به نام خداوند جان و خرد

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

مدل‌سازی مبتنی بر نظریه در علوم اجتماعی و کاربرد آن در کنترل

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل

سید عطا الله بیطرف

اساتید راهنما

دکتر فرید شیخ الاسلام – دکتر وحید قاسمی

۱۳۸۹

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی برق – کنترل سید عطا الله بیطرف

تحت عنوان

مدل سازی مبتنی بر نظریه در علوم اجتماعی و کاربرد آن در کنترل

در تاریخ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر فرید شیخ الاسلام، دکتر وحید قاسمی

۲- استاد مشاور پایان‌نامه دکتر ید الله ذاکری

۳- استاد داور (اختیاری)

۴- استاد داور (اختیاری)

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	شش
چکیده	۱
فصل اول: مقدمه	
۱-۱ تاریخچه مدل سازی معادله ساختاری	۲
۱-۲ از منطق فازی تا معرفی یک جعبه افزار جدید	۵
۱-۳ نقشه های ادراکی	۷
۱-۴ مروری بر فصول تحقیق	۷
فصل دوم: آمار و مدل سازی معادله ساختاری	
۲-۱ آمار، اساس مدل سازی	۱۱
۲-۲ یک دسته بندی کلی	۱۱
۲-۳ مدل سازی معادله ساختاری چیست؟	۱۲
۲-۴ چرا از مدل سازی معادله ساختاری استفاده می کنیم؟	۱۴
۲-۵ برنامه های نرم افزاری مدل سازی معادله ساختاری	۱۵
فصل سوم: جمع آوری داده‌ها و ویرایش داده‌ها	
۳-۱ پرسش نامه	۱۸
۳-۲ جمع آوری داده‌ها	۲۰
۳-۳ مقیاس اندازه گیری	۲۴
۳-۴ محدودیت دامنه تغییرات	۲۵
۳-۵ داده‌های از دست رفته	۲۵
۳-۶ داده‌های دور افتاده	۲۶
۳-۷ خطی بودن	۲۶
۳-۸ غیرنرمال بودن	۲۷
فصل چهارم: همبستگی	
۴-۱ عوامل تاثیرگذار بر ضرائب همبستگی	۲۹
۴-۱-۱ سطح اندازه گیری و دامنه تغییرات مقادیر	۲۹
۴-۱-۲ غیر خطی بودن	۲۹
۴-۱-۳ داده‌های از دست رفته	۳۰
۴-۱-۴ دور افتاده‌ها	۳۱
۴-۱-۵ تصحیح تضعیف	۳۲

۴-۱-۶ حجم نمونه ۳۲
۴-۲ همبستگی‌های دومتغیره، تفکیکی و نیمه تفکیکی ۳۳
۴-۳ همبستگی در مقایسه با کوواریانس ۳۵
۴-۴ مقیاس اندازه‌گیری متغیرها (استاندارد در مقایسه با غیراستاندار) ۳۶
۴-۵ مفروضه‌ها و محدودیت‌هایی علیت ۳۶
فصل پنجم: بنیان‌های مدل‌سازی معادله ساختاری
۵-۱ تدوین مدل ۳۷
۵-۲ تشخیص مدل ۳۸
۵-۳ برآورد مدل ۳۹
۵-۴ آزمون مدل ۴۱
۵-۵ اصلاح مدل ۴۱
۵-۵-۱ حذف پارامترهای بی‌معنا ۴۲
۵-۵-۲ ماتریس باقیمانده ۴۲
۵-۵-۳ روش سوربوم ۴۲
۵-۵-۴ روش‌های جدیدتر در نرم‌افزارهای کامپیوتری ۴۳
فصل ششم: برازش مدل (آزمون مدل، یا مقایسه‌ی مدل نظری با داده‌های نمونه‌ای)
۶-۱ انواع معیارهای برازش مدل ۴۵
۶-۲ خروجی برنامه‌ی Amos و نمایش یک مثال استاندارد ۴۸
فصل هفتم: آنالیز چندمتغیره و مدل‌سازی معادله ساختاری
۷-۱ تحلیل رگرسیون در برابر تحلیل همبستگی ۵۴
۷-۲ روابط رگرسیون در مدل‌سازی معادله ساختاری ۵۵
۷-۳ طرح یک مثال ۵۷
۷-۳-۱ تدوین مدل ۵۷
۷-۳-۲ تشخیص مدل ۵۸
۷-۳-۳ برآورد مدل ۵۹
۷-۳-۴ آزمون مدل ۶۰
۷-۳-۵ اصلاح مدل ۶۱
۷-۴ تغییر روش مدل‌سازی ۶۳
۷-۵ مدل سازی معادله ساختاری در کنترل حلقه بسته مدیریت ۶۸
۷-۵-۱ مدیریت و کنترل ۶۸
۷-۵-۲ مدل سازی معادله ساختاری به عنون یک روش خوشه بندی ۷۰
۷-۵-۳ تبدیل مدل به مدل معادله ساختاری ۷۳
۷-۵-۴ مدیریت و کنترل ۶۸

فصل هشتم: مدل سازی فازی، روشی مبتنی بر نظریه

۸-۱ اهمیت مجموعه‌ها در جامعه شناسی ۷۶

۸-۲ تحلیل مجموعه‌ای ۷۸

۸-۳ نظریه مجموعه‌های فازی ۸۱

۸-۴ متغیرهای زبانی در علوم اجتماعی ۸۶

۸-۵ رهیافت استخراج گزاره‌های زبانی از روی داده‌های پرسش‌نامه‌ای ۸۸

فصل نهم: جعبه افزار ساخت سیستم فازی خالص

۹-۱ سیستم‌های فازی خالص و رفع محدودیت‌های روش‌های موجود ۹۵

۹-۲ جعبه افزار ساخت سیستم فازی خالص، یک جعبه افزار کاربر پسند ۹۶

۹-۲-۱ مرحله ساخت مدل ۹۸

۹-۲-۲ مرحله شبیه سازی ۹۹

۹-۳ یک روش اجرایی برای بکارگیری جعبه افزار ۱۰۱

۹-۴ آزمون عملکرد جعبه افزار ساخت سیستم فازی خالص ۱۰۶

فصل دهم: تنظیم خروجی در یک فرآیند نیمه-خودکار بر اساس سلیقه کاربر

۱۰-۱ ناکارآمدی اتوماسیون کامل ۱۱۰

۱۰-۲ نیمه خودکارسازی ۱۱۱

۱۰-۲-۱ ورود متغیرهای زبانی در مراحل ساخت و شبیه سازی مدل ۱۱۱

۱۰-۲-۱ از کنترل تمام-خودکار به سمت کنترل نیمه-خودکار ۱۱۲

۱۰-۲-۳ ایجاد تمام مجموعه‌های فازی با در دست داشتن چند مجموعه فازی کلیدی ۱۱۵

۱۰-۳ تنظیم مطلوب رطوبت با استفاده از روش تنظیم خروجی بر اساس سلیقه کاربر ۱۱۷

۱۰-۴ مزایای استفاده از روش تنظیم خروجی بر اساس سلیقه کاربر به همراه کاربرد آن ۱۲۱

فصل یازدهم: نقشه‌های ادراکی

۱۱-۱ تعاریف ابتدایی ۱۲۴

۱۱-۱ تجمیع نظر خبرگان ۱۲۵

۱۱-۳ گزاره‌های شرطی، گزاره‌های علی ۱۲۸

۱۱-۴ تجمیع نظرات زبانی خبرگان ۱۳۰

۱۱-۵ تأثیرها ۱۳۱

۱۱-۱ تحلیل حساسیت ۱۳۴

فصل دوازدهم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۷-۱ نتیجه‌گیری ۱۳۸

۷-۱ پیشنهادات ۱۴۰

پیوست: جداول آماری ۱۴۲

پ-۱ توزیع t برای سطوح احتمال مشخص ۱۴۲

پ-۲ توزیع F برای سطوح احتمال مشخص ۱۴۳
پ-۳ سطوح کای‌اسکوئر برای سطوح احتمال مشخص ۱۴۵

مراجع ۱۴۶

چکیده

مدل سازی مبتنی بر نظریه به روش‌های مدل سازی گفته می‌شود که داده‌های کیفی، یعنی گزاره‌های زبانی، را جهت ساخت مدل سیستم به کار می‌گیرند. مدل سازی در علوم اجتماعی از داده‌های کمی، یا اطلاعات بدست آمده از پرسش‌نامه‌ها، و اطلاعات کیفی، یعنی نظریات کارشناسانه که شامل مبانی نظری و چهارچوب‌های نظری تحقیق می‌شوند بهره برده است. از روش‌های جدید و مرسوم در مدل سازی های علوم اجتماعی، می‌توان به مدل سازی معادله ساختاری اشاره کرد که مدل مطلوب برای یک سیستم را مدلی می‌داند که شاخصه‌های آماری و استلزامات مبانی نظری را توأمان برآورده سازد. در الگوریتم پنج مرحله‌ای مدل سازی معادله ساختاری که بصورت بازگشتی اجرا می‌شود بصورت تناوبی شاخصه‌های آماری برازش مدل پیشنهادی با داده‌های نمونه‌ای را مورد سنجش قرار داده و بصورت همزمان نظرات کارشناسان نیز پارامترهای پیشنهادی را تأیید و یا تکذیب می‌کنند. الگوریتم بازگشتی مذکور هنگامی پایان جستجو را اعلام می‌کند که مدل نهایی مورد تأیید مبانی نظری و شاخصه‌های آماری باشد. گاه ممکن است که این حلقه به نتیجه‌ی مطلوبی نیز ختم نشود که در این صورت پژوهش‌های بعدی تئوریک لازم خواهد بود. علاوه بر مدل سازی معادله ساختاری، روش‌های شناخته شده در مدل سازی های فازی، تحلیل مجموعه‌ای و نقشه‌های ادراکی انواع مدل‌هایی هستند که در متن این پایان نامه به عنوان روش‌های مدل سازی کیفیت محور مورد توجه تحقیق بوده اند. در مدل سازی معادله ساختاری و نقشه‌های ادراکی، ارتباطات علی و معلولی درون ساختاری برای سیستم تحت بررسی مورد توجه قرار گرفته و مدل بدست آمده ارزش تحلیل‌های حساسیت را برای عواملی که ساختار درونی سیستم را تشکیل می‌دهند دارد. روش‌های مدل سازی فازی عمدتاً نگاهی ورودی–خروجی داشته به عنوان روش‌هایی پیش‌بین کاربرد دارند. تحلیل مجموعه‌ای نیز با استفاده از جداول تقاطعی آماری، گروه‌بندی‌های محقق را در ارتباط با متغیرهای مختلف اجتماعی روبروی همدیگر قرار داده و گزاره‌های زبانی تناظری را از روی آن‌ها استخراج می‌کند. با ورود منطق فازی به تحلیل‌های مجموعه‌ای قسمی جدید از گزاره‌های تقریبی قابل ساخت خواهند بود که پژوهشگران را به نسبیت‌های موجود در ارائه‌ی مفاهیم و نظریات نزدیک‌تر می‌کند. به طور کلی می‌توان روش‌هایی که در کنار داده‌های کمی از عوامل انسانی و نظریات آن‌ها به عنوان اطلاعات ورودی در جهت مدل سازی و یا تصمیم گیری استفاده می‌کنند را در تمام کاربردهایی که در آن‌ها به اطلاعات صرف کمی اطمینان کافی وجود ندارد مفید دانست. این مهم در بین جامعه شناسان که معمولاً به اعداد و ارقام صرف اعتماد ندارند حیاتی‌تر است، اما نمی‌توان کاربردهای صنعتی روش‌های مذکور را نیز نادیده گرفت. «تنظیم خروجی مطلوب در یک فرآیند نیمه–خودکار بر اساس سلیقه کاربر» با توجه به مفهوم مطلوب بودن یک انتخاب چالش برانگیز است که از طرفی حضور عامل انسانی را در حلقه تنظیم خروجی ضروری دانسته و کنترل نیمه–خودکار را در شرایطی که هدف از کنترل، مطلوب بودن مقدار تنظیم باشد به کنترل تمام–خودکار خروجی ترجیح می‌دهد و هم از طرف دیگر وجود تجهیزاتی را که قادر باشند میان زبان کامپیوتر و زبان انسان ارتباط برقرار نمایند را لازم می‌داند. «جعبه افزار ساخت سیستم‌های فازی خالص» یک جعبه افزار گرافیکی جدید و از دستاوردهای این پایان نامه است که امکانات جدیدی را جهت نیل به ارتباط آسان‌تر انسان و کامپیوتر معرفی کرده است. گرافیک و چینش هدفمند تکمه‌های نرم افزار، ارتقاء انتخاب کاربر در تعریف مجموعه‌های فازی بعلاوه‌ی پیشنهاد الگوریتمی در جهت ساخت تمام مجموعه‌های فازی متناظر با تمام واژگان زبانی متصور، از روی تعداد محدودی مجموعه‌ی فازیِ کلیدی، از ملاحظات کاربردی در جهت کاربرپسندی و کارآیی این جعبه افزار می‌باشند.

فصل اول

مقدمه

«من غالباً می‌گویم وقتی شما بتوانید چیزی را که درباره‌اش صحبت می‌کنید اندازه بگیرید و آنرا توسط اعداد بیان کنید آنگاه چیزی راجع به آن می‌دانید. اما وقتی که نمی‌توانید آنرا با اعداد بیان نمایید دانستن شما ناقص است؛ این ممکن است آغاز دانستن باشد ولی شما هنوز تا مرحله‌ی علم پیشرفت نکرده‌اید.» «لردکلوین»

مدل سازی معادله ساختاری، تحلیل مجموعه‌ای، مدل سازی به روش سیستم‌های استنتاج فازی و نقشه‌های ادراکی در متن این پایان نامه مورد بررسی واقع شده اند. پس از معرفی هر روش سعی شده است تا پیشنهاداتی در جهت کاربردی کردن روش‌های مدل سازی و ارائه‌ی راهکارهای جدیدی (در عرصه‌ی نرم افزار و یا تئوری) با تکیه بر کاربرد آن در علوم اجتماعی به همراه مثال‌هایی مدنظر قرار بگیرند.

۱-۱ تاریخچه‌ی مدل‌سازی معادله ساختاری

مدل‌سازی معادله ساختاری به عنوان یک روش مدل‌سازی مبتنی بر آمار، در علوم اجتماعی و تجربی مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به علوم جامعه‌شناسی، روانشناسی، اقتصاد، بازاریابی و تجارت، زیست‌شناسی، بوم‌شناسی، پزشکی و ... اشاره نمود [۴-۱]. هر چند که مدل‌سازی معادله ساختاری به عنوان یک روش مدل‌سازی در علوم فنی و مهندسی زیاد مورد توجه قرار نگرفته است اما می‌توان موارد چندی را نام برد که از این روش در محیط‌های صنعتی نیز استفاده شده است [۸-۵]. که البته در بسیاری از موارد با در نظر گرفتن متغیر رضایت به عنوان

خروجی سیستم، در واقع از مدل‌سازی معادله ساختاری به عنوان ابزاری در جهت ساختن یک مدل اجتماعی اما در یک محیط صنعتی استفاده شده است. می‌توان گفت که تا کنون چه در علوم اجتماعی و تجربی و یا حتی مهندسی هدف از به کار بردن روش مدل‌سازی معادله ساختاری، مدل‌سازی سیستم تحت بررسی بوده است. در اینجا سعی بر این است تا علاوه بر توجه به این زاویه نگاه پرکاربرد، با ورود روش مدل سازی معادله ساختاری به حلقه کنترلی به عنوان مبدل، با کارکرد تبدیل مغیرهای ناشناخته به متغیرهای قابل فهم، راهکار جدیدی از مدل سازی معادله ساختاری در جهت نزدیک‌تر شدن به خروجی مطلوب مورد توجه قرار بگیرد.

مدل سازی معادله ساختاری به چهار نوع از روش‌های مدل سازی اطلاق می‌شود: مدل‌های رگرسیونی، مدل‌های مسیر، مدل‌های عاملی و مدل‌های معادله ساختاری کامل که نوع آخر در واقع ترکیبی از سه روش دیگر با قابلیت‌های تمام آن‌ها می‌باشد. ابتدا به تاریخچه‌ی مدل‌های پایه مروری خواهیم داشت. مدل اول مدل رگرسیونی خطی است که از ضریب همبستگی و معیار حداقل مربعات به منظور محاسبه‌ی وزن‌های رگرسیونی استفاده می‌کند. مدل رگرسیونی بر اساس کارهای آقای کارل پیرسون در راستای تعریف ضریب همبستگی پیرسون و نقش آن در تعریف ارتباط بین دو متغیر در اواخر قرن نوزدهم میلادی معرفی شد [۹]. مدل رگرسیونی امکان پیش‌بینی نمره یک متغیر وابسته را بر اساس یک وزن-دهی خطی به مجموعه‌ای از نمرات متغیرهای مستقل اندازه‌گیری شده، فراهم می‌آورد. وزن‌دهی بر مبنایی انجام می‌گیرد که مجموع مقادیر مربعات باقیمانده به حداقل برسند.

چندین سال بعد چارلز اسپیرمن [۱۰] ضرایب همبستگی را بدین منظور به کار برد تا همبستگی یا هم‌تغییری را بین چند متغیر آشکار مشخص کند. با توجه به اینکه محاسبه ضریب همبستگی برای تعیین میزان هم‌تغییری دو متغیر به کار می‌رود، ایده اصلی کار آقای اسپیرمن این بود که اگر چند متغیر با یکدیگر همبستگی و هم‌تغییری داشته باشند، مقادیر اندازه‌گیری شده برای آن‌ها می توانند برای محاسبه مقدار متغیر پنهانی که در ارتباط با آن‌ها است با یکدیگر جمع شوند. یک مدل تحلیلی عاملی را می‌توان در واقع اولین گام در جهت معرفی متغیرهای پنهان در مدل‌سازی دانست که این خود به عنوان ساده‌ترین مدل معادله ساختاری که شامل متغیرهای پنهان در کنار متغیرهای آشکار می‌باشد قابل ارائه است. اولین سال‌های قرن بیستم را می‌توان آغاز مدل‌های عاملی دانست که پایه و اساس مدل‌سازی معادله ساختاری قرار گرفتند [۴-۱ و ۱۱]. اسپیرمن اولین کسی بود که اصطلاح تحلیل عاملی را برای تعریف یک سازه‌ی دو عاملی در نظریه‌ی هوش به کار برد. اغلب آزمون‌های استعداد، پیشرفت و آزمون‌های تشخیصی و همچنین پیمایش‌ها و پرسش‌نامه‌هایی که امروزه

مورد استفاده قرار می‌گیرند از تکنیک‌های عاملی بهره گرفته‌اند. بعدها تحلیل عاملی تأییدی (CFA [1]) – که نوعی از تحلیل عاملی است که در آن ابتدا پژوهشگر تدوین مدل را پیشنهاد داده و سپس اعتبار آماری آن را توسط تحلیل عاملی تحقیق می‌نماید – بوسیله‌ی هاو[2] (۱۹۵۵)، اندرسون[3] و رابین[4] (۱۹۵۶)، لولی[5] (۱۹۵۸) و یورسکوگ[6] (دهه ۱۹۶۰) پدید آمده و توسعه پیدا کرد [۹].

زیست شناسی به نام سول رایت[7] (۱۹۱۸، ۱۹۲۱ و ۱۹۳۴)، سومین نوع از مدل‌های پایه را با عنوان مدل مسیر طرح کرد. مدل‌های مسیر ضرایب همبستگی و تحلیل رگرسیونی را برای به مدل در آوردن روابط پیچیده‌تر بین متغیرهای مشاهده‌پذیر به کار می‌گیرند. اولین کاربرد از مدل‌های مسیر با مدل‌های مربوط به رفتار حیوانات سر و کار داشت. بعدها متخصصان اقتصادسنجی و جامعه‌شناسان هر یک به نحوی کاربرد مدل‌سازی مسیر را توسعه بخشیدند. در بسیاری از جنبه-ها تحلیل مسیر شامل حل مجموعه‌ای از معادلات رگرسیونی همزمان است که به لحاظ نظری سازنده‌ی روابط بین متغیر-های مشاهده شده برای ساختن مدل مسیر می‌باشند [۹]. سول رایت پس از معرفی روش گرافیکی برای ترسیم روابط بین متغیرهای مشاهده‌پذیر، از معادلات بدست آمده در تحلیل ساختار مدل مسیر پیشنهادی‌اش استفاده نمود و راهکاری را برای سنجش تأثیرهای مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای موجود در مدل گرافیکی مسیر بر روی سایر متغیرهای موجود در مدل خود پیشنهاد داد [۱۲].

آخرین نوع از مدل‌ها مدل معادله ساختاری است که ترکیب مدل‌های مسیر و تحلیلی عاملی تأییدی می‌باشد. طرح اولیه مدل‌سازی معادله ساختاری به کارهای کارل یورسکوگ (۱۹۷۳)، وارد کیزلینگ[8] (۱۹۷۲) و دیوید وایلی[9] (۱۹۷۳) مربوط است. در واقع این سه مولف، با ترکیب مدل‌های اندازه‌گیری که از مدل‌های عاملی بدست می‌آمدند با مدل‌های ساختاری که در مدل‌های مسیر وجود داشتند، به ساختار جدیدی دست یافتند که بعدها بنتلر آن را به نام این سه نفر JKW نامید و این مدل همان چیزی است که امروز آن را تحت عنوان مدل معادله ساختاری می‌شناسیم [۳ و ۹]. مدل معادله ساختاری را می‌توان تکمیل یافته و تعمیم روش‌های پایه مدل‌سازی دانست که تاکنون معرفی شدند. در یک مدل معادله ساختاری از لحاظ روش‌شناسی، برای محاسبات مربوط به تأثیر رگرسیونی متغیرهای پنهان و یا آشکار بر روی

---

[1] - Confirmatory Factor Analysis
[2] - How, W. G.
[3] - Anderson, T. W.
[4] - Rubin, H.
[5] - Lawley, D. N.
[6] - Joreskog, K.
[7] - Wright, S.
[8] - Keesling, W.
[9] - Wiley, D.

یکدیگر در یک مدل ساختاری همانند یک مدل رگرسیونی عمل شده و همچنین هنگامیکه تعداد متغیرهای وابسته‌ی مدل افزایش می‌یابد به یک مدل مسیر نزدیک می‌شویم. با ورود متغیرهای پنهان به مدل مورد بررسی، می‌توان از تحلیل عاملی که در یک مدل عاملی مورد استفاده قرار می‌گیرد بهره جست و با ترکیب آن با مدل مسیر، تأثیرهای ساختاری و اندازه-گیری را توأمان با یکدیگر در مدل حفظ نموده و به یک مدل معادله ساختاری رسید.

توسعه برنامه نرم‌افزاری LISREL در مرکز خدمات آزمون تعلیم و تربیت ای. تی. اس.[10] با کاربرد زبان ماتریسی اساساً توسط کارل یورسکوگ و وان تیلو[11] انجام شد. اولین نگارشی که در اختیار عموم قرار گرفت نگارش ۳ بود که در سال ۱۹۷۶ منتشر شد. در سال ۱۹۹۳ نگارش ۸ از این نرم‌افزار منتشر شد. در این نگارش زبان برنامه‌نویسی SIMPLIS معرفی شد که در آن معادلات با استفاده از نام متغیرها نوشته می‌شوند. در سال ۱۹۹۹ اولین نگارش تعاملی از LISREL منتشر شد. این نگارش از یک مدل ترسیمی برای توسعه مدل‌ها بهره برده و کارها را تا حدی گرافیکی و آسان‌تر کرده است. هر چند که LISREL اولین برنامه نرم‌افزاری مدل‌سازی معادله ساختاری است، برنامه‌های نرم‌افزاری دیگری از اواسط دهه ۱۹۸۰ طراحی و تولید شده‌اند. هر کدام از بسته‌های نرم‌افزاری، در دستورالعمل‌های متفاوتی از مدل‌سازی معادله ساختاری از بقیه توانمندترند. Amos، EQS و LISREL از برنامه‌های مهم مدل‌سازی معادله ساختاری می‌باشند [۹]. به عنوان مثال از توانمندی های ویژه‌ی هر یک از برنامه های مذکور می توان به قابلیت برنامه نرم‌افزاری EQS در یافتن نقاط دورافتاده و اصلاح داده‌های با حذف این خصیصه و یا به قابلیت‌های نمایشی و گرافیکی مخاطب پسند در Amos اشاره نمود. همچنین Amos توانایی مقایسه پارامترها در مدل‌های متنوع از یک جامعه و یا جوامع مشابه را دارا می‌باشد و بسیاری از شاخصه‌های آماری انطباق مدل را در پنجره‌های ساده‌ای در اختیار ما قرار می‌دهد.

مدل‌سازی معادله ساختاری در همه رشته‌ها از سال ۱۹۹۴ گسترش زیادی یافته است. مدل‌سازی معادله ساختاری یک انتخاب عمومی در میان روش‌های چندمتغیره است و نشریه‌ی «مدل‌سازی معادله ساختاری» منبع اصلی برای دستیابی به پیشرفت‌های به عمل آمده در این روش می‌باشد.

۱-۲ از منطق فازی تا معرفی یک جعبه افزار جدید

تحولات در علم منطق، به عنوان سازنده‌ی اصول استدلال، سبب ایجاد تحول در علوم مختلفی خواهند شد. آقای لطفعلی عسگر زاده[12] پس از معرفی مجموعه‌های فازی [۱۳] که معرف زاویه نگاه جدیدی به جبر مجموعه‌ها بود، شاخه-

[10] - ETS: Educational Testing Service
[11] - Thillo, Van
[12] - Zadeh, L. A.

های مختلف علمی را که مرتبط با منطق بودند با یک بازنگری در اصول اولیه و تعاریف خود مواجه ساخت. از جمله‌ی این علوم، علوم اجتماعی بود که در تعریف طبقات اجتماعی و همچنین ساخت مدل‌های خود از مزایای روش‌های فازی بهره برد. از چهره‌های برجسته‌ی کاربرد منطق فازی در علوم اجتماعی می‌توان به چارلز ریگین مولف کتاب‌هایی در زمینه‌ی مجموعه‌های فازی در علوم اجتماعی [۱۶-۱۴] اشاره نمود که دیدگاه بسیطی را در زمینه‌ی مجموعه‌های فازی در علوم اجتماعی در اختیار پژوهشگران این عرصه قرار داده است. چن[۱۳] و فام[۱۴] منطق فازی را از مبانی منطقی تا کاربرد کنترلی آن در [۱۷] مورد مطالعه قرار داده اند. در مرجع [۱۸] می‌توان به زبانی ساده مبانی کاربرد تحلیل‌های فازی را در ارتباط با تحلیل مجموعه‌ای و مدل سازی فازی سیستم‌های اجتماعی یافت. بررسی تقاطعی جایگاه طبقات متفاوت اجتماعی در برابر یکدیگر و ترسیم گروه‌بندی‌ها با استفاده از تعریف نمودار ون تا رسیدن به مدل یک ساختار اجتماعی از قابلیت‌های این زاویه نگاه است.

مدل سازی‌های فازی بر اساس نحوه‌ی کاربرد و استدلال، از ابتدای ایجاد به سه دسته مدل‌های فازی خالص، ممدانی و سوگنو تقسیم شده اند [۱۹]. حسب کاربردهای فنی و مهندسی، بخاطر ایجاد پل ارتباطی با دیگر ادوات دیجیتال که در فرآیندهای صنعتی قبل و بعد از مدل‌های فازی قرار می‌گیرند، دو نوع اخیر از سه نوع مذکور بیشتر مورد توجه محققین بوده است. از زاویه نگاه کاربردی، نرم افزار متلب و جعبه افزار گرافیکی فازی آن، که در واقع مخاطب‌پسند[۱۵] ترین و کاربردی ترین وسیله‌ی ساخت مدل‌های فازی است نیز قابلیت دریافت مجموعه‌های فازی به عنوان ورودی مدل را در این جعبه افزار قرار نداده است. ورود عامل انسانی به حلقه تنظیم خروجی در یک فرآیند نیمه-خودکار و همچنین لزوم ورود واژگان زبانی کاربران به سیستم‌های مدل شده بعلاوه‌ی وجود نرم‌افزاری مخاطب پسند که چنین قابلیتی را در اختیار کاربران قرار دهد از مجموعه دلایلی بودند که ساخت قابلیت جدیدی را برای این نرم افزار مفید می‌دانست. در این پایان‌نامه سعی شده است تا با ساخت و معرفی جعبه افزار جدیدی در نرم افزار متلب که قابلیت‌های مذکور را داشته باشد سهولت کاربرپسندی به مخاطبین روش‌های فازی در نرم‌افزار متلب ارائه شود. تعریف مجموعه‌های فازی با استفاده از قابلیت داده محوری در پنجره‌های تعاملی این جعبه افزار، قابلیت جدید ثانوی این نرم افزار می‌باشد که به کاربران این امکان را می‌دهد تا بدون محدودیت هر تابع تعلق دلخواهی را توسط ماوس کامپیوتر خود نقاشی نمایند. این امکان جدید کاربر را از تعریف توابع ریاضی در فواصل تعریف شده بر روی مجموعه‌ی مرجع، برای ساخت مجموعه‌های فازی

---

[13] - Chen, G.
[14] - Pham, T.
[15] - user-friendly

دلخواه بی‌نیاز می‌سازد. به بیان دیگر با انتخاب روش داده محوری بجای تابع محوری در تعریف توابع تعلق دلخواه، امکان جدیدی به نرم افزار متلب اضافه شده است.

۱-۳ نقشه‌های ادراکی[۱۶]

می توان برای CM [۲۲-۲۰] که در واقع گونه‌ای از نمایش علی و معلولی روابط بین اجزای یک محیط است، معادل فارسی نقشه‌ی شناختی و یا نقشه‌ی ادراکی را بکار برد. نقشه‌های ادراکی برای اولین بار توسط روبرت اکسلرود[۱۷] که یک دانشمند علوم سیاسی بود، در سال ۱۹۷۶ برای نمایش دانش در علوم اجتماعی به کار گرفته شد [۲۰]. نمایش روابط علی و معلولی بین متغیرها توسط دیاگرام نقشه‌های ادراکی، به پژوهشگر کمک می‌کند تا مجموعه‌ای از گفته‌ها و یا کدهای پنهان در یک نظریه‌ی کارشناسانه را به آسانی به صورت یک مدل که درک کلیت سیستم ترکیبی را آسان می‌نماید نشان بدهد. FCM [۱۸] [۲۱-۲۰] یک نقشه‌ی علی و معلولی از روابط بین اجزای سیستم است که بر اساس منطق تقریبی فازی بنیان نهاده شده است. معادل فارسی نقشه‌های ادراکی فازی برای FCM های مورد بررسی پیشنهاد شده است.

با مطالعه‌ی متن نظریات یک کارشناس و استفاده از گزاره‌های علی و معلولی موجود در آن که مبین روابط علی بین اجزای سخن اوست، علت‌ها و معلول‌ها در ارتباط با یکدیگر مشخص می‌شوند. نقشه‌های ادراکی محققین را قادر می‌سازند تا با نمایش متغیرهای علت و معلول و تأثیرهای متقابل میان آن‌ها با استفاده از دایره‌ها و پیکان‌های گرافیکی، درک کلیت سیستم و اجزای میانی آن را آسان‌تر نمایند. پیش‌بینی و تحلیل حساسیت به عنوان دغدغه‌ای همیشگی در بررسی مدل‌های اجتماعی نیز با استفاده از قابلیت نمایش ماتریسی روابط علی و معلولی در نقشه‌های ادراکی ممکن خواهد بود. جمع آوری نظرات خبرگان متفاوت در مورد رفتار یک سیستم و ساخت مدلی واحد که تجمیع نظرات آن‌ها را در خود دارد نیز از قابلیت‌های دیگر نقشه‌های ادراکی می‌باشد.

۱-۴ مروری بر فصول تحقیق

در فصل دوم تحلیل‌های کمی در علوم اجتماعی طبقه بندی شده و جایگاه کاربردی مدل سازی معادله ساختاری در آن به عنوان روشی جامع تبیین شده است. جمع آوری و ویرایش داده‌ها به عنوان گام اول در رسیدن به مدل یک اجتماع، از مهمترین و مبنایی‌ترین موضوعاتی است که می‌بایست یک محقق کمی علوم اجتماعی مدنظر داشته باشد. در

---

16 - Cognitive Map (CM)
17 - Robert Axelrod
18 - Fuzzy Cognitive Map

این باره به تفصیل در فصل سوم سخن گفته شده است. با توجه به نوع تحقیق و رعایت استانداردهای مطرح، انتخاب شیوه‌ی توزیع و مطالعه‌ی نمونه‌های آماری از جمله پیشنهاداتی است که در این فصل به مخاطبین ارائه شده است. سایت بسیار ارزشمند «پیمایش ارزش‌های جهانی» که در گستره‌ی جهانی (ایران نیز در نمونه‌ها وجود دارد) مطالعات استاندارد آماری را مطمح نظر قرار داده است نیز در این فصل معرفی شده است.

همبستگی و انواع آن بعلاوه‌ی چند عامل مهم تأثیرگذار بر روی مقدار آن در فصل چهارم موضوع بحث می‌باشد. در فصل پنجم مراحل بازگشتی ساخت یک مدل معادله ساختاری که شامل مراحل تدوین مدل، تشخیص مدل، برآورد مدل، آزمون مدل و اصلاح مدل می‌باشد تحلیل شده است. چند روش مفید برای اصلاح مدل تا رسیدن به مدلی که شاخصه‌های آماری و مبانی نظری را توأمان برآورده سازد در این فصل مورد توجه قرار گرفته اند. برازش مدل به معنای مقایسه‌ی مدل نظری با داده‌های نمونه‌ای در فصل ششم بررسی می‌شود. معیارهای مهم در آزمون یک مدل معادله ساختاری همراه با گزارش یک مدل استاندارد محتوای این فصل را تشکیل داده اند. فصل هفتم آخرین فصل مرتبط با مدل سازی به روش مدل سازی معادله ساختاری می‌باشد که در آن پس از جستجویی بر چند رابطه‌ی ریاضی، پیشنهاداتی در جهت انتخاب روش مدل سازی از میان انواع روش‌های مدل سازی معادله ساختاری ارائه شده است. مقاله‌ی [۲۳] که منتج از نتایج تحقیق پایان‌نامه می‌باشد مدل سازی معادله ساختاری را در مورد یک فرآیند مدیریتی مورد بررسی قرار داده است. استفاده از مدل سازی معادله ساختاری به عنوان مبدل در حلقه کنترلی یک فرآیند پیشنهاد جدیدی است که مورد ادعای این تحقیق می‌باشد.

از فصل هشتم پایان‌نامه تا به پایان، روش‌های مجموعه‌ای و فازی در تحلیل سیستم‌ها مورد بررسی بوده اند. در فصل هشتم به اهمیت این زاویه نگاه و تحلیل مجموعه‌ای ساختارهای سیستم بعلاوه‌ی رهیافت استخراج گزاره‌های زبانی از روی داده‌های پرسش‌نامه‌ای پرداخته شده است. در فصل نهم جعبه افزار ساخت سیستم فازی خالص[۱۹] به عنوان یکی از دستاوردهای این تحقیق معرفی شده است. دو ادعای جدید در این اختراع نرم افزاری مطرح شده است که قبلاً در جعبه افزار فازی نرم افزار متلب وجود نداشته اند. اول قابلیت ورود مجموعه‌های فازی به عنوان ورودی‌های سیستم شبیه سازی شده و دوم قابلیت تعریف توابع تعلق مجموعه‌های فازی به شکل داده محور می‌باشد. منظور از داده محوری تعبیری مشابه نقاشی توابع با ماوس کامپیوتر است که مفصلاً در برابر روش تابع محور تعریف توابع عضویت در این فصل مورد نقد قرار گرفته است. فصل دهم به کاربرد جعبه افزار مذکور در «تنظیم خروجی در یک فرآیند نیمه–خودکار بر اساس سلیقه

[19] - Pure Fuzzy Inference System (PFIS)

کاربر» پرداخته است. این مهم در واقع پیشنهاد کنترل نیمه–خودکار در برابر کنترل تمام–خودکار در شرایطی است که سلیقه کاربر در تنظیم خروجی‌های سیستم اهمیت دارد. مطلوب بودن خروجی با توجه به تعریف متفاوت مطلوب بودن از زاویه نگاه کاربر، چالشی است که حضور عامل انسانی را در فرآیند انتخاب set-point مناسب ضروری می‌سازد. پیشنهاد دیگری که در این فصل به آن پرداخته شده است، الگوریتمی جهت ساخت مجموعه‌های فازی برای تمام واژگان زبانی توصیفی از روی واژگان زبانی محدودی است که تحت عنوان واژگان زبانی کلیدی معرفی می‌شوند.

فصل یازدهم نقشه‌های ادراکی[۲۰] را به عنوان روشی دیگر در مدل سازی ساختارهای درونی یک سیستم مورد بررسی قرار می‌دهد. نمایش گرافیکی این روش که همانند مدل سازی معادله ساختاری تحلیل ساختارهای درونی یک سیستم پیچیده را ممکن می‌سازد با تعاریف مقدماتی آن در این فصل ارائه شده است. تجمیع نقشه‌های ادراکی خبرگان متفاوت و تحلیل حساسیت عوامل تأثیر گذار بر روی یکدیگر از قابلیت‌های نمایش ماتریسی نقشه‌های ادراکی می‌باشد. در فلسفه‌ی مبنای تشکیل نقشه‌های ادراکی و تفاوت آن با روش مدل سازی های قبلی فازی به تفاوت گزاره‌های شرطی و گزاره‌های علی اشاره شده است که بحث منطقی مفیدی را در شرایط استفاده از مدل‌های متفاوت نقد کرده است.

امید آن است که تحقیق پیش رو مقدمه مفیدی را در استفاده کاربردی‌تر از روش‌های کمی در مطالعات اجتماعی پیش روی پژوهشگران این عرصه قرار بدهد.

[20] - Cognitive Map

فصل دوم

آمار و مدل سازی معادله ساختاری

مقدمه

تحقیقات در علوم اجتماعی به طور کلی به دو دسته تحقیقات کیفی و کمی قابل تقسیم هستند. البته دسته‌ی بسیاری از مقالات هم سعی می‌کنند تا با ترکیب این دو نگاه، پژوهش کامل‌تری را به مخاطبان خود ارائه دهند. در تحقیقات کمی که در این پایان نامه مورد توجه قرار گرفته است، بیش از همه علم آمار و نتایج بدست آمده از آن از اهمیت بنیادین برخوردار می‌باشند. از جمله روش‌های بسیار مهم آماری که در شاخه‌های مختلفی از علوم اجتماعی جایگاه پرطرفداری را از آن خود کرده است مدل سازی به روش معادله ساختاری می‌باشد که در بخش اول از این پایان-نامه به عنوان روشی مرسوم در مدل کردن رفتارهای اجتماعی و ساختارهای موجود در آن مدنظر بوده است. آشکار کردن کنش‌های درون سیستمی و بوجود آوردن پایگاهی مستعد برای تحلیل‌های حساسیت و همچنین پیش‌بینی از قابلیت‌های مهم شاخه‌های متفاوت تحقیقات مبتنی بر مدل‌سازی معادله ساختاری می‌باشند. امروزه به کمک نرم افزارهای چندی کاربرد این روش مدل سازی در تحقیقات کمی با استقبال شایانی مواجه شده است. پس از مقدمه‌ی مختصری درباره‌ی معرفی روش‌های کلی آماری در تحلیل رفتارها و مشخصات جامعه، به کاربردهای مدل سازی معادله ساختاری خواهیم پرداخت.

۲-۱ آمار، اساس مدل سازی

علم آمار اساس مدل سازی را در شاخه‌های متنوعی از علوم تجربی و اجتماعی شکل می‌دهد. برای درک اصول مدل سازی ابتدا لازم است تا به مفاهیم مرتبطی که در علم آمار مطرح می‌شوند توجه داشته باشیم. برای بررسی صفات مختلف در یک جامعه‌ی آماری معمولا از تمام افراد جامعه، آزمون بعمل نیامده و به حجم نمونه‌ی محدودی از آن جامعه‌ی آماری بسنده می‌شود. به نتایج آماری بدست آمده از این تحقیق – اعم از میانگین‌ها ، واریانس‌ها، کوواریانس‌ها و ... مرتبط با نمونه‌ها در حجم نمونه‌ای که مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند - اصطلاحا آمار توصیفی می‌گویند. در آمار توصیفی[1] کلیه‌ی نتایج حاصله، صرفا در مورد حجم نمونه‌ای که به طور مستقیم مورد مطالعه قرار گرفته است، اعتبار دارد. در آمار استنباطی[2]، نتایج حاصله از تحقیق آماری را در مورد جامعه‌ی آماری و صفات مربوط به آن تعمیم می‌دهیم. به بیان دیگر هر روش آماری که از نتایج حاصله از آمار توصیفی بخواهد نتیجه‌ای در مورد صفات متناظر در جامعه‌ی آماری داشته باشد، آمار استنباطی نامیده می‌شود [۲۶-۲۴].

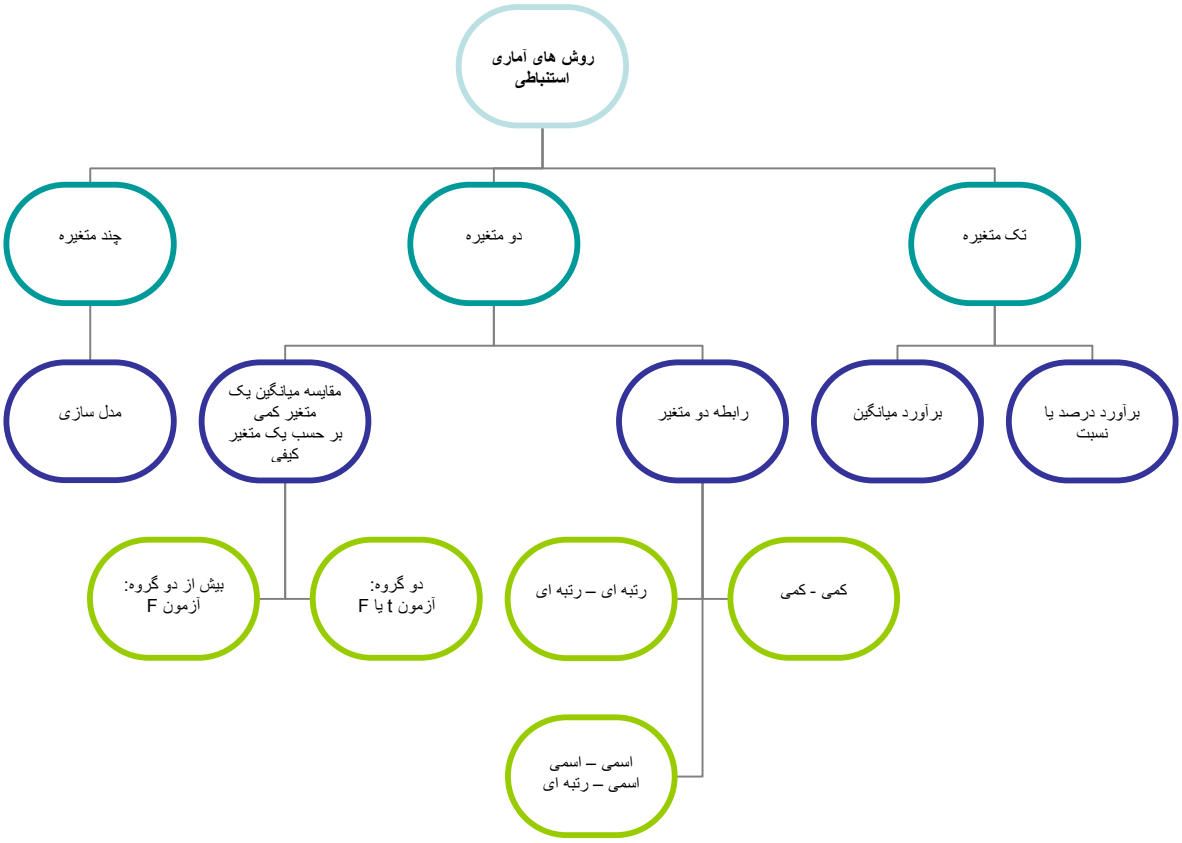
۲-۲ یک دسته بندی کلی

روش‌های آماری استنباطی را با توجه به تعداد متغیرهای به کار گرفته شده در تحلیل به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌کنیم، ۱- روش‌های تک متغیره، ۲- روش‌های دو متغیره و ۳- روش‌های چند متغیره. شکل ۲-۱ به صورت کلی تقسیم‌بندی مذکور و تعدادی از روش‌های مهم کاربردی در هر روش را نشان داده است.

به مشخصه‌هایی که بیانگر صفات در حجم نمونه‌ای که مورد سنجش مستقیم قرار گرفته‌اند باشند، اصطلاحاً آماره[3] گفته می‌شود؛ همینطور مشخصه‌هایی که بیانگر صفات در جامعه‌ی آماری هستند، پارامتر[4] نامیده می‌شوند. آماره‌ها را با حروف انگلیسی و پارامترها را با حروف یونانی نمایش می‌دهند. معمولا در تحلیل‌ها در مورد پارامترها، یعنی صفات در جامعه‌ی آماری، صحبت می‌کنیم. اما از آنجا که تمام افراد جامعه تحت نمونه گیری قرار نمی‌گیرند با توجه به آماره‌ها یعنی نتایج حاصل از مطالعه‌ی حجم نمونه در مورد پارامترها قضاوت می‌کنیم. پس برآورد پارامترهای جامعه از روی آماره‌های حجم نمونه‌ای، اساس تحلیل‌ها و مدل سازی‌های ما را می‌سازد.

---

[1] - Descriptive Statistics
[2] - Inferential Statistics
[3] - statistic
[4] - parameter



شکل ۲-۱ روش‌های آمار استنباطی

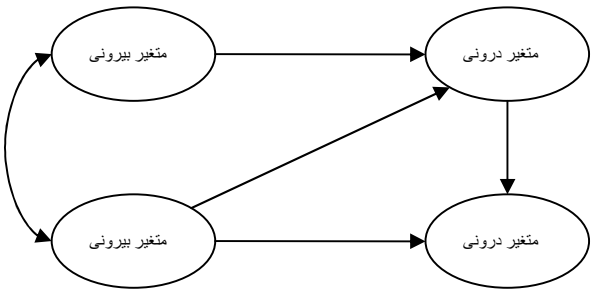
۲-۳ مدل سازی معادله ساختاری چیست؟

مفاهیم اساسی آمار، همبستگی و تحلیل رگرسیون پایه اصلی درک مدل سازی معادله ساختاری را تشکیل می-دهند. در مدل سازی معادله ساختاری، مدل‌های نظری متنوعی می‌توانند مورد بررسی قرار بگیرند؛ این مدل‌ها فرض می-کنند که چگونه مجموعه‌ای از متغیرهای آشکار[5]، متغیرهای پنهان[6] را تعریف کرده و اینکه متغیرهای پنهان چگونه با یکدیگر ارتباط پیدا می‌کنند. متغیرهای آشکار به متغیرهایی می‌گوییم که مقادیر اندازه‌گیری شده برای آن‌ها را بصورت پیش‌فرض در اختیار داریم. به یک متغیر آشکار، در صورتیکه از مقدار آن برای شناخت یک متغیر پنهان استفاده شود، یک معرف نیز گفته می‌شود. اصطلاح متغیرهای پنهان نیز برای متغیرهایی به کار می‌رود که مقادیر آن‌ها مستقیماً در اختیار پژوهشگر قرار ندارند، اما بصورت غیر مستقیم می‌توان آن‌ها را توسط معرف‌های مرتبط با آن‌ها اندازه‌گیری نمود. به متغیرهای پنهان، عامل و یا سازه نیز گفته می‌شود.

---

[5] - Observed Variable
[6] - Latent Variable

از زاویه نگاه دیگر می‌توان متغیرهای موجود در مدل سازی معادله ساختاری را به متغیرهای درونی و بیرونی نیز طبقه بندی نمود. در مدل‌های نظری تحت بررسی هر یک از متغیرهای به کار رفته، چه پنهان و چه آشکار، می‌توانند به عنوان متغیرهای بیرونی و درونی نیز در نظر گرفته شوند. متغیرهای درونی را به نام متغیرهای وابسته و متغیرهای بیرونی را با نام متغیرهای مستقل نیز می‌شناسیم. یک متغیر درونی به متغیری گفته می‌شود که در مدل تحت بررسی حداقل یک پیکان یک سویه به سمت آن نشانه رفته باشد. به عبارت دیگر متغیر درونی متغیری است که از لحاظ علّی و معلولی حداقل تحت تأثیر یک متغیر به صورت یک طرفه قرار گرفته باشد. متغیر بیرونی نیز به متغیری می‌گوییم که هیچ پیکان یک سویه‌ای به سمت آن نشانه نرفته باشد. در شکل شماره ۲-۲ متغیرهای درونی و بیرونی نشان داده شده‌اند. همانطور که مشخص است پیکان‌های دوسویه در تعریف متغیرهای درونی و یا بیرونی بی تأثیر هستند. پیکان‌های یک سویه معرف تأثیرهای علی و معلولی، از طرف علت به سمت معلول هستند و پیکان‌های دوسویه مبین وجود کوواریانس و یا هم‌تغییری میان متغیرهای متصل به هم می‌باشند.



شکل ۲-۲ نمایش متغیرهای درونی و بیرونی

برای نزدیک تر شدن به تعریف مدل سازی چند مثال کاربردی را از نظر می‌گذرانیم. به عنوان نمونه یک پژوهشگر علوم اجتماعی ممکن است با این فرضیه روبرو باشد که مشارکت اجتماعی داوطلبانه تابع سطح اعتماد اجتماعی است. محقق علوم تربیتی ممکن است فرض کند که محیط خانه یک دانش‌آموز، پیشرفت تحصیلی‌اش را در مدرسه تحت تاثیر قرار می‌دهد. یک محقق بازاریابی ممکن است با این فرضیه روبرو باشد که اعتماد مشتری به یک شرکت، به افزایش فروش منتهی می شود. یک متخصص مراقبت‌های بهداشتی ممکن است بر این عقیده باشد که یک رژیم غذایی مناسب و حرکات نرمشی منظم به کاهش خطرهای قلبی عروقی منجر خواهد شد. در هر یک از این مثال‌ها هر یک از متغیرهای مستقل و یا وابسته‌ی ذکر شده را می‌توان تحت عنوان یک سازه در نظر گرفت که مقدار آن را کارشناسان علم مربوطه با