرتبط شده است و یا در برخی از موارد با هیچ زیرگروهی ارتباط ندارد. اسمیت[۶]و برتواس (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان «تاثیر استفاده از الگوی وزن‌دهی اشتباه در مدل‌بندی اثر تصادفی عضویت چندگانه»، تاثیر انتخاب الگوی وزن‌دهی را بر برآورد پارامترهای مدل عضویت چندگانه با استفاده از شبیه‌سازی و داده‌های واقعی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که انتخاب الگوی وزن‌دهی تاثیر زیادی بر اریبی نسبی پارامترهای مدل و رتبه‌های باقیمانده‌های سطح دوم ندارد. لی[۷](۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «توسعه مدل منحنی رشد رده‌بندی متقاطع توام با عضویت چندگانه برای داده‌های طولی»، توسیعی از مدل رده‌بندی متقاطع با عضویت چندگانه را برای داده‌های طولی ارائه کرد. نتایج شبیه سازی توسط چانگ و براتوس[۸](۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با عنوان «عواقب چشم‌پوشی از

---

2. Fielding, Yang and Goldstein
3. Pagani and Seghieri
4. Kosmopoulou and Panaretos
1. Kim , Ali, Thiem, and Wierzba
2. Tranmer, Steel, and Browne
3. Smith
4. Li
5. Chang and Beretvas

ساختار عضویت چندگانه داده‌های سلسله مراتبی» نشان داد که چشم پوشی از ساختار عضویت چندگانه در داده‌ها باعث کم برآوردی ضرایب رگرسیونی و همچنین کم برآوردی واریانس سطح دوم و متناظر با آن، بیش برآوردی واریانس سطح اول می‌شود. آنها همچنین به منظور ارزیابی اثر حذف عضویت چندگانه از ساختار داده‌ها به بررسی سیستم وزن‌دهی پرداختند. علاوه بر دو روش متداول، آن‌ها وزن‌دهی را از زاویه‌ای دیگری نیز مورد توجه قرار دادند. طبق نظر آن‌ها وزن‌ها را می‌توان با استفاده از ترکیب عواملی که بر تخصیص هر رده سطح دوم به واحد سطح اول اثر می‌گذارد نیز در نظر گرفت. علاوه بر این آن‌ها بیان می‌کنند که محقق می‌تواند راهبرهای متفاوتی را برای وزن‌دهی اختیار کند و با مقایسه‌ی مدل‌های برآورد شده، روش بهینه را انتخاب کند. اما آن‌ها در مطالعه عملی خود از سیستم وزن‌دهی متناسب با زمان استفاده کردند. بروان[1](۲۰۰۹) در مقاله‌ای با عنوان «مدل‌بندی چندسطحی» و بروان، گلداستین و راسباش (۲۰۰۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌های رده‌بندی چندگانه توام با عضویت چندگانه» روند وزن‌دهی مساوی و متناسب با طول زمان تعلق واحد سطح اول به رده‌های سطح دوم را مطرح و در مثال‌های کاربردی مورد استفاده قرار دادند.

با توجه به موارد مذکور در خصوص تحقیقات به عمل آمده با بکارگیری مدل‌های چندسطحی در حوزه آموزش، متغیرهای مختلفی بر عملکرد تحصیلی تاثیرگذارند که بسته به جوامع مورد بررسی متفاوت می‌باشند. اما همانطور که بررسی پیشینه پژوهش نیز نشان می‌دهد هیچکدام از تحقیقات در خصوص بررسی نتایج آزمون‌ها با بکارگیری مدل عضویت چندگانه انجام نشده است.

مبانی نظری

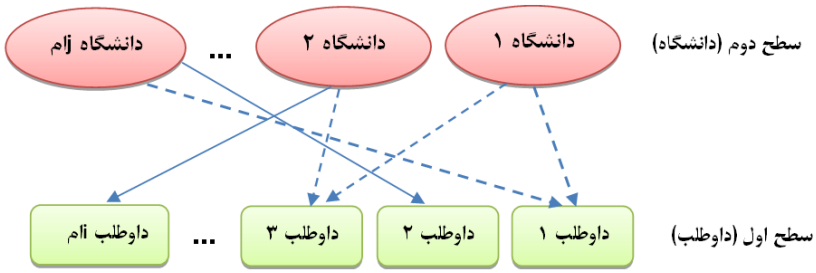
اهمیت آموزش و نتایج چشمگیر آن بر ابعاد مختلف یک جامعه موجب شده تا همواره تحقیق در این حوزه و به ویژه عملکرد تحصیلی دانشجویان و دانش‌آموزان مورد توجه پژوهشگران باشد. محققین عوامل گوناگونی را در موفقت تحصیلی موثر دانسته‌اند. اما با توجه به اینکه جوامع گوناگون از لحاظ فرهنگی و اجتماعی متفاوت هستند لذا نمی‌توان یک قانون یکسان را برای همه آنها بیان کرد. عوامل مختلفی مانند جنسیت، وضعیت تحصیلی قبل از دانشگاه، نوع دوره تحصیلی در دانشگاه، سطح درآمد والدین، دیدگاه افراد جامعه (خانواده‌ها) به تحصیلات، امکانات آموزشی و رفاهی، تفاوت‌های فرهنگی و سنتی و غیره همه از عواملی هستند که می‌توانند در یک جامعه بر شکست یا موفقیت تحصیلی تاثیرگذار باشند (نگوین[2] ۲۰۰۶). بررسی پژوهش‌های مختلف در این حوزه نشان داد که تقریبا تمامی این پژوهش‌ها با استفاده از مدل‌های آماری مشابهی صورت پذیرفته‌اند و حتی در برخی از موارد ساختار واقعی جامعه مورد بررسی در نظر گرفته نشده است و

[1]. Brown
[2]. Nguyen

در برخی از آنها به دنبال بکارگیری مدل آماری نامناسب، ارائه نتایج آماری مخدوش صورت پذیرفته است.

بررسی روند تحولات نظام آموزش عالی و اهداف آن نشان می‌دهد نظام آموزش عالی در صورتی به اهداف خود نائل می‌گردد که از نظر کیفیت آموزش در شرایط لازم و مطلوب باشد و دانشجویان به پیشرفت‌های تحصیلی مطلوب دست یابند (سیز و ساوی[3] ۲۰۱۰). با این وجود در بین پژوهش‌های مربوط به حوزه آموزش، توجه به موفقیت دانشجویان در آزمون‌های دانشگاهی مقاطع بالاتر کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین بررسی روند موفقیت تحصیلی در مقاطع مختلف دانشگاهی و نیز عوامل موثر بر موفقیت داوطلبان در آزمون‌های دانشگاهی می‌تواند مفید باشد. با توجه به اهمیت همه جانبه نتایج آزمون‌ها در ابعاد مختلف فردی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و ... و نظر به اینکه نمره آزمون داوطلبان به عنوان ملاک جایابی آنها در موقعیت‌های دانشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا در تحقیق حاضر به منظور شناسایی عوامل موثر بر نمره کل نهایی داوطلبان در آزمون کارشناسی ارشد، متغیرهای در دسترس جنسیت، معدل مقطع کارشناسی، استان محل اقامت، وضعیت اشتغال و نوع مدرک کارشناسی (کارشناسی پیوسته-کارشناسی ناپیوسته) انتخاب شدند تا مورد تحلیل و بررسی قرار گیرند. نکته قابل توجه در ساختار جامعه مورد بررسی داوطلبانی هستند که دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته می‌باشند و دست کم برخی از آنها در دو دانشگاه متفاوت در مقطع کاردانی و کاردانی به کارشناسی تحصیل کرده‌اند. لذا از آنجایی که یکی از اهداف این تحقیق بررسی نقش دانشگاه (علاوه بر سایر متغیرها) بر موفقیت در آزمون کارشناسی ارشد (نمره کل نهایی) است و برخی از داوطلبان در دو دانشگاه تحصیل کرده‌اند، مدل چندسطحی معمولی نمی‌تواند برای چنین ساختاری مورد استفاده قرار گیرد. مدل مناسب برای جوامعی با چنین ساختاری مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه است. بنابراین یک مدل دوسطحی که در سطح دوم آن (دانشگاه) برخی از داوطلبان در بیش از یک رده (دانشگاه) عضویت دارند به جامعه مورد بررسی برازش داده می‌شود. شایان ذکر است که مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه تا کنون در تحقیقات علمی داخل کشور مورد بررسی و استفاده قرار نگرفته است. چارچوب نظری این پژوهش به صورت شکل ۱ است:

[3]. Siyez and Savi



شکل ۱) مدل نظری عضویت چندگانه

در شکل ۱، فلش‌های نقطه چین عضویت یک داوطلب را در بیش از یک دانشگاه (در اینجا دو دانشگاه) نشان می‌دهند. همانطور که ملاحظه می‌شود به عنوان مثال داوطلب اول (در دانشگاه ۱ و j) و داوطلب سوم (در دانشگاه ۱ و ۲) در دو دانشگاه عضویت دارند.

با توجه به مطالب مذکور و مدل نظری ارائه شده، اهداف پژوهش حاضر به قرار زیر می‌باشند:

۱) معرفی مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه

۲) ارائه روش نوین در تخصیص وزن‌ها

۳) مقایسه مدل عضویت چندگانه با مدل چندسطحی متناظر با خود برای جوامعی با ساختار عضویت چندگانه

۴) تعیین اثر عوامل مختلف (از قبیل جنس، معدل کارشناسی، نوع مدرک کارشناسی (پیوسته-ناپیوسته)، استان اقامت، وضعیت اشتغال، دانشگاه فارغ‌التحصیلی) بر نمره کل نهایی داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد

روش شناسی پژوهش

روش تحقیق پژوهش حاضر پیمایشی و از نوع تحلیل همبستگی است. این روش به منظور کشف واقعیت‌های موجود یا آنچه هست انجام می‌شود. در واقع این روش پژوهشی به منظور توصیف کردن یک جامعه‌ی تحقیقی در زمینه‌ی توزیع یک پدیده‌ی معین انجام می‌شود. به همین دلیل محقق درباره‌ی علت وجودی توزیع بحث نمی‌کند، بلکه تنها به «چگونگی» آن در جامعه‌ی مورد پژوهش می‌پردازد و آن را توصیف می‌کند. به عبارت دیگر آنچه محقق می‌خواهد بداند این است که چطور افراد یک جامعه بر اساس یک متغیر در جامعه توزیع پیدا کرده‌اند (دلاور، ۱۳۸۵). جامعه آماری پژوهش حاضر پذیرفته‌شدگان آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲ در رشته آمار ریاضی می‌باشد. از بین ۱۱۷۹۵ داوطلب شرکت کننده آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲در گروه آمار، ۹۰۰ داوطلب پذیرفته شده در گرایش آمار ریاضی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی، مورد

بررسی و تحلیل قرار گرفتند. هدف اصلی پژوهش برازش مدل عضویت چندگانه و چندسطحی به داده‌های جامعه‌ای با ساختار عضویت چندگانه و مقایسه نتایج حاصل است. شایان ذکر است که در انتخاب جامعه پژوهش این مساله مد نظر قرار داده شد که بین پذیرفته شدگان داوطلبانی با مدرک کارشناسی ناپیوسته وجود داشته باشند. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از سازمان سنجش آموزش کشور و در دو بخش اطلاعات ثبت نامی و اطلاعات آزمونی دریافت شد و با تهیه فایل اطلاعاتی کامل بر اساس هدف پژوهش و استفاده از روش‌های تحلیلی و آماری متناسب با ساختار داده‌ها (آماره‌های توصیفی و تحلیل مدل‌های چندسطحی (مدل‌بندی اثر تصادفی عضویت چندگانه) و بکارگیری نرم افزار آماری R به تجزیه و تحلیل آنها پرداخته شد. در ادامه ابتدا ساختار مدل تشریح و سپس بکارگیری و مقایسه آن با مدل چندسطحی معمولی در یک مثال کاربردی ارائه شده است.

مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه

نوع دیگری از ساختار مدل‌بندی چندسطحی، مدل اثر تصادفی عضویت چندگانه است. این وضعیت در مواقعی پیش می‌آید که واحدهای سطح پایین‌تر به صورت سلسله مراتبی عضو بیش از یک رده سطح بالاتر باشند. به عنوان مثال فرض کنید هدف بررسی اثر (نقش) دانشگاه[1]مقطع قبلی داوطلبان[2]بر نمرات کل آنها در آزمون‌های کارشناسی ارشد باشد، این امکان وجود دارد که برخی از داوطلبان دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته باشند، لذا این افراد مقطع کاردانی را نیز گذرانده‌اند و بنابراین نمرات آنها در آزمون ارشد می‌تواند در معرض اثر بیش از یک دانشگاه باشد، دانشگاه مقطع کاردانی و دانشگاه مقطع کارشناسی. می‌توان انتظار داشت که صرف نظر از چنین عضویت‌های چندگانه برای افراد تحلیل اصلی مدل را مخدوش نماید.

نمادگذاری سطح دوم ساختار سلسله مراتبی مدل مولفه واریانس به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$y_i = X_i\beta + u^{(۲)}_{university(i)} + e^{(۱)}_{student(i)} \qquad (۱)$$

$$university(i) \in \{۱,\ldots,J\}$$

$$student(i) \in \{۱,\ldots,N\}$$

$$u^{(۲)}_{university(i)} \sim N(۰,\sigma^{۲}_{u^{(۲)}})$$

$$e^{(۱)}_{student(i)} \sim N(۰,\sigma^{۲}_{u^{(۱)}}).$$

[1]. university
[2]. students

همانگونه که توسط زیرنویس‌های اثرات تصادفی مشخص گردیده است، داوطلبان سطح اول و دانشگاه‌ها سطح دوم مدل را تشکیل می‌دهند. با پیروی از هیل و گلداستین (۱۹۹۸) و راسباش[3] و براون (۲۰۰۱) برای نشان دادن ساختار پایه‌ای رده‌بندی سطح دوم شکل ۱ که در آن برخی از داوطلبان تحت تاثیر بیش از یک دانشگاه می‌باشند، مدل به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$y_{i\{j\}} = X_{i\{j\}} + \sum_{h=1}^{J} u_{0h} w_h + e_{0i\{j\}}, \qquad i = 1,\ldots,N, \quad j = 1,\ldots,J \qquad (2)$$

که در آن u_{0h} اثر تصادفی مربوط به رده hام سطح دوم، w_h وزن تخصیص داده شده به رده hام و J تعداد رده‌های سطح دوم است. فرضیات مدل عبارت است از:

$$u_{0h} \sim N(0, \sigma^2_{u_0}), \quad e_{0i\{j\}} \sim N(0, \sigma^2_{e_0}).$$

به طوریکه به ازای هر واحد سطح اول (داوطلب) داریم: $\sum_{h=1}^{J} w_h = 1$، این بدان معناست که مجموع وزن‌های تخصیص داده شده به J رده سطح دوم به ازای هر داوطلب برابر با یک است. اگر داوطلبی فقط در یک رده از سطح دوم عضویت داشته باشد، وزن تخصیص داده شده به آن رده برابر با ۱ و واضح است که وزن تخصیص داده شده به سایر رده‌های سطح دوم، صفر است. نماد $\{j\}$ به معنای مجموعه کامل دانشگاه $\{1,2,\ldots,j\}$ است و به صورت زیرنویس در کمیت‌های مختلف برای فهم طبیعت مدل عضویت چندگانه دوسطحی به کار می‌رود. واحدهای سطح اول به صورت یکتا با i نشانه‌گذاری می‌شوند و ممکن است عضو برخی (یا حتی همه) دانشگاه‌ها در $\{j\}$ باشند. نماد h بطور یکتا برای مشخص سازی دانشگاه‌ها بکار می‌رود. w_hها وزن‌های از پیش تخصیص داده شده به دانشگاه‌ها هستند. به عنوان مثال فرض کنید که به طریقی مشخص شد داوطلب سوم (فرد با برچسب شماره ۳) در دو دانشگاه حضور داشته است و این دانشگاه‌ها شماره ۷ و ۱۴ بوده‌اند. بعلاوه، فرض کنید وزن انتساب این دو دانشگاه به ایشان به ترتیب ۰,۶ و ۰,۴ است، آنگاه مدل برای این داوطلب به صورت زیر می‌شود:

$$y_{3\{j\}} = X_{3\{j\}}\beta + 0.6u_{07} + 0.4u_{014} + e_{03\{j\}}.$$

بایستی توجه داشت که برای این داوطلب وزن دیگر دانشگاه‌ها در مجموعه $\{j\}$ همگی صفر است. اما با فراهم بودن نماد رده‌بندی، مدل مرتبط با نمودار ب در شکل ۱ را می‌توان بدین صورت نوشت:

---

[3]. Rasbash

$$y_i = X_i\beta + \sum_{h\in university(i)} u_h^{(2)} w_{i,h} + e^{(1)}_{student(i)} \qquad (۳)$$

$$\sum_{h=1}^{J} w_{i,h} = 1 \qquad \text{به ازای هر داوطلب}$$

$$university(i) \subset \{1,\ldots,J\}$$

$$student(i) \in \{1,\ldots,N\}$$

$$u_h^{(2)} \sim N(0, \sigma^2_{u^{(2)}}), \quad h \in \{j\} = \{1,\ldots,J\}$$

$$e^{(1)}_{student(i)} \sim N(0, \sigma^2_{u^{(1)}}).$$

اکثر مولفه‌های مورد استفاده در این مشخص سازی مشابه نمادگذاری‌های قبلی است. توجه کنید که از نماد $\subset$ در تعریف تابع رده‌بندی university(i) به جای نماد قبلی $\in$ استفاده شده است. در مدل دوسطحی معمولی مربوط به نمودار الف شکل ۱، هر مورد i به طور یکتا به یک دانشگاه تخصیص داده می‌شد، اما اکنون این تابع بیش از یک دانشگاه را در مجموعه $\{1,2,\ldots,j\}$ تخصیص می‌دهد. نماد $\subset$ به معنای زیرمجوعه است و می‌تواند به این گونه تفسیر شود که university(i) در حال تخصیص بیش از یک عضو از عناصر مجموعه $\{1,2,\ldots,j\}$ به یک واحد خاص سطح اول است.

آسان‌ترین روش برای در نظر گرفتن عضویت چندگانه، تخصیص هر واحد سطح اول حداکثر به یک رده‌ی سطح دوم است اما همانطور که در گلداستین (۲۰۱۰) نشان داده شده است، این نحوه تخصیص وقتی واقعا واحد سطح اول دارای عضویت چندگانه است (یعنی در بیش از یک رده سطح بالاتر عضویت دارد) منجر به کم برآوردی واریانس سطح بالاتر (سطح دوم) می‌شود. مدل‌بندی عضویت چندگانه، تمامی رده‌های مرتبط با هر واحد سطح اول را با تخصیص وزن به آنها در نظر می‌گیرد که این وزن‌ها اثر نسبی مجزای هر رده سطح دوم را نشان می‌دهند. بنابراین هر فرد (یا هر واحد سطح اول) وزن‌های مجزای ۱ تا n_2 (تعداد رده‌های سطح دوم) را برای رده‌های سطح دوم دارد. در حالی که تنها یک توزیع مشترک برای تمام رده‌های سطح دوم وجود دارد، اما هر فرد با رده‌های سطح دوم به صورت مجزا مرتبط است.

به منظور ترقیق اثر سطح دوم، متوسط وزن‌های تخصیص داده شده به رده‌های سطح دوم بکار می‌رود (فیلدینگ و گلداستین، ۲۰۰۶). به عنوان مثال، به یک فرد برای دو رده متفاوت از سطح دوم وزن‌هایی تخصیص داده می‌شود که هر کدام اثری برابر یک انحراف استاندارد بر روی میانگین دارند. در این حالت، اثر کلی یک انحراف استاندارد بر روی میانگین در مدل عضویت چندگانه لحاظ می‌شود. بیشترین ترقیق این اثرات در مدل عضویت چندگانه، هنگام تخصیص وزن‌های مساوی به رده‌های سطح بالاتر مشاهده می‌شود. در این هنگام واریانس فرد iام بین دو رده j و j' سطح دوم

برابر $(w_{ij}^{۲} + w_{ij'}^{۲})\sigma_u^{۲}$ است که این واریانس موقعی که وزن‌ها مقداری مساوی داشته باشند کمترین مقدار خود را دارد.

مدل عضویت چندگانه و محاسبه واریانس بین دو رده سطح دوم بر مبنای این فرض است که اثرات تصادفی برای تمامی رده‌های سطح دوم بصورت دو به دو مستقل باشد (استیل، کلارک و واشبروک[1] ۲۰۱۳). در شرایط واقعی، این فرض به این معنی است که به شرط متغیرهای تبیینی مدل، تخصیص اثر به افراد مبتنی بر تناسب فرد با پاسخ نیست.

بطور کلی در مدل‌بندی عضویت چندگانه دو روش متداول برای تخصیص وزن‌ها وجود دارد. اگر هیچگونه اطلاعی از چگونگی ارتباط واحد خاص سطح اول با رده‌های سطح دوم در اختیار نباشد، آنگاه تخصیص وزن‌های مساوی منطقی خواهد بود و در حالت دوم آگاهی از مدت زمان ارتباط واحدهای سطح اول با رده‌های سطح دوم می‌تواند برای ایجاد وزن‌هایی متناسب با طول زمان استفاده شود (چانگ و برتواس، ۲۰۱۲). به طور متداول انتخاب وزن‌ها به خود محقق بستگی دارد. در موضوعات آموزشی معمولا وزن تخصیص داده شده به هر رده از سطح دوم، متناسب با طول زمان ارتباط هر واحد خاص سطح اول با آن رده‌ها در نظر گرفته می‌شود. اما محقق می‌تواند با استفاده از الگوریتم‌های متفاوتی این وزن‌ها را در نظر گیرد. برای مثال مورد بحث در مدل عضویت چندگانه دانشگاه و داوطلب، محقق می‌تواند وزن بیشتری را به دانشگاهی که داوطلب در آن حضور بیشتری داشته اختصاص دهد. واضح است که باید وزن کمتر به دانشگاهی که داوطلب در آن حضور کمتری داشته است تخصیص داده شود. به عنوان مثال اگر داوطلب در دانشگاه مقطع کاردانی پنج ترم و در دانشگاه مقطع کارشناسی چهار ترم تحصیل کرده باشد، در اینصورت سیستم وزن‌دهی متناسب با زمان، وزن‌های $\frac{۵}{۹}$ و $\frac{۴}{۹}$ را به ترتیب به دانشگاه‌های مقطع کاردانی و کارشناسی آن داوطلب تخصیص می‌دهد. توجه داشته باشید که در سطح دوم مدل، وزن‌ها تنها برای واحدهایی قابل تعریف هستند که ساختار عضویت چندگانه برای آنها برقرار باشد. یک بودن مجموع وزن‌های تخصیص داده شده به رده‌های مرتبط با هر واحد خاص سطح اول در تمامی حالات قیدی ضروری است. در پژوهش حاضر براساس نظر محققین و اطلاعات موجود در سازمان سنجش آموزش کشور، میزان درصد قبولی دانشگاه مقطع کارشناسی داوطلبان به عنوان وزن تخصیص داده شده به دانشگاه مقطع کارشناسی داوطلبان در نظر گرفته شده است. این درصد از تقسیم تعداد قبول شدگان دانشگاه A بر تعداد کل شرکت کنندگان دانشگاه A در آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲ حاصل شده است.

برای برآورد بیزی پارامترهای، مدل عضویت چندگانه دوسطحی زیر را در نظر بگیرید:

[1]. Steel, Clark and Washbrook

$$y_i = X_i\beta + \sum_{j\in j_1(i)} w_{ij}^{(2)} u_j^{(2)} + e_i \qquad (4)$$

که در آن X_i ماتریس متغیرهای تبیینی مرتبط با واحد iام سطح اول، β بردار اثرات ثابت، $u_j^{(2)} \sim N(0,\sigma_{u^{(2)}}^2)$ اثر تصادفی رده jام سطح دوم از مجموعه رده‌های مرتبط با واحد iام سطح اول ($j_1(i)$)، $w_{ij}^{(2)}$ وزن تخصیص داده شده رده jام سطح دوم به واحد iام سطح اول و $e_i \sim N(0,\sigma_e^2)$ خطای مرتبط با واحد iام سطح اول است.

بر اساس مدل فوق پارامترهای نامعلوم را می‌توان را به چهار مجموعه مجزا تفکیک کرد: اثرات ثابت β، اثرات تصادفی سطح دوم ($u_j^{(2)}$)، واریانس سطح دوم ($\sigma_{u^{(2)}}^2$) و واریانس خطای سطح اول (σ_e^2).

برای برآورد بیزی پارامترهای مدل لازم است استخراج‌های تصادفی از توزیع شرطی هر یک از این چهارگروه از پارامترهای نامعلوم تولید شوند. الگوریتم MCMC در چارچوب بیز بکار می‌رود و بنابراین لازم است توزیع‌های پیشین برای پارامترهای نامعلوم در نظر گرفته شود. بطور کلی پیشین نرمال چندمتغیره برای اثرات ثابت و نرمال یک متغیره برای اثرات تصادفی سطح دوم استفاده می‌شود و پیشین‌های خی دو معکوس مقیاس[1](SI) برای مولفه‌های واریانس در نظر گرفته می‌شود. در ادامه هر دو مدل چندسطحی و عضویت چندگانه به داده‌ها برازش داده شده‌اند و برآورد نقطه‌ای پارامترها نیز با استفاده از الگوریتم MCMC به دست آمده‌اند.

مثال کاربردی و یافته‌ها

در پژوهش حاضر نتایج آزمون کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲ در گروه آمار، گرایش آمار ریاضی برای برازش مدل عضویت چندگانه مورد استفاده قرار گرفته است و با استفاده از اطلاعات موجود در سازمان سنجش آموزش کشور، داده‌های مورد نیاز از دو بخش کلی ذیل تهیه شده است:

الف) اطلاعات ثبت‌نامی: جنسیت، معدل مقطع کارشناسی، استان محل اقامت، وضعیت اشتغال پذیرفته شدگان، دانشگاه مقطع کاردانی (برای پذیرفته شدگانی که مدرک کارشناسی آنها ناپیوسته است) و دانشگاه کارشناسی.

ب) اطلاعات آزمونی: نمره کل نهایی.

تعداد کل شرکت کنندگان در گروه آمار، برابر با ۱۱۷۹۴ نفر بودند. بنا به نتایج نهایی اعلام شده توسط سازمان سنجش آموزش کشور از این تعداد ۹۰۰ داوطلب در گرایش آمار ریاضی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته شده‌اند. بعلاوه، از این تعداد ۶۲۷ نفر از پذیرفته شدگان

[1]. Scaled Inverse

زن و ۲۷۳ نفر مرد بودند. همچنین تعداد ۵۷ نفر از این پذیرفته شدگان دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته بوده و در مقطع کاردانی نیز تحصیل کرده بودند (۳۷ زن و ۲۰ مرد). بیشترین نمره کل در بین این پذیرفته شدگان ۹۷۶۳ و کمترین ۱۷۲۱ و میانگین نمرات کل ۳۲۸۴,۹۴ با انحراف استاندارد ۱۰۹۱,۸۳ بود. قابل ذکر است که نمره کل تمام شرکت کنندگان در گروه آمار در این سال بازه تغییراتی از ۷۲۲- تا ۹۹۰۹ داشته است.

توزیع فراوانی پذیرفته شدگان به تفکیک نوع دانشگاه فارغ‌التحصیلی کارشناسی و جنسیت در جدول ۱ آمده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که بنا به نوع دانشگاه کارشناسی و همچنین در مجموع تعداد پذیرفته شدگان زن بیشتر از مرد است.

جدول ۱: توزیع فراوانی پذیرفته شدگان به تفکیک نوع دانشگاه فارغ‌التحصیلی کارشناسی و جنسیت

نوع دانشگاه کارشناسی	جنسیت		کل
	زن	مرد	
دولتی	۳۲۸	۱۷۸	۵۰۶
پیام نور	۲۲۴	۶۵	۲۸۹
غیرانتفاعی	۴۹	۱۸	۶۷
دانشگاه آزاد اسلامی	۲۵	۱۳	۳۸
کل	۶۲۷	۲۷۳	۹۰۰

در ادامه یک مدل عضویت چندگانه به داده‌ها برازش داده شد. در این مدل سطح اول داوطلب و سطح دوم دانشگاه (با دو رده دانشگاه کاردانی و دانشگاه کارشناسی) در نظر گرفته شد. قابل ذکر است که برخی داوطلبان (۵۷ نفر از ۹۰۰ پذیرفته شده) در بیش از یک رده سطح دوم عضویت دارند و لذا در ساختار مدل عضویت چندگانه صدق می‌کنند. به بیانی دقیق‌تر، چون این افراد دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته بودند پس انتظار می‌رود در دو دانشگاه متفاوت در مقطع کاردانی و کارشناسی تحصیل کرده باشند. بنابراین می‌توان گفت این واحدهای خاص سطح اول با دو رده سطح دوم در ارتباط هستند. لذا اثر تصادفی دانشگاه بر نمره کل این افراد متشکل از دو اثر تصادفی سطح دوم یعنی اثر تصادفی دانشگاه مقطع کاردانی و اثر تصادفی دانشگاه مقطع کارشناسی است. برای سایر پذیرفته شدگان وزن دانشگاه مقطع کاردانی صفر لحاظ می‌شود. واضح است که برای آنها، دانشگاه مقطع کارشناسی وزنی برابر با یک می‌گیرد. همچنین متغیرهای جنسیت، شغل داوطلب (با

هفت رده دولتی-رسمی، دولتی-پیمانی، دولتی-قراردادی، غیر دولتی، آزاد، نظامی و نوع شغل سایر موارد) و معدل کارشناسی در سطح اول مدل وارد شدند.

در این پژوهش برای تخصیص وزن‌ها به دو رده دانشگاه مقطع کاردانی و دانشگاه مقطع کارشناسی از سطح دوم مدل، میزان درصد قبولی دانشگاه مقطع کارشناسی این پذیرفته شدگان به عنوان وزن تخصیص داده شده به دانشگاه مقطع کارشناسی در نظر گرفته شد، واضح است وزن دانشگاه کاردانی برای این افراد با کم کردن وزن تخصیص داده شده به دانشگاه مقطع کارشناسی از یک حاصل می‌گردد. وزن‌های تخصیص داده شده برای این داوطلبان در جدول ۲ آورده شده است. در این جدول اعداد موجود در ستون داوطلب نشان دهنده شماره داوطلب در فایل اطلاعات داده‌ها می‌باشد و w_{i1} وزن تخصیص داده شده به دانشگاه مقطع کارشناسی داوطلب iام ($w_{i2}=1-w_{i1}$ وزن تخصیص داده شده به دانشگاه مقطع کاردانی داوطلب iام) است. واضح است برای سایر داوطلبان که دارای مدرک کارشناسی پیوسته می‌باشند، وزن دانشگاه مقطع کاردانی صفر و به تبع آن، وزن دانشگاه مقطع کارشناسی یک می‌باشد.

جدول ۲: وزن‌های تخصیص داده شده به پذیرفته شدگان دارای مدرک کارشناسی ناپیوسته

داوطلب	w_{i1}	داوطلب	w_{i1}	داوطلب	w_{i1}	داوطلب	w_{i1}
۴۳	۰,۴۸	۴۳۸	۰,۵	۷۶۷	۰,۴۵	۸۵۹	۰,۵
۵۵	۰,۴۸	۴۴۰	۰,۴۶	۷۷۷	۰,۳۹	۸۶۳	۰,۳۹
۶۷	۰,۴۸	۴۸۷	۰,۳۸	۷۷۸	۰,۵	۸۶۵	۰,۳۴
۹۸	۰,۴۸	۴۵۹	۰,۳۹	۷۸۵	۰,۵۱	۸۶۷	۰,۳۸
۹۹	۰,۳۹	۵۲۰	۰,۴۱	۷۹۱	۰,۴۱	۸۶۸	۰,۳۵
۱۰۷	۰,۵۱	۵۲۱	۰,۴۶	۸۰۳	۰,۳۵	۸۶۹	۰,۴۶
۱۶۶	۰,۳۳	۵۵۷	۰,۳۵	۸۰۷	۰,۳۵	۸۷۱	۰,۳۵
۲۵۱	۰,۳۸	۵۶۲	۰,۳۹	۸۱۴	۰,۳۵	۸۸۹	۰,۵
۲۵۹	۰,۴۷	۶۵۸	۰,۳۴	۸۱۹	۰,۴۵	۸۹۱	۰,۵
۲۷۴	۰,۳۸	۶۶۷	۰,۴۶	۸۲۶	۰,۳۴	۸۹۲	۰,۳۴
۳۰۰	۰,۳۹	۶۹۵	۰,۴۸	۸۲۹	۰,۴۴	۸۹۷	۰,۰۱
۳۰۶	۰,۵۱	۷۰۱	۰,۴۵	۸۳۸	۰,۰۱	۹۰۰	۰,۳۴
۳۵۱	۰,۴۸	۷۲۰	۰,۳۸	۸۴۷	۰,۳۵	-	-
۳۸۱	۰,۴۶	۷۲۱	۰,۴۵	۸۴۸	۰,۳۵	-	-
۴۳۳	۰,۴۸	۷۵۹	۰,۳۸	۸۵۱	۰,۰۱	-	-

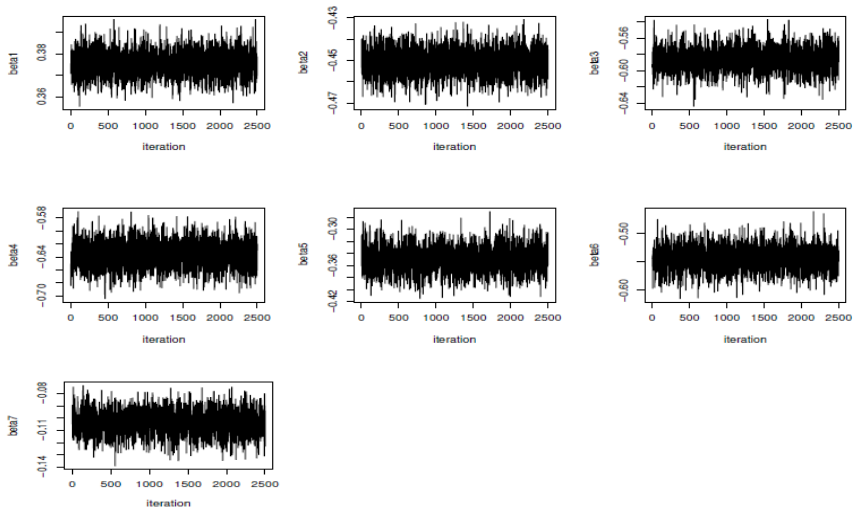
همچنین برآورد پارامترهای مدل، انحراف معیار این برآوردها و برآورد اثرات تصادفی با استفاده از روش‌هایMCMC و نرم افزار R محاسبه شده‌اند. برای اخذ نمونه از توزیع‌های پسین، الگوریتم ۳۰۰۰۰ بار تکرار شد. با مطالعه زنجیر حاصل دوره داغیدن ۵۰۰۰ اختیار گردید. همچنین به منظور

کاهش وابستگی مقادیر شبیه‌سازی شده، هر دهمین تکرار زنجیر به عنوان مقادیر نمونه در نظر گرفته شد. برآورد پارامترهای مدل و انحراف معیار آنها در جدول ۳ ارائه شده است. با استفاده از وزن‌های ارائه شده (جدول ۲)، برآورد ضرایب ثابت (جدول ۳) و برآورد اثرات تصادفی حاصل شده ($u_{۲}$=۰,۰۰۰۵ و $u_{۱}$=-۰,۰۰۰۲۱ که $u_{۱}$ اثر دانشگاه کارشناسی و $u_{۲}$ اثر دانشگاه کاردانی است) و بکارگیری مدل (۴)، مدل عضویت چندگانه می‌تواند برای تمام پذیرفته شدگان برازش داده شود. با توجه به مقدار برآورد اثر تصادفی دانشگاه مقطع کاردانی ($u_{۲}$) می‌توان اظهار داشت که تحصیل در این مقطع می‌تواند تاثیر مثبت بر نمره کل داشته باشد و در خصوص افرادی که فقط در دانشگاه مقطع کارشناسی تحصیل کرده‌اند، می‌توان بیان کرد که اثر دانشگاه بر نمره کل آنها منفی است و منجر به نمره کل کمتری برای آنها می‌شود. همچنین با توجه به برآورد پارامترها و انحراف معیار آنها در جدول ۳ مشاهده می‌شود که تمام مقولات متغیر شغل و جنسیت تاثیر معکوس بر نمره کل داشته و متغیرهای معدل کارشناسی و گزینه سایر شغل‌ها تاثیری مستقیم بر نمره کل پذیرفته شدگان داشته‌اند (این پارامترها موجب افزایش نمره (نمره کل) داوطلبان می‌شوند). همچنین مقدار آماره انحراف برای مدل عضویت چندگانه برابر با ۲۱۴۰/۰۲ به دست آمد.

جدول ۳: برآورد و انحراف معیار پارامترها

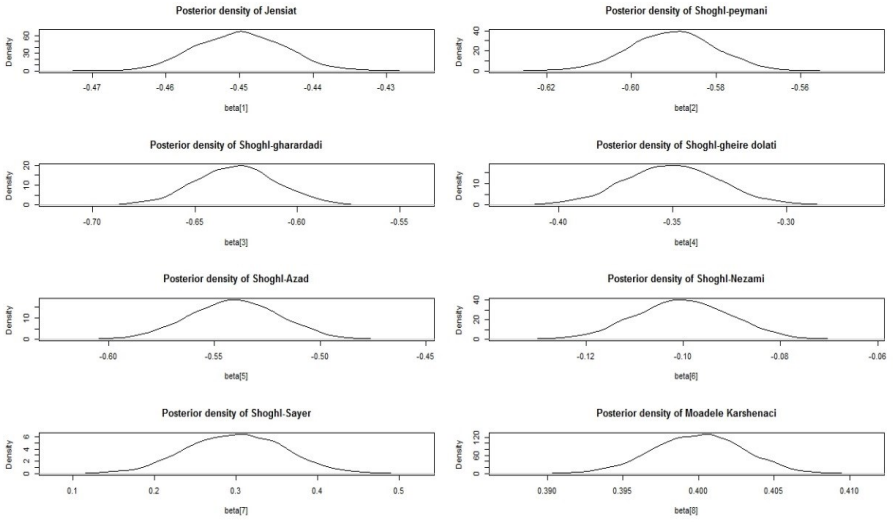
پارامتر	برآورد پارامتر	انحراف معیار برآورد پارامتر	p-مقدار
عرض از مبدا	۰,۳۸	۰,۰۰۶	۰,۰۷
جنسیت	-۰,۴۵	۰,۰۰۶	۰,۱۲
شغل(دولتی-پیمانی)	-۰,۵۹	۰,۰۱	۰,۰۶
شغل (دولتی-قراردادی)	-۰,۶۳	۰,۰۲	۰,۲۴
شغل (غیردولتی)	-۰,۳۵	۰,۰۲۱	۰,۰۶۳
شغل (آزاد)	-۰,۵۴	۰,۰۲۲	۰,۱۳
شغل (نظامی)	-۰,۱	۰,۰۱	۰,۳۲
معدل کارشناسی	۰,۴	۰,۰۰۳	۰,۶۱

در مورد همگرایی برآوردها، نمایش نمودار اثر برآوردها نحوه پیشرفت زنجیر MCMC را نشان می‌دهد. از اینرو علاقمند بودیم به طریقی روند حرکت زنجیر را برای برآوردگرها رصد نماییم. نمودار ۲ نشان دهنده نمودار اثر برآورد اثرات ثابت می‌باشد. رسم این نمودارها بعد از دوره داغیدن و استخراج نمونه‌های با وابستگی کم صورت گرفته است. از اینرو می‌توان در مورد برآوردهای به دست آمده با توجه به چنین نمودارهایی اظهار نظر نمود. وجود نوسان‌های خیلی زیاد در این نمودارها عدم همگرایی و نوسان‌های کم بیانگر قابل قبول بودن این برآوردهاست. علاوه بر این، نرخ پذیرش زنجیر هم ابزاری برای نوع آمیختن آن را نشان خواهد داد. با توجه به نمودارهای اثر مورد اشاره، مشاهده می‌شود که آمیختن زنجیر به خوبی صورت گرفته است.



نمودار ۲: نمودار اثر ضریب اثرات ثابت

در خصوص دقت روش در برآورد پارامترها، با توجه به نمودارهای هموار چگالی‌های پسینی، نمودار ۳ مشاهده می‌شود که پارامترها به طور قابل قبولی برآورد شده‌اند، که نشان‌دهنده دقت روش در برآورد پارامترها می‌باشد.



نمودار ۳: نمودار چگالی‌های پسینی

در ادامه، مدل دوسطحی معمولی متناظر با مدل عضویت چندگانه نیز برازش داده شده است. در این حالت نیز داوطلبان در سطح دوم مدل در دانشگاه‌های مقطع کارشناسی خود آشیانه‌ای شده‌اند و برای آن دسته از داوطلبانی که مدرک کارشناسی ناپیوسته داشتند عضویت چندگانه لحاظ نشده است. این مدل نیز با روش MCMC و پیشین‌های مشابه با مدل عضویت چندگانه به داده‌ها برازانده شد. در این حالت نیز متغیرهای اثرگذار مشابه با مدل عضویت چندگانه به دست آمدند. مقدار آماره انحراف برای مدل دو سطحی معمولی برابر با ۲۳۱۱/۴ به دست آمد، که بیشتر از مقدار آماره انحراف به دست آمده در خصوص مدل عضویت چندگانه برازش داده شده به داده‌ها است. با مقایسه مقادیر آماره انحراف دو مدل، نتیجه می‌شود که مدل عضویت چندگانه برای جوامعی با ساختار چندسطحی توام با عضویت چندگانه نسبت به مدل چندسطحی متناظر با خود مناسب‌تر است.

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از موضوعات مهم و بحث برانگیز در آمار، در نظر نگرفتن ساختار همبستگی موجود در داده‌ها است. عدم لحاظ این موضوع در تحلیل داده‌های اجتماعی به ویژه در مسائل آموزشی می‌تواند منجر به نتایج غیر منطقی و همچنین لطمات اجتماعی و تربیتی شود. در این راستا علاوه بر این موضوع، مثال‌های آموزشی متنوعی وجود دارند که وجود ساختار مستقیم سلسله مراتبی در برخی از سطوح آنها ملموس نیست. برای پاسخ به بخشی از این سوالات آموزشی و همچنین ارائه راهکاری برای مدل‌بندی آماری چنین جوامعی استفاده از مدل‌های اثر تصادفی عضویت چندگانه می‌تواند مفید واقع شود. در این پژوهش مهمترین هدف صرفاً معرفی مدل عضویت چندگانه و مقایسه آن با مدل چندسطحی معمولی متناظر با آن بوده است. همچنین بر اساس تجربه نویسندگان مقاله، راهبردی جدید و متفاوت از روش‌های پیشین برای وزن‌دهی در مدل اختیار شد. با برشمردن اهمیت بکارگیری مدل عضویت چندگانه و عواقب چشم‌پوشی از چنین ساختاری در مقایسه با مدل‌های مرسوم چندسطحی، سعی شد استفاده از این مدل‌ها در ارزیابی پذیرش داوطلبان آزمون‌ها مورد مطالعه آماری قرار گیرد. این مدل (مدل عضویت چندگانه) در اصل توسط هیل و گلداستین (۱۹۹۸) به منظور حل مساله شناسایی گمشدگی آموزشی ارائه شد. این مساله می‌تواند در خصوص سوابق تحصیلی و آموزشی داوطلبان آزمون‌هایی که از سوی سازمان سنجش آموزش کشور برگزار می‌شوند نیز اتفاق بیافتد. با توجه به اهمیت نتایج این آزمون‌ها برای داوطلبان و خانواده‌های آنها و به تبع آن تاثیر همه جانبه آن بر ابعاد آموزشی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی کشور، چگونگی گزینش شایسته‌ترین فرد از بین داوطلبان مساله‌ای مهم بوده و از طرفی ظرفیت محدود کد رشته‌های پرطرفدار اهمیت این مساله را دو چندان می‌نماید. لذا سازمان سنجش به عنوان اولین متولی برگزارکننده این آزمون‌ها با توجه به تجربیات علمی و پژوهشی کسب کرده در این حوزه سعی بر آن دارد که بهترین شیوه گزینش را برای انتخاب داوطلبان اصلح بکار گیرد. در

این راستا توجه به ساختار جامعه مورد بررسی امری مهم و ضروری است، لذا با توجه به ساختار سلسله‌مراتبی جامعه داوطلبان، مدل‌های چندسطحی می‌توانند در خصوص بررسی و تحلیل وضعیت علمی داوطلبان مورد استفاده قرار گیرند و از طرفی همانطور که در مقدمه و پیشینه پژوهش نیز بیان شد در مواردی استفاده از مدل‌های چندسطحی معمولی موجب می‌شود تا تاثیر برخی از عواملی که در این ساختار در خصوص برخی از داوطلبان وجود دارد، نادیده گرفته شود و این مساله می‌تواند نتایج و تحلیل آنها را مخدوش نماید. استفاده از مدل‌های مناسب در مدل‌بندی اطلاعات داوطلبان و در نهایت تعیین نمره آنها می‌تواند در بهبود فرایند گزینش تاثیرگذار باشد و با توجه به اینکه گزینش بر اساس نمره کل داوطلبان صورت می‌پذیرد استفاده از روش‌ها و مدل‌های آماری متناسب با ساختار جامعه مورد بررسی می‌تواند در تعیین نمره کل دقیق‌تر برای داوطلبان و گزینش عادلانه‌تر بر اساس آن، تاثیر بسزایی داشته باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، با توجه به ساختار داده‌ها و مقدار آماره انحراف مدل‌های چندسطحی و عضویت چندگانه برازش داده شده به داده‌های مثال کاربردی، مدل‌های عضویت چندگانه نسبت به مدل‌های چندسطحی معمولی متناظر با خود برتری دارند. جنسیت، شغل و معدل کارشناسی از جمله متغیرهای موجود در مدل می‌باشند. نتایج، اختلاف معناداری بین نمره‌های زنان و مردان نشان داد. زنان نسبت به مردان عملکرد تحصیلی بهتری داشتند. این یافته پژوهش با یافته حبیبی، خدایی، جمالی، باقی و خلقی (۱۳۹۵)، جمالی (۱۳۹۲)، نگوین (۲۰۰۶) همخوانی دارد. تاثیر مثبت معدل کارشناسی و تاثیر معکوس شغل در پژوهش حاضر با یافته باقی و گل‌علی‌زاده (۱۳۹۶) همخوانی دارد. از دیگر یافته‌های پژوهش نقش مثبت دانشگاه مقطع کاردانی بر عملکرد داوطلبان بود. داوطلبانی که در دو دانشگاه تحصیل کرده‌اند (کارشناسی ناپیوسته) نسبت به سایر داوطلبان (کارشناسی پیوسته) عملکرد بهتری در آزمون کارشناسی ارشد داشته‌اند. همچنین یافته‌ها نشان داد که داوطلبانی که شاغل بوده‌اند نسبت به سایر داوطلبان عملکرد ضعیف‌تری در آزمون کارشناسی ارشد داشته‌اند.

با عنایت به مطالب مذکور، صرف نظر کردن از ساختار واقعی جامعه مورد بررسی می‌تواند اطلاعات و نتایجی ناقص را برای ما حاصل نماید. این مساله می‌تواند در خصوص مسائلی خطیر، پراهمیت و ملی مانند آزمون‌های برگزاری از سوی سازمان سنجش بیشتر مورد توجه قرار گیرد. چرا که در این آزمون‌ها به سوابق تحصیلی داوطلبان توجه ویژه‌ای شده و این سوابق در نتایج نهایی آنها تاثیرداده خواهد شد و به همین ترتیب در سرنوشت و آینده داوطلبان نیز تاثیر بسزایی خواهند داشت. لذا توجه نکردن به چنین ساختارهایی می‌تواند اطلاعاتی ناقص را در خصوص سوابق تحصیلی داوطلبان در اختیار مسئولین این حوزه قرار دهد و به بیانی دیگر مساله گمشدگی آموزشی اتفاق بیافتد. با توجه به عدم استفاده از مدل‌های عضویت چندگانه در پژوهش‌های مختلف در کشور ما و اهمیت سنجش و گزینش داوطلبان شایسته برای ورود به دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی، همچنین با توجه به ساختار جامعه داوطلبان آزمون‌های برگزاری از سوی سازمان سنجش و برتری

مدل‌های فوق نسبت به مدل‌های معمول، کاربست مدل‌های عضویت چندگانه به عنوان زیر کلاسی از مدل‌های چندسطحی پیشنهاد می‌گردد و از این طریق می‌توان عوامل تاثیرگذار در سطوح مختلف را شناسایی و کیفیت سنجش و گزینش داوطلبان آزمون‌ها را ارتقاء بخشید.

منابع

۱. باقی، رقیه. و گل‌علی زاده، موسی. (۱۳۹۶). تحلیل نتایج آزمون کارشناسی ارشد بر اساس مدل‌های اثرتصادفی رده‌بندی متقاطع و چندسطحی: مقایسه دو رویکرد. *فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی*، (در دست چاپ).

۲. جمالی، احسان. (۱۳۹۲). مدل‌های چندسطحی در علوم انسانی: مطالعه موردی داوطلبان آزمون سراسری. *فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی*. ۳ (۴)، ۹-۳۵.

۳. حبیبی، مجتبی. خدایی، ابراهیم. جمالی، احسان. باقی، رقیه و خلقی، حبیبه. (۱۳۹۵). شناسایی عوامل موثر در پیش‌بینی پیشرفت تحصیلی دانشجویان: بر اساس اطلاعات تحصیلی مقطع متوسطه و کنکور سراسری. *فصلنامه مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی*، (در دست چاپ).

۴. دلاور، علی. (۱۳۸۵). *روش تحقیق در روانشناسی و علوم تربیتی*. تهران: ویرایش.

۵. فراستخواه، مقصود. (۱۳۸۷). بررسی وضع موجود و مطلوب ارزیابی نظام علمی در ایران با تاکید بر بخش آموزش عالی، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱ (۲): ۴۳-۵۸.

۶. مهرمحمدی، محمود. و فراستخواه، مقصود. (۱۳۸۱). بررسی راهکارهای افزایش دسترسی به آموزش عالی، *فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی درآموزش عالی*، ۸(۳ (۲۵)):۹۶-۷۹.

۷. Brown, W. J. (2009). *MCMC Estimation in MLwiN (Version 2.10)*. Center for Multilevel Modeling, University of Bristol.

۸. Brown, W. J., Goldstein, H., & Rasbash, J. (2001). Multiple Membership Multiple Classification (MMMC) Models, *Statiatical Modeling*, **1**, 103-124.

۹. Chang, H., & Beretvas, N. (2012). The Impact of Ignoring Multiple Membership Data Structures in Multilevel Models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 64, **185**-200.

۱۰. Fielding, A., & Goldstein, H. (2006). Cross-Classified and Multiple Membership Structures in Multilevel Models: An Introduction and Review. *Research Report*. RR791. London, Department for Education and Skills.

۱۱. Fielding, A., Yang, M., & Goldstein, H. (2004). Multilevel Modeling of Ordinal Grades. *Statistical Modeling,* **3***,* 127-153.

۱۲. Gelman, A., & Hill, J. (2007). *Data Analysis Using Regresion and Multilevel/Hierarchical Models*, Combridg, Cambridge University Press.

۱۳. Goldstein, H. (2010). *Multilevel Statistical Models*. (4th Ed.) London: Edward Arnold.

۱۴. Hill, P. W., & Goldstein, H. (1998). Multilevel modeling of Educational Data with Cross-Classification and Missing Identification for Units. *J. Edue. Behav. Statist*, **23**, ۱۱۷-۱۲۸.

۱۵. Hill, P. W., & Goldstein, H. (1998). Multilevel modeling of Educational Data with Cross-Classification and Missing Indentification for Units. *J. Educ. Behav. Statist,* **23**, ۱۱۷-۱۲۸.

۱۶. Hox, J. J. (2002). *Multilevel Analysis, Techniques and Aplications*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

۱۷. Kim, D. R., Ali, M., Thiem, VD., & Wierzba, TF. (2014). Socio-Ecological Risk Factors for Prime-Age Adult Death in two Coastal Areas of Vietnam. *PLoS ONE **9**(2). E89780*. 1-9.

۱۸. Kosmopoulou, A., & Panaretos, J. (1998). Asessment of School Effectivness in Greece using Multilevel Model. In *Proceeding of the 4th Hellenic European Conference on Computer Mathematics and its Applications,* 565-572.

۱۹. Li, B. S, J. (2013). Extension of the Cross-Classified Multiple Membership Growth Curve Model for Longitudinal Data. *M. Sc. Thesis*, University of Texas, USA.

۲۰. Longford, N. T. (1993). *Random Coefficient Model, Oxford*: Clarendom Press.

۲۱. Nguyen, P. L. (2006). *Effects of social class and school conditions on educational enrollment and achievement of boys and girls in rural Viet Nam*. 45, (3), 2006, 153-175.

۲۲. Pagani, L., & Seghieri, C. (2003). *Predictive Validity of High School Grade and other Characteristics on Students University Careers using ROC Analys.* Developments in Aplied Statistics (Proceeding) Ferligoj, A. and Mrvar, A. (Editors) Metodoloski zvezki, 19, Ljubljana: FDV, 197-204.

۲۳. Rasbash, J., & Brown, W. J. (2001). Modeling Non-hierarchical Structures. In A. H. Leyland H. Goldstein (Eds), *Multilevel modeling of healt Statistics*, Chichester: Willey. Pp. 93-105.

۲۴. Siyez, D. M., & Savi, F. (2010). Empathy and self-efficacy, and resiliency: *an exploratory study of counseling students in Turkey*. 5, 459-463.

۲۵. Smith, L. W., & Beretvas, N. S. (2014). The Impact of Using Incorrect Weights With the Multiple Membership Random Effects Model, *Journal of Methodology*; Vol. ۱۰(۱):۳۱–۴۲.

۲۶. Snijder, T. A. B., & Bosker, R. J. (1999). *Multilevel Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling*, London: Sage Publications.

۲۷. Steel, F., Clark, P., & Washbrook, E. (2013). Modeling Household Decisions Usisng Longitudinal Data from Household Panel Surveys with Applications to Residential Mobility. *Sociological Methodology*. **43**, 225-276.

۲۸. Tranmer, M. Steel, D., & Browne, W. J. (2014). Multiple Membership Multiple-Classification Models for Social Network and Grouo Dependences. *Journal of Royal Statistical Society, A*, **177**, 439-455.