Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208

Ranking Students Based on the Modeling of the Quadrants of Ned Herrmann's Brain, Mathematical Thinking Components, and Mathematical Performance Using Data Envelopment Analysis

S. Bagheri Toulabi[1], F. Hosseinzadeh Lotfi[2*], A. Iranmanesh[3], A. Shahvarani[4], M. Azhini[5]

[1] *Ph.D. Student, Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*
[2] *Professor, Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*
[3] *Professor, Department of Mathematics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*
[4] *Professor, Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*
[5] *Assistant Professor, Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*

Research Paper

Received: 11 September 2023
Accepted: 23 January 2024

Abstract: Considering the importance and necessity of the subject, modeling between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of students are some of the measures that reinforce basic concepts of mathematical learning and consequently enhance students' math scores. The purpose of this study that is entitled "modeling between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of students among high school students" conducted in order to determine investigate the relationship between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of girl students in eighth and ninth grade. Based on the purpose of the study, the research methodology is applied, and based on the method, it is correlation. The method of data collection is field method, and the required data is extracted through a questionnaire. The statistical population included all 8th and 9th grade female students in the second semester of the academic year 1398-99 that were 430 students where the sample size was considered 200 students with the help of Krejcie and Morgan table. For data collection, three questionnaires of Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI) (four brain quadrants), mathematical thinking test, and mathematical performance questions were used for data collection. For data analysis, Kolmogorov-Smirnov test was employed to investigate the normality of data and structural equation test was used to analyze the research hypothesis. The results revealed that there is a positive and direct relationship between Ned Herrmann brain quadrants and mathematical thinking components with math performance in eighth and ninth grade students at 95% confidence level; and also, based on the input data from various sources for these two groups of eighth and ninth-grade students, the ranking of different individuals was examined.

** Corresponding Author: farhad@hosseinzadeh.ir*

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208

Introduction: Considering the importance and necessity of the subject, modeling between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of students are some of the measures that reinforce basic concepts of mathematical learning and consequently enhance students' math scores. The purpose of this study that is entitled "modeling between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of students among high school students" conducted in order to determine investigate the relationship between Ned Herrmann brain quadrants, mathematical thinking components and mathematical performance of girl students in eighth and ninth grade.

Materials and Methods: Based on the purpose of the study, the research methodology is applied, and based on the method, it is correlation. The method of data collection is field method, and the required data is extracted through a questionnaire. The statistical population included all 8th and 9th grade female students in the second semester of the academic year 1398-99 that were 430 students where the sample size was considered 200 students with the help of Krejcie and Morgan table. For data collection, three questionnaires of Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI) (four brain quadrants), mathematical thinking test, mathematical performance questions were used for data collection. For data analysis, Kolmogorov-Smirnov test was employed to investigate the normality of data and structural equation test was used to analyze the research hypothesis.

Results and Discussion: The results revealed that there is a positive and direct relationship between Ned Herrmann brain quadrants and mathematical thinking components with math performance in eighth and ninth grade students at 95% confidence level; and also, based on the input data from various sources for these two groups of eighth and ninth-grade students, the ranking of different individuals was examined.

Conclusions: The results revealed that there is a positive and direct relationship between Ned Herrmann brain quadrants and mathematical thinking components with math performance in eighth and ninth grade students at 95% confidence level; and also, based on the input data from various sources for these two groups of eighth and ninth-grade students, the ranking of different individuals was examined.

Keywords: Ned Herrmann Brain Quadrants, Mathematical Thinking Components, Performance.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و دوم، شماره دوم (پیاپی ۸۵)،تابستان ۰۴، ص ص ۱۲۶-۹۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208

رتبه‌بندی دانش‌آموزان بر اساس مدل‌یابی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی به کمک تحلیل پوششی داده‌ها

شیرین باقری طولابی[۱]، فرهاد حسین زاده لطفی[۲*]، علی ایرانمنش[۳]، احمد شاهورانی[۴]، مهدی آژینی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲-استاد، گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استاد، گروه ریاضی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استاد، گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۵-استادیار، گروه ریاضی، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۲۰ شهریور ۱۴۰۲
پذیرش مقاله: ۳ بهمن ۱۴۰۲

چکیده

با توجه به اهمیت و ضرورت موضوع، مدل‌یابی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان از جمله اقداماتی است که باعث تقویت مفاهیم پایه‌ای یادگیری ریاضی شده و در نتیجه افزایش نمرات ریاضی دانش‌آموزان را در پی خواهد داشت. مطالعه حاضر با عنوان "مدل‌یابی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه" و با هدف مطالعه تعیین رابطه ی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم انجام پذیرفت. روش تحقیق در این تحقیق برمبنای هدف تحقیق، از نوع کاربردی و بر مبنای روش، همبستگی است. روش گردآوری اطلاعات روش میدانی بوده و داده های مورد نیاز از طریق پرسشنامه استخراج می‌گردد. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم در نیمسال دوم تحصیلی ۹۹-۱۳۹۸ به تعداد به تعداد ۴۳۰ نفر می‌باشد که تعداد نمونه به کمک جدول کرجسی و مورگان ۲۰۰ نفر در نظر گرفته شد. جهت گردآوری اطلاعات از ۳ پرسشنامه سنجش تسلط مغزی (چهار ربع مغزی) HBDI ، آزمون تفکر ریاضی، سوالات عملکرد ریاضی استفاده و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای تحلیل فرضیه‌های تحقیق از آزمون معادلات ساختاری استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین ربع‌های مغزی ندهرمان و مولفه‌های تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه مثبت و مستقیمی‌وجود دارد همچنین با توجه به اطلاعات ورودی‌های مختلف این دو گروه از دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم، رتبه‌بندی افراد مختلف بررسی شد.

کلمات کلیدی: ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی، عملکرد ریاضی.

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: farhad@hosseinzadeh.ir

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۱ مقدمه

هدف اساسی هر نظام آموزشی این است که مهارت‌های لازم را در افراد ایجاد یا تقویت کند تا بتواند به عنوان اعضایی مفید، نقش موثری در جامعه داشته باشند. با توجه به ویژگی‌های جامعه‌ی امروز، ریاضیات در ایجاد این گونه مهارت‌ها سهم به سزایی دارد؛ چرا که با مشاهده، سنجش، محاسبه، تحلیل، استنباط، قیاس، اثبات و پیش بینی سر و کار دارد و به عنوان یک نظام ارتباطی به ما کمک می‌کند تا فهم دقیق و درستی از اطلاعات، الگوها و استدلال به دست آوریم [۱] . لذا یادگیری زمانی موثر است که کل مغز در فرآیند یادگیری درگیر باشد [۲] مغز انسان دارای قسمت‌های گوناگون است اما نظام آموزشی فعلی تنها درصد کوچکی از آن را نشانه رفته است. اکنون آموزش‌های مدرسه‌ای بر جزیی باریک از مغز تمرکز دارند که در قسمت چپ قشر مخ قرار گرفته است و منزوی شدن قسمت‌های خاص مغز همبستگی و انسجام نظام مند آن را از میان برده است. ندهرمان (۱۹۹۶) [۳] با طرح تکنولوژی تسلط مغز این آگاهی را به وجود آورد که نظام‌های مدرسه ای ما تمرکز بسیار زیاد بر مهارت‌های استدلالی با توالی زمانی دارند و توانایی‌های خلاقانه را کاملاً تحت الشعاع قرار می‌دهند [۴]. وی دریافت که افراد از نیم کره‌های مغز به یک شیوه و با فراوانی برابر استفاده نمی‌کنند. در واقع افراد برای حل مساله از حالت ترجیحی مغز خود استفاده نمی‌کنند. هرمان این حالات را تسلط مغزی نامید [۵]. از این رو مدل هرمن، به دنبال شناسایی نقاط غالب مغزی و فعال کردن تمام مغز و رسیدن به تفکر تمام مغزی است تا افراد بتوانند در فرایند حل مساله تمام جوانب و شرایط را در نظر بگیرند و به بهترین راه حل برسند[۶]. بر اساس تحقیقات انجام شده یافته‌های حقیقی آذر و همکاران (۱۳۹۴) [۲] نشان داد که سبک تفکر اکثر دانش‌آموزان ربع **C** و **B** است و کمترین نوع تفکر، تفکر ربع **D** می‌باشد. دختران در ربع **C** فعال‌تر از پسران هستند اما در بقیه ربع‌ها تفاوتی بین دختران و پسران نیست. بین رشته تحصیلی و انواع سبک تفکر و همچنین موفقیت و انواع سبک تفکر رابطه معنی‌داری وجود ندارد. افزایش سبک تفکر نوع **D** و **B**، رضایت تحصیلی را افزایش می‌دهد و بین متغیرهای سبک تفکر نوع **A** و سبک تفکر نوع **C** با رضایت تحصیلی رابطه معنی‌دار ندارند. بین سبک تفکر نوع **A** و نوع **D** در دانش‌آموزان علاقه مند به رشته‌های مختلف تفاوت معنی داری وجود ندارد. و بین سبک تفکر نوع **C** و **B** در دانش‌آموزان علاقه مند به رشته‌های مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد. تفکر ریاضی عامل دیگری است که به نظر می‌رسد عامل زیربنایی بسیاری از جمله عملکرد ریاضی می‌باشد و عمدتا از سوی معلمان مورد غفلت واقع شده است [۷]. تفکر ریاضی عبارتند از به‌کارگیری فرایندهای تفکر مانند تعمیم دادن، انتزاع، نمادسازی، برقراری ارتباط ریاضی، دسته‌بندی، حل مساله، خلاقیت و غیره در ریاضیات تعریف کرده اند تفکر ریاضی با استفاده از فرایندها و راهبردهای آن باعث درگیر کردن فرد با خود، محیط و موضوع آموزشی می‌شود [۸]. تفکر ریاضی هم چنین بر شیوه‌های تدریس معلمان تاثیر می‌گذارد و یاددهنده را به سمت دیدگاه اکتشافی سوق می‌دهد و فراگیران را به تفکر و کاهش پیرامون موضوعات مربوطه تشویق می‌کند [۹]. شکی نیست که جلوگیری از افت تحصیلی از نظر فردی و اجتماعی امری لازم است, زیرا هر فرد در جامعه حق دارد که در حد استعداد خود از مواهب و امکانات آموزشی برخوردار شود (شاهورانی و همکاران، ۱۳۸۳) [۱۰]. نتایج تحقیق رضاپور میرصالح و همکاران (۱۳۹۵)[۱۱] نشان داده شد که آموزش تفکر ریاضی بر بهبود عملکرد ریاضی دانش‌آموزان

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

شرکت کننده در پژوهش تاثیر معنی داری داشته است.

از این رو، تفکر ریاضی نقش عمده‌ای در یادگیری بازی می کند که می‌توان به وسیله فعالیت‌های ریاضی متنوع، آن را توسعه داد[۱۲]. مهم‌ترین ارزش توسعه تفکر ریاضی، کمک به دانش‌آموزان برای تبدیل شدن به متفکران ریاضی در مقابل انجام‌دهندگان یا مساله حل کن‌های صرف است. زیرا یک متفکر ریاضی در مقایسه با یک انجام دهنده یا مساله حل کن، دارای توانایی بیشتری برای یادگیری موقعیت‌های مختلف ریاضی و نگرش استقرایی برای کشف الگوها و درک مفاهیم ریاضی است. به طور کلی، یک متفکر ریاضی، سازنده دانش است و فقط، کسب کننده دانش نیست[۱۳]. اهمیت تفکر ریاضی آن جا آشکارتر می‌شود که کسب آن از یک سو به یادگیری ریاضی دانش‌آموزان کمک می کند و از سوی دیگر باعث ارتقاء توان و مهارت‌های فکری دانش‌آموزان به عنوان شهروندان آینده، می‌شود. اگر کلاس درس، روش تدریس معلم و یادگیری دانش آموز بر اساس تفکر ریاضی صورت گرفته باشد یادگیری عمیق تر و باانگیزه تر می‌شود [۱۱]. بنابراین ریاضی از جمله دروس اصلی و تاثیرگذار در عملکرد تحصیلی و آینده شغلی افراد است. عملکرد ضعیف دانش‌آموزان ایرانی در چهار دوره، از موضوعات مهم و قابل توجه در حیطه تعلیم و تربیت است [۱۴].

پژوهش حاضر از دو جنبه علمی و عملی (کاربردی) دارای نوآوری می‌باشد:

۱- از جنبه علمی نخستین مطالعه‌ای است که ضمن تعمیق در ادبیات و بررسی مدل ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره متوسطه، به ارائه مدل نوینی در دوره متوسطه پرداخته است.

۲- از جنبه عملی نیز با ارایه پیشنهادهایی کاربردی می‌تواند به مدیران و معلمان در جهت شناخت نقاط قوت و ضعف به بهبود عملکرد دانش‌آموزان در این حوزه کمک نماید.

بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این سوال می‌باشد که رابطه ی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم چگونه است؟ هم چنین سوال‌های فرعی عبارتند از:

۱- رابطه‌ی بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم چگونه است؟

۲- رابطه‌ی بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم چگونه است؟

۳- رابطه‌ی بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم چگونه است؟

هم چنین با توجه به سوال‌های ذکر شده فرضیه اصلی تحقیق عبارتند از: بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد. بنابراین فرضیه‌های فرعی عبارتند از:

۱- بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

۲- بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۳- بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

۲ مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ ربع‌های مغزی ندهرمان

ندهرمان، پدر تکنولوژی مغز، نظریه‌ی یادگیری که ربع‌های مغزی را مطرح کرده، معتقد است که افراد از ترجیحات تفکری گوناگونی برخوردارند و هدف از آموزش باید استفاده از تمامی‌ویژگی‌های مغزی باشد. بر طبق مدل هرمن، هرشخص یک ترکیب منحصر به فرد از حالت های تسلط ربع‌های مغزی و سبک تفکر را دارا است [۱۵]. ویژگی‌های بخش‌های چهارگانه‌ی تفکر مغزی هرمن عبارتند از:

ویژگی های سبک تفکر تحلیلی یک چهارم مغزی A: شخص با رجحان مغزی الف، به فعالیت‌های تحلیلی، فرو رفتن در اطلاعات فنی، حل مساله به صورت منطقی، دریافت حقایق و یافتن پاسخ ها علاقه‌مند است [۱۶]. چنین فردی، برای مدیریت موثر تغییر، به فعالیت‌هایی نظیر سنجش و تجزیه و تحلیل مفاهیم و توسعه‌ی نقشه‌ی فرد با تفکر یک چهارم الف، واقع گرا، فنی، منطقی، استدلالی و انتقادی است؛ پروژه ها علاقه دارد [۱۷]. فرهنگ آن آکادمیک و مستبدانه است و مشاغل محدوده‌های فنی، قانونی و مالی تفکر یک چهارم الف را ترجیح A است که در قسمت فوقانی نیمکره ی چپ قرار دارد. این ربع با تحلیل داده ها، ارزیابی ریسک، آمار، بودجه های مالی و محاسبات، همچنین با سخت افزار فنی، حل مسأله تحلیلی و تصمیم‌گیری بر اساس منطق و استدلال سروکار ماده گرایانه (ماتریالیستی)، آکادمیک و A دارد. این ربع عملکردگراست[۴].

سبک تفکر با توالی یک چهارم مغزی B: فرد با رجحان به فعالیت‌های سازمانیافته و سرگرمی‌های بی‌خطر علاقه دارد و برای مدیریت موثر تغییر، سعی در به حداقل رساندن ریسک و تضمین انجام نقشه‌ی پروژه‌ها دارد [**۱۸**]. تفکر یک چهارم ب؛ سازمان یافته، برنامه ریزی شده، کنترل شده، برنامه ریزی شده، محافظه کار، ساختار یافته، مشروح (با جزییات کامل)، منظم و با پشتکار است [۳]. فرهنگ آن‌ها مبتنی بر وظیفه است [۱۹]. در واقع؛ این اشخاص متفکران خطی‌اند و در کشف کاستی‌ها خوب عمل می‌کنند و یک رویه‌ی ثابت را ادامه می‌دهند [**۲۰**]. این بخش معادل یک چهارم B است که در قسمت تحتانی نیمکره‌ی چپ قرار دارد [۴].

سبک تفکر بین فردی یک چهارم مغزی C: فرد با رجحان یک چهارم به فعالیت‌های احساسی، مراقبتی و عاطفی علاقه‌مند است؛ آن‌ها با قلبشان واکنش نشان می‌دهند،گفتگو و ارتباط برای آن ها بسیار مهم است. بنابراین، پیدا کردن یک فرد با رجحان C، کم حرف، نادر و اغلب مردم محورند[۲۱]. این افراد در کارهای گروهی، خودشان را هم چون رهبرانی می‌بینند که اعضای گروه را حمایت کرده و در آن ها انگیزه ایجاد می‌کنند [۲۲]. فرهنگ این نوع از رجحان فکری، فرهنگ تشریک مساعی، غیر مادی و مبتنی بر ارزش‌ها و احساسات است [۲۳]. این بخش معادل یک چهارم C است که در قسمت فوقانی نیمکره‌ی راست قرار دارد.

سبک تفکر خلاق یک چهارم مغزی D: شخص با رجحان D به فعالیت‌های چالشی، اکتشافی و ریسک پذیر علاقه دارد، ولی در کار با دیگران خیلی موفق نیست؛ که این امر به دلایل غیرکلامی‌بودن و غیرشخصی بودن

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

آن‌ها واقع می‌شود [۲۴]. تفکر آن‌ها دیداری، کل نگر، خلاق، فضایی، انعطاف پذیر و شهودی است [۲۵]. این بخش معادل یک چهارم D است که در قسمت تحتانی نیمکره‌ی راست قرار دارد. به زعم هرمن، بخش‌های بررسی شده‌ی مغز با حل مساله و تصمیم‌گیری، عملکرد حرفه‌ای و اثربخشی در ارتباط است [۲۶].

۲-۲ تفکر ریاضی

تفکر شکل بسیار پیچیده رفتار انسان و عالی‌ترین شکل فعالیت عقلی و ذهنی است. شریعتمداری (۱۳۸۸) می‌گوید: تفکر جریانی است که در آن فرد کوشش می‌کند مشکلی را که با آن روبرو شده مشخص سازد و با استفاده از تجربیات قبلی خویش به حل آن اقدام نماید [۲۷].

تفکر ریاضی را به کارگیری فرایندهای تفکر مانند تعمیم دادن، انتزاع، نماد سازی، برقراری ارتباط ریاضی، دسته بندی، حل مساله، خلاقیت و غیره در ریاضیات تعریف کرده اند [۲۸]. تفکر ریاضی با استفاده از فرایندها و راهبردهای آن باعث درگیر کردن فرد با خود، محیط و موضوع آموزشی می‌شود [۸]. تفکر ریاضی هم چنین بر شیوه‌های تدریس معلمان تاثیر می‌گذارد و یاددهنده را به سمت دیدگاه اکتشافی سوق می‌دهد و فراگیران را به تفکر و کاهش پیرامون موضوعات مربوطه تشویق می‌کند [۹].

میسن، بورتون و استیسی (۲۰۱۰) [۱۳] بر این باورند که از طریق حل یک مساله ریاضی، می‌توان بسیاری از این توانایی ها به خصوص «تصور کردن و بیان نمودن» را در یادگیرندگان ریاضی، ایجاد نمود. از نظر ایشان، «تصور کردن» که شامل همه‌ی شکل های تصورات ذهنی فرد از مفهوم مورد نظر است، و «بیان نمودن» که تجلی آن تصورات است، در حقیقت، بنیان تفکر ریاضی هستند. علاوه بر این ها، فرایند حل مساله، قابلیت افزایش توانایی‌های «تاکید کردن و نادیده گرفتن»، «توسیع و تحدید» و « طبقه بندی» را به خوبی دارد. با این حال، آن ها دو مهارت را جزو ویژگی‌های اساسی فرایند تفکر ریاضی و از جمله پرکاربردترینشان می‌دانند که عبارتند از:

- «تخصیص و تعمیم[1]» : فرآیند تخصیص، به معنی بررسی مثال‌های خاص برای حل یک مساله ریاضی است. تخصیص دانش‌آموزان را قادر می‌سازد که حدس‌های با معنی ارایه دهند و به «چرا» به سمت «چه چیز» امکان تبیین آنچه را که واقعا اتفاق می‌افتد، فراهم می‌سازد و الگوی معتبری برای یک مورد خاص، تولید می‌کند. بنابراین از طریق تخصیص، افراد از الگوها پرده برداری می‌کنند و این عمل، می‌تواند منجر به تعمیم شود. هنگامی‌که فرد، الگوهای ممکن را برای حل یک مساله درک می‌کند، فرآیند تعمیم آغاز می‌شود. تعامل ثابت بین تخصیص و تعمیم، بخش عمده‌ای از تفکر ریاضی است، زیرا به وسیله تخصیص، شواهد برای مرحله تعمیم جمع‌آوری می‌شوند. در نتیجه، اگر تخصیص به صورت نظام وار انجام شود، الگوی تعمیم در بین مثال‌های انتخاب‌شده، مشهودتر است.

- «حدسیه‌سازی و متقاعد کردن[2]»: حدس یک عبارت منطقی است که هنوز درستی آن اثبات نشده است و دلایل آن به طور قانع کننده ای بیان نشده، ولی هیچ مثالی هم برای نقض آن پیدا نشده است. در فرآیند تفکر ریاضی،

[1] Specializing and Generalizing
[2] Conjesturing and Convincing

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

حدس آگاهانه، می‌تواند از طریق الگوها تولیدشده و بعد، با تخصیص‌های بیشتر، به قطعیت نزدیک شود. استدلال آوردن برای فرآیند حدسیه‌سازی، شامل تعمیم های بیشتری است که از بیان آنچه ممکن است درست باشد، به سوی علت یا «چرایی» درستی آن، حرکت می‌کند [۱۳].

۲-۳ عوامل موثر بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان

امروزه با توجه به پیشرفت شگرف علوم مختلف، می‌توان گفت استفاده از ریاضیات به یک نیاز ضروری در زندگی روزمره تبدیل شده است و باید در سیستم آموزشی بیش از پیش به عملکرد ریاضی دانش‌آموزان توجه شود؛ چرا که ریاضیات، موجب تربیت افرادی خواهد شد که در برخورد با مسایل مختلف زندگی بتوانند به طور منطقی استدلال کنند، و قدرت تجزیه و انتزاع داشته باشند. از این منظر ریاضیات علمی‌است که نقشی موثر در شناخت طبیعت و دقت بخشی به مفاهیم سایر علوم را داراست و نشان دهنده ی چارچوب اصلی روش‌های تفکر و فهم انسانی است.

پژوهش‌های زیادی برای پاسخ دهی به دلایل ضعف در عملکرد ریاضی در سه حوزه آموزش کلاسی، طراحی آموزشی و تحقیقات آموزشی انجام گرفته اند. هدف این سه حوزه در بهبود آموزش و یادگیری ریاضی مشترک است. در حوزه طراحی آموزشی بر روی مواد آموزشی و غنی کردن آن کار می‌کنند و بالاخره در حوزه تحقیقات آموزشی برای درک و فهم بیشتر یادگیری ریاضی اهمیت ویژه قایل می‌شوند. بر اساس این پژوهش ها مشخص می‌شود که عوامل مختلفی از جمله اضطراب و نگرانی ، خودپنداره ریاضی، عملکرد قبلی ریاضی، انگیزش یادگیری ریاضی، خودکارآمدی ریاضیات، خودگردانی، هدف‌گذاری، راهبردهای یادگیری، روش تدریس، شیوه‌های مطالعه، سبک‌های شناختی و ادراک از محیط کلاس بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان تاثیرگذار است. راه حل بهبود و ارتقا کیفیت عملکرد در هر سازمانی ایجاد ساز و کار مناسب و کارآمد سنجش و ارزیابی می‌باشد [۲۹].

۲-٤ مروری بر پژوهش‌های پیشین

مرور پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان حاکی از آن است که پژوهش‌های گوناگون به صورت‌های متفاوت در این زمینه انجام شده است که می‌توان دلیل این امر را اهمیت حوزه پژوهشی در دنیای کنونی دانست. در ادامه به بررسی تعدادی از تحقیقات صورت گرفته می‌پردازیم:

تحقیقات انجام شده در داخل کشور

فریدونی و همکاران (۱۳۹۶) [۳۰] به تحقیقی تحت عنوان حل مساله خلاق، فرآیند تفکر ریاضی پرداختند. این پژوهش از نوع کیفی و مروری بوده و هدف آن استخراج الگویی نظاممند برای حل مساله خلاق در حوزه روش‌های حل مساله می‌باشد. نتایج نشان داد که تفکر ریاضی دیدگاهی جامع تر نسبت به دیدگاه‌های دیگر دارد

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

و علاوه بر آن اجرای روش‌های حل مساله به صورت گروهی می‌تواند منجر به پرورش خلاقیت فراگیران در فرآیند حل مساله شود.

ناظمی‌و همکاران (۱۳۹۶) [۳۱] به تحقیقی تحت عنوان بررسی رابطه سبک‌های یادگیری با تسلط ربع‌های مغزی دانش‌آموزان دختر و پسر پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بین سبک‌های یادگیری و تسلط ربع‌های مغزی دانش‌آموزان ارتباط معنادار وجود دارد، بدین صورت که سبک‌های یادگیری واگرا و جذب‌کننده با تسلط بر ربع‌های مغزی D و C و سبک‌های یادگیری همگرا و انطباق یابنده، با تسلط بر ربع‌های مغزی A و B ارتباط مستقیم دارند. به دلیل انعطاف‌پذیری و قابلیت تغییر در مغز، تجربیات ناشی از سبک‌های یادگیری می‌تواند در مغز تغییراتی را ایجاد کند و تسلط بر قسمت‌های متفاوتی از مغز را سبب شود. با توجه به اهمیت پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و هم چنین تاثیرات سبک‌های یادگیری بر عملکرد شناختی آن ها در سطح رفتاری و مغزی، نیاز است که آموزش بیشتری در زمینه سبک‌های یادگیری مناسب هر دانش آموز برای معلمین و مربیان در نظر گرفته شود.

حکیم زاده و همکاران (۱۳۹۶) [۳۲] به تحقیقی تحت عنوان پیش بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان بر اساس خودکارآمدی ریاضی و مهارت های مطالعه ریاضی: نقش تعدیل‌کننده جنسیت پرداختند. نتایج نشان داد که خودکارآمدی ریاضی و مولفه های راهبرد یادگیری، مدیریت زمان و امتحان دادن با عملکرد ریاضی رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند. همچنین نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که عملکرد ریاضی از طریق خودکارآمدی ریاضی و راهبرد یادگیری قابل پیش بینی است. از سوی دیگر، به منظور بررسی اثر تعدیل‌کنندگی جنسیت، تحلیل رگرسیون سلسله مراتبی نشان داد که جنسیت، تنها رابطه بین خودکارآمدی ریاضی و عملکرد ریاضی را تعدیل می کند.

تحقیقات انجام شده در خارج از کشور

ریسنانوسانتی[1] (۲۰۱۷) [۷] در تحقیقی تحت عنوان سبک تفکر از فارغ التحصیلان دبیرستانی و عملکرد ریاضی آن ها با بررسی بر ۳۵ دانش آموز فارغ التحصیل نشان داد که دانش‌آموزان فارغ التحصیل سه نوع سبک تفکر دارند و دانش‌آموزانی که سبک تفکر تحلیلی داشتند، عملکرد بهتری در ریاضی داشتند.

شری و همکاران[2] (۲۰۱۷) [۳۳] به تحقیقی تحت عنوان یادگیری به یادگیری تفکر ریاضی دانش آموز مهم در تعاملات کلاس درس پرداختند. توجه دانشجویان به تفکر ریاضی یک عنصر کلیدی آموزش موثر است، اما معلمان تازه کار به طور طبیعی در این تمرین شرکت نمی‌کنند. معلمان ریاضی دبیرستان در آینده با مداخله ای مواجه می‌شوند که در تجزیه و تحلیل ویدئوی حداقل ویرایش شده از کلاس‌های ریاضیات مدارس متوسطه انجام می‌شود؛ هدف این بود که از توانایی آن ها در توجه به تفکر مهم دانشجویان در پیچیدگی آموزش پشتیبانی کنند. شواهد یادگیری شرکت کنندگان در پنج تکرار مداخله مورد بحث قرار گرفته است، از جمله تمرکز آن ها

[1] Risnanosanti
[2] Shari L.StockeroRachel L.Rupnow1Anna E.Pascoe

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

بر تفکر ریاضی دانش‌آموزان، توانایی آنها در بحث در مورد ریاضیات در این تفکر، و توانایی آن‌ها در توجه به نمونه‌های خاصی از اشکال تفکر دانشجویی است.

کوک[1] (۲۰۱۴) [۳۴] به تحقیقی تحت عنوان دستیابی به تفکر و گوش دادن و تسلط مغزی پرداخت. هدف از مطالعه حاضر تعیین تاثیر برنامه درسی زبان است که با توجه به اصول سیستم‌های تجدیدنظر بر پایه دستیابی به شنیدن گوش شنوایی دانشجویان با توجه به تسلط مغز طراحی شده است. در نتیجه تحقیق تفاوت معناداری بین دست آوردهای درک مطلب گوش شنوایی دانشجویان آزمایش و کنترل با توجه به غلبه نیمکره‌ی آن‌ها وجود نداشت.

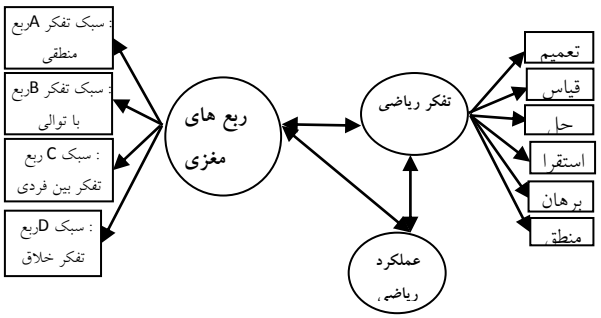
کاسیم[2] (۲۰۱۳) [۳۵] در تحقیقی تحت عنوان «بررسی رابطه بین سبک‌های یادگیری، تفکر خلاق، عملکرد و مواد یادگیری چندرسانه‌ای در مالزی»، این نتیجه به دست آمد که دانشجویان با سبک‌های یادگیری فعال، انعکاسی، شهودی و دیداری، پس از استفاده از ابزار یادگیری چندرسانه ای، خلاقیتشان افزایش می‌یابد.

گووینداراجان (۲۰۱۳) [۳۶] در تحقیقی تحت عنوان بررسی بر عزت نفس و عملکرد در ریاضیات دانش‌آموزان دبیرستانی با بررسی بر ۳۰۰ دانش‌آموز نشان دادند که بین عزت نفس و عملکرد ریاضی آن ها تفاوت قابل توجهی وجود دارد. این تفاوت تابع جنسیت، موقعیت مکانی مدارس و مدیریت مدارس نبود.

تیموثی و همکاران (۲۰۱۲) [۳۷] به تحقیقی تحت عنوان آماده‌سازی معلمان ابتدایی برای تشویق و تفکر ریاضی دانش‌آموزان پرداختند. نتایج نشان داد که داربست ها به طور متفاوتی از عملکردشان حمایت می‌کنند و به بهبود استراتژیک تمرکز و سازماندهی انواع مختلف داربست‌ها می‌پردازند. یافته‌های مطالعه به مفهوم سازی و طراحی داربست‌ها برای فرصت‌های یادگیری مبتنی بر تمرین در آموزش معلمان کمک می‌کند.

۳ مدل مفهومی تحقیق

با توجه به بررسی مبانی نظری پژوهش، لذا پیش بینی می‌شود که از مدل (۱) با متغیرهای پنهان و آشکار استفاده گردید.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

[1] Kök
[2] Kassim

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

یکی از معروف‌ترین مدل‌ها از دسته مدل‌های غیر شعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها، مدل SBM به صورت یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی است که توسط تن[1] (۲۰۰۱) مطرح شد و در مجموعه امکان تولید با بازده مقیاس ثابت به شرح ذیل است:

$$Min \quad \rho_p = \frac{1 - \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \frac{s_i^-}{x_{ip}}}{1 + \frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} \frac{s_r^+}{y_{rp}}}$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ip} \quad ; i = 1,\ldots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rp} \quad ; r = 1,\ldots,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad ; j = 1,\ldots,n$$

$$s_r^+ \geq 0 \qquad ; r = 1,\ldots,s$$

$$s_i^- \geq 0 \qquad ; i = 1,\ldots,m.$$

لازم به تذکر است که در اینجا فرض بر این است که به ازای هر i و r شرایط $x_{ip} > 0$ و $y_{rp} > 0$ برقرار می‌باشند.

اگر $x_{ip} = 0$، در این صورت جمله $\frac{s_i^-}{x_{ip}}$ از تابع هدف حذف می‌گردد و در حالتی که $y_{rp} = 0$، به جای آن عدد بسیار کوچک قرار می‌دهیم که $\frac{s_r^+}{y_{rp}}$ جمله نقش جریمه را ایفا نماید.

٤ روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی، به لحاظ میزان و درجه کنترل میدانی و از نظر جمع‌آوری داده‌ها از نوع تحقیقات همبستگی است.

٤-١ جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه‌ی مدارس دولتی مقطع متوسطه دختر در شهر خرم آباد در سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷ می‌باشد که کلیه دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم مشغول به تحصیل در نیمسال دوم تحصیلی ۹۹-۱۳۹۸ به تعداد ۴۳۰ نفر به عنوان جامعه آماری انتخاب شده اند. بدین منظور، با روش نمونه گیری تصادفی شبه خوشه‌ای، از بین مدارس متوسطه در شهر خرم آباد، سه مدرسه انتخاب می‌گردد. سپس از کل پایه‌ها، هشتم و نهم مدنظر قرار گرفت. تعداد نمونه به کمک جدول کرجسی و مورگان ۲۰۰ نفر در نظر گرفته شد.

[1] Tone

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

٤-٢ روش و ابزار گردآوری داده‌ها

برای جمع آوری داده ها و اطلاعات لازم جهت انجام پژوهش از روش کتابخانه‌ای و روش میدانی و... استفاده گردید. در روش کتابخانه‌ای ادبیات و سوابق موضوع از طریق فیش‌برداری از اسناد و مدارک موجود مورد پژوهش قرار می‌گیرد و در روش میدانی که از طریق طرح پرسشنامه در این پژوهش است، متغیرهای مورد سنجش مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در این پژوهش، برای جمع‌آوری داده‌ها از ۳ پرسشنامه استفاده شد که عبارتند از:

۱- پرسشنامه سنجش تسلط مغزی (چهار ربع مغزی) HBDI

نسخه اصلی این پرسشنامه از ندهرمن (۱۹۸۰) است با توجه به اینکه تصحیح فرمت اصلی پرسش نامه ۱۲۰سوالی ابزار سنجش تسلط مغزی هرمن کار تخصصی و انحصاری موسسه بین المللی هرمن می‌باشد. در این پژوهش از پرسشنامه ۶۰ سوالی هم ارز با HBDI که از ابزارهای اولیه سنجش تسلط ربع‌های مغزی هرمن بوده و به صورت فعالیت‌های ترجیحی هر یک از ربع‌های مغزی توسط ادوارد و مونیکا لامزدین (لامزدین ها،۱۳۸۶: ۱۰۰-۹۰) و بر اساس مدل ۴ ربعی تئوری ندهرمن (هرمن،۱۹۹۲: ۹۰-۷۵) مطابقت داده شده است و شامل ۶۰ سوال با ۴ زیر مقیاس می‌باشد که میزان تسلط مغزی مدیران را در چهار سبک تفکر ربع مغزی A، ربع مغزیB ، ربع مغزی C و ربع مغزیD و در سه سطح : تسلط، تفکر در دسترس و تفکر اجتنابی می‌سنجد [۳۸]. روش نمره‌گذاری این پرسشنامه بر اساس درجه‌بندی دو گزینه ای (بلی=۱ و خیر=۰) صورت بندی شده است. در این پژوهش برای روایی صوری و محتوایی پرسشنامه از نظرات اساتید استفاده گردید آن‌ها روایی پرسشنامه را تایید نمودند. هم چنین ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه سنجش تسلط مغزی (چهار ربع مغزی) HBDI (۰/۸۲۷) می‌باشد که نشان‌گر قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار تحقیق می‌باشد.

۲- آزمون تفکر ریاضی

آیتم‌ها برای آزمون تفکر ریاضی توسط محقق به وسیله محتوی کتاب‌های درسی ساخته‌شده و برخی از موارد از کتاب متخصص و آزمون‌های استانداردشده مانند PISA و TIMSSطراحی گردید. این مقیاس شامل ۳۶ عبارت و ۶ خرده مقیاس (تعمیم، استنتاج یا قیاس، حل مساله، استقرا، برهان، منطق) است. از طریق طرح پرسشنامه در این پژوهش است که متغیرهای مورد سنجش مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در این پژوهش ضریب آلفای کرونباخ آزمون تفکر ریاضی (۰/۹۱۵) می‌باشد که نشان گر قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار تحقیق می‌باشد.

۳- سوالات عملکرد ریاضی

ابزار سوم، آزمون ریاضی محقق ساخته است که مطابق با محتوای کتاب ریاضی پایه هشتم و نهم در ۱۳ سوال با بارم کل ۲۰ نمره‌ایی طراحی و ساخته شد. ضریب آلفای کرونباخ سوالات عملکرد ریاضی (۰/۷۳۵) می‌باشد که نشان گر قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار تحقیق می‌باشد.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری ضریب همبستگی پیرسون و معادلات ساختاری به بررسی فرضیه‌های تحقیق پرداخته گردید.

٤-مدل تحلیل پوششی داده‌ها

در این مطالعه فرض بر این است دو گروه ۳۰ نفره از دانش آموز در اجرای بر اساس مدل‌یابی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی وجود دارند. برای ارزیابی عملکرد هر یک از دانش‌آموزان شاخص‌های جدول ۱ مد نظر قرار گرفت :

جدول ۱ شاخص‌های ورودی و خروجی

ورودی‌ها	خروجی‌ها
I_1 -فرزند چندم I_2 -تعداد خواهر و برادر I_3 – وضعیت مالی خانواده I_4 = مدرک تحصیلی پدر I_5 - مدرک تحصیلی مادر I_6 – فرزند طلاق	O- نمره آزمون

داده‌های مربوط به دو گروه ۳۰ تایی از دانش‌آموزان در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ در جدول‌های زیر نشان داده شده است:

جدول ۱-۱ شاخص‌های ورودی – گروه اول

شماره فرد	فرزند چندم	تعداد خواهر برادر	وضعیت مالی	مدرک تحصیلی پدر	مدرک تحصیلی مادر	فرزند طلاق	عملکرد
۱	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۸
۲	۲	۱	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۶
۳	۳	۲	۳۰	۱۲	۱۶	۰	۱۷
۴	۱	۲	۳۰	۱۸	۱۸	۰	۱۷
۵	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹
۶	۱	۱	۷۰	۱۸	۲۲	۰	۱۸/۵
۷	۳	۲	۳۰	۱۸	۱۲	۰	۱۱
۸	۱	۱	۱۰۰	۲۲	۲۲	۰	۱۴
۹	۱	۲	۷۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹
۱۰	۱	۰	۳۰	۱۸	۱۸	۱	۱۸
۱۱	۲	۱	۱۰۰	۲۲	۱۶	۰	۱۷
۱۲	۱	۱	۷۰	۲۲	۱۶	۰	۱۹/۵
۱۳	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۲	۰	۱۶/۵
۱۴	۱	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹
۱۵	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۸	۰	۱۲

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۱۶	۳	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۱	۱۸
۱۷	۳	۲	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹
۱۸	۲	۱	۲۰	۱۲	۱۲	۱	۱۳
۱۹	۱	۱	۱۰۰	۲۲	۱۸	۰	۱۹
۲۰	۱	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۱	۱۸
۲۱	۱	۰	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹
۲۲	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹/۵
۲۳	۲	۱	۳۰	۱۶	۲۲	۰	۱۸/۵
۲۴	۲	۱	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۷
۲۵	۱	۱	۳۰	۱۲	۱۲	۱	۱۹/۵
۲۶	۳	۲	۱۰۰	۱۶	۱۸	۰	۱۸
۲۷	۱	۲	۷۰	۱۶	۱۲	۰	۱۹/۵
۲۸	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۶
۲۹	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹
۳۰	۲	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹/۵

جدول ۱-۲ شاخص‌های ورودی – گروه دوم

شماره فرد	فرزند چندم	تعداد خواهر برادر	وضعیت مالی	مدرک تحصیلی پدر	مدرک تحصیلی مادر	فرزند طلاق	نتیجه آزمون
۱	۱	۱	۷۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹
۲	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵
۳	۱	۱	۱۰۰	۱۴	۱۶	۰	۱۸
۴	۱	۱	۳۰	۱۶	۱۸	۰	۱۶
۵	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۷
۶	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۷
۷	۱	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۲
۸	۱	۲	۷۰	۱۶	۱۶	۱	۱۵
۹	۱	۰	۷۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹
۱۰	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۸	۱	۱۴
۱۱	۲	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۵
۱۲	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۸
۱۳	۱	۱	۱۰۰	۱۶	۱۴	۰	۱۶
۱۴	۲	۱	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵
۱۵	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۴
۱۶	۲	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۱	۱۸/۵
۱۷	۱	۰	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹
۱۸	۱	۱	۲۰	۱۴	۱۴	۱	۱۷
۱۹	۱	۱	۱۰۰	۲۲	۱۸	۰	۱۴
۲۰	۲	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۱	۱۸
۲۱	۱	۰	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹
۲۲	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹
۲۳	۲	۱	۷۰	۱۶	۲۲	۰	۱۸/۵
۲۴	۱	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۱	۱۹
۲۵	۱	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵
۲۶	۱	۲	۷۰	۱۶	۱۸	۱	۱۶
۲۷	۱	۱	۱۰۰	۱۶	۱۴	۰	۱۸

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۲۸	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۶
۲۹	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵
۳۰	۲	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۸/۵

با توجه به اینکه ورودی‌های اول و دوم و ششم غیر قابل کنترل و از نوع نا مطلوب بوده است. و همچنین تغییر در تمام ورودی‌ها در اختیار دانش آموز نیست، لذا مدل SBM ماهیت خروجی برای محاسبه کارایی DMU_P (دانش آموز P-ام)به صورت مدل (۱) طراحی شده است.

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = \chi_{۱p}$$

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = \chi_{۲p}$$

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} \le \chi_{۳p}, \sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} \le \chi_{۴p}, \sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} \le \chi_{۵p}, \sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = \chi_{۶p}$$

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = y_p + st$$

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = \chi_۴$$

$$\chi_۴ = t_۱(۱۲) + t_۲(۱۴) + t_۳(۱۶) + t_۴(۱۸) + t_۵(۲۲)$$

$$t_۱ + t_۲ + t_۳ + t_۴ + t_۵ = ۱$$

$$t_۱ \in \{۰,۱\}$$

$$\sum_{j=۱}^{۶۰} \lambda_j x_{ij} = \chi_۵$$

$$\chi_۵ = t_۱(۲۰) + t_۲(۳۰) + t_۳(۷۰) + t_۴(۱۰۰)$$

$$t_۱ + t_۲ + t_۳ + t_۴ = ۱$$

$$t_۱ \in \{۰,۱\}, \lambda_j \succ ۰, st \succ ۰$$

$$j = ۱,۲,...,۶۰$$

از آنجا که اهمیت نسبی بین ورودی ها از دیدگاه افراد خبره متفاوت بوده است. لذا محدودیت‌های وزنی ذیل هم به مدل اضافه شد.

$$v_۲ \ge ۱/۱ v_۶$$

$$v_۶ \ge ۱/۱ v_۵$$

$$v_۵ \ge ۱/۱ v_۴$$

$$v_۴ \ge ۱/۱ v_۳$$

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

فرض کنید Z^*_p مقداربهین تابع هدف (۱) باشد. مقدار $\frac{۱}{Z^*_p}$ کارایی DMU_P (دانش آموز P–ام) می‌باشد.

۵ یافته‌ها

۵-۱ بررسی نرمال بودن یا نبودن داده‌ها

آزمون کولموگروف اسمیرنوف[1] برای مشخص نمودن نرمال یا غیرنرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این آزمون، اگر سطح معناداری به‌دست آمده بیشتر از ۰/۰۵ باشد نشان می‌دهد که داده‌های پژوهش نرمال هستند و می‌بایست از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد. اما اگر سطح معناداری به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد نشان می‌دهد که داده‌های پژوهش نرمال نیستند و می‌بایست از آزمون‌های ناپارامتریک برای تحلیل داده‌ها استفاده کرد. با توجه به اینکه در حجم نمونه‌های زیاد، آزمون کولموگروف اسمیرنوف سطح معنی داری را کمتر از ۰/۰۵ گزارش می‌دهد و از آنجایی که در مطالعه حاضر حجم نمونه برابر با ۲۰۰ نفر می‌باشد، لذا جهت تعیین انحراف از نرمال بودن متغیرها، از شاخص شاپیرو- ویلک استفاده شده است. در جدول ذیل، اطلاعات مربوط به شاپیرو- ویلک مؤلفه‌های استخراج شده ارایه شده است.

جدول ۳. بررسی نرمال بودن نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم

متغیر	پایه هشتم			پایه نهم		
	شاپیرو- ویلک	تعداد	معنی‌داری	شاپیرو- ویلک	تعداد	معنی‌داری
تعمیم	۰/۹۷۶	۱۰۰	۰/۷۱۲	۰/۶۹۶	۱۰۰	۰/۵۱۵
استنتاج	۰/۹۶۵	۱۰۰	۰/۴۰۵	۰/۹۳۰	۱۰۰	۰/۰۵۰
حل مساله	۰/۹۵۹	۱۰۰	۰/۲۸۷	۰/۹۷۷	۱۰۰	۰/۷۵۰
استقرا	۰/۹۶۱	۱۰۰	۰/۳۱۹	۰/۹۶۵	۱۰۰	۰/۴۱۵
اثبات	۰/۹۵۷	۱۰۰	۰/۲۵۶	۰/۹۸۲	۱۰۰	۰/۸۸۲
تفکر منطقی	۰/۹۳۹	۱۰۰	۰/۰۸۶	۰/۹۶۶	۱۰۰	۰/۴۴۷
ربع A	۰/۹۷۸	۱۰۰	۰/۷۶۷	۰/۹۷۲	۱۰۰	۰/۶۰۸
ربع B	۰/۹۵۹	۱۰۰	۰/۲۹۷	۰/۹۷۲	۱۰۰	۰/۵۹۶
ربع C	۰/۹۶۵	۱۰۰	۰/۴۰۴	۰/۹۶۲	۱۰۰	۰/۳۳۹
ربع D	۰/۹۵۱	۱۰۰	۰/۱۷۸	۰/۹۵۵	۱۰۰	۰/۲۳۱
تسلط مغزی	۰/۹۷۲	۱۰۰	۰/۵۹۰	۰/۹۸۶	۱۰۰	۰/۳۸۰
عملکردریاضی	۰/۹۶۲	۱۰۰	۰/۳۴۸	۰/۹۴۵	۱۰۰	۰/۱۲۳

[1] Kolmogorov-Smirnov

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

با توجه به یافته‌های جدول فوق، مقدار آماره شاپیرو-ویلک برای همه متغیرها کوچک بوده و مقدار معنی‌داری متناظر آن در دو گروه بزرگتر از مقدار ۰/۰۵ می‌باشد و این یعنی داده‌ها در دو گروه در سطح اطمینان ۹۵ درصد از توزیع نرمال تبعیت می کنند.

۵-۲ بررسی همبستگی متغیرهای پژوهش

در این بخش ابتدا به منظور بررسی میزان همبستگی متغیرهای مستقل و ملاک پژوهش، ماتریس همبستگی بین آن‌ها برآورد شده و سپس با استفاده از رسم مدل ساختاری بر اساس مدل مفهومی‌به بررسی رابطه و تأثیر بین متغیرها پرداخته می‌شود.

جدول ٤ ضرایب همبستگی بین زیرمقیاس‌های تسلط مغزی با عملکرد ریاضی

		ربع A	ربع B	ربع C	ربع D	تسلط مغزی
عملکرد ریاضی	ضریب همبستگی	۰/۲۵۴	۰/۲۹۲	۰/۱۹۷	۰/۱۶۳	۰/۳۰۳
	معنی‌داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱
تعداد = ۲۰۰ نفر						

جدول ۴ ضرایب همبستگی پیرسون بین زیرمقیاس‌های تسلط مغزی با عملکرد ریاضی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که ضرایب همبستگی بین ربع‌های A، B، C و D با عملکرد ریاضی به ترتیب برابر با ۰/۲۵۴، ۰/۲۹۲، ۰/۱۹۷ و ۰/۱۶۳ بوده و در سطح $P<۰/۰۵$ معنی‌دار می باشند، همچنین ضریب همبستگی بین نمره کل تسلط مغزی با عملکرد ریاضی برابر ۰/۳۰۳ بوده که در سطح $P<۰/۰۵$ می‌باشد لذا بین متغیرهای تسلط مغزی و عملکرد ریاضی در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد که با توجه به اینکه کمتر از مقدار ۰/۳۵[1] قرار دارند لذا شدت آن کمتر از سطح متوسط می‌باشد.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین زیرمقیاس‌های تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی

		تعمیم	استنتاج	حل مساله	استقرا	اثبات	تفکر منطقی	تفکر ریاضی
عملکرد ریاضی	ضریب همبستگی	۰/۵۷۱	۰/۵۰۸	۰/۴۷۱	۰/۵۶۹	۰/۶۲۰	۰/۵۰۱	۰/۶۷۲
	معنی‌داری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

جدول ۵ ضرایب همبستگی پیرسون بین زیرمقیاس‌های تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که ضرایب همبستگی بین ابعاد تعمیم، استنتاج، حل مساله، استقرا، اثبات و تفکر منطقی با عملکرد ریاضی به ترتیب برابر با ۰/۵۷۱، ۰/۵۰۸، ۰/۴۷۱، ۰/۵۶۹، ۰/۶۲۰ و ۰/۵۰۱ بوده و در سطح $P<۰/۰۱$ معنی‌دار می‌باشند، همچنین ضریب همبستگی بین نمره کل تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی برابر ۰/۶۷۲ بوده که در سطح $P<۰/۰۱$

[1]. دامنه همبستگی کمتر از ۰/۳۵ کمتر از سطح متوسط می‌باشد بطوری که می‌تواند تا ۱۲ درصد توان پیش‌بینی داشته باشند (بیابانگرد، ۱۳۸٤).

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

می‌باشد لذا بین متغیرهای تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی در سطح اطمینان ۹۹ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد که با توجه به اینکه در محدوده ۰/۳۵ تا ۰/۶۵[1] قرار دارند لذا شدت آن در سطح متوسط می‌باشد.

جدول ٦. ضرایب همبستگی بین زیرمقیاس‌های تفکرریاضی باتسلط مغزی

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱	تعمیم	استنتاج	حل مساله	استقرا	اثبات	تفکر منطقی	تفکر ریاضی
ربع A	۰/۵۰۰**	۰/۴۱۷**	۰/۴۱۴**	۰/۳۴۱**	۰/۴۸۳**	۰/۴۶۹**	۰/۵۵۴**
ربع B	۰/۳۶۲**	۰/۲۶۳**	۰/۴۰۶**	۰/۲۰۹**	۰/۳۸۳**	۰/۳۴۶**	۰/۳۹۷**
ربع C	۰/۲۵۷**	۰/۲۹۶**	۰/۴۱۷**	۰/۲۲۱**	۰/۳۰۷**	۰/۳۲۰**	۰/۳۵۸**
ربع D	۰/۲۵۱**	۰/۲۲۶**	۰/۲۳۰**	۰/۱۹۱**	۰/۳۱۹**	۰/۲۴۹**	۰/۲۶۰**
تسلط مغزی	۰/۴۵۱**	۰/۳۹۱**	۰/۴۲۳**	۰/۳۱۳**	۰/۴۹۰**	۰/۴۵۴**	۰/۵۱۵**

جدول ۶ ضرایب همبستگی پیرسون بین زیرمقیاس‌های تفکر ریاضی با تسلط مغزی را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که ضرایب همبستگی بین تسلط مغزی با ابعاد تفکر ریاضی در سطح $P<۰/۰۱$ معنی‌دار می‌باشند، همچنین ضریب همبستگی بین ربع‌های A، B، C و D و نمره کل تسلط مغزی با نمره کل تفکر ریاضی به ترتیب برابر ۰/۵۵۴، ۰/۳۹۷، ۰/۳۵۸، ۰/۲۶۰ و ۰/۵۱۵ بوده که در سطح $P<۰/۰۱$ می‌باشد لذا بین ابعاد متغیر تسلط مغزی با ابعاد تفکر ریاضی در سطح اطمینان ۹۹ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد که با توجه به اینکه در محدوده ۰/۳۵ تا ۰/۶۵ قرار دارند لذا شدت آن در سطح متوسط می‌باشد.

۵-۳ مدل‌های رگرسیونی

جدول ۷. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
پایه هشتم	۰/۲۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۰۶	۲/۹۸

در جدول ۷ مشاهده می‌شود ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۲۱۶ که در سطح ضعیفی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۰۴۶ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را در سطح پایینی گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل شده نیز برابر ۰/۰۰۶ بوده که نشان می‌دهد متغیرهای مستقل ربع‌های مغزی تنها ۰/۶ درصد توان پیش بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم را دارد که این مقدار بسیار ناچیز می‌باشد.

[1]. دامنه همبستگی بین ۰/۳۵ تا ۰/٦٥ در سطح متوسط می‌باشد بطوری که می‌تواند تا ٤٠ درصد توان پیش‌بینی داشته باشند (بیابانگرد، ١٣٨٤).

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۸. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
پایه هشتم	رگرسیون	۴۱/۲۷۳	۴	۱۰/۳۱۸	۱/۱۵۸	۰/۳۳۴
	باقیمانده	۸۴۶/۶۳۳	۹۵	۸/۹۱۲		
	کل	۸۸۷/۹۰۷	۹۹			

جدول ۸ نشان می‌دهد که مقدار آماره به‌دست آمده F برابر ۱/۱۵۸ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی دار نبوده و نتیجه می‌شود که ربع‌های مغزی تفکر در دانش‌آموزان پایه هشتم توان پیش بینی عملکرد ریاضی را نداشته اند.

جدول ۹. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
پایه هشتم	مدل ثابت	۱۷/۳۰۵	۰/۸۵۴		۲۰/۲۵۳	۰/۰۰۱
	ربع A	۰/۰۳۱	۰/۱۶۳	۰/۰۲۴	۰/۱۸۷	۰/۸۵۲
	ربع B	۰/۱۸۳	۰/۱۲۸	۰/۱۷۴	۱/۴۲۸	۰/۱۵۶
	ربع C	۰/۱۱۴	۰/۱۴۳	۰/۰۹۰	۰/۷۹۹	۰/۴۲۶
	ربع D	-۰/۱۷۶	۰/۱۵۱	-۰/۱۲۸	-۱/۱۵۹	۰/۲۴۹

در جدول ۹ مشاهده می‌شود که ضرایب استاندارد متغیرهای مستقل چهار ربع مغزی تفکر در سطح خطای ۰/۰۵ معنی دار نبوده و اثرگذاری لازم بر پیش بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم را ندارند.

جدول ۱۰. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
پایه نهم	۰/۴۴۰	۰/۱۹۴	۰/۱۶۰	۳/۹۶

در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود که ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۴۴۰ که در سطح متوسطی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۱۹۴ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را برابر ۱۹/۴ درصد گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل شده نیز برابر ۰/۱۶۰ بوده که نشان می‌دهد متغیرهای مستقل ربع‌های مغزی توان پیش بینی ۱۶ درصد عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه نهم را دارند.

جدول ۱۱. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
پایه نهم	رگرسیون	۳۵۹/۶۳۳	۴	۸۹/۹۰۸	۵/۷۱۵	۰/۰۰۱
	باقیمانده	۱۴۹۴/۶۶۵	۹۵	۱۵/۷۳۳		
	کل	۱۸۵۴/۲۹۷	۹۹			

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۱۱ نشان می‌دهد که مقدار آماره به‌دست آمده F برابر ۵/۷۱۵ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار بوده و نتیجه می‌شود که ربع‌های مغزی تفکر در دانش‌آموزان پایه نهم توان پیش بینی عملکرد ریاضی را دارند.

جدول ۱۲. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
پایه نهم	ثابت مدل	۱۲/۲۱۰	۱/۰۱۳		۱۲/۰۵۹	۰/۰۰۱
	ربع A	۰/۲۲۰	۰/۲۳۶	۰/۱۲۲	۰/۹۳۴	۰/۳۵۳
	ربع B	۰/۳۰۸	۰/۱۶۰	۰/۲۲۹	۱/۹۲۸	۰/۰۵۷
	ربع C	۰/۲۱۱	۰/۲۱۲	۰/۱۱۳	۰/۹۳۳	۰/۳۲۳
	ربع D	۰/۱۳۸	۰/۱۹۶	۰/۰۸۱	۰/۷۰۴	۰/۴۸۳

در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود که ضرایب استاندارد متغیرهای مستقل چهار ربع مغزی تفکر در سطح خطای ۰/۰۵ معنی دار نبوده و اثرگذاری لازم بر پیش بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه نهم را ندارند. همچنان که مشاهده می‌شود تنها مقدار ثابت مدل در معادله معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۱۳. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در کل دانش‌آموزان

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
کل نمونه	۰/۳۱۸	۰/۱۰۱	۰/۰۸۳	۳/۶۶

در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۳۱۸ بوده که در سطح متوسطی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۱۰۱ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را برابر ۱۰ درصد گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل شده نیز برابر ۰/۰۸۳ بوده که نشان می‌دهد متغیرهای مستقل ربع‌های مغزی توان پیش بینی ۸/۳ درصد عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را دارند.

جدول ۱٤. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در کل دانش‌آموزان

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
کل نمونه	رگرسیون	۲۹۳/۹۸۱	۴	۷۳/۴۹۵	۵/۴۸۶	۰/۰۰۱
	باقیمانده	۲۶۱۲/۴۸۱	۱۹۵	۱۳/۳۹۷		
	کل	۲۹۰۶/۴۶۲	۱۹۹			

جدول ۱۴ ملاحظه می‌شود که مقدار آماره به‌دست آمده F برابر ۵/۴۸۶ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار بوده و نتیجه می‌شود که ربع‌های مغزی تفکر در کل دانش‌آموزان توان پیش بینی عملکرد ریاضی را دارند.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۱۵. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و ربع‌های مغزی در کل دانش‌آموزان

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
کل نمونه	ثابت مدل	۱۴/۶۱۳	۰/۶۹۰		۲۱/۱۶۷	۰/۰۰۱
	ربع A	۰/۱۴۸	۰/۱۴۷	۰/۰۹۲	۱/۰۰۷	۰/۳۱۵
	ربع B	۰/۲۶۴	۰/۱۰۷	۰/۲۱۰	۲/۴۶۸	۰/۰۱۴
	ربع C	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۰۸۰	۱/۰۰۱	۰/۳۱۸
	ربع D	۰/۰۰۶	۰/۱۲۹	۰/۰۰۴	۰/۰۴۸	۰/۹۶۲

در جدول ۱۵مشاهده می‌شود که تنها ضریب استاندارد ربع مغزی B در سطح خطای ۰/۰۵ معنی دار بوده که مقدار آن برابر ۰/۲۱۰ می باشد، یعنی به ازای هر واحد افزایش در انحراف استاندارد نمرات ربع B، نمرات عملکرد ریاضی دانش‌آموزان به میزان ۰/۲۱ انحراف استاندارد افزایش می‌یابد.

جدول ۱۶. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
پایه هشتم	۰/۵۰۳	۰/۲۵۳	۰/۲۰۵	۲/۶۷

در جدول ۱۶ مشاهده می‌شود ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۵۰۳ که در سطح ضعیفی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۲۵۳ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را در سطح پایینی گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل شده نیز برابر ۰/۲۰۵ بوده که نشان می‌دهد متغیرهای مستقل تفکر ریاضی تنها ۲۰/۵ درصد توان پیش بینی عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه هشتم را دارد که این مقدار بسیار ناچیز می‌باشد.

جدول ۱۷. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
پایه هشتم	رگرسیون	۲۲۴/۷۴۴	۶	۳۷/۴۵۷	۵/۲۵۳	۰/۰۰۱
	باقیمانده	۶۶۳/۱۶۳	۹۳	۷/۱۳۱		
	کل	۸۸۷/۹۰۷	۹۹			

جدول ۱۷ ملاحظه می‌شود که مقدار آماره به‌دست آمده F برابر ۵/۲۵۳ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار بوده و نتیجه می‌شود که مولفه‌های تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم توان پیش‌بینی عملکرد ریاضی را داشته‌اند.

جدول ۱۸. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
پایه هشتم	ثابت مدل	۸/۱۰۷	۳/۲۷۱		۲/۴۷۸	۰/۰۱۵
	تعمیم	۰/۰۰۸	۰/۴۵۲	۰/۰۳۶	۰/۱۹۴	۰/۸۴۶

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

	استنتاج	۱/۱۵۳	۰/۴۸۸	۰/۲۹۸	۲/۳۶۲	۰/۰۲۰
	حل مساله	۰/۳۰۱	۰/۲۰۹	۰/۱۶۲	۱/۴۳۸	۰/۱۵۴
	استقرا	۰/۲۹۲	۰/۶۲۶	۰/۰۵۸	۰/۴۶۷	۰/۶۴۲
	اثبات	۰/۴۴۴	۰/۴۶۷	۰/۱۶۳	۰/۹۵۰	۰/۳۴۵
	تفکر منطقی	-۰/۳۶۰	۰/۴۶۰	-۰/۱۰۷	-۰/۷۸۲	۰/۴۳۶

در جدول ۱۸ ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تنها ضریب استاندارد استنتاج در سطح خطای ۰/۰۵ معنی‌دار بوده که مقدار آن برابر ۰/۲۹۸ می‌باشد، یعنی به ازای هر واحد افزایش در انحراف استاندارد نمرات استنتاج، نمرات عملکرد ریاضی دانش‌آموزان به میزان ۰/۲۹۸ انحراف استاندارد افزایش می‌یابد.

جدول ۱۹. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
پایه نهم	۰/۷۴۹	۰/۵۶۰	۰/۵۳۲	۲/۹۶

در جدول ۱۹ مشاهده می‌شود ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم نشان داده شده است. مشاهده می‌شود ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۷۴۹ که در سطح متوسطی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۵۶۰ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را برابر ۵۶ درصد گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل‌شده نیز برابر ۰/۵۳۲ بوده که نشان می‌دهد مولفه‌های متغیر مستقل تفکر ریاضی توان پیش بینی ۵۳/۲ درصد عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه نهم را دارند.

جدول ۲۰. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
پایه نهم	رگرسیون	۱۰۳۹/۳۳۴	۶	۱۷۳/۲۲۲	۱۹/۷۶۷	۰/۰۰۱
	باقیمانده	۸۱۴/۹۶۴	۹۳	۸/۷۶۳		
	کل	۱۸۵۴/۲۹۷	۹۹			

جدول ۲۰ تحلیل واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مقدار آماره بدست آمده F برابر ۱۹/۷۶۷ بوده که در سطح $P<۰/۰۵$ معنی‌دار بوده و نتیجه می‌شود که مولفه‌های متغیر مستقل تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم توان پیش‌بینی متغیر وابسته عملکرد ریاضی را دارند.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۲۱. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
پایه نهم	ثابت مدل	۳/۵۸۰	۲/۲۹۵		۱/۵۶۰	۰/۱۲۲
	تعمیم	۰/۹۱۶	۰/۴۵۰	۰/۲۷۸	۲/۰۳۵	۰/۰۴۵
	استنتاج	-۰/۲۷۴	۰/۵۹۴	-۰/۰۵۶	-۰/۴۶۱	۰/۶۴۶
	حل مساله	-۰/۰۳۰	۰/۲۴۲	-۰/۰۱۳	-۰/۱۲۴	۰/۹۰۱
	استقرا	۰/۹۶۶	۰/۵۷۲	۰/۲۰۹	۱/۶۹۱	۰/۰۹۴
	اثبات	۱/۰۷۷	۰/۴۶۱	۰/۳۸۳	۲/۳۳۷	۰/۰۲۲
	تفکرمنطقی	-۰/۰۳۰	۰/۵۴۶	-۰/۰۰۷	-۰/۰۵۴	۰/۹۵۷

در جدول ۲۱ ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در دانش‌آموزان پایه نهم نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تنها ضرایب استاندارد تعمیم و اثبات در سطح خطای ۰/۰۵ معنی‌دار هستند که مقدار آن ها به ترتیب برابر ۰/۲۷۸و ۰/۳۸۳ می‌باشد، یعنی به ازای هر واحد افزایش در انحراف استاندارد نمرات تعمیم و اثبات، نمرات عملکرد ریاضی دانش‌آموزان به میزان۰/۲۷۸ و ۰/۳۸۳ انحراف استاندارد افزایش می‌یابد.

جدول ۲۲. ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان

گروه	ضریب R	ضریب R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد
کل نمونه	۰/۶۵۵	۰/۴۲۹	۰/۴۱۱	۲/۹۳

در جدول ۲۲ ضرایب برازش مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان نشان داده شده است. مشاهده می‌شود ضریب رگرسیونی چندگانه برابر ۰/۶۵۵ بوده که در سطح متوسطی قرار دارد. همچنین مقدار ضرایب R^2 برابر ۰/۴۲۹ بوده که میزان تبیین واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل را برابر ۴۲/۹ درصد گزارش می‌دهد. مقدار ضریب R^2 تعدیل شده نیز برابر ۰/۴۱۱ بوده که نشان می‌دهد که مولفه‌های متغیر مستقل تفکر ریاضی توان پیش بینی ۴۱/۱ درصد عملکرد ریاضی دانش‌آموزان را دارند.

جدول ۲۳. جدول آنالیز واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان

گروه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	معنی‌داری
کل نمونه	رگرسیون	۱۲۴۶/۷۳۷	۶	۲۰۷/۷۸۹	۲۴/۱۶۳	۰/۰۰۱
	باقیمانده	۱۶۵۹/۷۲۶	۱۹۳	۸/۶۰۰		
	کل	۲۹۰۶/۴۶۲	۱۹۹			

جدول ۲۳ تحلیل واریانس مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مقدار آماره به‌دست آمده F برابر ۲۴/۱۶۳ بوده که در سطح $P<۰/۰۵$ معنی دار بوده و نتیجه می‌شود که مولفه‌های تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان توان پیش‌بینی عملکرد ریاضی را دارند.

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۲٤. ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان

گروه	متغیر	B	خطای استاندارد	β	آماره t	معنی‌داری
کل نمونه	ثابت مدل	۳/۴۶۲	۱/۸۶۷		۱/۸۵۴	۰/۰۶۵
	تعمیم	۰/۲۱۹	۰/۳۱۵	۰/۰۷۳	۰/۶۹۵	۰/۴۸۸
	استنتاج	۰/۶۱۸	۰/۳۸۵	۰/۱۳۴	۱/۶۰۶	۰/۱۱۰
	حل مساله	۰/۱۵۷	۰/۱۶۳	۰/۰۷۲	۰/۹۶۹	۰/۳۳۴
	استقرا	۰/۹۷۶	۰/۴۱۲	۰/۲۰۲	۲/۳۶۶	۰/۰۱۹
	اثبات	۰/۹۰۹	۰/۳۲۵	۰/۳۱۹	۲/۸۰۱	۰/۰۰۶
	تفکرمنطقی	-۰/۲۱۳	۰/۳۶۲	-۰/۰۵۴	-۰/۵۸۸	۰/۵۵۸

در جدول ۲۴ ضرایب برآورد مدل رگرسیونی عملکرد ریاضی و تفکر ریاضی در کل دانش‌آموزان نشان داده شده است. همچنان که مشاهده می‌شود به ازای هر واحد افزایش در انحراف استاندارد نمرات استقرا و اثبات، نمرات عملکرد ریاضی دانش‌آموزان به ترتیب به میزان ۰/۲۰۲، ۰/۳۱۹ انحراف استاندارد افزایش می‌یابد.

٤-۵ معادلات ساختاری پژوهش

مدل‌سازی معادلات ساختاری یکی از فنون مدل‌سازی آماری می‌باشد که فنون دیگری مانند رگرسیون چند متغیره، تجزیه و تحلیل عاملی و تجزیه تحلیل مسیر را در بر می‌گیرد و تمرکز اصلی آن بر روی متغیرهای پنهان است که توسط شاخص‌های اندازه‌پذیر و متغیرهای آشکار، تعریف می‌گردد. با استفاده از این روش می‌توان روابط علت و معلولی میان متغیرهایی که به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیستند را با توجه به خطاها استنتاج نمود و میزان همبستگی و شدت اثرگذاری هر یک را بر دیگری، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. به همین دلیل، مدل‌سازی معادلات ساختاری با عنوان تجزیه تحلیل متغیرهای پنهان با مدل‌سازی علی نیز شناخت شده است. در این روش مانند رگرسیون، کمی‌سازی روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته صورت می‌گیرد. البته بر خلاف پارامترهای رگرسیون که همبستگی‌های تجربی را نشان می‌دهد پارامترهای ساختاری، همبستگی‌های علی را تبیین می‌کنند. مجموعه متغیرهایی که در مدل معادلات ساختاری وجود دارند بر دو نوع هستند: متغیرهای مشاهده شده[1] و متغیرهای مکنون[2] (نهفته) متغیرهای مکنون بیانگر یک سری سازه‌های نظری هستند مانند مفاهیم انتزاعی که مستقیما قابل مشاهده نیستند (هومن، ۱۳۸۴). مدل ساختاری نیز روابط علی میان سازه‌ها (متغیرهای نهفته) و قدرت تبیین آنها را نشان می‌دهد. این مدل به سوال‌های مربوط به قدرت روابط علی (مستقیم، غیر مستقیم و کل) بین متغیرهای نهفته و مقدار واریانس تبیین شده در کل مدل پاسخ می‌دهد.

[1] Observed variables
[2] Latent variables

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]
[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جهت بررسی میزان همبستگی و تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای ملاک به روش مدل مفهومی‌از روش معادلات ساختاری استفاده شد. در بررسی برازش مدل شاخص‌های مختلفی ارائه شده است که معروفترین این شاخص‌ها در قالب CMIN/df، CFI، GFI، AGFI، NFI، IFI، TLI، RMR و RMSEA معرفی شده است. هر یک از این شاخص‌ها معرف بخشی از برازش مدل می‌باشد و اعداد مورد قبول برای هر شاخص متفاوت می‌باشد. جدول ۲۵ نشان‌دهنده مقدار قابل قبول برای هر شاخص می‌باشد.

جدول ۲۵. شاخص‌های برازش مدل و حد قابل قبول آن‌ها

شاخص	TLI	IFI	NFI	CFI	GFI	AGFI	RMR	CMIN/df	RMSEA
مقدار قابل قبول	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	-	<۳	<۰/۰۸

با توجه به جدول ۲۵ در صورتی که مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های مورد ارزیابی مدل ساختاری اولیه، در حد قابل قبول باشد برازش مدل تایید می‌شود و در غیر این صورت می‌بایست مدل مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد تا عامل بر هم زننده برازش مدل شناسایی و حذف یا اضافه شود. سپس مدل ساختاری اولیه مورد بازنگری قرار گرفته و اصلاحات لازم بر روی آن اعمال می‌شود تا زمانی که مدل هم از نظر مفهومی‌و هم از نظر شاخص‌های ارزیابی آماری مورد تایید قرار بگیرد. در نهایت پس از تایید مدل نهایی با استفاده از تحلیل مسیر روابط بین متغیرهای تحقیق مورد ارزیابی قرار می گیرد.

جدول ۲۶. شاخص‌های برازش مدل ساختاری اولیه بر اساس مدل مفهومی‌پژوهش

شاخص	TLI	IFI	NFI	CFI	GFI	AGFI	RMR	CMIN/df	RMSEA
مقدار قابل قبول	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	>۰/۹۰	-	<۳	<۰/۰۸
مقدار بدست آمده	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۱۶۱	۱/۵۶۵	۰/۰۳۸
وضعیت	عدم رد	عدم رد	عدم رد	عدم رد	عدم رد	رد	-	عدم رد	عدم رد

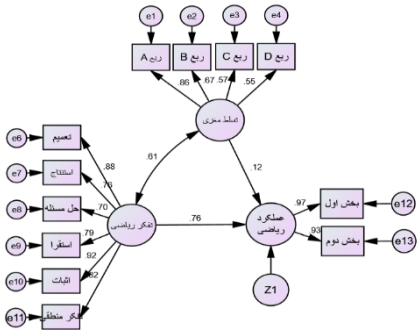
شکل ۲ مدل ساختاری اولیه بر اساس مدل مفهومی‌پژوهش را با برآورد ضرایب استاندارد نشان می‌دهد. همچنین جدول ۲۶ مقادیر به‌دست آمده شاخص‌های برازش مدل را نشان می‌دهد که مشاهده می‌شود مقادیر به‌دست آمده برای همه شاخص‌ها (به جز شاخص AGFI)، برازش مدل را مطلوب ارزیابی می‌نماید.

با توجه به جدول ۲۶ کلیه شاخص‌های مورد بررسی به منظور ارزیابی برازش مدل ساختاری اصلاح شده پژوهش مورد پذیرش قرار گرفته‌اند. با توجه به این مطلب می‌توان بیان نمود که برازش این مدل تایید شده است. همانطور که در جدول۲۴ مشاهده می‌شود مقدار TLI برابر ۰/۹۶ به‌دست آمده و بیشتر از معیار ۰/۹۰ می‌باشد که این بدین معنی است که مقدار ضرایب همبستگی بین متغیرها در مدل در سطح بالایی ارزیابی می‌شود. مقدار شاخص IFI برابر ۰/۹۷ بوده و بیشتر از حد معین ۰/۹۰ می‌باشد که مقایسه مدل حاضر با مدل استقلال را نشان می‌دهد که در

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

سطح مطلوبی قرار دارد. مقدار شاخص بنتلر و بونت یا NFI برابر ۰/۹۲ بدست آمده است که بالاتر از حد معین ۰/۹۰ می‌باشد و نشان از معناداری و نیکویی برازش مناسب در تحلیل ساختار کوواریانس دارد. همچنین مقدار شاخص CFI برابر ۰/۹۷ محاسبه شده و این شاخص نیز بیشتر از حد معین ۰/۹۰ می‌باشد، بدین معنی که همبستگی بالایی بین متغیرهای مدل ساختاری پژوهش وجود دارد. همچنین برای دو شاخص نیکویی برازش GFI مقدار ۰/۹۱ بدست آمده است که بیشتر از حد معین ۰/۹۰ می‌باشن و مناسب بودن مدل را تایید می‌کند. مقدار بدست آمده برای شاخص RMR برابر ۰/۱۶۱ بوده که بیان می‌کند ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده در حد مطلوبی کم می‌باشد. مقدار کای دو بر درجه آزادی برابر ۱/۵۶۵ محاسبه شده است که استاندارد این شاخص مقدار ۳ و کمتر از آن می‌باشد، این به آن معنی است که مدل مورد نظر هماهنگ با الگوی همپراشی بین متغیرهای مشاهده شده است. در نهایت ریشهٔ میانگین مجذورات تقریب یا همان RMSEA برابر با مقدار ۰/۰۳۸ محاسبه شده است که کمتر از معیار ۰/۰۸ می‌باشد و بنابراین می‌توان بیان نمود که برازش مدل تحلیل ساختاری پژوهش حاضر به طور کلی در سطح مناسبی ارزیابی می‌شود. پس از برازش و تایید مدل ساختاری بین متغیرهای پژوهش می‌توان مقدار همبستگی پیرسون و ضرایب رگرسیونی بین آنها را نیز بدست آورد و فرضیات پژوهش را بررسی نمود.



شکل ۲. مدل ساختاری پژوهش با برآورد ضرایب استاندارد

جدول ۲۷. اثرات مستقیم استاندارد و غیرمستقیم استاندارد متغیرهای مستقل بر متغیرهای ملاک

متغیر مستقل	متغیر وابسته	اثرمستقیم استاندارد	اثرغیرمستقیم استاندارد	معنی‌داری
تفکرریاضی	عملکرد ریاضی	۰/۷۶	–	۰/۰۰۱
ربع‌های مغزی	عملکردریاضی	۰/۱۲	–	>۰/۰۵
تفکر ریاضی	ربع‌های مغزی	۰/۶۱	–	۰/۰۰۱
تعمیم	عملکرد ریاضی	–	۰/۶۷	۰/۰۰۱
استنتاج	عملکرد ریاضی	–	۰/۵۸	۰/۰۰۱
حل مساله	عملکرد ریاضی	–	۰/۵۳	۰/۰۰۱
استقرا	عملکرد ریاضی	–	۰/۶۰	۰/۰۰۱
اثبات	عملکرد ریاضی	–	۰/۷۰	۰/۰۰۱
تفکر منطقی	عملکرد ریاضی	–	۰/۶۲	۰/۰۰۱
ربع A	عملکرد ریاضی	–	۰/۱۰	>۰/۰۵

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

ربع B	عملکرد ریاضی	-	۰/۰۸	>۰/۰۵
ربع C	عملکرد ریاضی	-	۰/۰۷	>۰/۰۵
ربع D	عملکرد ریاضی	-	۰/۰۷	>۰/۰۵

جدول ۲۷ مقادیر اثرات مستقیم و غیرمستقیم استاندارد شده بین متغیرهای مدل ساختاری اصلاح شده پژوهش را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول می‌توان به بررسی سوالات پژوهش پرداخت.

فرضیه اصلی: بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

با توجه به جداول ۴ ، ۵ و مدل ساختاری پژوهش مشاهده می‌شود بین ربع‌های مغزی ندهرمان و مولفه‌های تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطه مثبت و مستقیمی‌وجود دارد.

فرضیه۱: بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

با توجه به مدل ساختاری پژوهش مشاهده می‌شود مقدار کوواریانس بین دو متغیر تسلط مغزی و تفکر ریاضی برابر ۰/۶۱ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد، همچنین ضرایب همبستگی پیرسون بین مولفه‌های تسلط مغزی با ابعاد تفکر ریاضی به ترتیب برابر با ۰/۲۵۴، ۰/۲۹۲، ۰/۱۹۷ و ۰/۱۶۳ بوده و در سطح P<۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشند، لذا فرض صفر رد و فرض پژوهش مبنی بر وجود رابطه معنی‌دار بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم پذیرفته می‌شود.

فرضیه۲: بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

با توجه به مدل ساختاری پژوهش مشاهده می‌شود مقدار ضریب مسیر بین دو متغیر تسلط مغزی و عملکرد ریاضی برابر ۰/۱۲ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد، اما با توجه به ضرایب همبستگی بین مولفه‌های تسلط مغزی با عملکرد ریاضی برابر با ۰/۲۵۴، ۰/۲۹۲، ۰/۱۹۷ و ۰/۱۶۳ بوده و در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشند، لذا می‌توان نتیجه گرفت فرض صفر رد و فرض پژوهش مبنی بر وجود رابطه معنی‌دار بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم پذیرفته می‌شود.

فرضیه ۳: بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه وجود دارد.

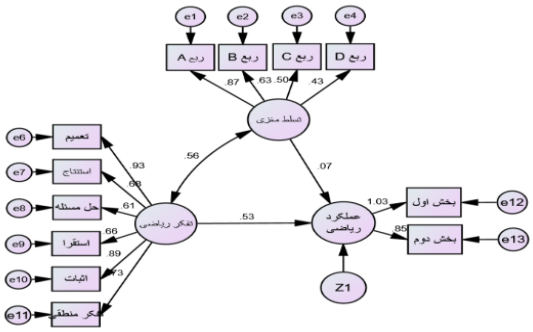
با توجه به مدل ساختاری پژوهش مشاهده می‌شود مقدار ضریب مسیر بین دو متغیر تسلط مغزی و عملکرد ریاضی برابر ۰/۷۶ بوده که در سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد، همچنین با توجه به ضرایب همبستگی بین مولفه‌های عملکرد ریاضی با عملکرد ریاضی به ترتیب برابر با ۰/۵۷۱، ۰/۵۰۸، ۰/۴۷۱، ۰/۵۶۹، ۰/۶۲۰ و ۰/۵۰۱ بوده و در

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

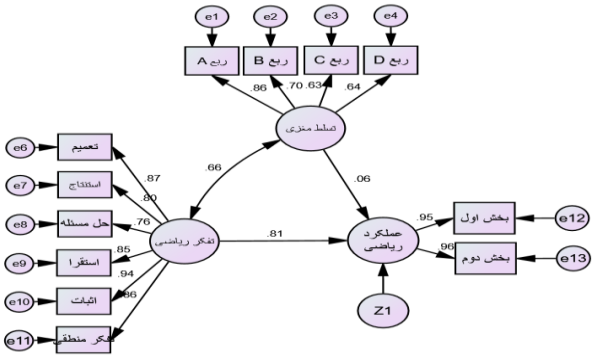
سطح P<۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشند، لذا می‌توان نتیجه گرفت فرض صفر رد و فرض پژوهش مبنی بر وجود رابطه معنی‌دار بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم پذیرفته می‌شود.

تفکیک مدل ساختاری پژوهش بر مبنای پایه تحصیلی دانش‌آموزان



شکل ۳. مدل ساختاری پژوهش در دانش‌آموزان پایه هشتم با برآورد ضرایب استاندارد

شکل ۳ مدل ساختاری پژوهش در دانش‌آموزان پایه هشتم و شکل ۴ مدل ساختاری پژوهش در دانش‌آموزان پایه نهم با برآورد ضرایب استاندارد را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود مقدار ضریب مسیر بین دو متغیر تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی در مدل دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم به ترتیب برابر ۰/۵۳ و ۰/۸۱ بوده که در گروه دانش‌آموزان پایه نهم بیشتر از دانش‌آموزان پایه هشتم می‌باشد.



شکل ٤. مدل ساختاری پژوهش در دانش‌آموزان پایه نهم با برآورد ضرایب استاندارد

۵-۵ مدل تحلیل پوششی داده‌ها

بر اساس مدل مطرح شده، و با توجه به ورودی‌های مختلف ، رتبه بندی دو گروه ۳۰ نفره از دانش‌آموزان بررسی شد. نتایج در جدول ۲۸ قابل مشاهده است :

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

جدول ۲۸. الف. داده‌های ورودی و خروجی مدل DMU کلاس هشتم

شماره فرد	فرزند چندم	تعداد خواهر و برادر	وضعیت مالی	مدرک تحصیلی پدر	مدرک تحصیلی مادر	فرزند طلاق	عملکرد		کارایی	ابر کارایی
۱	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۸	DMU_1	۰/۹۲۳۰۷۷	
۲	۲	۱	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۶	DMU_2	۰/۷۳۴۲۱۱	
۳	۳	۲	۳۰	۱۲	۱۶	۰	۱۷	DMU_3	۰/۸۰۰۹۶	
۴	۱	۲	۳۰	۱۸	۱۸	۰	۱۷	DMU_4	۰/۸۷۱۷۹۵	
۵	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹	DMU_5	۰/۷۴۵۰۴۷	
۶	۱	۱	۷۰	۱۸	۲۲	۰	۱۸.۵	DMU_6	۰/۹۵۰۹۳	
۷	۳	۲	۳۰	۱۸	۱۲	۰	۱۱	DMU_7	۰/۴۸۸۰۲۹	
۸	۱	۱	۱۰۰	۲۲	۲۲	۰	۱۴	DMU_8	۰/۷۲۶۴۱۵	
۹	۱	۲	۷۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹	DMU_9	۰/۹۷۴۳۵۹	
۱۰	۱	۰	۳۰	۱۸	۱۸	۱	۱۸	DMU_{10}	۱	۱/۶۴۹۸۹۱
۱۱	۲	۱	۱۰۰	۲۲	۱۶	۰	۱۷	DMU_{11}	۰/۷۸۰۰۹۹	
۱۲	۱	۱	۷۰	۲۲	۱۶	۰	۱۹.۵	DMU_{12}	۱	۱/۴۵۲۲۱
۱۳	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۲	۰	۱۶/۵	DMU_{13}	۰/۸۴۴۳۴۱	
۱۴	۱	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹	DMU_{14}	۰/۹۷۹۴۲۲	
۱۵	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۸	۰	۱۲	DMU_{15}	۰/۵۷۳۶۷۴	
۱۶	۳	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۱	۱۸	DMU_{16}	۰/۶۷۹۹۸۷	
۱۷	۳	۲	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹	DMU_{17}	۰/۷۴۰۴۶۷	
۱۸	۲	۱	۲۰	۱۲	۱۲	۱	۱۳	DMU_{18}	۰/۷۷۳۱۴۶	
۱۹	۱	۱	۱۰۰	۲۲	۱۸	۰	۱۹	DMU_{19}	۰/۹۷۴۳۵۹	
۲۰	۱	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۱	۱۸	DMU_{20}	۰/۹۲۳۰۷۷	
۲۱	۱	۰	۷۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹	DMU_{21}	۱	۱/۸۸۴۲۱۱
۲۲	۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_{22}	۰/۸۱۷۱۵۹	
۲۳	۲	۱	۳۰	۱۶	۲۲	۰	۱۸/۵	DMU_{23}	۰/۸۳۹۴۳۴	
۲۴	۲	۱	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۷	DMU_{24}	۰/۷۸۴۵۹۷	
۲۵	۱	۱	۳۰	۱۲	۱۲	۱	۱۹/۵	DMU_{25}	۱	۱/۵۰۰۸۵۹
۲۶	۳	۱	۱۰۰	۱۶	۱۸	۰	۱۸	DMU_{26}	۰/۶۶۳۳۴۷	
۲۷	۱	۱	۷۰	۱۶	۱۲	۰	۱۹/۵	DMU_{27}	۱	۱/۳۹۲۴۲۴
۲۸	۲	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۶	DMU_{28}	۰/۷۷۸۸۱	
۲۹	۱	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹	DMU_{29}	۰/۹۷۴۳۵۹	
۳۰	۲	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_{30}	۰/۹۴۹۱۷۴	

جدول ۲۸. ب. داده‌های ورودی و خروجی مدل DMU کلاس نهم

شماره فرد	فرزند چندم	تعداد خواهر و برادر	وضعیت مالی	مدرک تحصیلی پدر	مدرک تحصیلی مادر	فرزند طلاق	نتیجه آزمون		کارایی	ابر کارایی
۱	۱۹	۱	۷۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹	DMU_1	۰/۹۷۴۳۵۹	
۲	۱۹/۵	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_2	۰/۹۷۰۸۶۳	
۳	۱۸	۱	۱۰۰	۱۴	۱۶	۰	۱۸	DMU_3	۰/۹۶۵۸۶۷	
۴	۱۶	۱	۳۰	۱۶	۱۸	۰	۱۶	DMU_4	۰/۸۲۰۵۱۳	

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۵	۱۷	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۷	DMU_5	۰/۸۷۱۷۹۵	
۶	۱۷	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۷	DMU_6	۰/۷۹۰۸۷۱	
۷	۱۲	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۲	DMU_7	۰/۶۴۳۹۱۱	
۸	۱۵	۲	۷۰	۱۶	۱۶	۱	۱۵	DMU_8	۰/۷۶۹۲۳۱	
۹	۱۹	۰	۷۰	۱۸	۱۸	۰	۱۹	DMU_9	۱	۱
۱۰	۱۴	۱	۱۰۰	۱۸	۱۸	۱	۱۴	DMU_{10}	۰/۶۰۰۳۳۱	
۱۱	۱۵	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۵	DMU_{11}	۰/۷۰۹۶۴۹	
۱۲	۱۸	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۸	DMU_{12}	۰/۸۹۶۱۸۱	
۱۳	۱۶	۱	۱۰۰	۱۶	۱۴	۰	۱۶	DMU_{13}	۰/۸۸۲۶۲۱	
۱۴	۱۹/۵	۱	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_{14}	۰/۹۵۴۷۲۱	
۱۵	۱۴	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۴	DMU_{15}	۰/۶۹۷۰۳	
۱۶	۱۸/۵	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۱	۱۸/۵	DMU_{16}	۰/۸۲۲۳۲۲	
۱۷	۱۹	۰	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹	DMU_{17}	۱	۱/۱۵۶۹۶
۱۸	۱۷	۱	۲۰	۱۴	۱۴	۱	۱۷	DMU_{18}	۱	۲
۱۹	۱۴	۱	۱۰۰	۲۲	۱۸	۰	۱۴	DMU_{19}	۰/۷۱۷۹۴۹	
۲۰	۱۸	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۱	۱۸	DMU_{20}	۰/۸۷۳۰۵۵	
۲۱	۱۹	۰	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹	DMU_{21}	۱	۱/۶۸۵۶۱۸
۲۲	۱۹	۱	۱۰۰	۱۸	۱۶	۰	۱۹	DMU_{22}	۰/۸۸۳۹۱۴	
۲۳	۱۸/۵	۱	۷۰	۱۶	۲۲	۰	۱۸/۵	DMU_{23}	۰/۸۱۱۵۴۹	
۲۴	۱۹	۲	۱۰۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹	DMU_{24}	۰/۹۸۷۰۸	
۲۵	۱۹/۵	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_{25}	۱	۱/۱۷۳۳۹۱
۲۶	۱۶	۲	۷۰	۱۶	۱۸	۱	۱۶	DMU_{26}	۰/۸۲۰۵۱۳	
۲۷	۱۸	۱	۱۰۰	۱۶	۱۴	۰	۱۸	DMU_{27}	۰/۹۹۲۹۴۸	
۲۸	۱۶	۱	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۶	DMU_{28}	۰/۸۴۹۰۱۴	
۲۹	۱۹/۵	۲	۳۰	۱۶	۱۶	۰	۱۹/۵	DMU_{29}	۱	۱/۱۲۸۲۰۵
۳۰	۱۸/۵	۱	۳۰	۱۸	۱۶	۰	۱۸/۵	DMU_{30}	۰/۹۲۱۰۷۵	

٦ نتیجه‌گیری و بحث

به نظر می‌رسد تسلط مغزی و تفکر ریاضی عامل زیربنایی بسیاری از عوامل دیگر موثر بر عملکرد ریاضی باشد و عمدتا از سوی معلمان مورد غفلت واقع شده است. تسلط مغزی و تفکر ریاضی با استفاده از فرایندها و راهبردهای باعث درگیر کردن فرد با خود، محیط و موضوع آموزشی می‌شود. دلیل اصرار بر چنین مهارت‌هایی آن است که با رشد و پرورش آن ها، عملکرد فرد در زمینه های مختلف بهبود می‌یابد. در واقع دانش‌آموزان یاد می گیرند که چگونه با مسائل گوناگون اجتماعی، اخلاقی و فرهنگی برخورد کنند. از آنجا که یادگیری در خلاء اتفاق نمی‌افتد و برای یادگیری نیاز به شرایط یادگیری یعنی مجموعه‌ای از روندهای شناختی، عاطفی، اخلاقی و اجتماعی است، بنابراین نمی‌توان نقش زمینه‌های محیطی در یادگیری را نادیده گرفت. هدف این تحقیق «تعیین رابطه‌ی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم» است. در راستای این هدف ابتدا با توجه به ادبیات مرتبط در حوزه تسلط مغزی، تفکر ریاضی و عمکرد ریاضی بیان گردید و بعد از طراحی مدل پژوهش مولفه‌ها با کمک معادلات ساختاری به بررسی رابطه و تاثیر بین متغیرها پرداخته شد.

با توجه به نمودارهای بالا، خلاصه و تحلیل یافته های پژوهش به شرح ذیل می باشد:

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

۱- بین ربع‌های مغزی ندهرمان و مولفه‌های تفکر ریاضی با عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان پایه هشتم و نهم رابطه مثبت و مستقیمی‌وجود دارد.

۲- بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد.

۳- بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد.

۴- بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد.

کوک (۲۰۱۴) [۳۴] به تحقیقی تحت عنوان دستیابی به تفکر و گوش دادن و تسلط مغزی پرداخت. هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر برنامه درسی زبان است که با توجه به اصول سیستم های تجدید نظر بر پایه دستیابی به شنیدن گوش شنوایی دانشجویان با توجه به تسلط مغز طراحی شده است. در نتیجه تحقیق تفاوت معناداری بین دست آوردهای درک مطلب گوش شنوایی دانشجویان آزمایش و کنترل با توجه به غلبه نیمکره‌ی آن‌ها وجود نداشت. نتایج پژوهش ذکر شده با فرضیه اول این تحقیق که بین ربع‌های مغزی ندهرمان و هر یک از مولفه‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد. همخوانی دارد.

ناظمی‌و همکاران (۱۳۹۶) [۳۱] به تحقیقی تحت عنوان بررسی رابطه سبک‌های یادگیری با تسلط ربع‌های مغزی دانش‌آموزان دختر و پسر پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بین سبک‌های یادگیری و تسلط ربع‌های مغزی دانش‌آموزان ارتباط معنادار وجود دارد، بدین صورت که سبک‌های یادگیری واگرا و جذب‌کننده با تسلط بر ربع‌های مغزی D و C و سبک‌های یادگیری همگرا و انطباق یابنده، با تسلط بر ربع‌های مغزی A و B ارتباط مستقیم دارند. به دلیل انعطاف پذیری و قابلیت تغییر در مغز، تجربیات ناشی از سبک‌های یادگیری می‌تواند در مغز تغییراتی را ایجاد کند و تسلط بر قسمت‌های متفاوتی از مغز را سبب شود. با توجه به اهمیت پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و هم چنین تاثیرات سبک‌های یادگیری بر عملکرد شناختی آن ها در سطح رفتاری و مغزی، نیاز است که آموزش بیشتری در زمینه سبک‌های یادگیری مناسب هر دانش آموز برای معلمین و مربیان در نظر گرفته شود. که با فرضیه دوم این که عبارتند از بین ربع‌های مغزی ندهرمان و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد. همخوانی دارد.

ریسنانوسانتی (۲۰۱۷) [۷] در تحقیقی تحت عنوان سبک تفکر از فارغ التحصیلان دبیرستانی و عملکرد ریاضی آن‌ها با بررسی بر ۳۵ دانش آموز فارغ التحصیل نشان داد که دانش‌آموزان فارغ التحصیل سه نوع سبک تفکر دارند و دانش‌آموزانی که سبک تفکر تحلیلی داشتند، عملکرد بهتری در ریاضی داشتند. نتایج پژوهش ذکر شده با فرضیه سوم این تحقیق که بین مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه هشتم و نهم رابطه معناداری وجود دارد. همخوانی دارد.

همچنین بر اساس مقایسه نتایج این پژوهش با تحقیقات پیشین مشخص شد که فریدونی و همکاران (۱۳۹۶) [۳۰]، ناظمی‌و همکاران (۱۳۹۶) [۳۱]، حکیم زاده و همکاران (۱۳۹۶) [۳۲]، ریسنانوسانتی (۲۰۱۷) [۷]، شری و همکاران

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

(۲۰۱۷) [۳۳]، کوک ۲۰۱۴) [۳۴]، کاسیم (۲۰۱۳) [۳۵]، گووینداراجان (۲۰۱۳) [۳۶]، تیموثی و همکاران (۲۰۱۲) [۳۷] نتایج تحقیقات پیشین در راستای تایید نتیجه این پژوهش قرار دارند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده به موارد زیر به عنوان راهکارهای عملی پیاده‌سازی مدل‌یابی بین ربع‌های مغزی ندهرمان، مولفه‌های تفکر ریاضی و عملکرد ریاضی به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

- معلمان باید روش‌های آموزشی خود را به گونه ای طراحی کنند که انواع سبک‌های یادگیری را پوشش دهند. به همین دلیل، باید استعدادهای دانش‌آموزان را شناسایی و در زمینه‌هایی که آمادگی بیشتری دارند، هدایت نمایند تا استعدادشان شکوفا شود.

- برگزاری کارگاه‌های آموزشی و آگاهی‌دهی به معلمان در زمینهٔ تسلط و قابلیت‌های یک چهارم‌های مغزی و تقویت مهارت‌های تفکر تمام مغزی پیشنهاد می‌شود.

- معلمان با افزایش مشارکت دانش‌آموزان در آموزش، زمینه‌ی تشویق و تقویت شیوه‌های تفکر پیچیده و مولد خلاقیت و به تبع آن رشد ایده‌های خلاق و کارآفرینانه را در دانش‌آموزان فراهم آورند.

منابع

[1] Lotfi, A., Aghazadeh, M., & Armand, M. (1390/2011). Analysis of the content of fourth and fifth-grade mathematics books based on Ned Herrmann's brain quadrants theory. Master's thesis, Islamic Azad University, Tehran Central Branch, Curriculum Planning. [In Persian].

[2] Haghighi Azar, S., Maleki, H., & Sadeghi, A. (1394/2015). Determining students' thinking type based on the Hermann Brain Dominance model and its relationship with performance and satisfaction in secondary education. Master's thesis, Alameh Tabatabai University, Educational Sciences, Curriculum Planning. [In Persian].

[3] Herrmann, Ned (1996). The Whole Brain Business Book. New York: McGraw Hill.

[4] Haerizadeh, Kh. B. (1395/2016). Creative thinking and creative problem solving. Tehran: Nashr Ney. [In Persian].

[5] Mansournejad, H. (1391/2012). The relationship between architectural education and students' cognitive preference. Safah Journal, 77. [In Persian].

[6] Arabi, M., Sagheh Eslami, A., & Fouladian, J. (1393/2014). Comparison of cerebral quadrants mastery (thinking method) in athlete and non-athlete students. Motor Development and Learning, 6(3). [In Persian].

[7] Risnanosanti. (2017). Mathematical Thinking Styles of Undergraduate Students and Their Achievement in Mathematics. The 4th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Science (4th ICRIEMS).

[8] Dubinsky, E. (2010). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. In D. Tall (Ed), Advanced mathematical thinking processes. (pp 95-123). Dordrecht, The Netherland: Kluwer.

[9] Pape, S. J., Bell, C. V., & Yetkin, I. E. (2013). Developing mathematical thinking and self-regulated learning: A teaching experiment in a seventh-grade mathematics classroom. Educational Studies in Mathematics, 53(3), 179-202.

[10] Shahvarani, A., Masoumi, M., Hosseinzadehlotfi, F., Pourrahim, M. (1383/2004). Causes of Academic Failure in the First Year Mathematics Course in Western Regions of Gilan Middle Schools. Lahijan Azad University Journal of Operational Research and Its Applications, 1(3), 1-16 . [In Persian]

[11] Rezapourmirsaleh, Y., Dalavari, M., & Soleimani, M. (1395/2016). The effectiveness of teaching mathematical thinking on the mathematical performance of second-grade male students. Research in Educational Systems, 10(35), 163-186. [In Persian].

[12] Zeinivandnejad, F. (1394/2015). Conceptual explanation of mathematical thinking: What, why, and how. Journal of Curriculum Studies in Higher Education, 6(12). [In Persian].

[13] Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). Thinking mathematically (2nd ed.). England: Pearson Education Limited

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

[14] Katouli, R., Shahvarani, A., Behzadi, M. H., & Elhavirannloo, T. (1396/2017). The effect of reality-based mathematics education on self-esteem and mathematical performance of third-grade female students in Tehran. Master's thesis, Faculty of Basic Sciences, Mathematics Department, University of Science and Research. [In Persian].
[15] Harris L.V., Sadowski M.A. and Birchman J.A., A Comparison of Learning Style Models and Assessment Instruments for University Graphics Educators, Engineering Design Graphics Journal, Vol.76, 2015, pp.14-24.
[16] Ornstein, R. E. (1997). The right mind: Making sense of the hemispheres. Harcourt.
[17] Seidman, L.J. (2006). "Neuropsychological Functioning in People with ADHD across the Lifespan". Clinical Psychology Review, 26: 466-485.
[18] Churchill, Julie A. (2008). "Teaching Nutrition to the Left and Right Brain: An Overview of Learning Styles". Teaching Nutrition in the Veterinary Sciences, 35 (2): 275-280.
[19] De Boer, Louis A. (2011). "The Value of the Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI) In Facilitating Effective Teaching and Learning of Chronology". Actacriminological Journal, 14 (1): 55.
[20] Moghadasi, A. (1388/2009). Investigating the relationship between educational managers' cerebral quadrant mastery and their effectiveness level in high school. Master's thesis, Urmia University. [In Persian].
[21] Herrmann, Ned (1992). The Creative Brain. 2nd Ed. U.S.A: Quebecor Printing Book Group.
[22] Herrmann, Ned (1990). Herrmann Brain Dominance Instrument. Profile Interpretation Package, booklet
[23] Howes, N.L.; E.D. Bigler, G.M. Burlingame & J.S. Lawson (2013). Memory Performance of Children with Dyslexia: A Comparative Analysis of Theoretical Perspectives. Journal of Learning Disabilities, 36 (3): 230-246
[24] Rice, G.H. & D.P. Lindecamp (1989). Personality Types and Business Success of Small Retailers. Journal of Occupational Psyhology, 62, 177-182.
[25] Vitell, S.J.; A. Singhapakdi & R.F. Scherer (1990). Personality Differences between Marketing Students and those in other Business Fields. Journal of Education for Business, 65(7), 293-297.
[26] Ali Bawaneh, Ali Khalid; Abdul Ghani Kanesan Abdullah, Salmiza Saleh & Khoo Yin Yin (2011). "Jordanian Students' Thinking Style Based on Herrmann Whole Brain Model". International Journal of Humanities and Social Science, 1(9), 89-97.
[27] Shariatmadari, A. (1388/2009). Cultivating thinking. Educators' Journal, 13-12. [In Persian].
[28] Skemp, R. (1391/2013). "Relational understanding and instrumental understanding." Translated by Reza Heidari Ghezelche and Zahra Gooya. Growth in Mathematics Education Journal, 15. [In Persian].
[29] Kadivar, P., Farzad, V. A., Arabzadeh, M., & Negahban Salami, M. (1389/2010). Meta-analysis of studies related to students' mathematical performance. Educational Measurement Quarterly, 1(2), 75-94. [In Persian].
[30] Fereidouni, S., Parsapour, A., & Ahmadjavaheri, Kh. (1396/2017). Creative problem solving, the process of mathematical thinking. First National Conference on Innovative Applied Research in Basic Sciences: Creative Problem Solving, the Process of Mathematical Thinking. [In Persian].
[31] Nazemi, S. M. R., & Tozandehjani, H. (1396/2017). Investigating the relationship between learning styles and cerebral quadrants mastery in male and female students. Research in Curriculum Planning, 14(2), 26. [In Persian].
[32] Hakimzadeh, R., Moghadamzadeh, A., & Amiri, M. (1396/2017). Prediction of students' mathematical performance based on mathematical self-efficacy and mathematical study skills: The moderating role of gender. Educational Measurement and Evaluation Studies, 7(19), 93-113. [In Persian].
[33] Shari L.StockeroRachel L.Rupnow & Anna E.Pascoe. (2017). Learning to notice important student mathematical thinking in complex classroom interactions, Teaching and Teacher Education, Volume 63, 384-395
[34] Kök, İ. (2014). Listening Comprehension Achievement and Brain Dominance, Procedia - Social and Behavioral Sciences. Volume 122, 329-334
[35] Kassim, H. (2013). The relationship between learning styles, creative thinking performance and multimedia learning materials. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 97, 229-237
[36] Govindarajan, K. (2013). A study on self-esteem and achievement in mathematics of secondary school students. International Journal of Current Research, 5 (09), 2563-2565
[37] Timothy, LaurieSleep. Boerst, A. (2012). Preparing beginning teachers to elicit and interpret students' mathematical thinking. Teaching and Teacher Education, 28 (7), 1038-1048

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]

[38] Horizad, B. (1385/2006). On the capabilities of managers and teachers (multifaceted model of enriching the culture of education). Tehran: Lawh Zarrin Publishing. [In Persian].

[Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-28]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2208]