

توانمندسازی یادگیری ریاضی دانش آموزان با رویکرد تحلیل شبکه‌ای

مبتنی بر دیمتل

*محمد علیپور فتحکوهی * *محمدحسن بهزادی * *حمید رسولی * *احمد شاهورانی سمنانی *
* دانشجوی دکتری آموزش ریاضی گروه ریاضی کاربردی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران alipour.m@live.com
* *دانشیار گروه آمار، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران behzadi@srbiau.ac.ir
* * * *دانشیار گروه ریاضی محض، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران hrasoli@srbiau.ac.ir
* * * *دانشیار گروه ریاضی کاربردی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران math_ahmad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵

صص: ۱۰۱-۱۲۱

چکیده

شورای ملی معلمان آمریکا همواره بر اهمیت یادگیری ریاضی در فرایند مدرسه تأکید ویژه‌ای داشته است. در این مقاله با هدف شناسایی عوامل موثر بر یادگیری ریاضی، ۱۷ زیر معیار برای توانمندسازی یادگیری ریاضی دانش آموزان به کمک بررسی پیشینه تحقیقات، تحلیل محتوای متنی و مرور نظام مند ۶۱ مقاله و کتب تخصصی و مصاحبه‌های تخصصی با ۱۳ نفر از خبرگان آموزش ریاضی احصا شده است که در ۶ گروه اصلی دسته بندی شد. سپس به کمک تکنیک DANP^۱ و انجام مقایسات زوجی، این متغیرها وزن دهی و روابط میان آنها کشف شد. جهت جمع آوری داده ها از پرسش نام های محقق ساخته زوجی استفاده شده است که روایی و پایایی آن نیز به کمک نرخ ناسازگاری و شاخص کاپا تأیید گردید. نتایج تحلیل نشان می‌دهد مهم ترین توانمندسازها اصلی به لحاظ اثر به ترتیب عبارتند از: عوامل هیجانی، روانشناختی، فیزیولوژیکی، جامعه شناختی، محتوایی و عوامل محیطی. همچنین مهمترین زیر معیار های به ترتیب وزن عبارتند از: محتوی و مفاهیم کتاب درسی، انگیزش، خودپنداره و خود تنظیمی، همکاری و ارتباط مناسب با معلم. به لحاظ تعامل مهم ترین عوامل اصلی به ترتیب عبارتند از: توانمندسازهای محیطی، توانمندسازهای فیزیولوژیکی، توانمندسازهای جامعه شناختی، توانمندسازهای هیجان، توانمندسازهای روانشناختی و توانمندسازهای محتوایی. با شناسایی و دسته بندی این متغیرها مدرسان و معلمان حوزه ریاضی می توانند به شکل موثرتری در آموزش و تدریس خود از این مولفه ها استفاده کرده تا دانش آموزان عملکرد بهتری در یادگیری ریاضی داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: روابط عوامل موثر بر یادگیری، وزن عوامل یادگیری، یادگیری، DANP.

نوع مقاله: علمی

۱- مقدمه

علوم تربیتی دخالت کمتری در این حوزه دارند که شاید این موارد از علل اصلی افت کیفیت آموزش ریاضی در کشور باشد [۹]. علیرغم اهمیت درس ریاضی و تاثیر آن بر زندگی بشر، اما نتایج تحقیقات اخیر بیانگر افت تحصیلی زیاد در درس ریاضی در مقاطع متوسطه اول و دوم است. علل زیادی برای این افت تحصیلی ارائه شده‌است که

در کشور ما آموزش ریاضی با دو ضعف بنیادی روبه روست. نخست آنکه رشته «آموزش ریاضی» هنوز جایگاه آکادمیک خود را در مراکز آموزش عالی کشور پیدا نکرده است؛ دیگر آنکه رشته مذکور از زیرمجموعه های گروه علوم پایه و گروه ریاضی است بدین معنا که گروههای

1. DEMATEL-based on ANP

نشان داد که روش همیاری در مقایسه با روش کاوشگری بر خلاقیت دانش‌آموزان در درس علوم تاثیر معناداری داشته است.

در تحقیق عوض پور مشیری (1400) نتایج پژوهش با عنوان «بررسی رابطه بازی‌های رایانه‌ای و هوش هیجانی با پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پسر مقطع متوسطه اول ناحیه یک کرمان» حاکی از آن است که بین بازی‌های رایانه‌ای رابطه مستقیم اما معکوس وجود دارد. و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان به طوری که با افزایش بازی‌های رایانه‌ای پیشرفت تحصیلی کاهش می‌یابد. همچنین، نتایج نشان داد که بین هوش هیجانی و مؤلفه‌های آن با پیشرفت تحصیلی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود اولیاء و مسئولین مدرسه زمینه‌های افزایش هوش هیجانی دانش‌آموزان را تقویت کرده و شرایط را برای بازی‌های نامناسب فراهم کنند. یک کامپیوتر توسط کودکان کاهش خواهد یافت.

در تحقیق نوذری و لیاقت دار (1400) با عنوان «مقایسه مؤلفه‌های هوش هیجانی بر اساس جنسیت و رشته تحصیلی و ارتباط آن با عملکرد تحصیلی دانشجویان» که نتایج پژوهش نشان داد بین میانگین مؤلفه‌های هوش هیجانی دانشجویان علوم پزشکی بر حسب رشته‌ی تحصیلی و جنسیت تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. همچنین نتایج پژوهش نشان داده که خوش‌بینی سهم عمده‌ای در عملکرد تحصیلی دانشجویان دارد.

سرداری (1400) در پژوهشی با عنوان «اثربخشی آموزش راهبردهای حافظه کاری بر انعطاف پذیری شناختی و خودتنظیمی هیجانی در دانش‌آموزان ابتدایی» که با هدف تعیین اثربخشی آموزش راهبردهای حافظه فعال بر انعطاف پذیری شناختی و خودتنظیمی هیجانی در دانش‌آموزان ابتدایی بود، نمونه‌ای به حجم ۳۰ نفر به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی انتخاب و به تصادف در دو گروه آزمایش و کنترل جایگزین شدند. ابزار جمع‌آوری اطلاعات شامل پرسشنامه سبک‌های عاطفی (ASQ) و آزمون دسته‌بندی کارت‌های ویسکانسین (WCST) بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیری در برنامه SPSS انجام شد. تحلیل داده‌ها نشان داد که آموزش راهبردهای حافظه کاری منجر به تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها در انعطاف‌پذیری شناختی و خودتنظیمی هیجانی شده است ($p < 0/05$). با توجه به یافته‌ها، آموزش

مهم‌ترین آن عدم ارتباط با ریاضیات و عدم درک آن می‌باشد. بنابراین علاقه و اشتیاقی به ریاضی نشان نمی‌دهد و در ارتباط با معلم خود دچار مشکل می‌شود [5]. ریاضی با شیرینی خاص خود هنوز بر شمار زیادی از دانش‌آموزان سنگین و خشک به نظر می‌آید. در این پژوهش جهت مقابله با افت تحصیلی در درس ریاضی، سعی شده است که کلیه عوامل موثر بر یادگیری ریاضیات مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه این مقاله به معرفی عوامل موثر بر این یادگیری ریاضی خواهیم پرداخت و در جهت ایجاد نوآوری در مقاله، این عوامل توانمند ساز احصا شده را به روش DANP بر مبنای اثرگذاری و تعامل با سایر عوامل رتبه بندی خواهیم کرد و نقشه اثر- ارتباط این توانمندسازها را ترسیم خواهیم کرد تا معلمان و دست‌اندرکاران امر آموزش با ارتباط و اثری که این عوامل بر هم دارند بیشتر آشنا شوند و بتوانند امر آموزش را با عملکرد بهتری انجام دهند تا یادگیری دانش‌آموزان ارتقاء یابد. با توجه به موارد اذعان شده و اهمیتی که برای درس ریاضی بررسی گردید، در این پژوهش ما به دنبال پاسخ دادن به سوالی نظیر: که عوامل موثر بر یادگیری درس ریاضی کدامند؟ ارتباط بین عوامل موثر بر یادگیری درس ریاضی چگونه است؟ این عوامل از نظر اولویت بندی چگونه می‌باشند؟ می‌باشیم. برای بررسی این سوالات در ابتدا به مرور ادبیات مربوطه پرداخته می‌شود، سپس روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه بیان می‌شود، سپس یافته‌های تحقیق و نهایتاً نتیجه‌گیری تحقیق بیان می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

در تحقیق جهان‌دیده و سعدی پور (1400) با عنوان «مقایسه اثربخشی روش تدریس همیاری و روش تدریس کاوشگری بر خلاقیت دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی» با مقایسه اثربخشی روش تدریس همیاری با روش تدریس کاوشگری بر خلاقیت دانش‌آموزان انجام شد که در آن جامعه آماری پژوهش، شامل همه دانش‌آموزان دختر پایه پنجم ابتدایی شهرستان کبودرآهنگ انجام شد. ابزار مورد استفاده محقق در این پژوهش آزمون تفکر خلاق تورنس (فرم A) بود. نتایج حاصل به روش آمار توصیفی و استنباطی مورد تحلیل قرار گرفت و مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه نشان داد که روش تدریس همیاری و روش کاوشگری بر هر دو گروه بهبود معناداری ایجاد کرده است و مقایسه دو روش با یکدیگر



درون نظام آموزشی) دانش‌آموزان پسر دبیرستان‌های کرمانشاه را توضیح می‌دهند.

در مطالعه‌ی آیبال و همکاران^۲ (۲۰۲۰) با عنوان «عوامل مؤثر بر پیشرفت دانش‌آموزان در ریاضیات در مدارس متوسطه در کشورهای در حال توسعه: یک مرور سیستماتیک سریع» که در آن ۲۶ مقاله انتخاب شد و مورد بررسی قرار گرفت. روش تدریس، نگرش معلمان، نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات به‌عنوان عوامل کلیدی تقریباً در تمامی مقالات بررسی شده ذکر شد. به نظر می‌رسد که سازگاری نیز وجود دارد که والدین می‌توانند تأثیر مثبتی بر عملکرد ریاضی فرزندان، محیط کلاس، پیشرفت‌های قبلی دانش‌آموزان در ریاضیات و عوامل مرتبط با جنسیت داشته باشند.

در تحقیق کلیوز و میاکاوا^۳ (۲۰۲۰) با عنوان «تأثیر فرهنگ بر دروس ریاضیات: مطالعه تطبیقی بین‌المللی یک درس طراحی شده مشترک» با هدف مطالعه مقایسه‌ای بین‌المللی در سوئیس و ژاپن در مورد یک درس ریاضیات دوره ابتدایی انجام شده است، هدف اصلی این مطالعه ارتقای درک ویژگی‌های فرهنگی یک درس ریاضی در کلیت آن با استفاده از مثال‌های عینی از طراحی و اجرای درس و چگونگی شکل‌دهی و تولید درس‌های ریاضی در داخل و خارج از کلاس/مدرسه در یک کشور خاص بود. دو درس ریاضی کلاس ۴ را که در سوئیس و ژاپن توسط معلمان پیش از خدمت در چارچوب یک برنامه تبادل بین‌المللی پروژه‌محور طراحی و اجرا شده بود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این درس که در ابتدا با همکاری معلمان پیش از خدمت دو کشور طراحی شده بود، در نهایت در هر کشوری به روش‌های مختلف تحقق یافت. به طور خاص، تفاوت‌هایی بین درس ژاپنی و سوئیس در ساختار درس و اعتبار سنجی راه حل‌ها پدیدار شد.

در تحقیق ژومارا و همکاران^۴ (۲۰۱۹) با عنوان «تأثیر کار گروهی و بکارگیری دستسازه بر دستاوردهای دانش‌آموزان» که با هدف بررسی تأثیر کار گروهی بر روی تکالیف کلاس و استفاده از مطالب آموخته شده در عمل بر دستاوردهای دانش‌آموزان است نشان داد که کار گروهی بر روی تکالیف کلاس به طور منفی اما نه اساساً با دستاوردهای دانش‌آموزان ارتباط دارد. در عین حال،

راهبردهای حافظه فعال توانسته است به دانش‌آموزان این توانایی را بدهد که فرایندهای انعطاف‌پذیری شناختی و خودتنظیمی هیجانی خود را بهبود دهند.

در پژوهش دوروباف و مدرسی سریزدی (1399) با عنوان «بررسی تأثیر روش تدریس ریاضی به شیوه قصه بر انگیزش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان» که با هدف تعیین اثربخشی تدریس ریاضی به شیوه قصه و داستان بر بهبود انگیزش تحصیلی دانش‌آموزان بود. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که روش تدریس طراحی شده به شیوه قصه باعث بهبود انگیزش درونی دانش‌آموزان می‌شود ولی بر انگیزش بیرونی دانش‌آموزان تأثیری ندارد.

میرلوحی و فریبرز (1399) در مقاله‌ای با عنوان «مقایسه اثربخشی راهبردهای یادگیری خلاصه، تصحیح، حاشیه نویسی و نقشه مفهومی بر درک و سرعت یادگیری دانش‌آموزان» نشان داد که بین میانگین نمرات گروه آزمایش و مطالعه در حوزه سرعت تفاوت معناداری وجود دارد. یادگیری. با این حال، تفاوتی بین سرعت خواندن گروه‌های آزمایشی (خلاصه، تصحیح و حاشیه نویسی و نقشه مفهومی) وجود ندارد. بین گروه خلاصه و کنترل از نظر درک تفاوت معنی داری وجود دارد، اما بین گروه تصحیح و حاشیه‌نویسی نقشه مفهومی و بین گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود نداشت. استفاده از استراتژی‌های یادگیری سرعت یادگیری را بهبود می‌بخشد و استفاده از خلاصه‌ها درک دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.

در پژوهش سراجی و همکاران (۱۳۹۸) [11] با توجه به شناسایی عوامل اجتماعی و آموزشی مؤثر بر کاهش انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان دبیرستانی بر اساس مدل میلر و بریکمن (۲۰۰۴)، نتایج این تحقیق نشان داد: در مجموع ۹ عامل شامل: مشکلات خانوادگی و مرتبط، توجه جامعه به علم و یادگیری، بیکاری فارغ‌التحصیل، کاربردی نبودن آموخته‌ها، ضعف معلمان، کیفیت پایین برنامه درسی، ساختار و مقررات مدارس، چگونگی مدارس و توسعه و دسترسی به مدارس جدید. فن‌آوری‌های ارتباطی به ترتیب اولویت مدیریت می‌شوند و در مجموع ۴۵/۷۲ درصد واریانس مربوط به عوامل کاهش انگیزه تحصیلی (برون و

4 .Xhomara, Nazmi & Stosic, Lazar & Tomczyk, Lukasz.

2 . Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S.

3 .Clivaz, S., Miyakawa

در تحقیق محدنور و همکاران^۷ (۲۰۱۶) با عنوان «رابطه بین هوش هیجانی و شایستگی ریاضی در دانش‌آموزان دوره متوسطه» بررسی شد که در یادگیری ریاضیات، هوش هیجانی بر نحوه برخورد فرد با احساسات، ریاضیات و استراتژی‌های کلی خودتنظیمی که فرد اتخاذ می‌کند، تأثیر می‌گذارد.

در پژوهش بارت و همکاران^۸ (۲۰۱۵) با عنوان «تأثیر طراحی کلاس درس بر یادگیری دانش‌آموزان: نتایج نهایی یک تحلیل جامع و چند سطحی» ارزیابی‌هایی از ۱۵۳ کلاس درس در ۲۷ مدرسه انجام شده است تا تأثیر ویژگی‌های کلاس فیزیکی بر پیشرفت تحصیلی ۳۷۶۶ دانش‌آموزی که هر یک از آن فضاهای خاص را اشغال کرده‌اند، شناسایی شود. این مطالعه کاربرد مدل مفهومی طبیعی بودن، فردیت و تحریک را به عنوان وسیله‌ای برای سازماندهی و مطالعه طیف کامل تأثیرات حسی تجربه شده توسط فردی که یک فضای معین را اشغال می‌کند تأیید می‌کند. در این مورد خاص، اصل طراحی طبیعی بودن حدود ۵۰ درصد از تأثیر بر یادگیری را به خود اختصاص می‌دهد، و دو مورد دیگر تقریباً یک چهارم هر کدام را تشکیل می‌دهند.

در تحقیق انتریمونت^۹ (۲۰۱۵) با عنوان «پیوند ریاضیات، فرهنگ و جامعه. رویه - علوم اجتماعی و رفتاری» که اهمیت پیوند بین ریاضیات، فرهنگ و جامعه و روش‌های انجام این کار را ارائه می‌کند که تنوع فرهنگی دانش‌آموزان را برای توسعه فعالیت‌های یادگیری در نظر می‌گیرد. مفاهیم ریاضی مبتنی بر دیدگاه‌های فرهنگی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که نه تنها فرهنگ خود، بلکه فرهنگ و سنت‌های دیگران را نیز بازتاب دهند و قدردانی کنند. مشارکت اعضای جامعه بخش اساسی از ادغام مولفه‌های فرهنگی در فعالیت‌های ریاضی است. نتایج پژوهش موالس و ناوارو^{۱۰} (۲۰۱۵) با عنوان «راهبردهای یادگیری و پیشرفت تحصیلی» نشان می‌دهد که راهبردهای یادگیری به ویژه در مبحث زبان ارتباط قابل

استفاده از مطالب آموخته شده در عمل به طور مثبت و اساسی با دستاوردهای دانش‌آموزان ارتباط دارد. می‌توان نتیجه گرفت که دستاوردهای دانش‌آموزان به شدت تحت تأثیر به کارگیری مطالب آموخته شده در عمل است. این مطالعه یکی از تعداد بسیار کمی از مطالعاتی است که نتایج مشابهی را گزارش می‌کند.

در تحقیق ماکس ول و همکاران^۵ (2017) با عنوان «تأثیر محیط و جو مدرسه بر پیشرفت تحصیلی: مدل‌سازی چندسطحی با داده‌های دانش‌آموز و معلم» مشخص شد که ادراک دانش‌آموزان از جو مدرسه به طور معنی‌داری با پیشرفت نوشتن و اعداد در ارتباط است و این تأثیر با همزاد پنداری روان‌شناختی دانش‌آموزان با مدرسه میانجی‌گری می‌شود. علاوه بر این، ادراک کارکنان از جو مدرسه، موفقیت دانش‌آموزان را در آزمون‌های شمارش، نوشتن و خواندن توضیح می‌دهد.

در پژوهش موهر-شرودر و همکاران^۶ (۲۰۱۷) با عنوان «نگرش والدین نسبت به ریاضیات و تأثیر بر نگرش دانش‌آموزان آنها نسبت به ریاضیات: یک مطالعه کمی» که با هدف بررسی نگرش والدین نسبت به ریاضیات، نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات و تأثیر نگرش والدین بر نگرش دانش‌آموزان به ریاضیات بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها همبستگی مثبت و معنادار آماری را بین نگرش والدین و دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات نشان داد. علاوه بر این، نگرش ریاضی والدین به طور قابل توجهی نگرش دانش‌آموزان نسبت به ریاضیات را پیش‌بینی کرد.

کرونادو (۲۰۱۶)، در تحقیق خود با عنوان اضطراب ریاضی از منظر بین فرهنگی» بیان می‌کند که در تحقیقات بین فرهنگی مشابه، نتایج مربوط به پیشرفت تحصیلی نشان داد که حوزه یادگیری ریاضی یکی از بالاترین حوزه‌ها است. از افت تحصیلی ریاضی می‌تواند برای برخی از دانش‌آموزان استرس‌زا باشد، و تحقیقات نشان داده است که اضطراب در مورد یادگیری ریاضی با عملکرد در این زمینه ارتباط زیادی دارد.

8. Barrett, Peter; Davies, Fay; Zhang, Yufan; Barrett, Lucinda

9. d'Entremont, Yvette

10. Muelas & Navarro

5. Maxwell, Sophie; Reynolds, Katherine J.; Lee, Eunro; Subasic, Emina; Bromhead, David

6. Mohr-Schroeder, Margaret J.; Jackson, Christa; Cavalcanti, Maureen; Jong, Cindy; Craig Schroeder, D.; Speler, Lydia G.

7. Nor, Nurul A. K. M., et al



همکاران^{۱۲} (۲۰۱۴) انجام شده است، یافته‌ها تفاوت آماری معنی‌داری در علاقه دانش‌آموزان پایه نهم به بکارگیری سازماندهی، فراشناخت و راهبردهای کمک‌طلبی را نشان داد. با مشاهده انواع تحقیقات انجام شده در این زمینه می‌توان مشاهده کرد که استفاده از روش تحقیق دیمتلم مبتنی بر تحلیل شبکه‌ای به منظور شناسایی و توانمندسازی یادگیری در این زمینه یکی از نوآوری تحقیق حاضر می‌باشد که می‌تواند شکاف تحقیقاتی در این زمینه به منظور راهنمایی مدرسان جهت بهبود و ارتقاء سطح آموزش و توجه به یادگیری دانش‌آموزان را مورد توجه بیشتری قرار دهند. به شناسایی روابط میان عواملی که توانمندساز یادگیری می‌باشند می‌توان عملکرد یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشید. در زیر جدولی برای مقایسه تعدادی از تحقیقات گذشته با تحقیق حاضر قرار داده شده است.

جدول ۱. مقایسه تحقیقات انجام شده گذشته و تحقیق حاضر از ابعاد مختلف

تعداد عوامل موثر بر یادگیری	قطعی	کیفی	کمی	آزمایشی	توصیفی	کتابخانه‌ای	نام محقق و سال
۴				*		*	Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020).
۲				*		*	Chen, B. H., Chiu, W. C., & Wang, C. C. (2015).
۲						*	Gasco, J., Villarroel, J. D., & Goñi, A. (2014).
۱						*	Košir, K., Tement, S.(2014).
۲					*		Lowrie, T & Whitland, J. (2000).
۲						*	Muelas, A., & Navarro, E. (2015).
۱					*		Radišić, J., Videnović, M., & Baucal, A. (2015).
۲						*	Sadi, Ö., & Uyar, M. (2013).
۱				*		*	Barrett, Peter; Davies, Fay; Zhang, Yufan; Barrett, Lucinda (2015).
۲					*		Clivaz, S., Miyakawa, T.
۱				*		*	d'Entremont, Yvette (2015)
۱						*	Jacobus G. Maree, Lizelle Fletcher & Petro Erasmus (2013)
۱					*		Kimberly P. Raghobar; Marcia A. Barnes; Steven A. Hecht (2010).
۲				*		*	Košir, K., Tement, S.(2014)
۱				*		*	Maxwell, Sophie; Reynolds, Katherine J.; Lee, Eunro; Subasic, Emina; Bromhead, David (2017)
۳						*	Mohr-Schroeder, Margaret J.; (2017).
۲				*		*	Nor, Nurul A. K. M., et al.
۱				*		*	Sadi, Ö., & Uyar, M. (2013).
۱۷	*	*	*	*	*	*	تحقیق حاضر

12 . Gasco & Willarroel & Gonee

11 . Chen & Chiu & Wang

۳- روش تحقیق

از آنجایی که این تحقیق با هدف شناسایی شاخص‌های یادگیری ریاضی در بین دانش‌آموزان و استفاده از دانش به دست آمده از تحقیق و مطالعه انجام شده و در نهایت می‌تواند منجر به ارتقای سطح ریاضی دانش‌آموزان شود، علاوه بر مصاحبه قابل اجرا تلقی می‌شود و در مطالعات کتابخانه‌ای، برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه استفاده شده است که از نظر روش تحقیق، بخشی از پیمایش توصیفی است، همچنین با توجه به استفاده از روش کمی دیمتل مبتنی بر شبکه، تجزیه و تحلیل داده‌ها بخشی از یک مطالعه کمی-کیفی است. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها با توجه به مراحل اجرا در این تحقیق به شرح زیر است:

گام اول: ابتدا از روش اقتباس از موضوعات و تحقیقات

گذشته (مطالعه کتابخانه‌ای)، مصاحبه و مشاهده ابعاد ۴. ویژگی‌های پنل خبرگان

گام دوم: وزن‌دهی متغیرها به کمک تکنیک ترکیبی

دیمتل مبتنی بر تحلیل شبکه‌ای داده‌ها^{۱۳} (DANP)

تکنیک دیمتل نیز شامل گام‌های زیر می‌باشد:

۱. ساخت ماتریس نظرسنجی از پاسخ‌دهندگان
 ۲. ساخت ماتریس تصمیم‌گیری اولیه
 ۳. محاسبه ماتریس اثر اولیه
 ۴. استخراج ماتریس کامل اثر مستقیم و غیرمستقیم
 ۵. تعیین ارزش آستانه و رسم نقشه اثر ارتباط
 ۶. تحلیل (عادل آذر، ۱۳۹۵)
- داده‌های لازم در این پژوهش به کمک پنل خبرگان با توجه به تخصص آموزش ریاضی یا سابقه تدریس درس ریاضی شامل ۱۳ نفر به روش نمونه‌گیری غیر احتمالی هدفمند جمع‌آوری شده است:

شماره	سمت	جنسیت	مدرک تحصیلی	سابقه شغلی
۱	معلم مدرسه تیزهوشان	مرد	دکتری	بالای ۱۵ سال
۲	معلم مدرسه نمونه دولتی	مرد	دکتری	بین ۱۰ تا ۱۵
۳	معلم مدرسه شاهد	مرد	کارشناسی ارشد	بین ۱۰ تا ۱۵
۴	معلم مدرسه نمونه دولتی	مرد	کارشناسی ارشد	زیر از ۱۰ سال
۵	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی ارشد	بالای ۱۵ سال
۶	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی ارشد	بالای ۱۵ سال
۷	مدرس آموزشگاه خصوصی	مرد	کارشناسی ارشد	زیر از ۱۰ سال
۸	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی ارشد	زیر از ۱۰ سال
۹	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی	بین ۱۰ تا ۱۵
۱۰	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی	بین ۱۰ تا ۱۵
۱۱	معلم مدرسه دولتی	مرد	کارشناسی	بالای ۱۵ سال
۱۲	معلم مدرسه دولتی	زن	کارشناسی	بالای ۱۵ سال
۱۳	معلم مدرسه دولتی	زن	کارشناسی ارشد	زیر از ۱۰ سال
جمع (۱۳ نفر)				
		فرآوانی	فرآوانی	فرآوانی
		زن	کارشناسی	زیر از ۱۰ سال
		۲	۴	۴
			کارشناسی ارشد	بین ۱۰ تا ۱۵
			۷	۴
		مرد	دکتری	بالای ۱۵ سال
		۱۱	۲	۵

۱. عوامل موثر بر یادگیری ریاضی دوره متوسطه کدامند؟
۲. رابطه این عوامل با یکدیگر طبق روش DANP چگونه است؟

در این راستا سؤالات تحقیق عبارتند از:
متغیرهای یادگیری ریاضی شناسایی می‌شود.



جدول ۳. توافق در کد گذاری برای سند اول

کد گذار اول	کد گذار اول		کد گذار دوم
	1	0	
1	a = 8	b = 1	9
0	c = 2	0	2
	10	1	11

برای تعیین نسبت روایی محتوایی^{۱۵} از متخصصان درخواست می‌شود تا هر مورد را براساس طیف سه بخشی «ضروری است»، «مفید است ولی ضرورتی ندارد» و «ضرورتی ندارد» بررسی نماید. سپس جواب‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

جدول ۴. حداقل مقادیر CVR جهت مناسب بودن روایی محتوا

تعداد پنل خبرگان (نفر)	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵
حداقل مقدار نسبت روایی محتوا (CVR)	۰,۳۷	۰,۴۲	۰,۴۹	۰,۶۲	۰,۷۸	۰,۷۵	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹

جدول ۵. روایی محتوایی متغیرهای شناسایی شده پس از دور سوم دلفی

نتیجه	$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$	ضروری	ندارد	مفید اما ضروری	غیر ضروری	زیرمعیار	معیار
تأیید	$\frac{10 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.53 > 0.49$	۱۰	۳	۰	۰	محرك های مناسب محیطی (نور، دما و ...)	عوامل محیطی
تأیید	$\frac{11 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.69 > 0.49$	۱۱	۲	۰	۰	چیدمان های آموزشی مشارکت محور در کلاس	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	۰	روش تدریس	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	۰	نگرش و انتظارات والدین	عوامل جامعه شناختی
تأیید	$\frac{11 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.69 > 0.49$	۱۱	۲	۰	۰	جامعه و فرهنگ	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	۰	مشارکت گروهی با همکلاسی ها و معلم	

تأیید	$\frac{12 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.85 > 0.49$	۱۲	۱	۰	هوش هیجانی (کنترل احساسات و هیجانات)	عوامل فیزیولوژیکی
تأیید	$\frac{11 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.69 > 0.49$	۱۱	۲	۰	قدرت و نگرش معلم	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	ادراک و حافظه دانش‌آموزان	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	انگیزش	عوامل هیجانی
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	خودپنداره و خودتنظیمی	
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	تلاش و پشتکار و ثبات قدم	
تأیید	$\frac{10 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.53 > 0.49$	۱۰	۳	۰	مهارت‌های تصمیم‌گیری و حل مسأله	عوامل روانشناختی
تأیید	$\frac{13 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 1 > 0.49$	۱۳	۰	۰	دقت و آمادگی فراگیران	
تأیید	$\frac{10 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.53 > 0.49$	۱۰	۳	۰	راهبردهای شناختی و فراشناختی	
تأیید	$\frac{10 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.53 > 0.49$	۱۰	۳	۰	محتوی و مفاهیم کتاب درسی	عوامل محتوایی
تأیید	$\frac{10 - \frac{13}{2}}{\frac{13}{2}} = 0.53 > 0.49$	۱۰	۳	۰	آشنایی با روش‌های مطالعه و خلاصه‌نویسی	

با بررسی پیشینه تحقیق و انجام مصاحبات با خبرگان آموزش ریاضی ۱۷ زیر معیار به عنوان توانمندسازی‌های آموزشی احصا شده است که در قالب ۶ معیار کلی دسته‌بندی شده است. این ۶ بعد اصلی در جدول زیر به همراه ۱۷ زیر معیار نشان داده شده است:

پس از تعیین و محاسبه CVR، با درخواست از گروه متخصصان، مجدداً پرسشنامه جهت محاسبه شاخص روایی محتوایی^{۱۶} CVI به آنان داده شده است. و برای تمامی زیر معیارها CVI بالای ۰.۸، به دست آمده که نشان‌دهنده روایی بالا در پرسشنامه محقق ساخته است.

توانمندسازی‌های یادگیری: بررسی سوال اول تحقیق



جدول ۶. توانمندسازی‌های یادگیری ریاضی: کدهای محوری احصا شده از تحلیل کیفی

منبع	زیر معیار	نماد	معیار اصلی
Maxwell S, Reynolds KJ, Lee E, Subasic E, Bromhead D (2017) ملک، نیلوفر و محبوبی نیه، افسانه (۱۳۹۵) تیموری، زینب (۱۳۸۶)	محرك های مناسب محیطی) نور، دما و ...)	A1	A عوامل محیطی
Barrett, Peter; Davies, Fay; Zhang, Yufan; Barrett, Lucinda (2015) بهمنی، لیلا (۱۳۹۰) تیموری، زینب (۱۳۸۶) ملک، نیلوفر و محبوبی نیه، افسانه (۱۳۹۵)	چیدمان های آموزشی مشارکت محور در کلاس	A2	
Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020) جهان‌دیده، جواد و سعدی پور، اسماعیل، (۱۴۰۰) دوروباف و مدرسی سریزدی (۱۳۹۹) مجتبی هوشنگی، مریم کریم‌پور، فهیمه جمالی (۱۳۹۵) احدیان، محمد. آقازاده، محرم (۱۳۸۰)	روش تدریس	A3	
Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020). Mohr-Schroeder, Margaret J.; Jackson, Christa; Cavalcanti, Maureen; Jong, Cindy; Craig Schroeder, D.; Speler, Lydia G. (۲۰۱۷). Poffenberger & Norton ۱۹۸۹	نگرش و انتظارات والدین	B1	B عوامل جامعه شناختی
سراجی، فرهاد، حیدری، سیروس، عنایتی فر نوین، علی. (۱۳۹۶) Clivaz, S., Miyakawa, T (2020) d'Entremont, Yvette (2015)	جامعه و فرهنگ	B2	
خندان، فرح؛ غلامعلی لواسانی (۱۳۹۰) مسعود حسین چاری، فتانه قزل بیگلو، بهرام (۱۳۹۸) حسن حکیمی (۱۳۹۶) Xhomara, Nazmi & Stosic, Lazar & Tomczyk, Łukasz. (2019) Košir, K., Tement, S. (2014)	مشارکت گروهی با همکلاسی ها و معلم	B3	
Nor, Nurul A. K. M., et al. (2016) Jacobus G. Maree, Lizelle Fletcher & Petro Erasmus (۲۰۱۳) عوض پور مشیری، سحر، (۱۴۰۰) نوذری، قاسم و لیاقت دار، محمدجواد (۱۴۰۰) سیف، علی اکبر (۱۳۹۰)	هوش هیجانی (کنترل احساسات و هیجانات)	C1	C عوامل فیزیولوژیکی
نجفوند دریکوندی، رحمت اله، ۱۴۰۰	قدرت و نگرش معلم	C2	
Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020) Sandra Crespo (2006) Kimberly P. Raghubar; Marcia A. Barnes; Steven A. Hecht (2010). سرداری، باقر (۱۴۰۰) سیف، علی اکبر (۱۳۹۰)	ادراک و حافظه دانش آموزان	C3	
جراای بروفی، نوشین پردلان، حمید حیدری، ظفری‌زاده (۱۳۹۳) (کتاب) نریمانی، محمد؛ محمد امینی، زرار؛ زاهد، عادل و ابوالقاسمی، عباس (۱۳۹۴) بلوکی، آزاده (۱۳۸۸) عطارخامنه، فاطمه؛ سیف، علی اکبر (۱۳۸۸) کیامنش، علیرضا؛ پوراصغر، نصیبه (۱۳۸۵) سیف، علی اکبر (۱۳۹۰) (کتاب)	انگیزش	D1	D عوامل هیجانی
Chen, B. H., Chiu, W. C., & Wang, C. C. (2015). Ayebale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020) شریفی ساکی، شیدا؛ فالج و زارع، حسین (۱۳۹۳) عطایی، مریم، حمیدی، فریده، نصری، صادق (۱۳۹۴) عسگری، محمد و همکاران (۱۳۹۰) میدانی، زهرا؛ شریفی (۱۳۹۳) کیامنش، علیرضا؛ پوراصغر، نصیبه (۱۳۸۵)	خودپنداره و خودتنظیمی	D2	
محیا حسینی، محمدرضا ذوقی پایدار، خسرو رشید. ۱۳۹۷. سیف، علی اکبر (۱۳۹۰)	تلاش و پشتکار و ثبات قدم	D3	

<p>ایمانی، صدف؛ ویسی کهره، سعید؛ کرد نوقایی، رسول؛ ویسی پور، مسلم؛ طهماسیان، هادی و ربیعی مصباح، عباس (۱۳۹۴) نریمانی، محمد؛ محمد امینی، زرار؛ زاهد، عادل و ابوالقاسمی، عباس (۱۳۹۴)</p>	<p>مهارت های تصمیم گیری و حل مسأله</p>	<p>E1</p>	<p>E عوامل روانشناختی</p>
<p>Pritchard, David & Young-Jin, Lee & Bao, Lei. (2008) کتابون رجی راد. (۱۳۹۳) سیف، علی اکبر (۱۳۹۰)</p>	<p>دقت و آمادگی فراگیران</p>	<p>E2</p>	
<p>نامور وانسلفی، سهیلا؛ فتحی آذر و واحدی (۱۳۹۱) طالع زاده، الهام؛ سلیمی، حسین و فرخی، نور علی (۱۳۹۱) سیف، علی اکبر (۱۳۹۰) امامی پور، سوزان؛ جعفری روشن، مرجان و آقازاده، راحله (۱۳۹۰) عطارخامنه، فاطمه؛ سیف، علی اکبر (۱۳۸۸) نیکنام، ظهیر؛ هاشمی، سید احمد و فیاض بخش، حسین (۱۳۸۸) میدانی، زهرا؛ شریفی (۱۳۹۳) کارشکی، حسین (۱۳۸۲) عبداله پور، محمدآزاد و کدیور، پروین و عبداللہی، محمد حسین (۱۳۸۴)</p>	<p>راہبردهای شناختی و فراشناختی</p>	<p>E3</p>	
<p>خاصه خان ، افشین و شادی دوست طلب دیلمقانی. ۱۳۹۵ Sievert, Henning; van den Ham, Ann-Katrin; Niedermeyer, Inga; Heinze, Aiso (2019).</p>	<p>محتوی و مفاهیم کتاب درسی</p>	<p>F1</p>	<p>F عوامل محتوایی</p>
<p>مرضیه میرلوحی، فریبرز درتاج، (۱۳۹۹) فاطمه سبزواری، فرشید پاکذات، علی رضایی شریف. ۱۳۹۵ عبدالرحیم موگهی. ۱۳۹۳ Chen, B. H., Chiu, W. C., & Wang, C. C. (2015).</p>	<p>آشنایی با روش های مطالعه و خلاصه نویسی</p>	<p>F2</p>	

$$P^\rho = [P_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1j} & \dots & p_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ p_{i1} & \dots & p_{ij} & \dots & p_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ p_{n1} & \dots & p_{nj} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

را تشکیل می‌دهد.

مرحله دوم) ساخت ماتریس تصمیم گیری اولیه

این ماتریس از میانگین حسابی ساده نظرات تعداد ρ خبره در گام قبل بدست می‌آید. این ماتریس را A می‌نامیم.

$$a_{ij} = \frac{1}{\rho} \sum_{\rho=1}^{\rho=n} p_{ij}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

با گرفتن میانگین حسابی از نظرات تعداد ۱۳ خبره برای هر مقایسه زوجی، ماتریس تصمیم‌گیری اولیه بدست می‌آید که در شکل زیر در محیط اکسل میانگین‌ها محاسبه شده است.

بررسی سوال دوم و سوم تحقیق: وزن دهی و تحلیل

روابط توانمندسازها با تکنیک DANP

مراحل تشکیل ساختار روابط شبکه با استفاده از تکنیک دیمتل و تعیین اوزان موثر DANP بر اساس ماتریس ارتباط کامل در ادامه تشریح می‌گردد. بدین ترتیب مراحل تکنیک دنپ عبارتند از (هسو و همکاران، ۲۰۱۲):

مرحله اول) ساخت ماتریس نظرسنجی از پاسخ‌دهندگان

در گام نخست از هر پاسخ‌دهنده خواسته می‌شود که اثر مستقیم که به نظر وی عنصر i بر عنصر j دارد را مشخص کند. لازم است دقت کنیم که در دنپ تمامی زیر معیارها با یکدیگر مقایسه زوجی می‌شوند و اثرات معیارها بر هم بعد از شناسایی اثرات زیرمعیارها محاسبه خواهد شد. این اثر می‌تواند با امتیاز اعداد صحیح بین صفر تا چهار نشان داده شود. بر این اساس عدد صفر نشان می‌دهد که عنصر i بر عنصر j تأثیری ندارد، عدد ۱ نشان می‌دهد که تأثیر کمی دارد، عدد ۲ نشان می‌دهد که تأثیر متوسطی دارد، عدد ۳ نشان می‌دهد که تأثیر زیادی دارد و عدد ۴ نشان می‌دهد که عنصر i بر j تأثیر خیلی زیادی دارد. بدین ترتیب برای هر پاسخ‌دهنده ماتریس P :



جدول ۷. ماتریس تصمیم‌گیری اولیه

ماتریس 13-خیره	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
a1	0.0000	1.7692	3.0000	1.6923	0.5385	2.6154	2.6154	2.0000	3.0000	3.5385	1.9231	1.7692	0.1538	1.0000	1.2308	0.7692	0.0000
a2	0.0000	0.0000	4.0000	1.7692	0.8462	4.2308	2.1538	2.7692	2.3846	3.6923	3.0000	3.0000	1.9231	2.2308	1.3846	0.8462	0.0000
a3	0.0000	0.6923	0.0000	1.0000	1.3846	3.0000	3.0000	2.1538	2.6923	3.3077	2.8462	3.0000	3.2308	3.0000	2.7692	3.4615	1.7692
b1	0.2308	0.6154	2.3846	0.0000	2.2308	2.6154	2.9231	0.2308	1.5385	3.3846	3.1538	3.7692	1.3846	2.6154	1.1538	1.2308	0.2308
b2	0.4615	1.3077	2.1538	3.0769	0.0000	2.2308	2.4615	2.2308	1.3846	4.0000	3.6154	3.5385	0.7692	2.3077	0.8462	0.4615	0.4615
b3	0.0000	0.9231	3.1538	1.0769	1.4615	0.0000	2.6154	0.0000	2.6154	3.5385	2.9231	3.5385	2.4615	2.1538	1.9231	2.1538	0.9231
c1	0.4615	0.7692	3.3846	3.0000	1.2308	3.8462	0.0000	0.7692	3.3077	3.2308	3.3846	3.1538	2.9231	2.9231	2.1538	2.6154	0.3846
c2	0.0000	0.6923	3.7692	0.0000	0.8462	2.2308	2.7692	0.6923	3.3077	3.4615	2.1538	3.3077	2.1538	2.6923	1.9231	3.2308	1.3846
c3	0.0000	0.4615	2.7692	2.9231	1.3077	2.3077	2.5385	1.6923	0.0000	2.7692	2.5385	2.3077	2.6923	2.8462	1.9231	2.7692	0.7692
d1	0.0000	1.0769	3.7692	3.0769	1.4615	3.5385	2.9231	2.2308	2.1538	0.0000	4.4615	4.6154	3.6154	3.1538	2.6154	2.6154	1.7692
d2	0.0000	0.4615	2.8462	3.6154	1.0769	3.3846	3.3846	0.9231	3.0000	4.3846	0.0000	3.8462	2.3846	3.6154	1.9231	2.7692	1.0000
d3	0.0000	0.4615	4.0769	3.3077	1.0769	3.1538	3.0000	1.7692	2.6154	3.6923	3.2308	0.0000	3.2308	3.0000	2.9231	2.5385	1.2308
e1	0.0000	0.2308	3.2308	2.0000	0.8462	2.7692	3.0000	1.3846	2.0769	3.9231	3.3846	2.6923	0.0000	3.0000	3.0769	3.1538	1.0000
e2	0.0000	0.2308	4.2308	2.7692	1.3846	3.9231	3.4615	2.0769	2.3077	4.1538	4.0000	3.2308	3.3846	0.0000	2.4615	3.0769	1.6923
e3	0.0000	0.0000	3.1538	2.6154	0.4615	3.5385	3.3846	0.9231	2.9231	4.0769	3.8462	2.6154	3.0769	3.5385	0.0000	4.0000	3.1538
f1	0.0000	0.2308	3.0000	2.0000	1.3846	2.3077	3.0000	1.2308	2.0769	3.1538	4.0000	2.6154	2.6923	3.2308	2.5385	0.0000	2.2308
f2	0.0000	0.0000	1.6154	1.0000	0.9231	1.9231	2.1538	0.2308	1.5385	2.4615	2.8462	1.6154	1.6154	2.4615	2.0000	2.9231	0.0000

که در این رابطه n تعداد زیر معیارها و $g_c^{ij\rho}$ متوسط نمره تمامی افراد و $g_c^{ij(\rho-1)}$ متوسط نمره با حذف خبره i ام را نشان می‌دهد. این مقدار برای پژوهش حاضر برابر $0,285$ بدست آمده است.

قابلیت اطمینان نیز از رابطه مقابل بدست می‌آید:

$$1 - g = \text{اطمینان قابلیت}$$

هر عدد در جدول نشان‌دهنده میانگین حسابی ۱۳ خبره است که در مقایسه زوجی از خبرگان گرفته شده است. به منظور نرمال سازی ماتریس در مرحله بعد نیاز است که جمع سطرها و ستون‌ها بدست آمده و ماکزیمم این مقادیر مشخص شود. نرخ ناسازگاری در این روش عبارت است از:

$$IR = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{|g_c^{ij\rho} - g_c^{ij(\rho-1)}|}{g_c^{ij\rho}} \times 100\%$$

جدول ۸. ماتریس IR برای محاسبه نرخ ناسازگاری

Criteria	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
a1	0.0000	0.0580	0.0000	0.0341	0.0833	0.0441	0.0123	0.0417	0.0000	0.0109	0.0467	0.0580	0.0833	0.0833	0.0156	0.0833	0.0000
a2	0.0000	0.0000	0.0208	0.0362	0.0833	0.0152	0.0327	0.0069	0.0134	0.0069	0.0000	0.0000	0.0033	0.0086	0.0833	0.0833	0.0000
a3	0.0000	0.0833	0.0000	0.0000	0.0231	0.0000	0.0000	0.0446	0.0524	0.0329	0.0045	0.0278	0.0060	0.0278	0.0231	0.0130	0.0362
b1	0.0000	0.0521	0.0565	0.0000	0.0287	0.0123	0.0022	0.0833	0.0792	0.0095	0.0041	0.0051	0.0231	0.0123	0.0833	0.0833	0.0833
b2	0.0000	0.1078	0.0327	0.0250	0.0000	0.0287	0.0156	0.0000	0.0972	0.0000	0.0142	0.0109	0.0833	0.0472	0.0152	0.0972	0.0972
b3	0.0000	0.0833	0.0224	0.0833	0.0833	0.0000	0.0123	0.0000	0.0123	0.0127	0.0022	0.0127	0.0156	0.0446	0.0400	0.0060	0.0833
c1	0.0000	0.0833	0.0398	0.0000	0.0833	0.0033	0.0000	0.0000	0.0174	0.0060	0.0152	0.0041	0.0307	0.0022	0.0446	0.0123	0.1333
c2	0.0000	0.0833	0.0051	0.0000	0.0833	0.0287	0.0069	0.0000	0.0078	0.0130	0.0327	0.0174	0.0060	0.0524	0.0400	0.0456	0.0370
c3	0.0000	0.0833	0.0069	0.0022	0.0196	0.0250	0.0177	0.0833	0.0000	0.0069	0.0177	0.0250	0.0095	0.0338	0.0400	0.0069	0.0833
d1	0.0000	0.0833	0.0170	0.0021	0.0263	0.0109	0.0307	0.0086	0.0060	0.0000	0.0101	0.0069	0.0089	0.0488	0.0123	0.0123	0.0362
d2	0.0000	0.0833	0.0338	0.0142	0.0060	0.0152	0.0152	0.0069	0.0000	0.0117	0.0000	0.0033	0.0215	0.0089	0.0033	0.0069	0.0000
d3	0.0000	0.0833	0.0189	0.0174	0.0060	0.0224	0.0278	0.0109	0.0123	0.0069	0.0198	0.0000	0.0060	0.0000	0.0022	0.0177	0.0156
e1	0.0000	0.0833	0.0060	0.0000	0.0833	0.0370	0.0278	0.0833	0.0370	0.0229	0.0152	0.0214	0.0000	0.0000	0.0021	0.0041	0.0833
e2	0.0000	0.0833	0.0045	0.0370	0.0370	0.0229	0.0130	0.0772	0.0111	0.0170	0.0208	0.0060	0.0152	0.0000	0.0156	0.0562	0.0833
e3	0.0000	0.0000	0.0224	0.0123	0.0972	0.0109	0.0152	0.0069	0.0022	0.0189	0.0250	0.0196	0.0250	0.0109	0.0000	0.0000	0.0041
f1	0.0000	0.0833	0.0000	0.0000	0.0231	0.0250	0.0278	0.0833	0.0370	0.0224	0.0000	0.0123	0.0214	0.0198	0.0177	0.0000	0.0833
f2	0.0000	0.0000	0.0317	0.0833	0.0069	0.0400	0.0714	0.0833	0.0792	0.0521	0.0338	0.0198	0.0198	0.0182	0.0000	0.0307	0.0000
نسازگاری نرخ	0.0285		اطمینان قابلیت	0.9715													

$$D = [d_{ij}]_{n \times n}$$

در این ماتریس روی قطر اصلی همه عناصر برابر صفر هستند. ماتریس D اثرات اولیه یک عنصر اعم از اثرگذاری و اثرپذیری را نشان می‌دهد. با مشخص شدن ماکزیمم حاصل جمع سطر و ستون که عدد $56,7692$ است، کافی است برای نرمال سازی تمام اعداد ماتریس تصمیم‌گیری اولیه به این عدد تقسیم شوند. ماتریس حاصل به شکل زیر خواهد بود:

در صورتی که مقدار g کمتر از 0.5 باشد (قابلیت اطمینان بالای 0.95)، قابلیت اطمینان به داده‌ها (اعتبار)، مورد تأیید قرار می‌گیرد. قابلیت اطمینان در این پژوهش برابر:

$$0,9715 = 1 - 0,0285 = \text{قابلیت اطمینان}$$

که نشان‌دهنده سازگاری ماتریس پاسخ دهندگان است.

مرحله سوم) محاسبه ماتریس اثر اولیه

ماتریس اثر اولیه (D) از طریق نرمالایز کردن ماتریس تصمیم اولیه A بدست می‌آید:

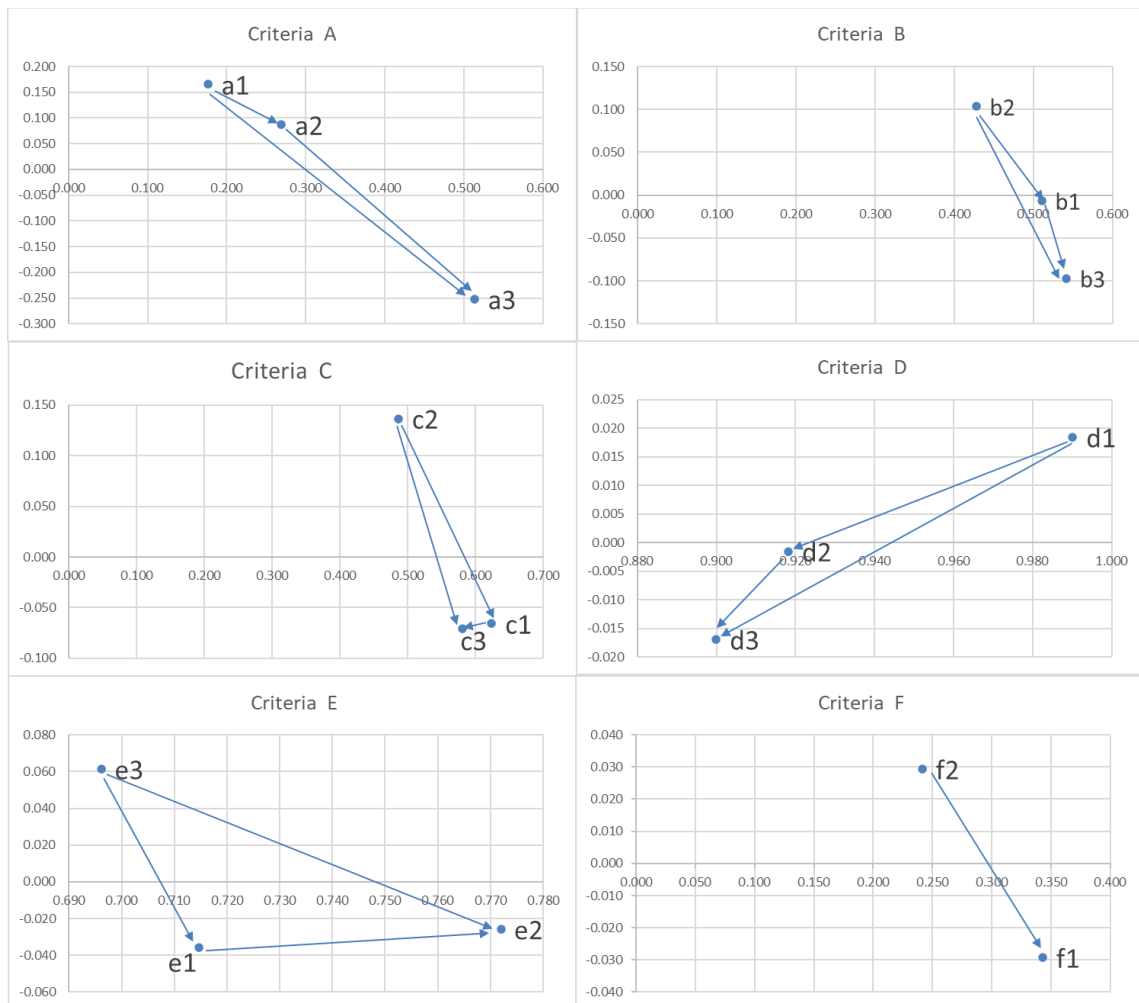
به طور خلاصه می توان در جدول زیر میزان ارتباط و تعامل (r+d) و اثر (r-d) متغیرها را نشان داد:

جدول ۱۲. محاسبه اثر و ارتباط در ماتریس کامل اثر

D+R	0.1759	0.2691	0.5133	0.5106	0.4278	0.5419	0.6237	0.4862	0.5810	0.9902	0.9182	0.9000	0.7147	0.7720	0.6962	0.3431	0.2415
D-R	0.1652	0.0867	-0.2519	-0.0065	0.1034	-0.0969	-0.0657	0.1366	-0.0708	0.0185	-0.0015	-0.0169	-0.0355	-0.0258	0.0614	-0.0293	0.0293

می شوند. حد آستانه به کمک میانگین کل ماتریس T_D مشخص می شود و یا توسط مدیریت مقدار مشخصی انتخاب می شود. در نهایت نقشه های ارتباط- اثر برای زیر معیارها چنین رسم می شود:

با توجه به مقادیر $r-d$ و $r+d$ تعیین حد آستانه می توان روابطی را که در جدول T_D بیشتر از حد آستانه هستند را مشخص کرد. جهت کاهش پیچیدگی نقشه اثر- ارتباط^{۱۷} (IRM) فقط عناصری که سطح تأثیر آنها در ماتریس T_D از ارزش آستانه بیشتر هستند، انتخاب



شکل ۱. نمودارهای ارتباط- اثر توانمندی سازی و زیر معیارها (محقق)

ماتریس T_D از میانگین T_C^{ij} بدست می‌آید، بدین ترتیب ماتریس T_D یک ماتریس مربعی با تعداد سطرها و ستون‌های برابر با معیارهای اصلی یعنی m خواهد بود که از میانگین اعداد در سطر و ستونهای محل تلاقی D_{ij} بدست آمده است. برای نرمال سازی حاصل جمع هر سطر محاسبه شده و هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد. به کمک T_D می‌توان به راحتی اثرپذیری واثرگذاری معیارهای اصلی را با کمک جمع سطر و ستون‌ها و محاسبه مقادیر r و d مشخص کرد و نقشه ارتباط- اثر معیارهای اصلی را نیز کشید و تحلیل کرد. بدین ترتیب خواهیم داشت:

در نمودارهای ارتباط- اثر محور عمودی، مقدار $r_i - C_i$ را نشان می‌دهد یعنی میزان اثر و اگر این مقدار مثبت باشد یعنی متغیر تأثیرگذار است. و اگر $r_i - C_i$ مقدار منفی داشته باشد یعنی متغیر تأثیر پذیر است. همچنین محور افقی مقدار $C_i + r_i$ را نشان می‌دهد یعنی میزان ارتباط با سایر متغیرها. هرچه این مقدار بیشتر باشد یعنی میزان تعامل و ارتباط متغیر با سایر متغیرها بیشتر است. اما به منظور یافتن وزن‌های موثر هر معیار و زیر معیارها نیاز است مراحل زیر را ادامه دهیم:

مرحله ششم) محاسبه و نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل ابعاد (T_D^{α})

جدول ۱۳. ماتریس ارتباط کامل

TD	A	B	C	D	E	F	D
A	0.0532	0.0930	0.1050	0.1401	0.1037	0.0739	0.5690
B	0.0547	0.0822	0.0888	0.1452	0.0973	0.0664	0.5346
C	0.0602	0.0978	0.0939	0.1460	0.1180	0.0896	0.6055
D	0.0663	0.1184	0.1162	0.1560	0.1367	0.0999	0.6934
E	0.0626	0.1113	0.1144	0.1691	0.1213	0.1113	0.6900
F	0.0461	0.0841	0.0864	0.1320	0.1079	0.0731	0.5295
R	0.3431	0.5867	0.6047	0.8884	0.6849	0.5142	
D+R	0.9121	1.1213	1.2102	1.5818	1.3749	1.0437	
D-R	0.2259	-0.0521	0.0008	-0.1950	0.0051	0.0153	

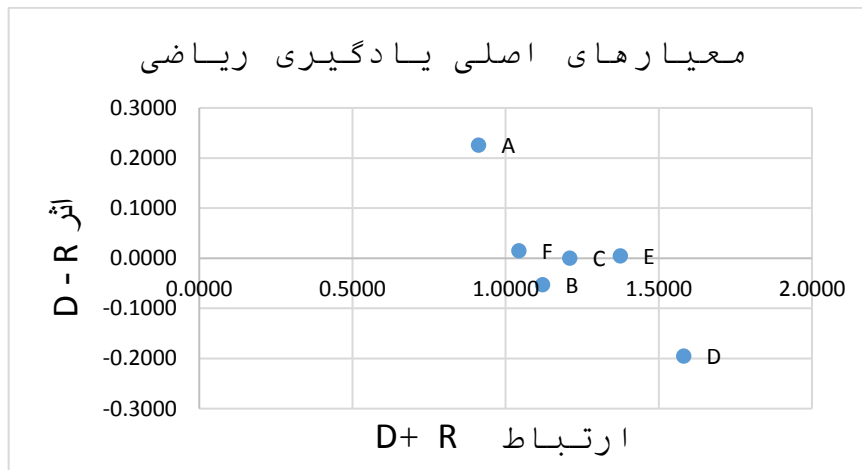
اصلی را نیز کشید و تحلیل کرد. با جمع سطر و ستون‌های ماتریس T_D میزان ارتباط و اثر را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد:

به کمک T_D می‌توان به راحتی اثرپذیری واثرگذاری معیارهای اصلی را با کمک جمع سطر و ستون‌ها و محاسبه مقادیر r و s مشخص کرد و نقشه ارتباط- اثر معیارهای

جدول ۱۴. میزان ارتباط و اثر توانمندسازها

	A	B	C	D	E	F
	توانمندسازهای محیطی	توانمندسازهای جامعه شناختی	توانمندسازهای فیزیولوژیکی	توانمندسازهای هیجانی	توانمندسازهای روان شناختی	توانمندسازهای محتوایی
D+R	0.9121	1.1213	1.2102	1.5818	1.3749	1.0437
D-R	0.2259	-0.0521	0.0008	-0.1950	0.0051	0.0153





شکل ۲. نمودارهای ارتباط- اثر توانمندسازی و زیر معیارها

هیجانی (D)، روانشناختی (E) و فیزیولوژیکی (C) به جهت داشتن بیشترین میزان ارتباط (محور افقی) در نمودار بیشترین تعامل و ارتباط را با سایر متغیرها دارند. برای نرمال سازی ماتریس T_D ، حاصل جمع هر سطر محاسبه شده و هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده T_D به صورت T_D^{oc} نشان داده می‌شود.

با توجه به نقشه ارتباط - اثر متغیرهای توانمندسازی محیطی (A)، محتوایی (F)، روانشناختی (E) و فیزیولوژیکی (C) به ترتیب با میزان ۰,۲۲۵۹، ۰,۱۵۳ و ۰,۰۰۵۱ و ۰,۰۰۰۸ از اثرگذارترین توانمندسازیهای یادگیری ریاضی هستند. همچنین متغیرهای زیر نمودار اثر شامل متغیرهای D: توانمندسازیهای هیجانی و B: توانمندهای جامعه شناختی از تأثیرپذیرترین متغیرها هستند. همچنین توانمندسازیهای

جدول ۱۵. ماتریس ارتباط کامل

TD(norm)	A	B	C	D	E	F
A	0.0936	0.1634	0.1845	0.2463	0.1823	0.1299
B	0.1023	0.1538	0.1662	0.2716	0.1819	0.1241
C	0.0995	0.1615	0.1551	0.2410	0.1949	0.1479
D	0.0956	0.1707	0.1675	0.2250	0.1971	0.1441
E	0.0907	0.1612	0.1658	0.2451	0.1758	0.1613
F	0.0871	0.1588	0.1631	0.2492	0.2039	0.1380

جدول ۱۶. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده

a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
0.0091	0.2626	0.7283	0.3501	0.1646	0.4853	0.3872	0.2338	0.3790	0.3974	0.3070	0.2957	0.2938	0.3791	0.3272	0.7154	0.2846
0.0100	0.0960	0.8940	0.3158	0.1675	0.5166	0.3764	0.2729	0.3507	0.3615	0.3214	0.3172	0.3450	0.3783	0.2767	0.7083	0.2917
0.0155	0.2245	0.7600	0.3051	0.2104	0.4845	0.4125	0.2309	0.3566	0.3544	0.3259	0.3197	0.3480	0.3563	0.2957	0.6632	0.3368
0.0385	0.1693	0.7921	0.2428	0.2779	0.4793	0.4895	0.1582	0.3523	0.3414	0.3208	0.3378	0.3209	0.4111	0.2681	0.7042	0.2958
0.0581	0.2274	0.7145	0.4302	0.1265	0.4433	0.4196	0.2651	0.3153	0.3534	0.3262	0.3203	0.3075	0.4236	0.2689	0.6510	0.3490
0.0106	0.1823	0.8072	0.3732	0.2632	0.3636	0.4523	0.1414	0.4063	0.3515	0.3177	0.3308	0.3539	0.3560	0.2901	0.6775	0.3225
0.0501	0.1590	0.7909	0.3617	0.1777	0.4606	0.3266	0.2012	0.4722	0.3444	0.3360	0.3196	0.3500	0.3686	0.2814	0.7263	0.2737
0.0094	0.1524	0.8381	0.2803	0.2081	0.5115	0.4212	0.1693	0.4095	0.3630	0.3026	0.3344	0.3354	0.3772	0.2875	0.6783	0.3217
0.0121	0.1486	0.8393	0.3879	0.1964	0.4157	0.4801	0.2585	0.2613	0.3546	0.3322	0.3133	0.3483	0.3748	0.2769	0.7070	0.2930
0.0109	0.1772	0.8119	0.3636	0.1882	0.4482	0.4215	0.2364	0.3420	0.2482	0.3781	0.3737	0.3562	0.3588	0.2849	0.6445	0.3555
0.0126	0.1483	0.8391	0.3902	0.1713	0.4385	0.4435	0.1766	0.3799	0.4034	0.2337	0.3629	0.3292	0.3982	0.2726	0.6894	0.3106
0.0110	0.1331	0.8559	0.3837	0.1753	0.4410	0.4234	0.2157	0.3608	0.3982	0.3671	0.2348	0.3458	0.3550	0.2992	0.6690	0.3310
0.0114	0.1224	0.8662	0.3557	0.1786	0.4657	0.4430	0.2067	0.3503	0.3645	0.3347	0.3009	0.2400	0.4075	0.3525	0.6974	0.3026
0.0114	0.1170	0.8715	0.3498	0.1856	0.4646	0.4353	0.2239	0.3408	0.3552	0.3381	0.3067	0.4032	0.2737	0.3232	0.6592	0.3408
0.0121	0.1056	0.8824	0.3681	0.1535	0.4784	0.4463	0.1753	0.3784	0.3619	0.3441	0.2940	0.3781	0.4182	0.2037	0.6162	0.3838
0.0122	0.1246	0.8632	0.3547	0.2076	0.4376	0.4473	0.1999	0.3528	0.3415	0.3586	0.3000	0.3327	0.3750	0.2922	0.5081	0.4919
0.0132	0.1108	0.8760	0.3287	0.2058	0.4655	0.4700	0.1570	0.3730	0.3519	0.3606	0.2875	0.3137	0.3833	0.3029	0.7865	0.2135

$$W = (T_c^\alpha)' = \begin{matrix} D_1 & & D_i & & D_n \\ \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{1M} \end{matrix} & \begin{matrix} c_{11L} & c_{11M} \\ \vdots \\ c_{1iL} & c_{1iM} \end{matrix} & L & \begin{matrix} c_{i1L} & c_{i1M} \\ \vdots \\ c_{inL} & c_{inM} \end{matrix} & L & \begin{matrix} c_{n1L} & c_{n1M} \\ \vdots \\ c_{nnL} & c_{nnM} \end{matrix} \\ M & \begin{matrix} W^{11} \\ M \\ W^{1j} \\ M \\ W^{1n} \end{matrix} & L & \begin{matrix} W^{i1} \\ M \\ W^{ij} \\ M \\ W^{in} \end{matrix} & L & \begin{matrix} W^{n1} \\ M \\ W^{nj} \\ M \\ W^{nn} \end{matrix} \end{matrix}$$

مرحله هشتم) تشکیل سوپر ماتریس ناموزون W
 در این گام ترانهاده ماتریس ارتباط کامل نرمال شد T_C^α اسبه شده و ماتریس W حاصل میشود، چنانچه برای مثال، ماتریسی نظیر ماتریس W^{11} خالی و یا صفر باشد به این معنی است که ماتریس مربوط مستقل می‌باشند.

جدول ۱۷. سوپر ماتریس ناموزون

W	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
a1	0.0091	0.0100	0.0155	0.0385	0.0581	0.0106	0.0501	0.0094	0.0121	0.0109	0.0126	0.0110	0.0114	0.0114	0.0121	0.0122	0.0132
a2	0.2626	0.0960	0.2245	0.1693	0.2274	0.1823	0.1590	0.1524	0.1486	0.1772	0.1483	0.1331	0.1224	0.1170	0.1056	0.1246	0.1108
a3	0.7283	0.8940	0.7600	0.7921	0.7145	0.8072	0.7909	0.8381	0.8393	0.8119	0.8391	0.8559	0.8662	0.8715	0.8824	0.8632	0.8760
b1	0.3501	0.3158	0.3051	0.2428	0.4302	0.3732	0.3617	0.2803	0.3879	0.3636	0.3902	0.3837	0.3557	0.3498	0.3681	0.3547	0.3287
b2	0.1646	0.1675	0.2104	0.2779	0.1265	0.2632	0.1777	0.2081	0.1964	0.1882	0.1713	0.1753	0.1786	0.1856	0.1535	0.2076	0.2058
b3	0.4853	0.5166	0.4845	0.4793	0.4433	0.3636	0.4606	0.5115	0.4157	0.4482	0.4385	0.4410	0.4657	0.4646	0.4784	0.4376	0.4655
c1	0.3872	0.3764	0.4125	0.4895	0.4196	0.4523	0.3266	0.4212	0.4801	0.4215	0.4435	0.4234	0.4430	0.4353	0.4463	0.4473	0.4700
c2	0.2338	0.2729	0.2309	0.1582	0.2651	0.1414	0.2012	0.1693	0.2585	0.2364	0.1766	0.2157	0.2067	0.2239	0.1753	0.1999	0.1570
c3	0.3790	0.3507	0.3566	0.3523	0.3153	0.4063	0.4722	0.4095	0.2613	0.3420	0.3799	0.3608	0.3503	0.3408	0.3784	0.3528	0.3730
d1	0.3974	0.3615	0.3544	0.3414	0.3534	0.3515	0.3444	0.3630	0.3546	0.2482	0.4034	0.3982	0.3645	0.3552	0.3619	0.3415	0.3519
d2	0.3070	0.3214	0.3259	0.3208	0.3262	0.3177	0.3360	0.3026	0.3322	0.3781	0.2337	0.3671	0.3347	0.3381	0.3441	0.3586	0.3606
d3	0.2957	0.3172	0.3197	0.3378	0.3203	0.3308	0.3196	0.3344	0.3133	0.3737	0.3629	0.2348	0.3009	0.3067	0.2940	0.3000	0.2875
e1	0.2938	0.3450	0.3480	0.3209	0.3075	0.3539	0.3500	0.3354	0.3483	0.3562	0.3292	0.3458	0.2400	0.4032	0.3781	0.3327	0.3137
e2	0.3791	0.3783	0.3563	0.4111	0.4236	0.3560	0.3686	0.3772	0.3748	0.3588	0.3982	0.3550	0.4075	0.2737	0.4182	0.3750	0.3833
e3	0.3272	0.2767	0.2957	0.2681	0.2689	0.2901	0.2814	0.2875	0.2769	0.2849	0.2726	0.2992	0.3525	0.3232	0.2037	0.2922	0.3029
f1	0.7154	0.7083	0.6632	0.7042	0.6510	0.6775	0.7263	0.6783	0.7070	0.6445	0.6894	0.6690	0.6974	0.6592	0.6162	0.5081	0.7865
f2	0.2846	0.2917	0.3368	0.2958	0.3490	0.3225	0.2737	0.3217	0.2930	0.3555	0.3106	0.3310	0.3026	0.3408	0.3838	0.4919	0.2135

$$W^\alpha = (T_D^\alpha)' \times W = \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W^{11} & \dots & t_D^{\alpha i1} \times W^{i1} & \dots & t_D^{\alpha n1} \times W^{n1} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha 1j} \times W^{1j} & \dots & t_D^{\alpha ij} \times W^{ij} & \dots & t_D^{\alpha nj} \times W^{nj} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W^{1n} & \dots & t_D^{\alpha in} \times W^{in} & \dots & t_D^{\alpha nn} \times W^{nn} \end{bmatrix}$$

مرحله نهم) تشکیل سوپر ماتریس موزون
 به منظور تشکیل سوپر ماتریس موزون، ماتریس ارتباط کامل نرمال T_D^α ترانسپوز شده را در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌شود. و سوپر ماتریس موزون به شکل زیر استخراج خواهد شد:

جدول ۱۸. سوپر ماتریس موزون

w	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
a1	0.0008	0.0009	0.0014	0.0039	0.0059	0.0011	0.0050	0.0009	0.0012	0.0010	0.0012	0.0011	0.0010	0.0010	0.0011	0.0011	0.0011
a2	0.0246	0.0090	0.0210	0.0173	0.0232	0.0186	0.0158	0.0152	0.0148	0.0169	0.0142	0.0127	0.0111	0.0106	0.0096	0.0108	0.0096
a3	0.0681	0.0836	0.0711	0.0810	0.0731	0.0825	0.0787	0.0834	0.0835	0.0776	0.0801	0.0818	0.0785	0.0790	0.0800	0.0751	0.0762
b1	0.0572	0.0516	0.0498	0.0373	0.0661	0.0574	0.0584	0.0453	0.0626	0.0620	0.0666	0.0655	0.0573	0.0564	0.0593	0.0563	0.0522
b2	0.0269	0.0274	0.0344	0.0427	0.0195	0.0405	0.0287	0.0336	0.0317	0.0321	0.0292	0.0299	0.0288	0.0299	0.0247	0.0330	0.0327
b3	0.0793	0.0844	0.0791	0.0737	0.0682	0.0559	0.0744	0.0826	0.0671	0.0765	0.0748	0.0752	0.0751	0.0749	0.0771	0.0695	0.0739
c1	0.0714	0.0694	0.0761	0.0813	0.0696	0.0752	0.0507	0.0654	0.0744	0.0706	0.0743	0.0709	0.0734	0.0721	0.0740	0.0729	0.0766
c2	0.0436	0.0509	0.0431	0.0266	0.0445	0.0238	0.0316	0.0266	0.0405	0.0401	0.0299	0.0366	0.0347	0.0375	0.0294	0.0330	0.0259
c3	0.0699	0.0647	0.0658	0.0586	0.0523	0.0675	0.0732	0.0635	0.0405	0.0573	0.0637	0.0604	0.0581	0.0565	0.0627	0.0575	0.0608
d1	0.0978	0.0890	0.0872	0.0927	0.0960	0.0954	0.0830	0.0875	0.0854	0.0559	0.0907	0.0895	0.0893	0.0870	0.0887	0.0851	0.0877
d2	0.0756	0.0791	0.0802	0.0871	0.0886	0.0862	0.0809	0.0729	0.0800	0.0850	0.0526	0.0826	0.0820	0.0828	0.0843	0.0893	0.0898
d3	0.0728	0.0781	0.0787	0.0917	0.0870	0.0898	0.0770	0.0806	0.0755	0.0840	0.0816	0.0528	0.0737	0.0751	0.0720	0.0747	0.0716
e1	0.0535	0.0629	0.0634	0.0584	0.0559	0.0644	0.0682	0.0653	0.0678	0.0702	0.0649	0.0681	0.0422	0.0708	0.0664	0.0678	0.0639
e2	0.0691	0.0689	0.0649	0.0748	0.0770	0.0648	0.0718	0.0735	0.0730	0.0707	0.0784	0.0699	0.0716	0.0481	0.0735	0.0764	0.0781
e3	0.0596	0.0504	0.0539	0.0488	0.0489	0.0528	0.0548	0.0560	0.0539	0.0561	0.0537	0.0589	0.0619	0.0568	0.0358	0.0596	0.0617
f1	0.0929	0.0920	0.0861	0.0874	0.0808	0.0841	0.1074	0.1003	0.1045	0.0928	0.0993	0.0964	0.1125	0.1063	0.0994	0.0701	0.1085
f2	0.0370	0.0379	0.0437	0.0367	0.0433	0.0400	0.0405	0.0476	0.0433	0.0512	0.0447	0.0477	0.0488	0.0550	0.0619	0.0678	0.0295

شود و به ثبات برسد. خروجی این گام وزن های موثر DANP خواهد بود.

$$\lim_{Z \rightarrow \infty} (W^\alpha)^Z$$

مرحله دهم) سوپر ماتریس موزون حدی
 سوپر ماتریس موزون را از طریق به توان یک عدد بزرگ Z رساندن محدود می‌کنیم تا جایی که سوپر ماتریس همگرا



جدول ۱۹. سوپر ماتریس موزون حدی

ماده همگرا	a1	a2	a3	b1	b2	b3	c1	c2	c3	d1	d2	d3	e1	e2	e3	f1	f2
a1	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017
a2	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
a3	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787	0.0787
b1	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573	0.0573
b2	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317
b3	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732	0.0732
c1	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719
c2	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341	0.0341
c3	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603	0.0603
d1	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858	0.0858
d2	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813	0.0813
d3	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773	0.0773
e1	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644	0.0644
e2	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706	0.0706
e3	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547	0.0547
f1	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949	0.0949
f2	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476

مربوطه با یکدیگر جمع شود. بر اساس ماتریس محدود می توان وزن زیر معیارها را به کمک اعداد سطری حدی بدست آورد و با جمع وزن زیر معیارهای هر معیار اصلی، وزن معیارهای اصلی نیز مشخص شود:

مرحله یازدهم) محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها
 بدین ترتیب عدد حدی در ردیف اول وزن زیر معیار اول و عدد حدی در ردیف ۲ وزن زیر معیار دوم و عدد حدی در ردیف n ام وزن زیر معیار n ام را مشخص می کند. برای محاسبه وزن معیارها لازم است که وزن زیرمعیارهای

جدول ۲۰. وزن های نهایی معیارها و زیرمعیارها به کمک تکنیک دنپ

اولویت	وزن معیار اصلی	اولویت	زیر معیار	کد مربوط به معیار فرعی	وزن زیر معیار	اولویت	معیار اصلی
17	0.0017	6	محرك های مناسب محیطی (نور، دما و ...)	a1	0.0017	A	عوامل محیطی
16	0.0145		چیدمان های آموزشی مشارکت محور در کلاس	a2	0.0145		
4	0.0787		همکاری و ارتباط مناسب با معلم	a3	0.0787		
11	0.0573	4	انتظارات والدین	b1	0.0573	B	عوامل جامعه شناختی
15	0.0317		جامعه و فرهنگ	b2	0.0317		
6	0.0732		مشارکت گروهی	b3	0.0732		
7	0.0719	3	هوش هیجانی (کنترل احساسات و هیجانات)	c1	0.0719	C	عوامل فیزیولوژیکی
14	0.0341		قدرت و نگرش معلم	c2	0.0341		
10	0.0603		ادراک و حافظه دانش آموزان	c3	0.0603		
2	0.0858	1	انگیزش	d1	0.0858	D	عوامل هیجانی
3	0.0813		خودپنداره و خود تنظیمی	d2	0.0813		
5	0.0773		تلاش و پشتکار	d3	0.0773		
9	0.0644	2	مهارت های تصمیم گیری و حل مسأله	e1	0.0644	E	عوامل روانشناختی
8	0.0706		دقت و آمادگی فراگیران	e2	0.0706		
12	0.0547		راهبردهای شناختی و فرا شناختی	e3	0.0547		
1	0.0949	5	محتوی و مفاهیم کتاب درسی	f1	0.0949	F	عوامل محتوایی
13	0.0476		آشنایی با روش های مطالعه و خلاصه نویسی	f2	0.0476		

دارای نگرش مثبت تری نسبت به ریاضی می‌باشند و در نتیجه عملکرد بهتری در درس ریاضی دارند. فراگیری که پایداری و استقامت در برابر حل مسائل نشان می‌دهند، خود را در درس ریاضی قوی و مثبت ارزیابی می‌کنند و دیدگاه مثبتی نسبت به این درس دارند [18]. به نظر می‌رسد انگیزه پیشرفت سبب می‌شود که یادگیرنده به ارزیابی همه جانبه عملکرد خود با توجه به عالی‌ترین معیارها و تلاش برای موفقیت در عملکرد سوق داده شود و باعث بالا بردن استقامت و سخت‌کوشی فراگیر در حل مسائل ریاضی شود. وقتی دانش‌آموزان نگرش و ادراک منفی در باره موضوعات ریاضی و محتوای آن دارند، برایشان خوشایند نیست که درباره عناصر آن فکر کنند ولی بر عکس نگرش مثبت و ادراک خوبی نسبت به ریاضی، عملکرد ریاضی را بهبود می‌دهد [25]. ادراک مثبت به ریاضی باعث می‌شود که دانش‌آموز با میل و رغبت به یادگیری مباحث ریاضی بپردازد و فعالیت‌های مرتبط با ریاضی که حل مسأله یکی از آن فعالیت‌ها است را به نحو مطلوب تری انجام دهد [30].

توصیه می‌شود تعلیم دهندگان ریاضیات دایما به راه کارهای کلی افزایش انگیزش و علاقه مند ساختن دانش‌آموزان به یادگیری موضوعات مختلف توجه کنند. اگر دانش‌آموزان برای یادگیری ریاضی از انگیزش لازم بر خوردار نباشند در اختیار داشتن بهترین راهبرد ها و روش‌های تدریس هم راه‌گشا نخواهد بود [19].

نتایج تحقیق همچنین با کارهای عطایی و همکاران (۱۳۹۴) و کیامنش و پوراصغر (۱۳۸۵) همسو می‌باشد. عطایی در پژوهش خود با عنوان «رابطه راهبردهای یادگیری خودتنظیمی و خودپنداشت ریاضی با انگیزه پیشرفت ریاضی» دریافته‌اند که بیشترین عامل پیش‌بینی کننده انگیزه پیشرفت ریاضی، بازنمایی ذهنی افراد از توان شخصی خود آنان (خودپنداشت) است و کیامنش و پوراصغر، در پژوهش خود با عنوان «نقش خودپنداره ریاضی، انگیزش یادگیری ریاضی، و جنسیت در پیشرفت ریاضی» ذکر کردند که خودپنداره ریاضی در مقایسه با سایر متغیرها پیش‌بینی کننده قوی تری برای پیشرفت ریاضی می‌باشد و بررسی دقیق اثرهای مستقیم متغیرها نشان داد که عملکرد قبلی ریاضی اثر مستقیم بسیار قوی بر خودپنداره ریاضی دارد. این اثر برابر با میزان اثر خودپنداره ریاضی بر پیشرفت ریاضی است.

به این ترتیب توانمندسازهایی که بیشترین وزن در توانمندسازی یادگیری ریاضی را دارند به ترتیب شامل: توانمندسازهای هیجانی، توانمندسازهای روانشناختی، توانمندسازهای فیزیولوژیکی، توانمندسازهای جامعه شناختی، توانمندسازهای محتوایی و توانمندسازهای محیطی می‌باشند که به تفکیک وزن زیر معیارها نیز مشخص شده است. همچنین سه ۴ زیر معیار با اهمیت در یادگیری درس ریاضی عبارتند از:

- محتوی و مفاهیم کتاب درسی
- انگیزش
- خودپنداره و خود تنظیمی
- همکاری و ارتباط مناسب با معلم

۷- نتیجه گیری

در تحقیق کرمانی (۱۳۹۵) که به شناسایی مولفه‌های یادگیری ریاضی پرداخته شده است. طبق این مدل، عدم ارتباط کافی با معلم، عدم همکاری والدین، محتوی کتب درسی از عوامل مهمی هستند که با تمرکز با این عوامل می‌توان یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشید. در تحقیق حاضر نیز ایجاد رابطه با معلم و مشارکت در کلاس و محتوای و مفاهیم کتاب درسی از عواملی هستند که همسو با تحقیق کرمانی می‌تواند مشکلات یادگیری را رفع کند و میزان یادگیری را بهبود بخشد.

توصیه می‌شود محتوایی که برای آموزش چه توسط دفتر تالیف یا توسط معلم به دانش‌آموز ارائه می‌شود به دقت انتخاب شود و ارزشمند باشد. دانش‌آموزان در مدرسه با شکلی از ریاضی برخورد می‌کنند که با زندگی واقعی آنان ارتباط ندارد. در چنین حالتی، زمینه بیزاری از ریاضی در آنان به وجود می‌آید که این از بزرگترین موانع یادگیری ریاضی است [2]. یافته‌ها نشان می‌دهد یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر نگرش دانش‌آموزان این است که بدانند ریاضی چه کاربردی در زندگی واقعی آنان دارد [20]. بنابراین انتخاب محتوای کاربردی و مسائل دنیای واقعی و استفاده از روش‌های تدریس اکتشافی و فعال می‌تواند در این زمینه مفید باشد.

انگیزه پیشرفت و نگرش دانش‌آموز به مدرسه و مواد درسی به ویژه ریاضیات رابطه مثبت و معنی دار دارد [10]. کسانی که انگیزه پیشرفت بالاتری برای حل مسأله ریاضی دارند،



- کمبود پیشینه تحقیقاتی مناسب داخلی و خارجی در زمینه عوامل مؤثر بر یادگیری و آموزش ریاضیات
- عدم آشنایی معلمان و مدرسان و ایهام در پاسخگویی به مراحل دلفی و پرسشنامه‌ها
- عدم دسترسی مناسب به معلمان و دانش‌آموزان جهت مصاحبه‌های جامع و تخصصی‌تر به دلیل شرایط کرونایی و تعطیلی مدارس

بنابراین به والدین و معلمان و مدرسین توصیه می‌شود از سنین کودکی روی خودپنداره و تنظیمی دانش‌آموزانشان با دقت عمل نمایند. همچنین مشخص شدن وزن سایر عوامل مؤثر بر یادگیری و ترتیب اهمیت آنها می‌تواند دید محقق آموزش ریاضی را در پژوهش‌های آینده باز نماید. در ادامه از جمله محدودیت‌هایی که در این پژوهش با آنها روبرو شده‌ایم را ذکر می‌کنیم.

- دسترسی محدود به مدرسان خبره به منظور انجام

منابع

۱. آقاجانی، سیف‌اله؛ خرمایی، فرهاد؛ رجبی، سعید و رستم اوغلی خیاوی، زهرا (۱۳۹۱)، ارتباط حرمت خود و خودکارآمدی با اضطراب ریاضی دانش‌آموزان. مجله روانشناسی مدرسه، ۳(۱)، ۶-۲۰.
 ۲. خاکباز، عظیمه سادات و موسی پور، نعمت‌الله. (۱۳۸۷) بهره‌گیری از ریاضیات غیر رسمی برای طراحی فرصت‌های یادگیری در برنامه‌ی درسی ریاضی. فصلنامه مطالعات برنامه درسی، ۱۱(۳)، ۴۴-۶۰.
 ۳. خندان، فرح؛ غلامعلی لواسانی، مسعود و حجازی، الهه (۱۳۹۰)، بررسی اثربخشی روش یادگیری مشارکتی بر اضطراب ریاضی و رفتار کمک طلبی. مجله روانشناسی، ۴(۱۵)، ۳۹۷-۴۰۵.
 ۴. سراجی، فرهاد، حیدری، سیروس، عنایتی فر نوین، علی. (۱۳۹۶). نقش عوامل اجتماعی و آموزشی در تضعیف انگیزه تحصیلی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه شهر کرمانشاه. اندیشه‌های نوین تربیتی، ۱۳(۲)، ۲۲-۳۵.
 ۵. سیف، علی اکبر (۱۳۸۹)، روانشناسی پرورشی نوین: روانشناسی یادگیری و آموزش، ویرایش ششم. تهران، انتشارات دوران.
 ۶. شریفی ساکی، شیدا؛ فالج، محمد حسین و زارع، حسین (۱۳۹۳)، نقش خودکارآمدی ریاضی، خودپنداره ریاضی و ادراک از محیط کلاس در پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان با کنترل جنسیت. فصلنامه علمی-پژوهشی، پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، ۱(۳)، ۱۹-۲۸.
 ۷. طالع‌زاده، الهام؛ سلیمی، حسین و فرخی، نورعلی (۱۳۹۱)، بررسی رابطه بین راهبردهای شناختی و فراشناختی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دختر دوره مصاحبه‌های نظام‌مند و تکمیل پرسشنامه‌های تحقیق
- متوسطه. پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه علامه طباطبائی.
۸. عبدالله‌پور، محمدآزاد و کدیور، پروین و عبداللہی، محمد حسین (۱۳۸۴)، بررسی رابطه‌ی بین سبک‌های شناختی و راهبردهای شناختی و فراشناختی با پیشرفت تحصیلی. پژوهش‌های روان شناختی، ۳(۸)، ۱۹-۲۹.
 ۹. عسگری، محمد و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر آموزش راهبردهای خودتنظیمی بر خودپنداره و پیشرفت تحصیلی ریاضی دانش‌آموزان دختر سال سوم راهنمایی اراک. فصلنامه روانشناسی تربیتی، ۲۱(۷)، ۵۵-۶۹.
 ۱۰. عطارخامنه، فاطمه؛ سیف، علی اکبر (۱۳۸۸)، تأثیر آموزش راهبردهای یادگیری مطالعه فراشناختی بر انگیزش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان. پژوهشنامه مطالعه روانشناسی تربیتی، شماره نهم، بهار و تابستان
 ۱۱. عطایی، مریم؛ حمیدی، فریده، نصری، صادق (۱۳۹۲)، رابطه راهبردهای یادگیری خودتنظیمی و خودپنداره ریاضی با انگیزه پیشرفت ریاضی، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته روانشناسی تربیتی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
 ۱۲. کیامنش، علیرضا؛ پوراصغر، نصیبه (۱۳۸۵)، نقش خودپنداره ریاضی، انگیزش یادگیری ریاضی، عملکرد قبلی ریاضی و جنسیت در پیشرفت ریاضی. مجله علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲(۳)، ۵۸-۶۹.
 ۱۳. مجتبی هوشنگی، مریم کریم‌پور، فهیمه جمالی، (۱۳۹۵)، نقش روش تدریس و اخلاق معلم بر دانش‌آموزان، بجنورد، انتشارات گسترش علوم نوین.
 ۱۴. میرلوحی، مرضیه و درتاج، فربرز (۱۳۹۹). مقایسه اثربخشی راهبردهای یادگیری خلاصه‌نویسی، علامت‌گذاری، حاشیه‌نویسی و نقشه مفهومی بر درک

- Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174(2): 2818–2824.
23. Gasco, J., Villarroel, J. D., & Goñi, A. (2014). Differences in the Use of Learning Strategies in Mathematics in 8th and 9th grade. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 1040- 1043
24. Jacobus G. Maree., Fletcher, L., Erasmus, P. (2013) The Relationship Between Emotional Intelligence, Study Orientation in Mathematics and the Mathematics Achievement of the Middle Adolescent, *Journal of Psychology in Africa*, 23(2): 205-211, DOI: 1080/10/2013/14330237.10820616
25. Jang, Selim., Hyde, Daniel C. (2020). Hemispheric asymmetries in processing numerical meaning in arithmetic. *Neuropsychologia*, 146(2): 10-52
26. Kosir, K., Tement, S. (2014). Teacher–student relationship and academic achievement: a cross-lagged longitudinal study on three different age groups. *Eur J Psychol Educ*, 29, 409–428.
27. Maxwell, Sophie., Reynolds, K., Lee, E., Subasic, E., Bromhead, D. (2017). The Impact of School Climate and School Identification on Academic Achievement: Multilevel Modeling with Student and Teacher Data. *Frontiers in Psychology*, 8(2), 2069–2101. doi:3389/10/fpsyg.02069/2017
28. Mohr-Schroeder, M., Jackson, C., Cavalcanti, M., Jong, C., Craig Schroeder, D., Speler, G. (2017). Parents' Attitudes Toward Mathematics and the Influence on Their Students' Attitudes toward Mathematics: A Quantitative Study. *School Science and Mathematics*, 117(5): 214–222.
29. Nurul, N., Zaleha, I., Yudariah, Y. (2016). The Relationship between Emotional Intelligence and Mathematical Competency among Secondary School Students. *Journal on Mathematics Education*, 7. 10.22342/jme.7.2.3534.91-100.
30. Radisic, J., Videnovic, M., Baucal, A. (2015). Math anxiety—contributing school and individual level factors. *European*
- مطلب و سرعت یادگیری دانش‌آموزان دختر، فصلنامه روان شناسی مدرسه، ۲۳(۳)، ۲۵–۲۷.
۱۵. حسین چاری، مسعود، فتانه قزل بیگلر، بهرام جوکار، (۱۳۹۸). تعامل معلم- دانش آموز و خودکارآمدی با سرزندگی تحصیلی: نقش واسطه‌گری جهت‌گیری هدف، فصلنامه روانشناسی تربیتی، ۳(۵)، ۱۲–۲۵.
۱۶. میری، انوری؛ یزدانبخش، کامران و کرمی، جهانگیر (۱۳۹۱)، اثربخشی آموزش راهبردهای شناختی بر کاهش اختلال یادگیری در کودکان دبستانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته روانشناسی عمومی. دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه رازی.
17. Andrei, C., Izabela, V. P., & Valentina, Z. (2014). Comparative study between study tracks: math and sciences or humanities, regarding academic motivation and learning strategies in the 9th grade students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 128, 432-437.
18. Aye bale, L., Habaasa, G., & Tweheyo, S. (2020). Factors affecting students' achievement in mathematics in secondary schools in developing countries: A rapid systematic review. *Statistical journal of the IAOS*, 36(20): 73-76.
19. Barrett, Peter., Davies, Fay., Zhang, Yufan., Barrett, Lucinda. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, 89, 118–133. doi: 1016/10/j.buildenv.02/2015.013
20. Chen, B. H., Chiu, W. C., & Wang, C. C. (2015). The relationship among academic selfconcept, learning strategies, and academic achievement: A case study of national vocational college students in Taiwan via SEM. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(2): 419-431.
21. Clivaz, S., Miyakawa, T. (2020). The effects of culture on mathematics lessons: an international comparative study of a collaboratively designed lesson. *Educ Stud Math* 105, 53–70.
22. d'Entremont, Yvette. (2015). Linking Mathematics, Culture and Community.



Groups. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1): 29–56.

33. Sievert, H., van den Ham, A., Niedermeyer, I., Heinze, Aiso. (2019). Effects of mathematics textbooks on the development of primary school children's adaptive expertise in arithmetic. *Learning and Individual Differences*, 74(2): 101716–. doi: 1016/10/j.lindif.02/2019.006.

Journal of Psychology of Education, 30(1): 1-20

31. Sadi, O., Uyar, M. (2013). The relationship between cognitive self-regulated learning strategies and biology achievement: A path model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 847-852.

32. Sandra Crespo. (2006). *Elementary Teacher Talk in Mathematics Study*



