فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی
دانشگاه علامه طباطبائی
سال هفتم، شماره ۲۸، تابستان ۹۶، ص ۲۰۷ تا ۲۴۰

Quarterly of Educational Measurement
Allameh Tabataba'i University
Vol. 7, No. 28, Summer 2017

تحلیل داده‌های شبکه‌ای در فرآیند تحلیل سؤال

لادن عراقی[۱]، آزاده طاهری[۲]، زهرا جزء رمضانی[۳]، افروز عباسپور[۴]، محمد حسین ضرغامی*[۵]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۱۵

چکیده

روش تحلیل شبکه در حوزه‌ی روانسنجی به این دلیل که بنیان آن مبتنی بر تئوری و مفروضات هستی‌شناختی و روش‌شناختی خاصی است، می‌تواند به عنوان پارادایمی[۶] مستقل تلقی شود که بر اساس آن تکنیک‌ها و فنون ویژه‌ای برای جمع آوری، تحلیل داده‌ها و برازش مدل‌های نظری پیشنهاد می‌دهد. این روش می‌تواند در کاربست روش‌های روانسنجی که ماهیت شبکه‌ای دارند (مانند تحلیل سؤالات)، استفاده شود. هدف این پژوهش معرفی تحلیل داده‌های شبکه‌ای به عنوان یک تکنیک روانسنجی-ریاضیاتی و استفاده از آن در فرآیند تحلیل سؤالات پرسشنامه، می‌باشد. برای نمونه، نتایج تحلیل سؤال از این روش با شاخص‌های روانسنجی مرسوم مقایسه می‌شود. داده‌ها، از اجرای پرسشنامه رغبت شغلی بدست آمده که مبتنی بر نظریه شخصیتی- شغلی هالند ساخته شده است. این پرسشنامه روی ۱۰۰۰ نفر از دانش آموزان دبیرستانی استان تهران اجرا شده است. دانش آموزان بر اساس نمونه‌گیری خوشه‌ای و با اخذ مجوز لازم از اداره آموزش و پرورش استان تهران، انتخاب شدند. این داده‌ها با هدف تحلیل سؤالات پرسشنامه رغبت‌سنج و قبل از مرحله‌ی هنجاریابی پرسشنامه اتخاذ شدند. معرفی تکنیک تحلیل داده‌های شبکه‌ای و الگوریتم‌های مربوط به آن و استفاده از آنها به منظور فرآیند تحلیل سؤال، یکی از

---

۱. کارشناسی ارشد روان‌شناسی دانشگاه ابهر
۲. کارشناسی ارشد روان‌شناسی دانشگاه الزهرا
۳. کارشناسی ارشد راهنمایی و مشاوره دانشگاه دانشگاه آزاد واحد تهران شمال
۴. کارشناسی ارشد علوم تربیتی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز
۵.* استادیار مرکز تحقیقات علوم رفتاری، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، zar100@gmail

6. Paradigm

Archive of SID
www.SID.ir

دستاوردهای این مقاله است. مقایسه‌ی نتایج بدست‌آمده از بکار بردن تکنیک تحلیل داده‌های شبکه‌ای و روش‌های مرسوم روانسنجی (مانند ضریب پایایی، ضریب تمیز، مقدار آگاهی بر اساس نظریه سؤال پاسخ و تحلیل عاملی سؤالات) نشاندهنده‌ی انطباق و هماهنگی آنها در تحلیل سؤالات پرسشنامه رغبت سنج است. به بیان دیگر، سوالاتی که با استفاده از شیوه‌های مرسوم تحلیل سؤال، مناسب و یا نامناسب تشخیص داده می‌شوند، همان سوالاتی هستند که در گراف ترسیم شده از طریق تکنیک شبکه‌ای مناسب و یا نامناسب‌اند. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان از تکنیک تحلیل داده‌های شبکه‌ای به خوبی در حوزه‌ی تحلیل سؤالات چه به صورت مستقل و چه در کنار شیوه‌های مرسوم تحلیل سؤال استفاده نمود. مزایای کاربرد چنین تکنیکی علاوه و بر سادگی فهم، تفسیر و شناسایی سؤالات مناسب و نامناسب، نقشه‌ی ارتباطی بین سؤالات است که می‌تواند در تحلیل ابعاد زیر بنایی سؤالات، مانند تکنیک مقیاس گذاری چند بعدی[1] استفاده شود و تمام نتایج تحلیلی را به صورت یکپارچه و یکجا ارائه دهد.

واژگان کلیدی: تحلیل داده‌های شبکه‌ای، تحلیل سؤال، ویژگی‌های روانسنجی، دیداری سازی، نقشه سؤالات، نظریه هالند، رغبت شغلی

مقدمه

استفاده از تحلیل داده‌های شبکه‌ای در حوزه‌ی روانشناسی و روانسنجی جدیدترین روش‌شناسی قلمداد می‌شود. روش‌شناسی شبکه امکان مطالعه‌ی همزمان چندین هدف را میسر می‌سازد. این موضوع روانسنجان را ترغیب می‌کند تا در سنجش سازه‌های انسانی از شبکه[2] که ابزاری است برای نشان دادن عناصر یک سیستم و ارتباط درونی (کارینگتون، اسکات و واسرمن[3]، ۲۰۰۵) آن است، استفاده نمایند. این پژوهش قصد دارد تا ظرفیت تحلیل داده‌های شبکه‌ای را در تحلیل سؤالات پرسشنامه به عنوان یکی از فعالیت‌های اساسی ساخت پرسشنامه، مورد آزمون قرار دهد. در تحلیل شبکه‌ای، پدیده‌هایی که ماهیت شبکه‌ای دارند مورد مطالعه‌ی کمی و کیفی قرار

1. Multidimensional scaling
2. Network
3. Carrington, Scott & Wasserman

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرند (کارینگتون، اسکات و واسرمن، ۲۰۰۵). مهم‌ترین مساله در رویکرد مطالعاتی شبکه، ارتباط بین اجزاء تشکیل دهنده‌ی آن است. میشل[1] بیان می‌کند که الگوسازی[2] پیوندها[3] می‌تواند برای توضیح برخی جنبه‌های رفتار افراد درگیر آن، استفاده شود. پژوهشگران حوزه‌ی روانشناسی با رویکردهای مختلف، به بررسی روابط بین متغیرهای روانی می‌پردازند و به طور ضمنی این اصل را پذیرفته‌اند که کم و کیف این روابط و آرایش آن‌ها می‌تواند در بروز رفتاری خاص، تأثیر داشته باشد (تل[4]، ۲۰۱۳). در صورتی که از زاویه‌ی دیدگاه شبکه‌ای به روان و شخصیت انسان نگریسته شود، علاوه بر این که اجزاء در تشکیل آن اهمیت دارند، کل شخصیت و روان نیز مهم تلقی می‌شود. به رویکردهای تقلیل‌گرایانه دیدگاه اتمی و به رویکرد کل‌نگر دیدگاه مولکولی[5] نیز گفته می‌شود. رویکرد شبکه به عنوان یک رویکرد نظری ویژگی‌های هر دو دیدگاه را همزمان در بر دارد (چلبی، ۱۳۷۵).

یکی از مسائل اصلی سنجش و اندازه‌گیری روانی[6] بررسی نظری و تجربی[7] الگوی روابط است (ضرغامی، دلاور، فلسفی نژاد، درتاج، خوش سخن، ۱۳۹۳). تحلیل شبکه در حوزه‌ی روانشناسی و اندازه‌گیری روانی می‌تواند تلاش بین‌رشته‌ای قلمداد شود که در آن نظریات روانشناسی با روش‌شناسی کمی آماری و ریاضی شکل‌گرفته و گسترش می‌یابد و در کنار آن، برای چالش‌های تحلیلی[8] در این حوزه پاسخ مناسب ارائه می‌دهد. هدف پژوهشگران سنجش و اندازه‌گیری پرداختن به این تلاش است. رویکرد تحلیل شبکه‌ای به عنوان روش شناسی و تکنیک منعطف، خاستگاه ریاضیاتی دارد که می‌تواند در حوزه‌ی روانسنجی بکار گرفته شود. دو دلیل

1. Michelle
2. Modeling
3. Association
4. Tal
5. Molecular
6. Mental Assessment and measurement
7. Empirical
8. Analytical challenges

Archive of SID

www.SID.ir

موجب نگاه جدید به رویکرد شبکه‌ای در حوزه‌ی اندازه‌گیری روانی شده است. اول این که در سال‌های اخیر مدل‌ها و نظریات مربوط به متغیرهای پنهان[1] سیطره داشته‌اند و دوم این که بر خلاف مدل‌های پنهان، دیدگاه شبکه‌ای به گسترش سیستم‌های پویا[2] کمک کرده است. گستردگی سیستم‌های پویا از لحاظ محتوایی بسیار زیاد است و سیستم‌های مکانیکی[3] تا نشانه شناسی[4] بیماری‌ها را در بر می‌گیرد (بورسبوم[5]، ۲۰۰۸).

ارتباط مختلف سؤالات یک پرسشنامه که با هدف یا اهداف خاصی طراحی شده‌اند، می‌تواند به گراف بزرگی منجر شود که به آن شبکه‌ی سؤالات گفته می‌شود. شاخص‌های مربوط به این نوع تحلیل و نقشه‌هایی که از آن بدست می‌آید، روابط و تغییر روابط بین عناصر مختلف پدیده –در ادبیات شبکه به روابط یال[6] و به عناصر گره یا رأس[7] گفته می‌شود- را مطالعه می‌کند. در این مطالعه گره‌ها سؤالات مختلف پرسشنامه و یال‌ها ارتباط بین سؤالات مختلف است. آیا نتایجی که از تحلیل شبکه‌ی سؤالات یک پرسشنامه حاصل می‌شود، می‌تواند در ارزشیابی سؤالات استفاده شود. تمرکز این پژوهش پاسخ به این سؤال و آزمون کاربرد تحلیل داده‌های شبکه‌ای در فرآیند تحلیل سؤال می‌باشد.

تحلیل شبکه: تحلیل شبکه ریشه در نظریه‌ی شبکه[8] دارد. این نظریه حوزه‌ای از ریاضیات کاربردی و بخشی از نظریه‌ی گراف است. تحلیل شبکه‌ای تحت تئوری کاربردی گراف‌ها طبقه‌بندی شده و بیشتر با ریاضیات سروکار دارد تا با آمار و تحلیل آمار. کاربرد ریاضیات در این روش شامل تئوری گراف‌ها و جبر ماتریس‌ها است؛ به این صورت که برای ثبت و ورود

1. Latent variable
2. Dynamic System
3. Mechanical system
4. Semiotics
5. Borsboom
6. Edge
7. Node
8. Probability theory

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌ها و اطلاعات از ماتریس‌ها و برای نمایش اطلاعات و داده‌های مربوط به الگوهای ارتباطی از گراف‌ها استفاده می‌شود. در واقع نظریه‌ی گراف بخشی از ریاضیات گسسته است. به منظور جمع‌آوری داده‌های مربوط به روابط افراد، سازمان‌ها یا گروه‌ها می‌توان از روش‌های متداول علوم اجتماعی و رفتاری مانند پرسشنامه، مصاحبه‌ی ساختارمند و غیرساختارمند، مشاهده‌ی غیر مشارکتی و اسناد و مدارک نیز استفاده کرد. در تحلیل شبکه علاوه بر این نظریات از الگوسازی جبری و الگوسازی آماری نیز استفاده می‌شود. الگوسازی جبری به جبر وابسته است و الگوسازی آماری مبتنی بر نظریه‌ی احتمال است (کارینگتون، اسکات و واسرمن، ۲۰۰۵).

تحلیل شبکه که در واقع تحلیل گراف خاص است، کاربردهای عملی فراوان دارد. کاربردهای مختلف مربوط به تحلیل شبکه‌ای به سه طبقه بزرگ زیر تقسیم می‌شود. الف) تحلیل به خاطر تعیین ویژگی‌های ساختاری شبکه: مانند توزیع درجات رئوس[1] و قطر[2] گراف. با وجود این که تعداد زیادی از شاخص برای گراف‌ها وجود دارد ولی تلاش برای ساخت نمونه‌های مفید در حوزه‌های پژوهشی مختلف همچنان ادامه دارد. ب) تحلیل برای پیدا کردن یک کمیت اندازه پذیر درون شبکه و ج) تحلیل ویژگی‌های دینامیک شبکه‌ها.

واحد تحلیل در شبکه یک رابطه است که این رابطه می‌تواند بین متغیرهای مشاهده‌شده، بین متغیرهای مشاهده‌شده و پنهان و یا بین متغیرهای پنهان باشد، اگر چه در بیشتر موارد منظور از رابطه، رابطه‌ی بین متغیرهای مشاهده شده است (ماردسن[3]، ۱۹۹۰). نظریه‌ی شبکه به مطالعه‌ی گراف‌ها به عنوان، معرف روابط نظاممند یا روابط غیر نظاممند بین اشیاء گسسته می‌پردازد. در این نظریه پیوندها، مسیرهای بهم مرتبطی هستند که موضوعات را به یکدیگر متصل می کنند. در شبکه‌هایی مانند شبکه‌ی حمل و نقل مسیرها مشخص و قابل رویت‌اند اما در شبکه‌ی اجتماعی و یا شبکه‌ی بیماری‌های روانی یا ارتباط بین سؤالات یک پرسشنامه، این مسیرها مشاهده پذیر

1. vertex degree
2. Diameter
3. Mardsen

Archive of SID

www.SID.ir

نمی‌باشند. در تحلیل شبکه، شکل[1] و محتوی رابطه بین گره‌ها مورد توجه است. شکل رابطه در برگیرنده‌ی شدت رابطه بین دو گره و میزان درگیری مشترک گره‌ها در فعالیت یکسان می‌باشد، محتوی رابطه در روانشناسی نیز می‌تواند در برگیرنده‌ی حوزه وسیعی باشد. این محتوی می‌تواند معاملاتی، خویشاوندی، عاطفی و غیره باشد. در بیشتر شبکه‌ها محتوی رابطه می‌تواند در سطوح مختلف تحلیل دربرگیرنده‌ی چند نوع رابطه باشد؛ بنابراین رابطه در تحلیل شبکه‌ای با روش‌های آماری دیگر تفاوت دارد (پالیوال، کومار[2]، ۲۰۰۹).

در صورتی که بخواهیم از واژگان تحلیل شبکه‌ای برای بررسی روابط آماری مرسوم[3] استفاده نماییم می‌توان گفت که در روش‌های تحلیل آماری متداول کانون توجه به صفات گره‌ها است و بعد از مشخص شدن این گره‌ها، آن‌ها را بر اساس یک یا چند متغیر مربوط دسته‌بندی نموده و در نهایت میزان شباهت و عدم شباهت میان آن‌ها مطالعه می‌شود. به عنوان مثال اگر واحد تحلیل دانش‌آموزان یک کلاس درس باشد، صفاتی مانند موقعیت شهری کلاس، وضعیت اقتصادی خانوار دانش‌آموزان به طور متوسط، مقطع و پایه‌ی تحصیلی دانش‌آموزان، نوع مدرسه‌ای که کلاس در آن واقع شده است و جمعیت کلاس می‌توانند به عنوان صفت‌هایی از این کلاس در نظر گرفته شوند؛ اما در تحلیل شبکه شکل و محتوا رابطه مهم است. به عنوان مثال در رابطه‌ی بین نشانگان یک بیماری روانی برای پژوهشگر دارای رویکرد شبکه‌ای، شدت پیوند بین نشانگان، جهت[4] ارتباط و تقارن[5] یا عدم تقارن[6] رابطه اهمیت دارد و از لحاظ محتوا می‌تواند همه‌گیر شناسی[7] یا علت‌یابی[8] مورد نظر باشد (ضرغامی، دلاور، فلسفی نژاد، درتاج، خوش سخن، ۱۳۹۳).

1. Form
2. Paliwal, Kumar
3. Current
4. Orientation
5. Symmetry
6. Assymetry
7. Epidemiology
8. Etiology

Archive of SID

www.SID.ir

در پژوهش‌های مرسوم در روانشناسی پژوهشگر بعد از تعریف دقیق جامعه‌ی مورد مطالعه به مدد روش‌های نمونه‌گیری[1] دست به انتخاب نمونه‌ی معرف می‌زند. طرح‌های تحقیق[2] در تحلیل شبکه متناسب با دیدگاه نظری پژوهشگر اشکال متعدد به خود می‌گیرد. چهار عنصر طرح تحقیق در زمینه‌ی سنجش و فنون تحلیلی عبارت‌اند از: انتخاب واحدهای نمونه، شکل روابط، محتوا روابط و سطح تحلیل داده‌ها (تل، ۲۰۱۳). پژوهشگری که از تحلیل شبکه استفاده می‌کند باید جامعه‌ی روابط را کاملاً مشخص نمایید و برای این کار باید گره‌ها، حوزه[3]ی روابط و سطح[4] شبکه مشخص شود.

کاربرد تحلیل داده‌های شبکه‌ای در مطالعات روانسنجی: روانسنجی شاخه‌ای بین رشته‌ای است که درصدد است از تمام روش‌های ممکن به منظور سنجش بهتر فرآیندهای روانی استفاده نماید. متدولوژی و تکنیک تحلیل شبکه‌ای می‌تواند به طور مؤثر و کارا در این حوزه به کار گرفته شود. یکی از حوزه‌های روانسنجی که به نظر می‌رسد می‌تواند از گسترش نظریه شبکه متأثر شود، دیداری سازی[5] نتایج بدست آمده از پژوهش‌های مختلف روانی است. این دیداری سازی می‌تواند در تحلیل سؤال به خدمت گرفته شود.

تحلیل سؤال واژه‌ای عمومی و کلی است که به روش‌های خاص ارزشیابی سؤالات آزمون اشاره دارد. این روش‌ها مخصوصاً با هدف ساخت و بازبینی آزمون استفاده می‌شوند. نظریات اندازه‌گیری که به منظور تحلیل سؤال استفاده می‌شوند، عبارتند از نظریه کلاسیک اندازه‌گیری و نظریه سؤال پاسخ. بر اساس نظریه کلاسیک اندازه‌گیری یک نمره مستقیماً نتیجه‌ی نمره واقعی فرد بعلاوه خطا است. نمره واقعی در این نظریه یک تعریف آماری مبتنی بر امید ریاضی نمرات مشاهده شده است. بر این اساس انتظار می‌رود خطای اندازه‌گیری یک خطای تصادفی باشد؛ به

1. Sampling methods
2. Research design
3. Area
4. Level
5. Visualization

Archive of SID

www.SID.ir

طوری که میانگین نمرات آن در تکرار اندازه‌گیری زیاد، صفر شود، در این صورت میانگین نمرات مشاهده شده در تکرار بالا با نمره واقعی فرد یکسان می‌شود. نظریه سؤال پاسخ یک نظریه مبتنی بر خصیصه مکنون است که فرض می‌شود متغیر مکنون که در ادبیات اندازه‌گیری به آن توانایی گفته می‌شود؛ پیوسته و متغیر مشاهده شده گسسته است (ضرغامی، قائمی، قائمی، ۱۳۹۲). با همه مزایایی که نظریه سؤال پاسخ دارد اما به دلیل این که مبتنی بر مدل‌های بازتابی است با مشکلات فلسفی جدی روبرو است (بورسبوم، ۲۰۰۸).

استفاده از شیوه‌های مبتنی بر تحلیل داده‌های شبکه‌ای، می‌تواند به صورت مستقل در تحلیل سؤال استفاده و یا در کنار سایر روش‌های تحلیل سؤال بکار گرفته شود. تحلیل شبکه‌ای[1] پتانسیل‌هایی دارد که در بعد روش شناسی[2] منجر به ارائه‌ی ابزارهای تحلیلی مناسب می‌شود (مسعود چلبی، ۱۳۷۳) و به کاربردهایی مانند مطالعه‌ی پدیده‌هایی با ماهیت شبکه‌ای مانند تحلیل سؤال، بیانجامد. استفاده از الگوریتم‌های تحلیل شبکه در بررسی سؤالات آزمون به نقشه‌ی ارتباطی بین سؤالات منجر می‌شود و می‌تواند اطلاعات مفیدی از مناسب بودن سؤالات یک آزمون ارائه دهد. در این روش صرفاً به رابطه‌ها و شدت آن‌ها پرداخته نمی‌شود، بلکه به اهمیت آن‌ها اشاره می‌کند و نقشه‌ای از روابط و جریان‌های موجود بین سؤالات (گره‌ها) ارائه می‌دهد، به عبارت دیگر الگوی حاکم بر این ارتباط‌ها یا کنش‌های متقابل کشف می‌شود و بنابراین اطلاعات توصیفی و استنباطی را همزمان ارائه می‌دهد. هر چند تحلیل شبکه‌ای بیشتر از داده‌های کمی سود می‌برد اما نحوه‌ی پرداختن به آن‌ها متفاوت از بکار گیری آماره‌های استنباطی مرسوم است (نیومن، ۲۰۰۶).

هدف تحلیل سؤال شناسایی سؤالات نامناسب و اصلاح آنها است. در سایر روش‌های تحلیل سؤال دستیابی به این هدف با مشخص کردن پارامتر سؤالات بدست می‌آید. در روش شبکه‌ای، تحلیل سؤال براساس نقشه‌ای انجام می‌شود که نتیجه ارتباط درونی سؤالات مختلف آزمون است.

1. Network analysis
2. Methodological

Archive of SID

www.SID.ir

گره‌ها یا همان موضوع نقشه، سؤالات آزمون است و یال‌ها (خطوط رابط بین گره‌ها)، نشاندهنده‌ی ارتباط بین سؤالات مختلف می‌باشد. مکان قرارگیری سؤالات روی نقشه و جهت‌گیری آنها نسبت به یکدیگر نحوه‌ی ارتباط آنها را نشان می‌دهد. یکی از تکنیک‌های روانسنجی نزدیک به این کاربرد، مقیاس‌گذاری چند بعدی است. با این وجود نقشه‌های بدست آمده از طریق تحلیل شبکه نسبت به روش مقیاس‌گذاری چند بعدی، پایدارتراند و از صحت و درستی بیشتری برخوردارند و اطلاعات بیشتری از آنها قابل اخذ است (استروک و روچا[1]، ۲۰۰۰).

این پژوهش قصد دارد تا ابتدا الگوریتم فراچترمن-رینگولد[2] را به عنوان یکی از الگوریتم‌های تحلیل شبکه معرفی نماید و سپس با استفاده از آن به ترسیم شبکه ارتباط بین سؤالات پرسشنامه رغبت سنج شغلی بپردازد که بر اساس نظریه هالند[3] ساخته شده است. سپس بر اساس شاخص‌های مربوط به تحلیل داده‌های شبکه‌ای، به تحلیل سؤالات این پرسشنامه اقدام کند و نتایج را با روش‌های تحلیلی مرسوم مقایسه نماید.

نظریه هالند: نظریه‌ی شغلی شخصیتی هالند یکی از نظریات فرد- محیط شغلی است. هالند معتقد است که تیپ شخصیتی افراد که منجر به انتخاب یک شغل می‌شود، در شش گروه قرار می‌گیرد. بر اساس نظریه هالند افراد به شش تیپ شخصیتی واقع گرا[4] (و)، جستجوگر[5] (ج)، هنری[6] (ه)، اجتماعی[7] (ا)، متهور[8] (م) و قراردادی[9] (ق) طبقه‌بندی می‌شوند[10]. هر چه فرد به یک تیپ

1. Sturrock, & Rocha
2. Fruchterman- reingold algorithm
3 .Holland
4. Realistic
5. Investigative
6 .Artistic
7. Social
8 .Enterprising
9 .Conventional

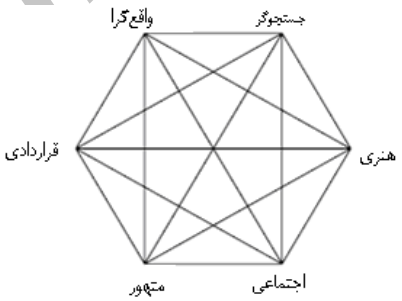
۱۰. در سال ۱۹۸۵ به جای تیپ روشنفک از تیپ جستجوگر استفاده شد (Intellectual).

Archive of SID

www.SID.ir

شخصیتی شباهت بیشتری داشته باشد امکان ارائه‌ی رفتارها و ویژگی‌های خاص آن تیپ، بیشتر است. همچنین می‌توان محیطی را که افراد در آن زندگی می‌کنند، بر اساس شباهتشان با شش مدل محیطی توصیف نمود. این مدل‌های محیطی عبارت‌اند از محیط‌های واقع‌گرا، جستجوگر، هنری، اجتماعی، متهور و قراردادی. هماهنگ کردن افراد و محیط‌های مختلف، توانایی پیش‌بینی در مورد نتایج انتخاب شغلی، ثبات شغلی و موفقیت در آن و در نتیجه انتخاب رشته تحصیلی و موفقیت تحصیلی را ممکن می‌سازد. نظریه هالند در طی چندین دهه رشد کرده است و در این زمان بسیاری از نقاط ضعف و ابهامات خود را برطرف نموده است. با این وجود، نظریه جزء قوی‌ترین و پرکاربردترین نظریه‌های مشاوره شغلی است. این نظریه مخصوصاً زمانی که قصد ایجاد یک سامانه متمرکز شغلی وجود داشته باشد، بیشترین کاربرد را دارد.

هالند برای ارائه‌ی نظریه خود از یک تعبیر هندسی استفاده می‌کند. وی معتقد است شش تیپ شخصیتی تشکیل یک شش وجهی منتظم می‌دهند. جایگاه تیپ‌های شخصیتی، رئوس شش وجهی منتظم است. این نظریه معتقد است ویژگی‌های شش ضلعی در مورد تیپ‌های شخصیتی- شغلی صادق است؛ به عبارت دیگر، بیشترین شباهت و بیشترین تفاوت بر اساس فاصله‌ی هر تیپ از یکدیگر مشخص می‌شود. به عنوان مثال تیپ اجتماعی بیشترین شباهت را به تیپ‌های هنری و متهور دارد و کمترین شباهت را با تیپ واقع‌گرا.



شکل ۱. شش ضلعی منتظم تیپ‌های شغلی- شخصیتی هالند (شرودر، هایر، تانگ[1]، ۲۰۱۲)

1. Schroeder, Haier, Tang

Archive of SID

www.SID.ir

الگوریتم‌های ترسیم شبکه: در ریاضیات و علوم کامپیوتری، الگوریتم[1] روشی گام به گام برای انجام محاسبات است. الگوریتم فرآیند یا مجموعه‌ای از قوانین است که در محاسبات یا در عملیات حل مسئله مخصوصاً در حوزه علوم کامپیوتری استفاده می‌شود. الگوریتم‌ها غالباً در حساب، تحلیل و پردازش داده و استدلال‌های خودکار استفاده می‌شوند. انتظار می‌رود؛ زمانی که یک الگوریتم از طریق تعداد محدودی از وضعیت‌های پشت سر هم اجرا می‌شود، سر انجام به وضعیت پایان که نشان‌دهنده‌ی خروجی است، برسد (وست[2]، ۲۰۰۱).

الگوریتم‌ها به صورت‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. بعضی از شیوه‌های طبقه‌بندی عبارتند از: طبقه‌بندی به لحاظ اجرایی، محتوایی، پیچیدگی و ارزشیابی. کوبل و هینز[3] (۲۰۰۸) طبقه بندی کاملی از الگوریتم‌های ترسیم شبکه ارائه کرده‌اند. الگوریتم مورد استفاده در این پژوهش الگوریتم گراف است که از خانواده الگوریتم‌های مبتنی بر حوزه‌ی محتوایی محسوب می‌شود. تمرکز بیشتر الگوریتم‌های این حوزه بر ترسیم گراف‌ها متمرکز است. ترسیم گراف یکی از بخش‌های ریاضیات و علم کامپیوتر محسوب می‌شود که روش‌های نظریه‌ی گراف هندسی و دیداری‌سازی اطلاعات را با یکدیگر ترکیب می‌کند تا بتواند یک گراف را در فضای دو بعدی ترسیم نماید. ترسیم یک گراف یا دیاگرام شبکه[4] نمایش عکسی از رئوس و یال‌های یک گراف است. باید در نظر داشت که چهارچوب‌های ترسیمی مختلف می‌توانند به یک گراف یکسان برسند. موضوع اصلی در این زمینه این است که چه گره‌هایی با یکدیگر ارتباط پیدا خواهند کرد. با این وجود نظم رئوس و یال‌ها درون یک ترسیم روی فهم پژوهشگر، هزینه ساخت و زیبایی‌شناختی اثر می‌گذارد. به الگوریتم‌هایی که به منظور ترسیم گراف استفاده می‌شوند، الگوریتم طرح‌بندی گراف[5] یا GLA گفته می‌شود. انواع مختلفی از GLA ها وجود دارد. چند

1. Algorithm
2. West
3. Coble, J. B., & Hines, J. W.
4 .Network diagram
5. Graph Layout Algorithm

Archive of SID

www.SID.ir

مورد از این الگوریتم‌ها عبارتند از: طرح‌بندی مبتنی بر نیرو[۱]، طرح طیفی[۲]، روش‌های طرح‌بندی عمودی[۳]، الگوریتم‌های طرح‌ریزی درختی[۴]، روش‌های ترسیم گراف لایه لایه شده[۵]، دیاگرام‌های قوسی[۶]، روش طرح‌ریزی دایره‌ای[۷] و ترسیم غالب[۸] (اورتمن، نی، آیتوبرت[۹]، ۱۹۹۷). الگوریتم تحلیلی مورد استفاده در این پژوهش، مبتنی بر نیرو است که بر اساس قواعد فیزیکی فنر طرح‌بندی می‌کند. در ادامه مباحث فنی مربوط به این دسته از الگوریتم‌ها ذکر شده است.

الگوریتم مبتنی بر نیرو: در الگوریتم‌های مبتنی بر نیرو چیدمان نهایی گراف با یک سیستم فیزیکی مقایسه می‌شود که بین قسمت‌های مختلف آن تعامل وجود دارد. مفروضه‌ی اساسی چنین سیستمی وضعیت آرامش[۱۰] و یا حداقل انرژی[۱۱] سیستم است که منجر به ارائه‌ی طرحی اطلاع دهنده[۱۲] و قابل خواندن[۱۳] می‌شود (وان و لی[۱۴]، ۱۹۹۷). سه دلیل اساسی برای محبوبیت ترسیم‌های مبتنی بر مقایسه با روش‌های فیزیکی وجود دارد. اولین دلیل این است که چنین سیستم‌هایی شهودی‌اند، یعنی به این دلیل که مردم در زندگی روزمره با ویژگی‌های چنین سیستم‌هایی سروکار دارند، فهم آن‌ها به آسانی امکان‌پذیر است. دوم این که برنامه‌نویسی برای آن‌ها آسان است و سومین دلیل ارائه‌ی گراف‌های مناسب برای مجموعه‌هایی باهر تعداد رأس هست. مؤلفه‌های مهم مربوط به این الگوریتم‌ها عبارتند از: الف) یک مدل که از عناصر فیزیکی (که

1. Force-based layout
2. Specteral
3. Orthogonal layout
4. Tree layout algorithm
5. Layerd graph
6. Arc diagram
7. Circular layout methods
8. Dominance layout
9. Ortmanns
10. Relaxation
11. Minimum energy
10. Informative layout
13. readable
14. Wan & Li

Archive of SID

www.SID.ir

همان گره‌های گراف‌اند) و تعامل بین این عناصر تشکیل شده است و ب) یک الگوریتم که به طور تقریبی وضعیت تعادلی سیستم را مشخص می‌سازد (کوین و بروئر[1]، ۱۹۷۹).

فنرها: در گراف‌های مبتنی بر نیرو رسیدن سیستم به حالت تعادلی را می‌توان از طریق انرژی پتانسیل سیستم و تنش درونی آن، نشان داد. الگوریتم‌هایی که بر اساس آرامش سیستم شبیه‌سازی می‌شوند، گره‌ها را از طریق فرآیندی چرخشی آن قدر جابه‌جا می‌کنند که انرژی را مستقیماً کاهش می‌دهند (کوین و بروئر[2]، ۱۹۷۹). برای یک گراف بدون جهت همبند، دو ویژگی اساسی وجود دارد. اگر فرض کنیم هیچ محدودیتی برای ترسیم گره‌های مربوط به این گراف وجود نداشته باشد، این دو ویژگی عبارتند از: الف) گره‌ها باید به خوبی در صفحه گسترده و پراکنده شوند و ب) گره‌های مجاور باید نزدیک به هم باشند. نتیجه‌ی چنین ترسیمی، کاهش درهم ریختگی و توزیع یکنواخت طول یال‌ها می‌باشد که انحراف کمی از ماتریس مجاورت آن‌ها خواهد داشت (گرین و اون[3]، ۱۹۸۷).

اولین مقاله، مربوط به مدل بندی فیزیکی مبتنی بر قواعد فنرها، در ترسیم گراف‌ها متنی از اداس[4] (۱۹۸۴) است که به روش‌های مربوط به طرح یکپارچه‌سازی مقیاس خیلی بزرگ (VLSI[5]) فیسک نزدیک است (شاهوکار و مزومدر[6]، ۱۹۹۱). برندز (۲۰۰۱) شرح الگوریتم‌های مبتنی بر فنر را ارائه داده است: اگر یک گراف بدون جهت مانند G=(V,E) وجود داشته باشد، P=(p_v) برداری از جایگاه رأس v است. بنابراین $p_v = (x_v, y_v)$ مختصات آن رأس در صفحه است. طول تفاوت بردارد $p_v - p_u$ به صورت $\|p_v - p_u\|$ نشان داده می‌شود که فاصله‌ی اقلیدسی بین جایگاه p_u و p_v است. علاوه بر این بردار طول واحد[7] $\frac{p_v - p_u}{\|p_v - p_u\|}$ را به صورت $\overrightarrow{p_v p_u}$

1. Quinn, N., & Breuer, M. A.
2. Quinn, N., & Breuer, M. A.
3. Green, S. J., & Owen, L. B.
4. Eades
5. Very Large Scale Integration
6. Shahookar, K., & Mazumder, P.
7. Unit

Archive of SID

www.SID.ir

نشان می‌دهند که از p_u تا p_v ترسیم می‌شود. مدل اداس به عنوان مدل جایدهی فنر[1] شناخته می‌شود. از طریق این مفهوم می‌توان نیروهای دفع را برای هر جفت از گره‌هایی که هم‌جوار نیستند، به صورت زیر تعریف کرد:

$$f_{rep}(p_v, p_u) = \frac{c_e}{\|p_v - p_u\|^2} . \overrightarrow{p_v p_u}$$

فرمول (۱)

در این معادله c_e ثابت دفع[2] است. نیروهای مکمل[3] فنر بین رئوس هم‌جوار، این گره‌ها را به جای این که به هم نزدیک کند از یکدیگر دور نگه می‌دارد. با این وجود به جای این که از نیروهای واقعی مربوط به قانون هوک[4]، برای رئوس دور از هم استفاده شود، از لگاریتم آن استفاده می‌شود تا مقدار بدست آمده برای نیروی بین آن‌ها ضعیف‌تر بوده و فاصله بین گره‌ها زیادتر شود. بنابراین معادله به صورت زیر خواهد بود:

$$f_{\text{spring}}(p_u, p_v) = c_\sigma \cdot \log \frac{\|p_u - p_v\|}{l} \cdot \overrightarrow{p_v p_u}$$

فرمول (۲)

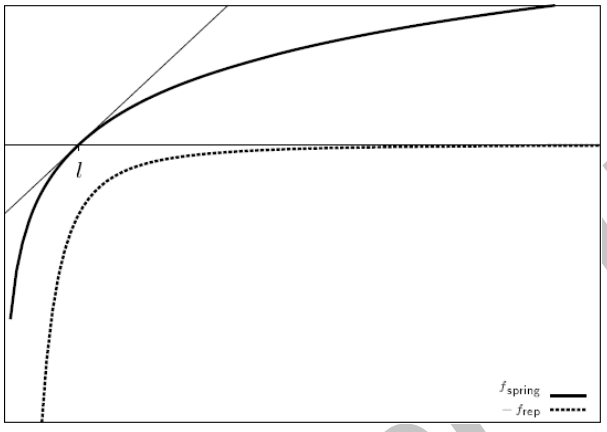
جهت وابسته به این است که آیا فاصله واقعی کمتر یا بیشتر از طول طبیعی فنر است. اگر فاصله، کمتر از طول فنر باشد، نشان‌دهنده‌ی ارزش مثبت و در صورتی که فاصله بیشتر از طول فنر باشد، ارزش نیرو منفی خواهد بود. ثابت c_σ پارامتر کنترل‌کننده قدرت[5] یا توان فنر است. شکل زیر نیروهای بین رأس u و رأس v را نشان می‌دهد. این نمودار بر اساس فاصله‌ی بین دو گره ترسیم شده است. خط ممتد نشان‌دهنده‌ی نیرو جذب و خط نقطه‌چین نشان‌دهنده‌ی نیرو دفع

1. Spring embedder
2. Repulsive constant
3. Complementary forces
4. Hook law
5. Strength

Archive of SID

www.SID.ir

است. ارزش‌های مثبت بیانگر نیروی کشش v به سمت u است و ارزش‌های منفی بیانگر پرت کردن یا راندن v از u است.



نمودار ۱. بزرگی نیروهای جای دهنده فنر (برندز، ۲۰۰۱)

سؤال مهمی که در اینجا مطرح است، این است که چگونه طرح‌بندی و شکل نهایی به تعادل می‌رسد. رئوسی که بر سیستم در حالت تعادل، منطبق نیستند، بیانگر استرس درونی مثبت[1] هست. برای ریلکس[2] کردن یک سیستم دارای استرس در زمان t، رئوس به طور مرتب و چرخشی حرکت می‌کنند. در هر زمان یک بردار نیروی شبکه‌ای روی رأسی مانند v موجود است و با $F_v(t)$ نشان داده می‌شود. مقدار این نیرو برابر با مجموع همه‌ی نیروهای جذب و دفع روی v است. بعد از محاسبه‌ی $F_v(t)$ برای همه‌ی v های عضو V یک ثابت δ در نظر گرفته می‌شود. این ثابت به منظور جلوگیری از حرکت‌های افراطی شبکه در مقدار نیروی شبکه ضرب می‌شود و به مختصات نقاط اضافه می‌شود. بناب؛ ین در این حالت مختصات به‌روز شده‌ای[3] برای هر گره وجود خواهد داشت. محاسبه‌ی مداوم نیروها روی همه‌ی گره‌ها و به‌روز کردن جایگاه آن‌ها،

1. Positive enternal stress
2. Relaxation
3. Updated coordinate

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم به یک وضعیت ثابت می‌رسد که در آن اصلاح محلی[1] امکان‌پذیر نیست. الگوریتم زیر نشان‌دهنده‌ی فرآیند دست‌یابی به آرامش برای سیستم است.

Input: connected undirected graph $G = (V, E)$
initial placement $p = (p_v)_{v \in V}$

Output: placement p with low internal stress

for $t \leftarrow 1$ *to* ITERATIONS **do**
  for $v \in V$ **do**
    $F_v(t) \leftarrow \sum_{u\,:\,\{u,v\} \notin E} f_{\mathsf{rep}}(p_u, p_v) + \sum_{u\,:\,\{u,v\} \in E} f_{\mathsf{spring}}(p_u, p_v)$
  for $v \in V$ **do** $p_v \leftarrow p_v + \delta \cdot F_v(t)$

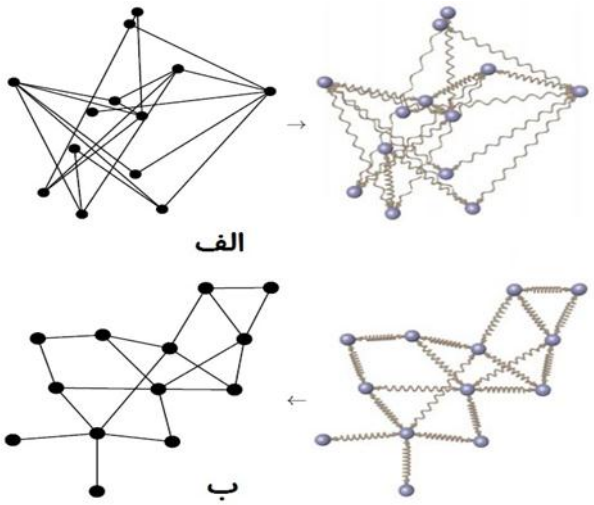
الگوریتم ۱. جای دهنده فنر (برندز، ۲۰۰۱)

یکی از مزایای الگوریتم‌های مبتنی بر جایدهی فنر، سادگی و خروجی مناسب است. به منظور اصلاح سرعت همگرا شدن الگوریتم، افراد مختلفی سعی در بهبود روش داشته‌اند. اگر چه بیشتر این اصلاحات برای سرعت بخشیدن به الگوریتم بوده است؛ اما بعضی از اصلاحات نیز به منظور بهبود کیفیت چیدمان ارائه‌شده‌اند. در شکل زیر وضعیت قبل و بعد از آرامش ارائه شده است.

1. Local improvement

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. وضعیت شبکه قبل از آرامش (الف) و بعد از آرامش (ب)

فراچترمن و رینگولد (۱۹۹۱) مجموعه‌ای از روش‌های شهودی را برای بهبود بخشیدن سرعت الگوریتم در همه‌ی جوانب محاسبات چیدمان ایجاد کرده‌اند. در الگوریتم فراچترمن-رینگولد، نیروها طوری اصلاح شدند که اجازه و امکان ارزشیابی و ارزیابی سریع‌تر فراهم شود. در الگوریتم فراچترمن-رینگولد، نیروهای دفع بین تمام رئوس و نیروهای جذب بین رئوس هم‌جوار محاسبه می‌شوند. ترکیب نیروهای دفع و جذب بین گره‌های مجاور سبب نیرویی شبیه نیروی فنر می‌شود به همین دلیل در اینجا نیروی فنر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

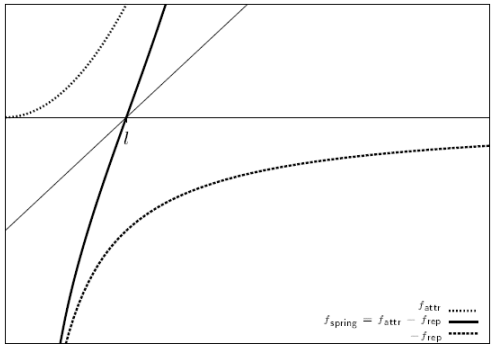
$$f_{spring}(p_v, p_u) = f_{attr}(p_v, p_u) + f_{rep}(p_v, p_u) \qquad \text{فرمول (۳)}$$

از آنجا که در این روش، بزرگی نیروی شبه فنر، بیشتر از نسبت فاصله افزایش می‌یابد، بنابراین انتظار می‌رود که الگوریتم سریع‌تر همگرا شود (برندز[1]، ۲۰۰۱).

1. Brandes, U.

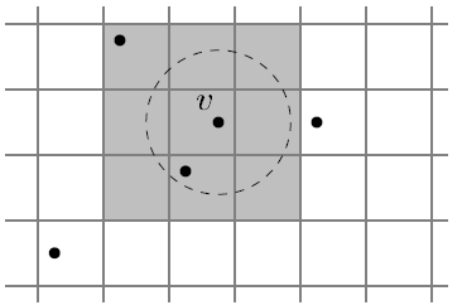
Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۲. نیروهای تعدیل یافته توسط فراچترمن-رینگولد (برندز، ۲۰۰۱)

یک روش دیگر شهودی برای سرعت بخشیدن به محاسبات وجود دارد که تابع را تغیر نمی‌دهد، اما دقت ارزشیابی را تغیر می‌دهد. از آنجا که دفع مربوط به رئوس دور از هم خیلی در تغیر جای بردار تأثیر ندارد، چنین گره‌های غیر مربوط، از مجموع نیروهای دفع خارج می‌شوند و این کار از طریق تکنیک صفحه شطرنجی انجام می‌شود. بر مبنای این تکنیک تنها رئوسی که در خانه‌های شطرنج نزدیک به رأس v قرار دارند؛ مورد استفاده قرار می‌گیرند و فقط اگر فاصله‌ی آن‌ها کمتر از آستانه‌ی مشخص‌شده که مقداری ثابت است، باشد نیروی دفعی محاسبه‌شده و در جمع نیروها وارد می‌شود. این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۳. نیروهای ضعیفی که در نظر گرفته نمی‌شوند (کامادا و کاوایی[1]، ۱۹۸۹)

1. Kamada, T., & Kawai, S.

Archive of SID

www.SID.ir

ترسیم گراف مبتنی بر الگوریتم فراچترمن-رینگولد سبب می‌شود که گره‌های شبیه به هم کنار یکدیگر قرار بگیرند. این فرض که اجتماعات مختلف در یک شبکه از رئوس شبیه به هم تشکیل‌شده‌اند، فرض معقولی است. می‌توان شباهت بین هر جفت از رئوس را با توجه به برخی خصوصیات مرجع، عام یا خاص، محاسبه کرد. هر رأس در خوشه‌ای جا داده می‌شود که رئوسش بیشترین شباهت را با آن رأس دارند (فورتوناتو[1]، ۲۰۰۱). اگر امکان داشته باشد که رئوس نمودار را در یک فضای اقلیدسی n بعدی با اختصاص یک مکان به آن‌ها قرار دهیم، می‌توانستیم از فاصله‌ی بین جفتی از رأس به عنوان معیار شباهتشان استفاده کنیم (این مورد معمولاً معیاری از شباهت است چون انتظار می‌رود رئوس مشابه نزدیک به همدیگر باشند). با در نظر گرفتن دو نقطه‌ی داده‌ای A = (aa, a2, … an) و B = (b1, b2, … bn)، می‌توانیم از با استفاه از شیوه‌های موجود برآورد فاصله، فاصله‌ی بین هر جفت گره از یکدیگر را بدست آوریم؛ مانند فاصله‌ی اقلیدسی:

$$d_{AB}^{E} = \sum_{k=1}^{n} \sqrt{(a_k - b_k)^2}$$

فرمول (۴)

فاصله‌ی منهتن[2] (قانون L1):

فرمول (۵)

$$d_{AB}^{M} = \sum_{k=1}^{n} |a_k - b_k|$$

قانون L∞:

فرمول

$$d_{AB}^{\infty} = \max_{k \in [1,n]} |a_k - b_k| \quad (۶)$$

1. fortunato
2. Manhattan distance

Archive of SID

www.SID.ir

شباهت کسیونوسی:

فرمول(۷)

$$\rho_{AB} = \arccos \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} a_k^2} \sqrt{\sum}}$$

که a.b محصول نقطه‌ای بردارهای a و b است. متغیر ρAB در بازه‌ی (π و ۰] تعریف می‌شود.

روش

داده‌های مربوط به این مطالعه از اجرای پرسشنامه‌ی رغبت سنج شغلی محقق ساخته شده، بدست آمده‌اند. این پرسشنامه مبتنی بر نظریه شغلی- شخصیتی هالند تهیه شده است. این داده‌ها با هدف تحلیل سؤالات پرسشنامه بر اساس نظریات کلاسیک[1] اندازه‌گیری و نظریه‌ی سؤال پاسخ[2] جمع آوری و در اجرای دوم پرسشنامه و قبل از مرحله‌ی هنجارسازی[3] اتخاذ شده‌اند. جامعه‌ی مورد نظر پژوهش مذکور کلیه دانش آموزان استان تهران بوده است که از این جامعه تعداد ۱۰۰۰ نفر با استفاده از روش نمونه گیری خوشه‌ای انتخاب شده‌اند.

به منظور سنجش تیپ‌های شخصیتی مبتنی بر نظریه هالند، سؤالات مورد نیاز بر اساس روش‌های روانسنجی طرح شده‌اند. این سؤالات ابتدا در مرحله‌ی مقدماتی مورد تحلیل‌های اولیه قرار گرفتند و سپس در مرحله دوم اجرا شدند تا پارامترها و شاخص‌های روانسنجی آن‌ها مبتنی بر نظریه کلاسیک اندازه‌گیری و نظریه سؤال پاسخ بدست آید. تعداد و شماره‌ی سؤالات این پرسشنامه در جدول زیر ارائه شده است.

1. Classical test theory
2. Item response theory
3. Normalization

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. تعداد و شماره سؤالات تیپ‌های شخصیتی سؤالات پرسشنامه

عنوان تیپ شغلی	تعداد سؤال	شماره سؤالات
واقع‌گرا	۲۰	سؤال ۱ تا ۲۰
جستجوگر	۲۱	سؤال ۲۱ تا ۴۱
هنری	۲۰	سؤال ۴۲ تا ۶۱
اجتماعی	۱۸	سؤال ۶۲ تا ۷۹
متهور	۱۷	سؤال ۸۰ تا ۹۶
قراردادی	۱۶	سؤال ۹۷ تا ۱۱۴

تحلیل داده‌ها: داده‌های بدست آمده از اجرای پرسشنامه‌ها، در دو مرحله‌ی مجزا تحلیل شده‌اند. ابتدا شاخص‌های پایایی و پارامترهای سؤالات بر اساس نظریات کلاسیک و سؤال پاسخ (مدل پاسخ مدرج[1]) بدست آمده، سپس از طریق تحلیل عاملی اکتشافی، بار عاملی سؤالات مشخص شدند. در این مرحله از روش‌های مرسوم در تحلیل سؤال استفاده شده است. در مرحله بعد تحلیل، از روش‌های شبکه‌ای به منظور تحلیل استفاده شد. در این مرحله به منظور مطالعه‌ی ساختار سؤالات پرسشنامه رغبت، لازم است شبکه‌ی ارتباطی بین آن‌ها ترسیم شود. بنابراین در گام اول باید بر اساس داده‌های موجود –داده‌ها از اجرای پرسشنامه‌ی ساخته شده با مقیاس لیکرت ۶ ارزشی، بدست آمده‌اند – ماتریس مجاورت[2] مربوط به آنها بدست آید. ماتریس مجاورت ماتریسی است که در آن ارزش ارتباط بین عناصر مورد مطالعه (در اینجا سؤالات شش تیپ شغلی شخصیتی) مشخص می‌شود. این ماتریس را می‌توان بر اساس روش‌های مختلف بدست آورد. مقادیر موجود در این ماتریس بیانگر دوری-نزدیکی، قدرت رابطه و یا هر شاخصی است که شدت وابستگی یا عدم وابستگی بین عناصر آن را نشان دهد. در اینجا با توجه به ماهیت رتبه‌ای داده‌ها، ماتریس مجاروت بر اساس ضریب همبستگی اسپیرمن، بدست آمده است. این ماتریس به عنوان ورودی تحلیل شبکه در نظر گرفته می‌شود.

1. Graded response model
2. Proximity matrix

Archive of SID

www.SID.ir

دیداری سازی[1] ارتباطات بین سؤالات پرسشنامه رغبت سنج بر اساس تحلیل‌های شبکه‌ای: هدف نظریه‌ی سیستم‌های پیچیده[2] دیداری سازی شبکه‌های پیچیده به صورت بهینه و مناسب است. به همین دلیل الگوریتم‌های مختلفی تنظیم و ارائه شده‌اند. این الگوریتم‌ها در نرم افزارهای مختلفی بکار گرفته می‌شود تا ترسیم شبکه‌ی ارتباطات میسر گردد. در این پژوهش از بسته‌ی نرم افزاری qgraph تحت نرم افزار R، استفاده شده است (اپسکامپ، کرامر، والدروپ، شمیتمن، بورسبوم[3]، ۲۰۱۲).

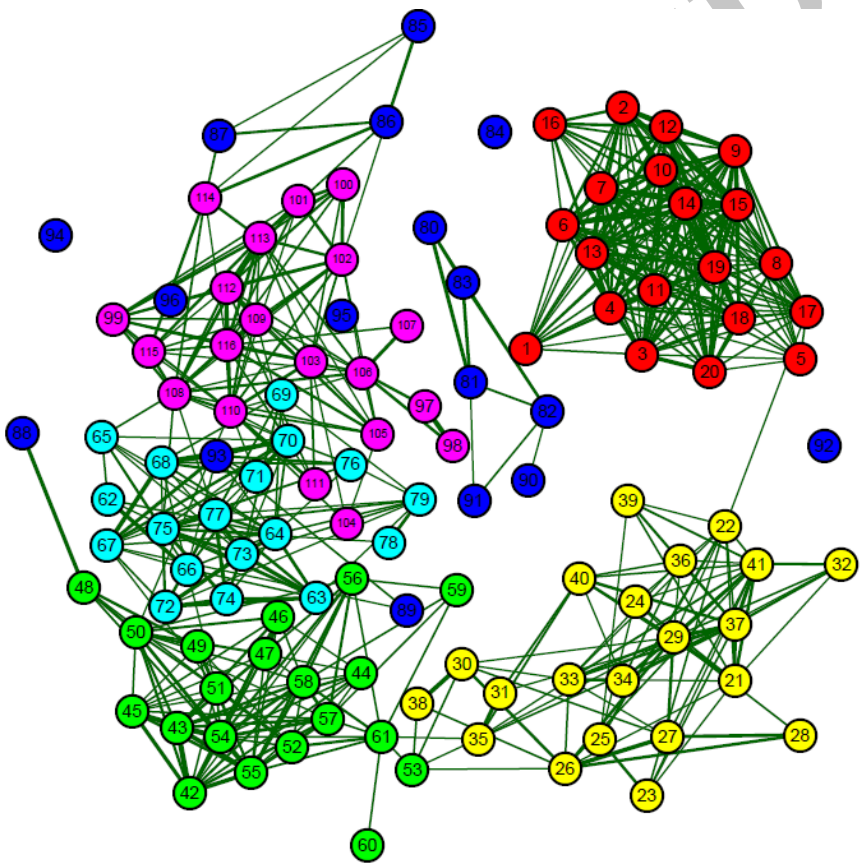
گرافی که به منظور مطالعه‌ی ساختار سؤالات پرسشنامه ترسیم می‌شود دارای ویژگی‌های مختلفی است: الف) قطر یال‌ها نشان دهنده‌ی هم تغیری داده‌های دو سؤال با یکدیگر است. هر چه این ارتباط بیشتر باشد، یال- یا همان خط ارتباطی- بین دو نشانه قطورتر می‌شود. ب) رنگ یال‌ها بر اساس جهت رابطه‌ی بین دو سؤال بدست می‌آید. اگر رابطه بین دو سؤال مثبت باشد، رنگ یال سبز و در صورتی که منفی باشد، رنگ یال قرمز خواهد بود. ج) اندازه‌ی گره‌ها بر اساس فراوانی در داده‌های خام تعیین می‌شود. هر چه میزان فراوانی یک گره بیشتر باشد، اندازه‌ی مربوط به آن بیشتر خواهد شد. از آنجا که فراوانی پاسخ‌ها در سؤالات دراینجا یکسان است؛ اندازه گره‌ها یکسان خواهد بود. د) رنگ گره‌ها (سؤالات) متمایز کننده‌ی سؤالات در تیپ‌های مختلف شخصیتی است. در اینجا گره‌های قرمز رنگ، نشان دهنده‌ی رغبت واقع‌گرا، گره‌های زرد رنگ نشان دهنده‌ی رغبت جستجوگرا، گره‌های سبز رنگ نشان دهنده‌ی رغبت هنری، گره‌های نیلی رنگ نشان دهنده‌ی اجتماعی، گره‌های آبی نفتی رنگ نشان دهنده‌ی متهور، گره‌های رنگ صورتی نشان دهنده‌ی رغبت قراردادی است و ه) اعداد داخل گره‌های گراف نشان دهنده‌ی شماره‌ی سؤالات در پرسشنامه‌ی رغبت سنج دبیرستان، می‌باشد.

1. Visualization
2. Complex systems
3. Epskamp Cramer, Waldorp, Schmittmann, Borsboom

Archive of SID

www.SID.ir

در گراف زیر نقشه ارتباطی بین سؤالات مختلف پرسشنامه رغبت دبیرستان دیداری شده است. در این نقشه تنها یال‌هایی ترسیم شده‌اند که شدت ارتباط بین هر دو گره بیشتر از ۰.۳۵ می‌باشد؛ بنابراین اگر مقدار ارتباط بین دو سؤال کمتر از ۰.۳۵ باشد؛ یالی بین آن دو سؤال ترسیم نشده است. این موضوع می‌تواند صرفاً برای ارتباطات معنادار و یا هر مقدار دیگری نیز به دلخواه پژوهشگر تغیر یابد.



شکل ٤. شبکه‌ی ارتباط بین سؤالات مختلف پرسشنامه رغبت سنج دبیرستان (ارتباطات بیشتر از ۰.۳۵)

www.SID.ir

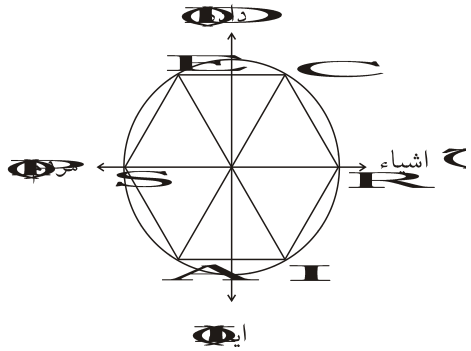
در گراف ترسیم شده، سؤالات تیپ واقع‌گرا، جستجو گر و هنری به خوبی کنار یکدیگر قرار گرفته و تشکیل خوشه داده‌اند. بعضی از سؤالات مربوط به تیپ اجتماعی نیز به خوبی تشکیل خوشه داده‌اند؛ اما سؤالات تیپ متهور و قراردادی کاملاً در هم پیچیده شده‌اند و متمایز از یکدیگر نمی‌باشند و نمی‌توان برای هر کدام یک تیپ شخصیتی مستقل متصور شد.

یکی از ویژگی‌های مهم گراف‌های مبتنی بر الگوریتم فراچترمن-رینگولد، بررسی ساختار موضوع مورد مطالعه است. تیپ‌های شغلی- شخصیتی نظریه هالند در یک وجهی منتظم قرار می‌گیرد (شکل). گراف ترسیم شده نشان می‌دهد که اگر چه پراکندگی سؤالات به صورت شش ضلعی منتظم نیست، اما ترتیب تیپ‌های شخصیتی نزدیک به نظریه هالند است. بر اساس چرخش ساعت گرد اگر نقطه شروع را تیپ واقع‌گرا در نظر بگیریم؛ تیپ‌های شخصیتی عبارتند از: واقع‌گرا، جستجوگر، هنری، اجتماعی و قراردادی- متهور. تمایز بین دو تیپ قراردادی و متهور وجود ندارد. این ترتیب نشان می‌دهد که ساختار داده‌های بدست آمده از اجرای سؤالات، در بیشتر موارد با ساختار نظریه هالند منطبق است. گرافی که مبتنی بر الگوریتم فراچترمن-رینگولد ترسیم شود، می‌تواند به منظور کشف ابعاد استفاده شود. این ویژگی مشابه ویژگی نقشه‌هایی است که بر اساس تکنیک مقیاس‌گذاری چند بعدی بدست می‌آید. همانطور که مشخص است زمانی که گراف در یک فضای دو بعدی ترسیم می‌شود، تعداد ابعاد قابل مطالعه دو بعد است. ابعادی که برای گراف بالا می‌توان در نظر گرفت، بر اساس ماهیت محتوی سوالاتی که در قسمت بالا- پایین و شرق- غرب قرار می‌گیرند، نامگذاری می‌شوند. بر اساس تحقیقات پردیگر[1] (۱۹۸۲)، شش تیپ شخصیتی هالند در فضای دو بعدی نظریه تریسی قرار می‌گیرند، به طوری که بعد اشیاء- افراد[2] تریسی دقیقاً بر تیپ‌های شخصیتی واقع‌گرا- اجتماعی هالند منطبق می‌شود. این انطباق در شکل زیر نشان داده شده است.

1. Prediger
2. People-Things

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. انطباق مولفه‌های نظریه تریسی و نظریه هالند مبتنی بر نقشه جهان کار پردیگر (۱۹۸۲)

بنابراین می‌توان ابعاد دیاگرام مربوط به سؤالات پرسشنامه رغبت سنج را نیز همان ابعاد نظریه تریسی در نظر گرفت. از این رو ابعاد زیربنایی گراف عبارتند از بعد: اشیاء- مردم و بعد داده- ایده[1].

خطوط بین گره‌های مختلف اطلاعات مناسبی را به منظور تحلیل محتوی سؤالات پرسشنامه ارائه می‌دهند. بر این اساس، تمام سؤالات تیپ واقع گرا ارتباطات بیشتر از ۰.۳۵ را تنها بین خود دارند بجز سؤال ۱۷ که با سؤال ۲۵ از تیپ جستجوگر ارتباط بالایی دارد. بر این اساس امکان بررسی و ملاحظه محتوی این دو سؤال و تحلیل محتوی آنها فراهم است. سؤالات تیپ واقع گرا خوشه‌بندی قوی دارند که نشان از همگنی بالای این سؤالات است (در ادامه با مقادیر آلفای کرونباخ مقایسه خواهد شد). سؤال ۵۳ از تیپ هنری بیشترین ارتباطات قوی خود را با سؤالات تیپ جستجوگر (۳۰، ۳۸، ۳۵ و ۲۶) دارد. سؤال ۵۹ از تیپ هنری علاوه بر این که با سؤالات تیپ هنری مرتبط است با سؤالات تیپ متهور- قراردادی نیز ارتباطات قوی دارد. بعضی از سؤالات تیپ متهور که با آبی نفتی نشان داده شده‌اند، با هیچ سؤال دیگری ارتباط قوی نداشته و نیازمند بازنگری می‌باشند (۸۴، ۹۲، ۹۵، ۹۳، ۹۶ و ۹۴). سؤالات ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۹۰ و ۹۱ تیپ متهور

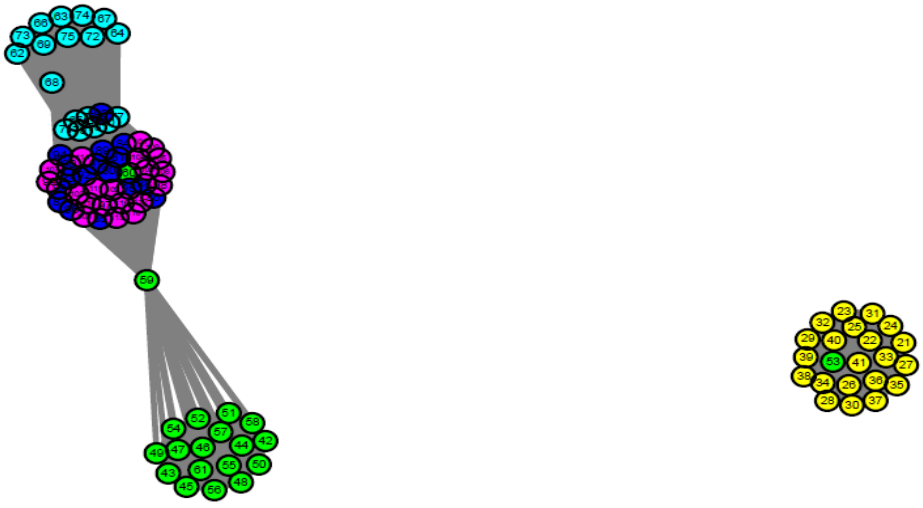
1. Data-Idea

Archive of SID

www.SID.ir

مفاهیم مشترکی را می‌سنجند و با یکدیگر تشکیل خوشه داده‌اند. سؤال ۸۸ تیپ متهور به لحاظ محتوای و متن از دید پاسخ دهندگان به سؤال ۴۸ تیپ هنری نزدیک است.

می‌توان گراف را بر مبنای ماتریس عاملی سؤالات که از تحلیل عاملی بدست می‌آید نیز ترسیم نمود. در این صورت در تحلیل عاملی اکتشافی بارهای عاملی به عنوان ماتریس ورودی به حساب می‌آید. یک ماتریس بار عاملی ماتریسی است که در برگیرنده‌ی بارهای هر سؤال در هر مجموعه از عامل‌هایی است که از طریق تحلیل عاملی بدست آمده‌اند. گراف زیر گراف غیر وزنی سؤالات پرسشنامه رغبت سنج بر پایه‌ی تحلیل عاملی اکتشافی روی ماتریس همبستگی سؤالات و با چرخش promax است.



شکل ٦. گراف مربوط به سؤالات پرسشنامه رغبت دبیرستان (با هدف تحلیل عامل اکتشافی در سؤالات)

www.SID.ir

گراف ترسیم شده بر مبنای داده‌های تحلیل عاملی اکتشافی، نشاندهنده ی وجود پنج خوشه متمایز است. خوشه‌ی مربوط به سؤالات واقع‌گرا، جستجو گر، هنری، اجتماعی و متهور- قراردادی. اگر چه مبتنی بر نظریه هالند انتظار تشکیل شش خوشه متمایز است، اما پنج خوشه که می‌تواند نشان دهنده‌ی پنج عامل باشد، بیشتر تشکیل نشده است. عامل‌های قراردادی و متهور در هم تنیده شده‌اند. تیپ واقع‌گرا به خوبی تشکیل یک بعد متمایز داده است. این موضوع در باره‌ی تیپ جستجوگر نیز تا حدی صادق است. سؤال ۵۳ که یک سؤال از تیپ هنری است در خوشه‌ی سؤالات تیپ جستجوگر واقع شده است. به بیان دیگر این سؤال بهتر است به عنوان یک سؤال مربوط به تیپ اجتماعی در نظر گرفته شود تا یک سؤال هنری. تمام سؤالات تیپ هنری به جز سؤال ۵۳، ۵۹ و ۶۰ به خوبی کنار یکدیگر قرار گرفته و خوشه منسجمی دارند. سؤال ۵۹ علاوه بر این که در عامل هنری بار دارد، بار عاملی بالایی در تیپ متهور- قراردادی دارد. سؤال ۶۰ تیپ هنری نیز در خوشه‌ی نامنسجم قراردادی- متهور قرار گرفته است و سؤال نامناسبی به منظور سنجش بعد هنری است. سؤالات دو تیپ متهور و قراردادی در کنار بعضی از سؤالات تیپ اجتماعی و سؤال ۶۰ تیپ هنری تشکیل یک خوشه نامنسجم داده‌اند و یک خوشه را با دقت پایین اندازه می‌گیرند. این سؤالات نیاز به بازنگری جدی دارند. بعضی از سؤالات تیپ اجتماعی نیز به خوبی تشکیل یک بعد داده‌اند (سؤالات ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۶، ۶۷، ۶۹، ۷۲، ۷۳، ۷۴ و ۷۵).

نتایج

نتایج بدست آمده در گراف‌های بالا قابل مقایسه با شاخص‌ها و پارامترهای بدست آمده از طریق روش‌های مرسوم تحلیل سؤالات می‌باشد. از آنجا که تعداد سؤالات بالا است، صرفاً ویژگی مربوط به بعضی از سؤالات مناسب در تیپ‌های شش گانه هالند، ذکر می‌شود و با نتایج بدست آمده از ترسیم شبکه‌ی ارتباط بین سؤالات مقایسه می‌شوند[1].

۱. پارامتر کلیه‌ی سؤالات در آدرسی اینترنتی www.measurement.blogfa.com قرار داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجا که ترسیم گراف و تشکیل خوشه‌ها بر اساس ماتریس همبستگی بین سؤالات است، انسجام خوشه‌های تشکیل شده می‌تواند به عنوان شاخصی از همگنی سؤالات در نظر گرفته شود. بر اساس این ملاک می‌توان همگنی سؤالات در تیپ‌های مختلف را رتبه بندی کرد: واقع‌گرا، جستجوگر، هنری، اجتماعی، قراردادی و متهور. این رتبه بندی با رتبه بندی بدست آمده از تتای ترتیبی[1] قابل مقایسه است. در جدول زیر مقدار تتای ترتیبی تیپ‌های مختلف ذکر شده است.

جدول ۲: ضرایب پایایی (همگنی سؤالات) پرسشنامه رغبت

	شاخص‌های پایایی	تعداد سؤالات	حجم نمونه	مقادیر پایایی
کل پرسشنامه	تتای ترتیبی	۲۰۶	۹۶۴	۸۵۲/۰
	تنصیف			۷۰/۰
۱- سؤالات تیپ واقع گرایی	تتای ترتیبی	۲۰	۹۶۴	۸۳/۰
۲- سؤالات تیپ جستجوگر		۲۱		۷۴/۰
۳- سؤالات تیپ هنری		۲۰		۷۱/۰
۴- سؤالات تیپ اجتماعی		۱۸		۶۵/۰
۵- سؤالات تیپ متهور		۱۷		۵۶/۰
۶- سؤالات تیپ قراردادی		۱۸		۵۹/۰

رتبه‌ی بدست آمده از میزان انسجام خوشه‌های تیپ‌های مختلف در گراف بالا، با رتبه آنها از طریق شاخص تتای ترتیبی یکسان است. بر اساس این شاخص نیز تیپ واقع گرا بیشترین همگنی و تیپ متهور کمترین همگنی سؤالات را داراست.

استفاده از نظریات کلاسیک و سؤال پاسخ اندازه‌گیری در کنار تکنیک تحلیل عاملی جز روش‌های مرسوم تحلیل سؤال به شمار می‌رود؛ بنابراین امکان مقایسه‌ی شاخص‌های روانسنجی سؤالات با نتایج بدست آمده از گراف، وجود دارد. در جدول زیر شاخص‌های مربوط به سوالاتی که از طریق گراف ترسیم شده، مشکل‌دار تشخیص داده شده‌اند، ارائه می‌شود. در این جدول

1. Ordered teta

Archive of SID

www.SID.ir

ضریب تمییز از طریق ضریب همبستگی پلی سریال[1] هر سؤال با نمره کل تیپ شخصیتی آن بدست آمده است. مقدار آگاهی دهندگی[2] بر اساس نظریه سؤال پاسخ محاسبه شده است. این مقدار پس از برازش داده‌ها با مدل پاسخ مدرج و با استفاده از بسته‌ی ltm از نرم افزار R، بدست آمده است. مقادیر ضریب عاملی در ابعاد مختلف از طریق انجام تکنیک تحلیل عاملی اکتشافی با تعریف شش عامل و از طریق نرم افزار R اتخاذ شده‌اند.

جدول ۳. ویژگی‌های روانسنجی سؤالات منتخب از تیپ‌های مختلف

تیپ شخصیتی	شماره سوال	ضریب تمییز	آگاهی دهندگی	ضریب عاملی در بعد واقع‌گرا	ضریب عاملی در بعد جستجوگر	ضریب عاملی در بعد هنری	ضریب عاملی در بعد اجتماعی	ضریب عاملی در بعد متهور	ضریب عاملی در بعد قراردادی
واقع‌گرا	۶	۰/۷۹	۳۹/۱۵	۵/۵۵	۰/۰۱	۰/۰۳	−۰/۰۳	۰/۱۵	−۰/۱
واقع‌گرا	۱۰	۰/۷۵	۳۴/۱۲	۴/۳۷	۰/۰۹	۰	−۰/۰۲	−۰/۰۳	−۰/۰۷
واقع‌گرا	۱۴	۰/۷۷	۳۵/۸۹	۵	۰/۰۵	−۰/۰۸	−۰/۰۳	−۰/۰۴	−۰/۰۶
هنری	۵۳	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۰۱	۳/۲۰	۰/۴۸	۰	−۰/۰۴	−۰/۰۴
هنری	۵۹	۰/۳۸	۰/۶۴	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۵۸	−۰/۰۲	۰/۹۸	۱/۲۱
هنری	۶۰	۰/۱	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۱	−۰/۰۳	۱/۰۲	۱/۱۸
جستجوگر	۲۲	۰/۴۷	۷/۹۴	۰/۰۲	۳/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
جستجوگر	۳۵	۰/۴۵	۶/۲۸	۰/۰۸	۲/۸۹	۰/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۱
جستجوگر	۳۴	۰/۶۷	۱۰/۱۸	۰/۰۷	۴/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴
متهور	۸۲	۰/۳۴	۰/۸۷	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۹	۱/۵۸	۲/۰۴
متهور	۹۰	۰/۲۹	۰/۹۰	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۸	۱/۰۲	۱/۱۱
قراردادی	۹۹	۰/۳۲	۰/۸۶	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۱/۴۴	۲/۰۲
قراردادی	۱۱۰	۰/۲۸	۰/۷۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۱/۲۵	۱/۶۷
اجتماعی	۶۹	۰/۳۱	۰/۸۹	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۱	۰/۷۹	۰/۶۸
اجتماعی	۷۰	۰/۲۹	۰/۹۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۸۳	۰/۸۷

1. Polyserial correlation
2. Information

Archive of SID

www.SID.ir

همانطور که نتایج تحلیل سؤال نشان می‌دهد، سؤالات تیپ واقع‌گرا از ویژگی‌های روانسنجی مطلوبی برخوردارند. ضریب تمیز در این سؤالات بیشتر از ۰/۷ است و مقدار آگاهی بیشتر از ۱۰ دارند. این مقدار آگاهی متأثر از شیب و پراکندگی آستانه‌های سؤال می‌باشد. علاوه بر این مقدار ضریب عاملی آنها تنها در بعد واقع‌گرا بیشتر از ۰/۳ است که نشان می‌دهد این سؤالات به خوبی برای سنجش بعد واقع‌گرایی انتخاب شده‌اند. نتایج بدست آمده از گراف ترسیم شده، با نتایج تحلیل سؤالات در بعد واقع‌گرایی، همخوان است. سؤال ۵۳ از تیپ هنری در گراف در خوشه سؤالات جستجوگری قرار گرفته است. ویژگی‌های روانسنجی ضریب تمیز (۰/۲۷)، مقدار آگاهی (۰/۲۱۴) و ضریب عاملی در بعد هنری (۰/۴۸) نشان می‌دهد که این سؤال برای سنجش بعد هنری مناسب نیست. از طرفی مقدار ضریب عاملی در بعد جستجوگری (۳/۲) نشان می‌دهد که این سؤال می‌تواند به عنوان یک سؤال بعد جستجوگری در نظر گرفته شود. این نتایج با نتیجه بدست آمده از گراف هماهنگ است. سؤال ۵۹ از تیپ هنری دارای مقدار ضریب تمیز ۰/۳۸، مقدار آگاهی ۰/۶۴ و مقدار ضریب عاملی ۰/۵۸ در بعد هنری است. این نتایج نشان می‌دهد که سؤال ۵۹ سؤال مناسبی برای سنجش بعد هنری می‌باشد؛ اما مقدار بار عاملی این سؤال در ابعاد متهور (۰/۹۸) و قراردادی (۱/۲) نشان می‌دهد که این سؤال علاوه بر این که در سنجش بعد هنری وزن مناسبی دارد، در ابعاد متهور و قراردادی نیز دارای بار عاملی بالایی است. جایگاه این سؤال در گراف نشان می‌دهد که این سؤال همبستگی بالایی با سؤالات بعد هنری، متهور و قراردادی دارد و در مکانی بین این سه خوشه قرار گرفته است. سؤالات ۲۲، ۳۵ و ۳۴ جستجوگری نیز ویژگی‌های مناسب روانسنجی در سنجش بعد جستجوگری دارند. این سؤالات جایگاه و مشخصه‌های مناسب را در شکل‌های ۴ و ۵ دارا می‌باشند. سؤالات مربوط به ابعاد متهور و قراردادی دارای ویژگی‌های روانسنجی نسبتاً مناسب می‌باشند؛ اما بار عاملی این سؤالات در هر دو بعد متهور و قراردادی زیاد است؛ به عبارت دیگر این سؤالات در سنجش هر دو بعد دارای وزن بالا می‌باشند. از آنجا که سایر سؤالات این دو بعد نیز ویژگی‌های ذکر شده را دارند، می‌توان

Archive of SID

www.SID.ir

دریافت که این دو بعد نتوانسته‌اند بر اساس داده‌های بدست آمده از سؤالات، متمایز از یکدیگر شوند. جایگاه مربوط به این دو دسته سؤال در گراف‌های ۵ و ۶ به خوبی نشان می‌دهد که طرح سؤال با هدف سنجش دو بعد متمایز، موفق نبوده است. سؤالات مربوط به این ابعاد در یکدیگر تداخل پیدا کرده‌اند و همبستگی‌های بالایی با یکدیگر دارند به طوری که تفکیک آنها از یکدیگر امکان پذیر نیست. سوالاتی که از تیپ اجتماعی برای نمونه انتخاب شده‌اند (سؤالات ۶۹ و ۷۰) دارای بار عاملی بالا در سه بعد مختلف (اجتماعی، متهور و قراردادی) می‌باشند. بالا بودن بار عاملی در سه بعد با توجه به جایگاه این سؤالات در گراف همخوان است؛ به عبارت دیگر این سؤالات در مکانی بین سه خوشه ذکر شده، قرار دارند.

بحث و نتیجه گیری

بنا بر آنچه گذشت استفاده از الگوریتم فراچترمن-رینگولد در ترسیم شبکه ارتباط بین سؤالات مختلف به گرافی منجر می‌شود که در آن علاوه بر این که فواصل بین سؤالات مختلف معنادار است، قطر یالها، ابعاد زیر بنایی نقشه، ساختار و خوشه‌های تشکیل شده نیز می‌تواند در تحلیل سؤالات استفاده شود. علاوه بر این ارائه‌ی نقشه ارتباطی بین سؤالات می‌تواند درک بهتری از آنها را فراهم آورد و نزدیکی و دوری سؤالات از یکدیگر را می‌توان به لحاظ محتوایی بررسی کرد. فهم ارتباط بین سؤالات از طریق گراف ارتباطی آنها، نیازمند دانش فنی زیاد درباره نظریات اندازه‌گیری و روش‌های تحلیل سؤال که در حال حاضر مرسوم است؛ نمی‌باشد و می‌تواند در توجه و تبیین اهداف برای مدیران به خوبی استفاده شود.

مقایسه‌ی گراف سؤالات پرسشنامه ساخته شده بر اساس نظریه‌ی هالند با ویژگی‌های روانسنجی که بر اساس شیوه‌های مرسوم انجام شده است؛ نشان می‌دهد سوالاتی که بر اساس شیوه‌های مرسوم نامناسب و نامطلوب تشخیص داده‌شده‌اند، در گراف ترسیم شده نیز همان ویژگی‌های را دارا می‌باشند و نتایج مربوط به این دو شیوه تحلیل با یکدیگر یکسان است. با این

Archive of SID

www.SID.ir

وجود، استفاده از شیوه‌های مبتنی بر نظریه گراف سرعت بیشتری در پیدا کردن سؤالات نامناسب دارد و می‌توان از طریق آن ماتریس ارتباط بین سؤالات را به صورت کاملاً واضح بصری نمود و اطلاعات زیادی را به صورت یکجا ارائه نمود. ماتریس مجاورت می‌تواند بر اساس همبستگی‌های جزئی و نیمه جزئی[1] نیز ترسیم شود و درک درستی از اهمیت سؤالات مختلف نیز ارائه نماید. علاوه بر این استفاده از روش‌های شبکه‌ای در تحلیل سؤال امکان بعدیابی را حداقل در فضای دو بعدی فراهم می‌آورد و مزایای تکنیک‌هایی مانند مقیاس‌گذاری چند بعدی را داراست. مقیاس‌گذاری چندبعدی برای زمانی که داده‌ها ابعاد کمی دارند و با فواصل اقلیدسی قابل تعریف‌اند (ویژگی‌هایی مانند تقارن و محدودیت‌های نابرابری مثلثی)، مناسب می‌باشند. ولی زمانی که داده‌ها چنین ویژگی‌ها و ملاک‌هایی را ندارند (مانند سؤالات یک پرسشنامه)، الگوریتم‌های ترسیمی در گراف‌ها مناسب‌ترند و می‌توانند به فهم عمیق‌تر و صحیح‌تری از داده‌ها منجر شوند. تفسیر نقاط نزدیک در شکل بدست آمده از مقیاس‌گذاری چندبعدی فقط زمانی قابل‌قبول است که استرس پایین باشد (گنسنر[2] و همکاران، ۲۰۰۵). زمانی که تعداد ابعاد بالا است؛ مقیاس‌گذاری چندبعدی نمی‌تواند تفسیر درستی از نقاط نزدیک به‌هم ارائه دهد. در تحلیل سؤالات پرسشنامه به دلیل زیاد بودن تعداد سؤالات، استفاده از چهارچوب‌های مبتنی بر نظریه گراف کاراتر[3] و دارای صحت[4] بیشتری است.

1. Partial and semi-partial correlations
2. Gansner, E. R
3. efficient
4. accuracy

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

چلبی، مسعود (۱۳۷۵)، تحلیل شبکه در جامعه شناسی، فصلنامه علوم اجتماعی، شماره ۳.

ضرغامی، محمد حسین؛ دلاور، علی؛ فلسفی نژاد، محمد رضا؛ درتاج، فریبرز؛ و خوش سخن مظفر، اکرم (۱۳۹۳)، آزمون کاربرد تحلیل داده‌های شبکه‌ای در مطالعات همبودی، اندازه گیری تربیتی، شماره ۱۶.

ضرغامی، محمد حسین؛ قائمی، فرحناز؛ قائمی، فاطمه (۱۳۹۲)، برآورد استعداد افراد در فعال‌سازی ژن‌ها، ژنتیک در هزاره سوم، دوره ۱۱، شماره ۱.

Borsboom, D. (2008). *Psychometric perspectives on diagnostic systems*. Journal of Clinical Psychology, 64, 1089–1108.

Brandes, U. (2001). *A faster algorithm for betweenness centrality*. Journal of Mathematical Sociology, 25(2), 163-177.

Carrington, P. J., Scott, J., & Wasserman, S. (Eds.). (2005). *Models and methods in social network analysis* (Vol. 28). Cambridge university press.

Coble, J. B., & Hines, J. W. (2008, October). *Prognostic algorithm categorization with PHM challenge application. In Prognostics and Health Management*, 2008. PHM 2008. International Conference on (pp. 1-11). IEEE.

Eades, P. (1984). *A heuristics for graph drawing*. Congressus numerantium, 42, 146-160.

Epskamp, S., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., & Borsboom, D. (2011).*qgraph: Network representations of relationships in data*. R package version 0.4.10.

Fortunato, S. (2010). *Community detection in graphs*. Physics Reports, 486(3), 75-174.

Gansner, E. R., Koren, Y., & North, S. (2005, January). *Graph drawing by stress majorization. In Graph Drawing* (pp. 239-250). Springer Berlin Heidelberg.

Green, S. J., & Owen, L. B. (1987). U.S. Patent No. 4,634,315. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Fruchterman, T. & Reingold, E. (1991). *Graph drawing by force-directed placement*. Software - Pract. Exp. 21, 1129?1164.

Kamada, T., & Kawai, S. (1989). *An algorithm for drawing general undirected graphs*. Information processing letters, 31(1), 7-15.

www.SID.ir

Marsden, P. V. (1990). *Network data and measurement.* Annual review of sociology, 16(1), 435-463.

Paliwal, M., & Kumar, U. A. (2009). *Neural networks and statistical techniques: A review of applications*. Expert systems with applications, 36(1), 2-17.

Newman, M. E. (2006). *Modularity and community structure in networks.*Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(23), 8577-8582.

Ortmanns, S., Ney, H., & Aubert, X. (1997). *A word graph algorithm for large vocabulary continuous speech recognition*. Computer Speech & Language,11(1), 43-72.

Prediger, D. J. (1982). *Dimensions underlying Holland's hexagon: Missing link between interestsand occupations?* Journal of Vocational Behavior, 21, 259-287.

Tal, E. (2013). *Old and new problems in philosophy of measurement*. Philosophy Compass, 8(12), 1159-1173.

Quinn, N., & Breuer, M. A. (1979). *A forced directed component placement procedure for printed circuit boards*. Circuits and Systems, IEEE Transactions on, 26(6), 377-388.

Schroeder, D. H., Haier, R. J., & Tang, C. Y. (2012). *Regional gray matter correlates of vocational interests*. BMC research notes, 5(1), 242.

Shahookar, K., & Mazumder, P. (1991). *VLSI cell placement techniques*. ACM Computing Surveys (CSUR), 23(2), 143-220.

Sturrock, K., & Rocha, J. (2000). *A multidimensional scaling stress evaluation table.* Field methods, 12(1), 49-60.

Wan, Z., & Li, Z. L. (1997). *A physics-based algorithm for retrieving land-surface emissivity and temperature from EOS/MODIS data.* Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 35(4), 980-996.

West, D. B. (2001). *Introduction to graph theory* (Vol. 2). Upper Saddle River: Prentice hall.

www.SID.ir