

چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

■ فرشته زینی‌وند نژاد*

چکیده:

آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در پشتیبانی توسعه اجتماعی و اقتصادی نقش بسزایی ایفا می‌کنند. در ضمن آموزش‌های ریاضی از مهارت‌های بی‌چیده در این آموزش‌ها محسوب می‌شوند، هر چند نتایج آزمون‌های پیشرفت تحصیلی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، کمبود توانایی ریاضی را در بین این دانش‌آموزان نشان می‌دهد. مطالعه حاضر، محتوای ریاضی ارائه‌شده در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دو برنامه درسی قبلی و جدید را بررسی می‌کند. برای این منظور، یک تحقیق با رویکرد آمیخته سلسله‌مراتبی اکتشافی با استفاده از منابع تحقیق و دیدگاه‌های کارشناسان در رشته‌های زمینه صنعت در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران و نیز کارشناسان ریاضی انجام شد. نمونه‌ها به صورت هدفمند برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند. اعضای گروه‌های تخصصی در دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ابزارهای محقق ساخته را کامل کردند و داده‌های حاصل از این ابزارها، با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی، از جمله فراوانی و میانگین، تجزیه و تحلیل شدند. علاوه بر این، کتاب‌های ریاضی فنی و حرفه‌ای در دوره قبلی شامل ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ فنی و حرفه‌ای تحلیل محتوا شدند. نتایج تحلیل محتوا مهم‌ترین مفاهیم بایسته ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را نشان می‌دهند. ارائه مفاهیم آماری و هندسی در کتاب‌های ریاضی فنی و حرفه‌ای و نیز نرم‌افزارهای ریاضی از مهم‌ترین کمبودهای کتاب‌های ریاضی در دوره قبلی مورد مطالعه بودند. همچنین، شرکت‌کنندگان اذعان داشتند، علاوه بر حساب، باید ریاضیات که شامل فرایندهای ریاضی مثل حل مسئله و استدلال است نیز برای هنرجویان آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ارائه شوند.

علاوه بر این، کتاب‌های ریاضی دوره دوم متوسطه جدید با عنوان ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم فنی و حرفه‌ای تحلیل محتوا شدند و موارد مورد نیاز برای بازنگری در خصوص کتاب‌های جدید نیز ارائه شد.

نتایج این مطالعه می‌تواند در تألیف کتاب‌های ریاضی و سایر محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره متوسطه و نیز بعد از آن، در آموزش‌های رسمی و غیررسمی، مدنظر قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: ریاضیات، آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، ریاضیات فنی و حرفه‌ای

□ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۲/۸

□ تاریخ شروع بررسی: ۹۷/۱۰/۱۱

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۹/۳

* کارشناس پژوهشی پژوهشکده برنامه‌ریزی درسی و نوآوری‌های آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی f_zeinivand@yahoo.com

مقدمه

یکی از مسائل عمده‌ای که دولت‌ها در سراسر جهان با آن روبه‌رو هستند، کمبود مهارت در حوزه‌های خاص صنعتی است (فیتزسایمونز، ۲۰۱۴). ریاضی یکی از مهارت‌های پایه‌ای برای همه شهروندان جامعه در نظر گرفته می‌شود، به طوری که در کشورهای پیشرفته، اکثریت مردم اعتقاد دارند درک ریاضی برای انجام کارها ضروری است (لاکرویکس، ۲۰۱۴؛ فورمان و استین، ۲۰۰۰). بسیاری از شاغلان و افرادی که برای اشتغال آماده می‌شوند، حداقل مهارت‌های پایه‌ای ریاضی را لازم برای عملکرد موفقیت‌آمیز در محیط کار را ندارند. این موضوع به بازمینی برنامه‌های آموزشی در مدرسه‌های ابتدایی، متوسطه و نیز برنامه‌های آمادگی افراد برای اشتغال منجر شده است (پیوسل، ۱۹۹۲؛ فیتزسایمونز، ۲۰۱۴؛ ذی‌وارت، فن لویت و گویی، ۲۰۱۷).

بر اساس مصوبات شورای عالی آموزش و پرورش (۱۳۸۵)، برنامه‌دستی باید بر ایجاد زمینه‌های پرورش نیروی ماهر موردنیاز برنامه‌های بلندمدت توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور تأکید کند و نیز زمینه لازم برای وصول آن‌ها را فراهم آورد. با توجه به هزینه‌های گزاف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای نسبت به آموزش‌های نظری، به لحاظ نیروی انسانی متخصص، فضا، تجهیزات و رشد سریع فناوری و کمبود موفقیت دانش‌آموزان در مفاهیم ریاضی، مهارت‌های ریاضی موردنیاز این آموزش‌ها باید بازنگری شوند. با توجه به کمبود روندهای مناسب برای تعیین ریاضیات موردنیاز مشاغل و در نتیجه کمبود این مهارت‌ها در افراد، یافتن راه‌حل این مسئله دشوار شده است. شاید آسان‌ترین راه برای تعیین ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای پرسیدن از افرادی باشد که در حال انجام شغل‌های مد نظر آموزش‌های فنی و حرفه‌ای هستند (اشتریسر، ۲۰۱۴). اما به لحاظ تنوع خیلی زیاد شغل‌ها این راه‌حل مناسبی نیست و نمی‌توان فهرست معینی از موضوع‌های ریاضی به منظور انجام هر شغل با عنوان خاص تولید کرد. بنابراین، غالباً مشکلات برنامه‌های فنی و حرفه‌ای یا دوره‌های تربیتی مشابه بدون راه‌حل باقی می‌مانند. در نتیجه مسائل به کارفرمایان انتقال داده می‌شوند. کارفرمایان همانند آموزشگران، برای حل مسائل مربوط به نیازمندی‌های ریاضی مستخدمان خود در تلاش‌اند و با این سؤال روبه‌رویند که محتوای ریاضی موردنیاز مشاغل کدام‌اند؟ (فیتزسایمونز، ۲۰۱۴؛ پیوسل، ۱۹۹۲؛ فیتزسایمونز و بوئیستراپ، ۲۰۱۷؛ سال‌ئو ای نوادو و په‌کونن، ۲۰۱۸).

از این رو، هدف از این تحقیق، تعیین محتوای ریاضی در آموزش‌های متوسطه فنی و حرفه‌ای است که افراد را برای مشاغل آماده می‌سازند. با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل نمرات امتحان‌های نهایی در همه رشته‌های فنی و حرفه‌ای (۱۳۸۹) مطابق با برنامه‌دستی قدیم، میانگین نمرات ریاضی دانش‌آموزان در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای بسیار پایین بود (تجزیه و تحلیل نمرات امتحانات نهایی، ۱۳۸۹). از آنجاکه انتخاب برنامه‌دستی ریاضی روی فرصت‌های یادگیری تأثیر می‌گذارد و نیز پیشرفت تحصیلی ریاضی به‌طور معناداری با کیفیت کتاب درسی رابطه دارد، همچنین، به دلیل اینکه تعامل دانش‌آموزان با متن

چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

کتاب درسی روی دانش محتوایی و نیز چشم‌انداز آن‌ها در یاددهی و یادگیری ریاضی تأثیر عمده‌ای دارد (کدی، هاجز و کالینز، ۲۰۱۵). برنامه درسی ریاضی نه تنها روی چيستی و چگونگی آنچه دانش‌آموزان درباره ریاضی می‌دانند تأثیر می‌گذارد، بلکه روی روش‌های تفکر ریاضی دانش‌آموزان نیز اثرگذار است. بنابراین، با توجه به پژوهش‌های قبلی در خصوص تأثیر برنامه درسی بر فرصت‌های یادگیری، دانش محتوایی و دیدگاه‌های ریاضی دانش‌آموزان، تکیه معلمان بر کتاب‌های درسی و تأثیر کتاب‌های درسی بر محتوا و رویکردهای تعلیم و تربیت، بررسی انتقادی کتاب‌های درسی برای اتخاذ تصمیم‌های آموزشی آگاهانه، ضروری است (اشمیدت^۱، ۲۰۱۲؛ کدی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، به لحاظ اهمیت محتوا در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، تعیین ریاضیات موردنیاز رشته‌های گوناگون فنی و حرفه‌ای از مسائلی است که برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های درسی با آن روبه‌رو هستند و سؤالاتی در این خصوص مطرح است که در برنامه درسی ریاضی، چه نوع مهارت‌های ریاضی برای هر شغل خاص نیاز است؟ هنوز مطالعه‌ای برای تعیین نیازمندی‌های ریاضی در رشته‌های فنی، مطابق با برنامه درسی ریاضی در دوره دوم متوسطه در ایران، صورت نگرفته است. بنابراین، این مطالعه در دو بخش به مطالعه دو برنامه درسی قدیم و جدید برای بررسی محتوای ریاضی کتاب‌های درسی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در ایران پرداخته است. بخش اول به مطالعه کتاب‌های قبلی (مطابق با برنامه درسی سال ۱۳۸۹ و کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ فنی و حرفه‌ای) پرداخته و در بخش دوم مطالعه، کتاب‌های جدید یعنی ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم فنی و حرفه‌ای بررسی شده است. بنابراین، سؤالات پژوهش مشخص می‌شوند.

■ سؤالات پژوهش

- ۱) محتوای ریاضی مناسب برای رشته‌های زمینه صنعت در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران در دوره متوسطه بر اساس برنامه درسی قبلی (۱۳۸۹) کدام است؟
- ۲) محتوای موجود در برنامه درسی قبلی ریاضی (۱۳۸۹) در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره متوسطه، تا چه حد با نیازهای شناسایی شده برای رشته‌های زمینه صنعت در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره متوسطه هم‌خوانی دارد؟
- ۳) محتوای جدید ریاضی، مطابق با برنامه درسی فعلی ریاضی (۱۳۹۷) در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره دوم متوسطه، تا چه حد با نیازهای شناسایی شده برای رشته‌های زمینه صنعت در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره متوسطه هم‌خوانی دارد؟
- ۴) چارچوب برنامه درسی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره دوم متوسطه در کشور ایران کدام است؟

چارچوب نظری

شمارش و اندازه‌گیری از زمان کاروان‌ها و استفاده از کشتی‌ها وجود داشته و به تدریج توسعه یافته است. با پیشرفت تجارت، نیاز به محاسبات جدید نیز افزایش یافت. چنانچه در گزارشی از «آکادمی ملی علوم» با عنوان «آمادگی برای قرن بیست و یکم» آمده است: «امروزه در محیط کار فهم علوم، ریاضی و فناوری خیلی مهم است» (کلمنت و الرتن^۱، ۱۹۹۶). بسیاری از وظایف مکانیکی و دفتری در محیط‌های کار با استفاده از رایانه انجام می‌شوند و مشاغل، مهارت‌های سطح بالایی همچون تفکر خلاق، حل مسئله، برقراری ارتباط با دیگران و همکاری مؤثر را طلب می‌کنند (فیتزسایمونز، ۲۰۰۰). بسیاری از این مهارت‌ها از آموزش باکیفیت در علوم، ریاضی و فناوری تأمین می‌شوند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت تقریباً همه افراد، با دلایل متعدد، نیاز روزافزونی به یادگیری ریاضیات دارند.

در هیچ زمانی نیاز به فهمیدن و استفاده از ریاضی در زندگی روزمره و محیط کار به اندازه امروز نبوده است (فیتزسایمونز، ۲۰۰۲). چون ایجاد جامعه‌ای باسواد از نظر ریاضی، با رشد اقتصادی و استانداردهای پیشرفته زندگی ارتباط دارد (کلمنت و الرتن، ۱۹۹۶). از طرف دیگر، بخش قابل توجهی از یادگیری‌های فرد در طول زندگی در دوران تحصیل و درون مدرسه اتفاق می‌افتد. بنابراین، یادگیری‌های مدرسه‌ای نقشی مهم و غیرقابل انکار در این زمینه دارند (شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا^۲، ۲۰۰۰). به نظر می‌آید نکته اساسی در بازسازی مهارت‌های ریاضی پایه در آموزش‌ها این است که برنامه باید متمرکز و مربوط باشد نه عمومی و انتزاعی. دوره‌های فعلی، بر انتقال ریاضی با توجه به سلسله‌مراتب ریاضی دانان تمرکز دارند تا بر استفاده عملکردی از ریاضی در محیط‌های کاری (فیتزسایمونز، ۲۰۰۰). مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد، تحقیقات در زمینه تعیین ریاضیات مورد نیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، به دو دیدگاه کلی متکی است (پیوسل، ۱۹۹۲؛ استیج و میکولکی^۳، ۱۹۸۴)، شامل: الف) تجزیه و تحلیل نیازمندی‌های شغلی یا آموزشی و ریاضیات وابسته آن برای برآوردن این نیازها؛ ب) آزمون‌سازی استاندارد و ایجاد نرم‌ها برای مجموعه مشاغل.

از دیدگاه نخست، یعنی تجزیه و تحلیل نیازمندی‌های شغلی، استادانی استفاده می‌کنند که درصددند مهارت‌های پایه‌ای مورد نیاز فرد در مورد یک شغل خاص را تعیین کنند تا اساس برنامه آموزشی را مشخص کنند. تعیین نیازمندی‌های شغلی و آماده کردن افراد برای برآوردن آن نیازها هدف است (پیوسل، ۱۹۹۲). هر چند در دیدگاه دوم، یعنی آزمون‌سازی استاندارد برای تعیین نیازمندی‌های کلی ریاضی هر شغل، از ارزیابی اشخاص، بدون تأکید بر شناسایی مهارت‌های ریاضی خاصی که فرد در آن‌ها دچار ضعف است، استفاده می‌شود. این روش معمولاً حداقل نمره را برای آزمون‌های مربوطه در نظر می‌گیرد.

دشواری‌های روش‌شناسی دیدگاه آزمون‌سازی استاندارد عبارت‌اند از نبود دسترسی به نمونه‌ای

مناسب از افراد که در شغل مربوطه موفق هستند و داشتن ترم و ابزارهایی که اطلاعات کافی برای تعیین مسیر برنامه‌بازسازی فراهم کنند. بنابراین، روش دوم برای تعیین حد ریاضی موردنیاز مشاغل رضایت‌بخش نیست.

مرور ادبیات تحقیق نشان می‌دهد، در دیدگاه نخست (تجزیه و تحلیل شغلی) سه شکل عمده برای تجزیه و تحلیل شغلی وجود دارند: تجزیه و تحلیل مشاغل خاص برای به دست آوردن مهارت‌های ریاضی موردنیاز؛ تجزیه و تحلیل مهارت‌های شغلی مبتنی بر نیازمندی‌های برنامه آموزشی؛ شناسایی مهارت‌های تلفیقی موردنیاز شغل.

پیوسل (۱۹۹۲) نشان داد، مهارت‌های ریاضی خاص برای یک شغل خاص، از شغلی به شغل دیگر متفاوت است. بنابراین، مهارت‌های ریاضی موردنیاز یک شغل نمی‌تواند به مشاغل دیگر تعمیم داده شود. تعمیم‌پذیری نیازمند انجام تجزیه و تحلیل درباره آن شغل خاص است. شناسایی مهارت‌های ریاضی موردنیاز مشاغل بر اساس تجزیه و تحلیل شغلی، بر درک متخصص از مهارت‌های شغلی مبتنی است. بنابراین، شناسایی و توافق مهارت‌های شغلی اهمیت ویژه‌ای دارد. در این دیدگاه، اگر یک فهرست به طور واضح ایجاد شود، به صورت کتبی ثبت می‌شود و اگر فهرست به طور ضمنی تهیه شود، از متخصصان درخواست می‌شود درباره مهارت‌های شغلی موردنیاز فکر کنند، به طوری که بتوان نیازمندی‌های ریاضی برای هر شغل را شناسایی کرد (پیوسل، ۱۹۹۲). از دشواری‌های روش شناسی تجزیه و تحلیل شغلی در شناسایی مهارت‌های ریاضی موردنیاز مشاغل می‌توان به جلب اتفاق نظر گروه اجرای تجزیه و تحلیل شغلی و نیز تجزیه داده‌های حاصل از آن اشاره کرد. در مطالعه حاضر، مطابق با سفارش اندرسون و پترسون^{۱۴} (۱۹۸۳) و پیوسل (۱۹۹۲) در استفاده از دیدگاه تجزیه و تحلیل شغلی از نظرات متخصصان و فن‌های توافق جمعی بهره برده شد. برای این منظور، فهرستی از مهارت‌های موردنیاز هر شغل خاص، با توجه به برنامه درسی رشته فنی و حرفه‌ای مذکور (برنامه سال ۱۳۸۹) و کتاب‌های درسی ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ تهیه شد. فهرست‌های حاصل از تهیه ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای توسعه برنامه درسی ریاضی و نیز برای مقایسه مهارت‌های ریاضی افراد با آن نیازها در شغل موردنظر به کار رود. همچنین، می‌تواند برای شناسایی نیازهای مربوط به ارتقای مهارت‌های خاصی مدنظر قرار گیرد.

■ سابقه پژوهش

مطالعات گوناگون بر آن شده‌اند ریاضیات موردنیاز محیط کار را شناسایی کنند؛ هر چند به واسطه تنوع رشته‌ها و محیط انجام آن‌ها، جزئیات مفاهیم ریاضی موردنیاز برای لحاظ شدن در برنامه درسی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای تعیین نشده است (جدول ۱).

جدول ۱. تحقیق‌های انجام‌شده در خصوص محتوای ریاضی موردنیاز در آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای

محقق	هدف تحقیق	یافته‌های تحقیق
پیوسل (۱۹۹۲)	■ نیازمندی‌های خاص ریاضی با توجه به محیط کاربردی هر شغل	■ فهرست مهارت‌های لازم ریاضی رشته برق
چوالرد ^{۱۵} (۱۹۸۹)	■ تفاوت عمده بین ریاضیات آشکار و ریاضیات ضمنی	■ تأکید بر حساب
فویستر ^{۱۶} (۱۹۹۰)	■ رابطه ریاضی و مسیرهای شغلی	■ تفاوت عمده محتوای درس‌های ریاضی موردنیاز در مراحل گوناگون مسیرهای شغلی
فهرمیر ^{۱۷} (۱۹۹۶)	■ تفاوت راهبردها و ساختارهای شناختی بین ریاضیات مدرسه‌ای و ریاضیات خارج از مدرسه	■ استفاده از ریاضیات در محیط کاری غیررسمی روزانه
وج ^{۱۸} (۲۰۱۲)	■ ریاضی بزرگ‌سالان، در کار و مدرسه	■ تجزیه و تحلیل و فهم شایستگی‌های ریاضی محیط کار
بجورکلوند و گوستافسون ^{۱۹} (۲۰۱۳)	■ ریاضی بزرگ‌سالان، از کار تا مدرسه	■ پیشنهاد چارچوبی برای تجزیه و تحلیل شایستگی‌های ریاضی محیط کار
هان کاک ^{۲۰} (۲۰۰۳) روت و بون ^{۲۱} (۲۰۰۳) تریانتافیلو و پوتاری ^{۲۲} (۲۰۱۰)	■ ریاضیات موردنیاز تکنسین‌ها	■ تغییر از مطالعه نیازمندی‌های محیط کار به نیازهای واقعی فرد در کار و فعالیت‌های ریاضی
هویلز، ناس و پوزی (۲۰۰۱) کئوگ و مویره و اودونوگو ^{۲۳} (۲۰۱۳)	■ پیچیدگی‌های فعالیت‌های ریاضی در محیط کار	■ دیدگاه‌های اجتماعی- فرهنگی
لیندبرگ و گروهلوم ^{۲۴} (۲۰۱۳)	■ ریاضیات در آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای	■ برنامه درسی جدید در آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای سوئد در سال ۲۰۱۱
سال‌ثو ای نوادو و په کونن (۲۰۱۸)	■ نوع ریاضی موردنیاز برای کابینت‌سازان و چگونگی حل مسئله	■ ریاضیات معروف روزانه، کار، و حل مسئله و خلاقیت

ریاضیات آشکار و نهان در تحقیقات انجام‌شده نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند و استفاده پیچیده از مفاهیم ریاضی در محیط کار به محاسبات ساده، اندازه‌گیری و حساب محدود می‌شود. برای این منظور حساب اعداد پرکاربردترین مفهوم ریاضی در دنیای کار بوده است. علاوه بر این، همان‌طور که جدول ۱

نشان می‌دهد، ریاضیات اجتماعی، یعنی ریاضیاتی که بین فرد و کار ارتباط برقرار می‌کند، نیز مورد توجه محققان قرار گرفته است (وج، ۲۰۱۰).

در کشور ایران نیز همچون دیگر کشورها، وزارت آموزش و پرورش متصدی برنامه‌ریزی و اجرای آموزش‌های فنی و حرفه‌ای است. بررسی و تصویب نهایی برنامه‌های درسی و تربیتی کلیه مؤسسات آموزشی وزارت آموزش و پرورش و تأیید مطالب کتاب‌های درسی با برنامه‌های مصوب، به استناد بندهای ۳ و ۵ از ماده ۶ قانون تشکیل شورای عالی آموزش و پرورش (۱۳۸۵)، مصوب مجلس شورای اسلامی، از وظایف شورای عالی آموزش و پرورش است. لازم به ذکر است، دوره متوسطه شامل دو بخش مجزای دوره متوسطه فنی و حرفه‌ای و دوره متوسطه نظری است. هرچند در حال حاضر دوره متوسطه به دو دوره اول و دوم تغییر یافته است که خواننده برای اطلاع از وضعیت کنونی باید به مصوبات سال‌های اخیر شورای عالی آموزش و پرورش مراجعه کند. با توجه به زمان انجام بخش اول این تحقیق، در سال ۱۳۸۹، دوره متوسطه آموزش‌های فنی و کاردانش مطابق با آیین‌نامه آموزشی دوره سه‌ساله متوسطه (۱۳۷۹) به این صورت است:

بر اساس ماده ۲-۳ از آیین‌نامه آموزشی (۱۳۷۹) شاخه متوسطه فنی و حرفه‌ای شامل سه زمینه صنعت، کشاورزی، و خدمات که هر زمینه چند رشته دارد. ۵۸ واحد از درس‌های این شاخه در همه رشته‌ها به صورت مشترک ارائه می‌شوند. درس‌های اختصاصی برای هر رشته حدود ۳۹ واحد است. واحدهای آموزشی مربوط به این شاخه «هنرستان» و دانش‌آموزان شاخه متوسطه فنی و حرفه‌ای هنوز ناامیده می‌شوند. زمینه صنعت شامل رشته‌های نقشه‌کشی عمومی، ساخت و تولید، صنایع فلزی، مکانیک خودرو، تأسیسات، صنایع چوب و کاغذ، چاپ، الکترونیک، الکتروتنیک، متالوژی، صنایع شیمیایی، صنایع نساجی، سرامیک، معدن، سیمان، ساختمان، نقشه‌برداری، ناوبری، مکانیک موتورهای دریایی، الکترونیک و مخابرات دریایی است. زمینه خدمات شامل رشته‌های گرافیک، طراحی و دوخت، نقشه‌کشی معماری، صنایع دستی، نقاشی، نمایش، سینما، موسیقی، چاپ دستی، حسابداری بازرگانی، کودکیاری، کامپیوتر، تربیت بدنی، مدیریت خانواده و مرمت آثار فرهنگی است. زمینه کشاورزی شامل رشته‌های امور دامی، امور زراعی و باغی، ماشین‌های کشاورزی و صنایع غذایی است.

محتوای برنامه درسی ریاضی در کشور ایران شامل پنج دسته، از جمله: مفاهیم مربوط به اعداد، ویژگی‌ها و عملیات، اندازه‌گیری، هندسه، تجزیه و تحلیل داده‌ها و احتمال، و در نهایت جبر و توابع است (معافی، ۱۳۹۲؛ NCTM، ۲۰۰۰). اگرچه ریاضیات فنی و حرفه‌ای در تعریف به معنی آموزش ریاضی در دنیای فراتر از مؤسسات آموزش رسمی است (فیتزسایمونز، ۲۰۱۴)، در مطالعه حاضر، ریاضیات فنی و حرفه‌ای به ریاضیات ارائه‌شده در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای دوره دوم متوسطه اطلاق شده است. مفاهیم ریاضی در برنامه درسی قدیم (۱۳۸۹) در سال اول متوسطه به عنوان ریاضیات ۱، در سال دوم به عنوان ریاضیات ۲ و در سال سوم به عنوان ریاضی ۳ (ریاضی خاص فنی و حرفه‌ای) ارائه می‌شدند که در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. محتوای ریاضی بر اساس برنامه درسی قدیم ریاضیات ۱، ۲ و ریاضی ۳ دوره متوسطه شاخه فنی و حرفه‌ای

ردیف	ریاضیات ۱	ریاضیات ۲	ریاضی ۳
۱	■ اعداد و نماها	■ الگو و دنباله	■ محور اعداد
۲	■ مجموعه‌ها	■ تابع	■ بازه
۳	■ توان رسانی و ریشه گیری	■ توابع خاص	■ تعریف تابع و چند تابع ویژه، دامنه تابع‌های حقیقی
۴	■ چندجمله‌ای‌ها و اتحادها	■ نامعادله و تعیین علامت	■ عملیات روی تابع‌ها- ترکیب دو تابع
۵	■ معادلات درجه اول و معادله خط	■ توابع نمایی و لگاریتمی	■ حد و پیوستگی
۶	■ نسبت‌های مثلثاتی	■ مثلثات	■ مشتق
۷	■ عبارت‌های گویا	■ ماتریس	■ کاربرد مشتق، نقاط ماکزیمم و مینیمم، خط مماس و خط قائم
۸	■ معادلات درجه دوم و حل آن‌ها	■ ترکیبات	■ کاربردهای مشتق (۳) در بهینه‌سازی و تقریب

همچنین، محتوای ریاضی در برنامه جدید (۱۳۹۷) در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای به‌عنوان ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم در جدول ۳ آمده است. لازم به ذکر است، کتاب‌های ریاضی جدید با رویکرد پودمانی (در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای) تألیف شده‌اند. بر این اساس، کتاب ریاضی (۱) دهم دارای پنج پودمان است با عنوان‌های: نسبت و تناسب، درصد و کاربردهای آن، معادله‌های درجه دوم، توان‌رسانی به توان عددهای گویا و نسبت‌های مثلثاتی. برای هر یک از این موارد نیز استانداردهای عملکرد (کیفیت) وجود دارد که شاخص تحقق این استاندارد به‌صورت سه مقیاس بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار و پایین‌تر از حد انتظار تهیه شده است (دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، ۱۳۹۷).^{۲۵} درس ریاضی (۲) یازدهم نیز پنج پودمان دارد با عنوان‌های: تابع، تابع‌های خطی و درجه دوم، و کاربرد آن‌ها در حل معادله و نامعادله‌ها، زاویه‌های دلخواه و نسبت‌های مثلثاتی آن‌ها، لگاریتم و خواص آن و آمار توصیفی. همانند ریاضی (۱) دهم، استاندارد عملکرد (کیفیت) و نیز شاخص‌های تحقق سه مقیاسی نیز طراحی شده است. ریاضی (۳) دوازدهم نیز شامل پنج پودمان است با عنوان‌های: کاربرد برخی تابع‌ها در زندگی روزمره، درک مفهوم حد، مقایسه حدهای یکطرفه و دوطرفه و پیوستگی تابع‌ها، درک مفهوم مشتق و محاسبات مشتق و کاربردها. استانداردهای عملکرد (کیفیت) سه مقیاس شامل بالاتر از حد انتظار، در حد انتظار و پایین‌تر از حد انتظار نیز برای نتایج مورد انتظار در نظر گرفته شده است.

جدول ۳. محتوای ریاضی بر اساس برنامه‌دستی جدید (۱۳۹۷) ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم

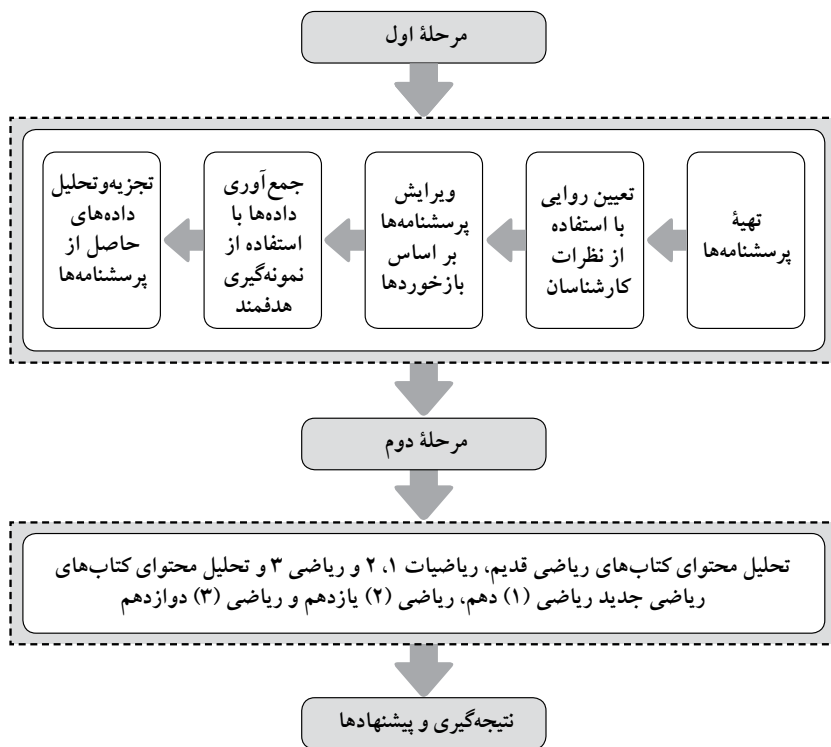
دوره دوم متوسطه آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

ردیف	ریاضی (۱) دهم جدید فنی و حرفه‌ای	ریاضی (۲) یازدهم جدید فنی و حرفه‌ای	ریاضی (۳) دوازدهم جدید فنی و حرفه‌ای
۱	<ul style="list-style-type: none"> نسبت‌های مستقیم نسبت‌های معکوس واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی: طول واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی: جرم 	<ul style="list-style-type: none"> تابع: رابطه بین کمیت‌ها مفهوم تابع بازه‌ها نمادگذاری تابع‌ها نمایش‌های تابع: جدول و نمودار 	<ul style="list-style-type: none"> کاربرد برخی تابع‌ها در زندگی روزمره تابع‌های چندضابطه‌ای، تابع‌های مثلثاتی تابع‌نمایی
۲	<ul style="list-style-type: none"> محاسبه ذهنی درصد درصد‌های بیشتر از ۱۰۰ و کمتر از ۱ 	<ul style="list-style-type: none"> تابع‌های خطی و درجه دوم و کاربرد آن‌ها در حل معادله‌ها و نامعادله‌ها تابع‌های خطی تابع‌های درجه دوم کاربرد تابع‌ها در حل معادله‌ها کاربرد تابع‌ها در حل نامعادله‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> درک مفهوم حد حد تابع‌ها محاسبه حد تابع‌ها
۳	<ul style="list-style-type: none"> معادله‌های درجه دوم مفهوم معادله‌های درجه دوم رابطه‌های غیرخطی روش‌های حل معادله‌های درجه دوم 	<ul style="list-style-type: none"> زاویه‌های دلخواه و نسبت‌های مثلثاتی زاویه چرخش واحد اندازه‌گیری زاویه: رادیان نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های دلخواه شیب خط و تانژانت زاویه‌ها 	<ul style="list-style-type: none"> مقایسه حد‌های یکطرفه و دوطرفه و پیوستگی تابع‌ها حد‌های یکطرفه و دوطرفه پیوستگی تابع‌ها
۴	<ul style="list-style-type: none"> توان رسانی به توان عددهای گویا مفهوم توان رسانی به توان عددهای گویا ریشه‌گیری عددهای حقیقی 	<ul style="list-style-type: none"> لگاریتم و خواص آن لگاریتم خواص لگاریتم 	<ul style="list-style-type: none"> درک مفهوم مشتق مشتق تابع‌ها مشتق و سرعت متحرک‌ها تعبیر هندسی مشتق
۵	<ul style="list-style-type: none"> تشابه تانژانت یک زاویه سینوس یک زاویه کسینوس یک زاویه 	<ul style="list-style-type: none"> آمار توصیفی خط بهترین برازش درون‌یابی و برون‌یابی میانه نمودار جعبه‌ای 	<ul style="list-style-type: none"> محاسبات مشتق و کاربردها محاسبه مشتق تابع‌ها تابع‌های صعودی و نزولی و مشتق آن‌ها

در قسمت روش‌شناسی تحقیق، بررسی محتوای برنامه‌درسی قدیم (۱۳۸۹) و برنامه‌درسی جدید (۱۳۹۷) ارائه می‌شود.

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش یک مطالعه با رویکرد آمیخته سلسله‌مراتبی^{۲۶} است که از دو قسمت کمی و کیفی به صورت متوالی تشکیل شده است (کرسول^{۲۷}، ۲۰۰۸). ابتدا در مرحله اول، با استفاده از منابع پژوهشی قبلی، بر اساس تجزیه و تحلیل شغلی، ابزاری برای جمع‌آوری اطلاعات در خصوص تعیین چارچوب آموزش‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای دوره دوم متوسطه در ایران تهیه شد. در مرحله دوم، مطالعه تحلیل محتوای کتاب‌های ریاضی سال‌های اول، دوم و سوم آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در دوره دوم متوسطه، در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷ انجام شد. در مرحله اول، برای رسیدن به فهرستی از مهارت‌های ریاضی موردنیاز هر شغل، از فن توافق جمعی استفاده شد (پیوسل، ۱۹۹۲؛ بیکر^{۲۸}، ۱۹۸۰). برای این منظور، فهرست سنجش نیازمندی‌های ریاضی شغلی [OMRA]^{۲۹}



چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

به‌عنوان منبع اولیه مهارت‌های ریاضی موردنیاز مشاغل انتخاب شد (پیوسل، ۱۹۹۲). فهرست مذکور شامل دو بخش است. بخش اول دستورالعملی است برای کسانی که ارزشیابی مهارت‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را انجام می‌دهند و بخش دوم شامل فهرست OMRA است که متخصص، هم در ریاضی و هم در حوزه‌های شغلی، برای تعیین ریاضیات موردنیاز هر شغل خاص به کار می‌برد (زینی و نندژاد، زالحا و یوداریا، ۲۰۱۲؛ کلری^۳، ۲۰۰۳). بعد از بررسی متخصص ریاضی، این فهرست در اختیار گروه‌های گوناگون دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای قرار گرفت. نظرات کارشناسان دفتر مذکور بحث و بررسی شد و بعد از تأیید کارشناس هیئت علمی دفتر فنی و حرفه‌ای، موارد اصلاحی به پرسش‌نامه‌ها اضافه و در مطالعه اصلی به کار گرفته شدند (شکل ۱). در مرحله دوم، بعد از تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ها، کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳، مطابق با برنامه درسی قدیم و کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم مطابق با برنامه درسی جدید (۱۳۹۷)، تحلیل محتوا شدند تا مشخص شود کدام یک از محتوای ریاضی باید در برنامه درسی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای گنجانده شود.

● جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

کارشناسان و متخصصان حوزه برنامه‌ریزی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای جامعه آماری، این تحقیق بودند. به این منظور، به شیوه نمونه‌گیری هدفمند از کارشناسان برنامه‌ریزی و تألیف فنی و حرفه‌ای که در قالب گروه‌های تخصصی فعالیت می‌کنند، برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد (پتن^۳، ۲۰۰۵). هنرآموزان صرفاً شاغل در هنرستان‌ها نمونه مناسبی نبودند. برای اینکه از ابتدا تا انتها در جریان برنامه‌ریزی قرار نداشتند و در ضمن، برخی از آن‌ها بر تدریس دروس عملی تأکید دارند. استادان دانشگاه نیز صرفاً جامعه موردنظر برای جمع‌آوری داده در این تحقیق نبودند، زیرا هدف از این تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات در خصوص مفاهیم ریاضی برای کارهای عملی و حرفه‌ای در دوره دبیرستان است، نه اینکه این مفاهیم برای طراحی دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد باشند. هرچند استادان دانشگاه می‌توانستند روی صحت مطالب نظر دهند. لذا در این مطالعه از نمونه منطبق بر جامعه استفاده شده است. ۱۰ گروه شش نفره (۶۰ نفر) از گروه‌های تخصصی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در این مطالعه شرکت کردند. در دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای هر گروه متشکل از حداقل شش نفر بود که شامل حداقل یک هنرآموز خبره، نماینده بخش صنعت در بازار کار، یک عضو هیئت علمی دانشگاه با مدرک دکترای، کارشناس برنامه‌ریزی درسی، نماینده بخش اجرایی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، و کارشناس دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش بودند.

ابزارهای اندازه‌گیری

ابتدا بر اساس ادبیات تحقیق و نیز نظرات کارشناسان محتوای ریاضی مشخص شد (جدول ۴). محتوای ریاضی ارائه‌شده در مطالعه پیوسل (۱۹۹۲) مبنای طراحی پرسش‌نامه‌های هر گروه قرار گرفت و با توجه به تجزیه و تحلیل شغلی و نظرات کارشناسان دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای، پرسش‌نامه‌ها طراحی شدند و پس از ارسال دوباره برای کارشناسان و کمیسیون‌های تخصصی دفتر فنی‌وحرفه‌ای، چندین بخش از جمله استفاده از ابزارها و ترسیم و تفسیر نمودارها به آن‌ها اضافه شد (شکل ۲) و در اختیار کارشناسان رشته‌های تخصصی صنایع چوب، صنایع شیمیایی، نقشه‌کشی عمومی، تأسیسات، سرامیک، نقشه‌برداری، ساختمان، الکترونیک، الکتروتکنیک و ساخت و تولید قرار گرفت. پرسش‌نامه حاوی دو ستون افقی و عمودی است که در ستون افقی محتوای ریاضی به چند دسته، از جمله قسمت مفاهیم مربوط به اعداد، جبر، هندسه، حساب دیفرانسیل، استفاده از ابزار و ترسیم و تفسیر نمودار تقسیم‌شده است (زینی و نندنژاد، زال‌حاح و یوداریا، ۲۰۱۱).

جدول ۴. محتوای ریاضی ارائه‌شده در پرسش‌نامه‌های تعیین ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای

هندسه	جبر		اعداد
	جبر ۲	جبر ۱	
۱. استقرا، استنتاج و منطق	۱. توابع خطی و درجه دوم	۱. معادلات خطی	۱. کسرها
۲. زوایا/ خطوط متعامد	۲. توابع مثلثاتی	۲. نامعادلات خطی	۲. اعداد اعشاری
۳. خطوط موازی/ صفحه‌ها	۳. روابط مثلثاتی	۳. فرمول‌ها	۳. تخمین
۴. مثلث‌های متشابه	۴. اعداد مختلط	۴. چندجمله‌ای‌ها (عملیات روی آن‌ها)	۴. محاسبات سریع
۵. چندضلعی‌های متشابه	۵. معادلات درجه دوم	۵. فاکتورگیری	۵. گرد کردن
۶. دایره‌ها	۶. دستگانه مختصات سه‌بعدی	۶. عبارات منطقی	۶. میانگین
۷. مکان هندسی	۷. توان‌ها / لگاریتم	۷. رسم نمودارها در دستگانه مختصات	۷. محاسبات عددی دیگر
۸. فاصله در فضا	۸. معادلات چندجمله‌ای	۸. دستگانه مختصات	۸. نسبت و تناسب
۹. تبدیلات (قرینه، دوران)	۹. دنباله‌ها/ سری‌ها	۹. ساده کردن رادیکال‌ها	۹. درصد
۱۰. مساحت محیط	۱۰. جایگشت و ترکیب	۱۰. معادلات درجه دوم	۱۰. آمار
۱۱. حجم	۱۱. بردارها		۱۱. نمودار آماری
۱۲. فیثاغورث	۱۲. ماتریس‌ها و دترمینان‌ها		۱۲. اندازه‌گیری انگلیسی
			۱۳. اندازه‌گیری متریک
			۱۴. اندازه‌گیری زاویه
			۱۵. ریشه دوم
			۱۶. توان
			۱۷. نماد علمی
			۱۸. احتمال
			۱۹. اعداد منفی
			۲۰. تئوری مجموعه‌ها

چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

جدول ۴. (ادامه) محتوای ریاضی ارائه‌شده در پرسش‌نامه‌های تعیین ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

حساب دیفرانسیل	استفاده از ابزارها	ترسیم و تفسیر نمودارها
۱. حد و پیوستگی ۲. مشتق ۳. کاربرد مشتق (خط مماس بر تابع، خط عمود، تقریب توابع) ۴. دیفرانسیل ۵. کاربرد دیفرانسیل - معادلات دیفرانسیل	۱. استفاده از ماشین حساب ۲. عملگرهای رایانه‌ای ۳. برنامه‌نویسی رایانه‌ای	۱. رسم انواع نمودارهای خطی و میله‌ای ۲. استفاده از نرم‌افزارهای ترسیم نمودار

در ستون عمودی پرسش‌نامه‌ها، محتوای تمامی کتاب‌های تخصصی منظور شده است. کارشناسان برنامه‌ریزی رشته‌مربوطه با توجه به محتوای تخصصی و محتوای ریاضی پیشنهادشده در پرسش‌نامه‌ها، نیاز ریاضی مربوطه را در سلول مربوطه در پرسش‌نامه‌ها انتخاب کرده بودند. در طراحی پرسش‌نامه‌ها، از قابلیت‌های نرم‌افزار اکسل استفاده شده است. نتایج حاصل از این پرسش‌نامه‌ها برای تحلیل کتاب‌های درسی ریاضی مورد استفاده قرار گرفت تا مشخص شود محتوای این کتاب‌ها تا چه میزان با نیازمندی‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای تناسب دارد.

ردیف	رئیس محتوای کتاب درسی	بهرکت عمومی	هندسه	چهر ۱	چهر ۲	حساب دیفرانسیل و انتگرال	استفاده از ابزارها	ترسیم و تفسیر نمودار
۱	الکترونیک	ماده علمی	استقرار استنتاج و استنتاج				استفاده از ماشین حساب	
۲	آشنایی با روش‌های نوین الکترونیک							
۳	الکترونیک جاری	آون	استقرار استنتاج و استنتاج					
۴	آثار جریان الکترونیکی							
۵	مقاومس و الکترومغناطیس	ماده علمی	استقرار استنتاج و استنتاج					
۶	مدار الکترونیکی و اجزای آن		استقرار استنتاج و استنتاج					
۷	مدل‌های و مقاومت الکترونیکی	نمودار آماری	مفاهیم	چند جمله‌ای و عملیات			ترسیم انواع نمودارهای خطی و میله‌ای	
۸	قانون اهم	نسبت و تناسب	استقرار استنتاج و استنتاج	چند جمله‌ای و عملیات				
۹	کار و توان الکترونیکی	آون	استقرار استنتاج و استنتاج	تکرار گوی چند جمله‌ای				
۱۰	اتصال سری مقاومت‌های اهمی	ماده علمی	استقرار استنتاج و استنتاج	میزان نظر				
۱۱	اتصال موازی مقاومت‌ها به طور موازی	آون	استقرار استنتاج و استنتاج	چند جمله‌ای و عملیات				
۱۲	اتصال پل‌ها	نسبت و تناسب						
۱۳	جریان متناوب	اندازه گیری زاویه	معمول	رسم نمودار	نوع مثلثاتی			
۱۴	پوین (سلف)	اندازه گیری زاویه	زوايا محاطه	رسم نمودار				
۱۵	خازن در جریان مستقیم	ماده علمی	استقرار استنتاج و استنتاج	رسم نمودار				
۱۶	خازن در جریان متناوب	ماده علمی	استقرار استنتاج و استنتاج	رسم نمودار				

شکل ۲. بخشی از پرسش‌نامه رشته الکترو تکنیک برای شناسایی محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

برای تعیین روایی محتوایی، قبل از جمع‌آوری داده‌ها، پرسش‌نامه‌های طراحی شده (شکل ۲) در اختیار کارشناسان رشته‌های مختلف فنی و حرفه‌ای قرار گرفت. کارشناسان اذعان داشتند، علاوه بر مفاهیم ریاضی،

استفاده از ابزارها نظیر ماشین حساب‌ها و نیز نرم‌افزارهای رایانه‌ای، از مهارت‌های موردنیاز هنر جویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای هستند. علاوه بر این، توانایی خواندن و تفسیر نمودار از دیگر شایستگی‌های موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای است. لذا این موارد نیز به پرسش‌نامه‌های مذکور اضافه شدند. یکی از چالش‌های روش تجزیه و تحلیل شغلی برای تعیین ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، مسئله پایایی نتایج است. روش‌های متعددی برای تعیین درصد توافق بین دو ارزیاب به کار می‌روند از جمله ضریب توافق کاپا کوهن (K)، ضریب همبستگی و ضریب اینتراکلاس^{۳۳} که بنا بر نظر جانسون، جونز، باتلر و مین^{۳۴} (۱۹۸۱) ضریب توافق کاپا کوهن بهترین روش در تجزیه و تحلیل شغلی محسوب می‌شود. از این رو، درصد توافق برای تعیین پایایی^{۳۴} استفاده شد. به این منظور، پرسش‌نامه‌های تکمیل شده برای متخصص موضوعی ارسال شد و ضریب توافق بین متخصص موضوعی و گروه دفتر برنامه‌ریزی و تألیف در هر رشته محاسبه شد. عدد ۰/۶۵ برای هر رشته توافق قابل قبولی است (لندیس و کوچ، ۳۵، ۱۹۷۷).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در تجزیه و تحلیل داده‌ها از قابلیت‌های نرم‌افزار اکسل در خصوص استفاده از آمار توصیفی نظیر فراوانی نسبی و میانگین استفاده شد. برای پاسخ به سؤال‌های دوم و سوم پژوهش، محتوای کتاب‌های ریاضی منطبق با برنامه درسی قدیم، شامل ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳، و کتاب‌های ریاضی منطبق با برنامه درسی جدید، شامل ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم مورد تحلیل قرار گرفت و لزوم پرداخته شدن یا نشدن موضوع در کتاب‌های ریاضی بررسی شد.

یافته‌ها

● محتوای ریاضی متناسب با رشته‌های زمینه صنعت در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران در دوره متوسطه بر اساس برنامه درسی قبلی (۱۳۸۹)

برای پاسخ به سؤال‌های اول و دوم پژوهش، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها و تحلیل محتوای کتاب‌های ریاضی مطابق با برنامه درسی قدیم (۱۳۸۹) مدنظر قرار گرفت. برای مثال، نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها و نیز تحلیل محتوای کتاب‌های ریاضیات ۱، ۲ و ۳ برای رشته ساختمان در جدول ۵ آورده شده است. در ضمن، خلاصه نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌های گروه‌ها در دفتر برنامه‌ریزی و تألیف فنی و حرفه‌ای در شکل ۳ آورده شده است. بر این اساس، مفهوم اعداد در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ضروری شمرده شده است که قابل مشاهده‌ترین محتوای ریاضی در حرفه‌ها هستند. همچنین، مفاهیم هندسی از دیگر محتوای ریاضی موردنیاز تشخیص داده شده‌اند؛ هر چند میزان آن‌ها از یک رشته به رشته دیگر متفاوت است. رشته سرامیک به کمترین میزان محتوای ریاضی اشاره کرده بود که به حساب اعداد، هندسه، مفاهیم جبر ۱ و نیز استفاده از ابزار محدود بودند. تمامی کارشناسان رشته‌های مورد مطالعه استفاده از ابزار را ضروری دانسته بودند.

جدول ۵. یافته‌های تحقیق در خصوص چارچوب ریاضی برای رشته ساختمان

رشته ساختمان					
تغییر یا توجه به نیازهای رشته	برنامه درسی فعلی ریاضی ۱، ۲ و ۳	یافته‌های تحقیق			مفهوم ریاضی
		درصد	فراوانی	محتوای ریاضی	
موردنیاز است	پرداخته نشده است- اعداد اعشاری، توان منفی، تقسیم و معادله درجه اول و معادله خط، نسبت‌های مثلثاتی و عبارتهای گویا پرداخته شده است	۲/۵۲	۳	نسبت و تناسب	اعداد
	پرداخته شده است	۵۰/۴۲	۶۰	محاسبات عددی	
	پرداخته نشده است	۱۵/۹۷	۱۹	تخمین	
	پرداخته نشده است	۰/۸۴	۷	نمادهای قدیمی (یونانی)	
موردنیاز است	از نگاه جبری پرداخته شده	۲/۵۲	۳	خطوط موازی و صفحه‌ها	هندسه
	از نگاه جبری پرداخته شده است	۲۸/۵۷	۳۴	زوایا و خطوط متعامد	
موردنیاز است	پرداخته نشده است. هندسه ۱ برای دانش‌آموزان فنی ارائه نمی‌شود	۱۸/۴۹	۲۲	محیط و مساحت	
	پرداخته نشده است. هندسه ۱ برای دانش‌آموزان فنی ارائه نمی‌شود	۲۷/۷۳	۳۳	حجم	
موردنیاز است	پرداخته شده است	۰/۸۴	۱	قضیه فیثاغورث	
موردنیاز است	پرداخته نشده است	۷/۵۶	۹	مکان هندسی	
موردنیاز است	پرداخته نشده است	۰/۸۴	۱	تبدیلات	
موردنیاز است	پرداخته شده است	۴۱/۱۸	۴۹	معادلات خطی و نامعادلات	جبر
	پرداخته شده است	۲/۵۳	۳	دستگاه مختصات	
	پرداخته شده است	۲/۵۳	۲	رسم نمودار در دستگاه مختصات	

جدول ۵. (ادامه) یافته‌های تحقیق در خصوص چارچوب ریاضی برای رشته ساختمان

رشته ساختمان						
تغییر با توجه به نیازهای رشته	برنامه درسی فعلی ریاضی ۱، ۲ و ۳	یافته‌های تحقیق			مفهوم ریاضی	
		درصد	فراوانی	محتوای ریاضی		
موردنیاز است	پرداخته شده (ریاضیات ۱)، اما نه به صورتی که مدنظر کارشناسان رشته ساختمان است	۱۰/۹۲	۱۳	توابع خطی درجه دوم	عدد ۲	
		۲۳/۵۳	۲۸	روابط مثلثاتی		
		۰/۸۴	۱	توابع مثلثاتی		
		۶/۷۲	۸	بردارها		
موردنیاز است	پرداخته شده است	۰	۰	حد و پیوستگی، مشتق، کاربرد مشتق، دیفرانسیل، معادلات دیفرانسیل	حساب دیفرانسیل	
		۳۷/۸۲	۴۵	استفاده از ماشین حساب		استفاده از ابزارها
		۰	۰	عملگرهای رایانه‌ای		
۰	۰	برنامه‌نویسی رایانه‌ای				
موردنیاز است	پرداخته نشده- کتاب آمار برای دانش‌آموزان فنی‌وحرفه‌ای ارائه نمی‌شود	۸/۴۰	۱۰	ترسیم انواع نمودار خطی و میله‌ای	ترسیم و تفسیر نمودارها	
		۰/۸۴	۱	استفاده از نرم‌افزارهای ترسیم نمودار		

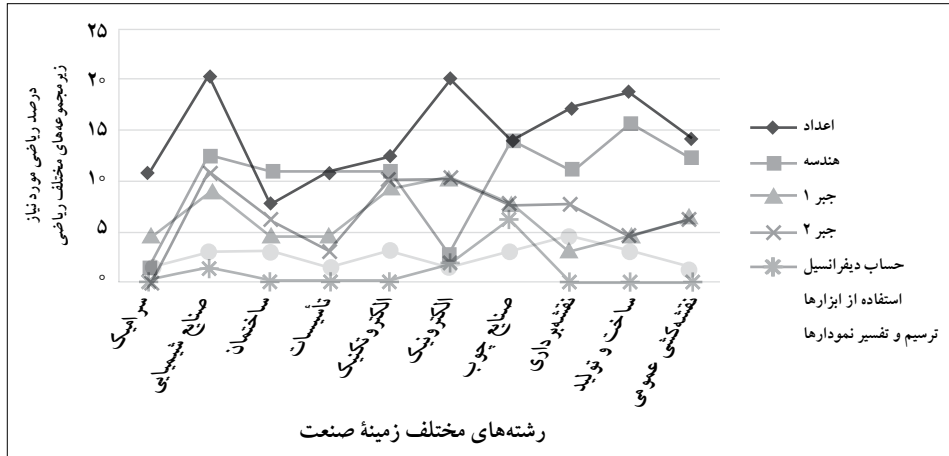
چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

جدول ۶ مفاهیم ریاضی انتخاب شده در زیرمجموعه‌های ریاضیات عمومی، هندسه، جبر ۱، جبر ۲، حساب دیفرانسیل، استفاده از ابزار و ترسیم و تفسیر نمودار را برای رشته ساختمان نشان می‌دهد. برای مثال، تعداد مفاهیم ریاضی در قسمت ریاضیات عمومی ۲۲ مورد بوده است که تعداد پنج مفهوم برای این رشته ضروری شمرده شده است و ۲۲،۷۳ درصد از مفاهیم مربوط به ریاضیات عمومی را شامل می‌شود. از آنجاکه تعداد کل مفاهیم ریاضی ۶۴ مورد بوده است، لذا ۷،۸۱ درصد از کل مهارت‌های ریاضی ضروری ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را مفاهیم مربوط به ریاضیات عمومی به خود اختصاص داده‌اند. درصد مفاهیم ریاضی برای مفاهیم هندسه، جبر ۱، جبر ۲، حساب دیفرانسیل، استفاده از ابزار و ترسیم و تفسیر نمودار نیز در جدول ۶ نشان داده شده است و برای تمامی رشته‌های مورد مطالعه در این تحقیق در شکل ۳ آورده شده است.

جدول ۶. مفاهیم ریاضی انتخابی متخصصان گروه ساختمان در زیرمجموعه‌های مختلف ریاضی توسط

ریاضیات عمومی	هندسه	جبر ۱	جبر ۲	حساب دیفرانسیل	استفاده از ابزار	ترسیم و تفسیر نمودار	
۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	۶۴	تعداد کل مفاهیم ریاضی
۵	۷	۳	۴	۰	۱	۲	تعداد مفاهیم انتخاب شده در هر زیرمجموعه ریاضی
۲۲	۱۱	۸	۱۲	۶	۳	۲	تعداد کل مفاهیم هر زیرمجموعه ریاضی
۲۷/۷۳٪	۶۳/۶۴٪	۳۷/۵۰٪	۳۳/۳۳٪	۰/۱۰۰٪	۳۳/۳۳٪	۱۰۰/۱۰۰٪	درصد مفاهیم انتخاب شده هر زیرمجموعه ریاضی
۷/۸۱٪	۱۰/۹۳٪	۴/۶۸٪	۶/۲۵٪	۰٪	۱/۵۷٪	۳/۱۲٪	درصد مفاهیم در هر زیرمجموعه

در راستای استفاده از ابزار، استفاده از ماشین حساب نسبت به محتوای دیگر این قسمت سهم بیشتری داشت. با وجود غیرقابل مشاهده بودن مفاهیم جبری در حرفه‌های گوناگون، مفاهیم جبر ۱ نیز برای آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ضروری شمرده شده بود؛ علی‌رغم وابسته بودن مفاهیم صنعتی به مشتق و دیفرانسیل، بسیاری از کارشناسان مورد مطالعه محتوای ریاضی مربوط به حساب دیفرانسیل را برای گنجاندن در برنامه درسی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای مورد نیاز ندانستند. ترسیم و تفسیر نمودار نیز توسط تمامی گروه‌های مورد مطالعه، به جز گروه سرمایه‌گذاری، به عنوان محتوای مورد نیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای شناخته شده بود.



شکل ۳. درصد زیرمجموعه‌های مفاهیم ریاضی مربوط به رشته‌های آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در ایران، مطابق با برنامه سال ۱۳۸۹

● بررسی کتاب‌های ریاضی دهم، ریاضی یازدهم و ریاضی دوازدهم (مطابق با برنامه جدید)، با توجه به نیازهای ریاضی شناسایی شده در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

در پاسخ به سؤال سوم این پژوهش، کتاب‌های نو نگاشت ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم فنی و حرفه‌ای مورد مطالعه قرار گرفتند. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، کتاب ریاضی (۱) دهم بیشتر بر اعداد و عملیات روی اعداد تمرکز دارد. همچنین، به حل معادله‌های درجه و نامعادله‌ها اشاره شده است. به مفاهیم مربوط به اعداد توان‌دار و عملیات روی آن‌ها و نیز اعداد گنگ و عملیات روی آن‌ها اشاره شده است. همچنین، نسبت‌های مثلثاتی نیز آورده شده است. تفاوت عمده ریاضی (۱) دهم (جدید) و ریاضیات ۱ (قبلی) در ارائه مفاهیم مربوط به تشابه است. که در درس‌های برخی از رشته‌های فنی و حرفه‌ای، مانند نقشه‌برداری و ساختمان کاربرد دارد. در کتاب ریاضی (۲) یازدهم، مفاهیم مربوط به تابع، بازه‌ها و انواع تابع خطی و کاربردهای آن‌ها آورده شده است که از لحاظ نوع محتوا مانند کتاب ریاضیات ۲ قبلی است. از انواع توابع واردی همچون توابع لگاریتمی ارائه شده‌اند که از نظر میزان محتوا از کتاب ریاضیات ۲ کمتر است. در کتاب ریاضیات ۲ فنی و حرفه‌ای مفاهیم مربوط به ماتریس‌ها و ترکیبیات ارائه می‌شود که در کتاب ریاضی (۲) یازدهم به آن‌ها اشاره نشده است. مفاهیم مربوط به کتاب ریاضی (۳) دوازدهم نیز در خصوص حد و پیوستگی هستند که گذشته از نوع ارائه محتوا، محتوای جدید تقریباً با محتوای قبلی یکسان است.

محتوای کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم از منظر نیازمندی‌های ریاضی شناسایی شده بررسی شد. همان‌طور که در جدول ۷ آورده شده است، مفاهیم مربوط به اعداد تا حدودی در کتاب‌های جدید آمده‌اند؛ هرچند مطالب مربوط به تخمین هنوز نیازمند بررسی مجدد هستند.

چارچوب محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای ایران

مفاهیم مربوط به محاسبات ذهنی به صورت ساده ارائه شده‌اند. به مفاهیم مربوط به محیط، مساحت و حجم پرداخته نشده است. به مفاهیم مربوط به خطوط و صفحه‌ها، از منظر هندسی پرداخته نشده است. باید به توابع مثلثاتی به صورت نمادین نیز تا حدی پرداخته شود. در کتاب‌های جدید علاوه بر حذف مفاهیم مربوط به ماتریس، به مفاهیم مربوط به بردارها پرداخته نشده است. در خصوص استفاده از فناوری، به استفاده از ماشین حساب در سطح بسیار ابتدایی اشاره شده است، در حالی که استفاده از ماشین حساب در درس‌های تخصصی، پیچیده‌تر از قسمت‌های ارائه شده در این کتاب است. از نرم‌افزارها نیز فقط به ارائه جئوجبرا بسنده شده است. در حالی که به نظر می‌رسد در رشته‌های فنی و حرفه‌ای باید به نرم‌افزارهای کاربردی کوچک یا متلب^{۳۶} یا میپل^{۳۷} یا ماکسیم^{۳۸} در قالب مطالب خواندنی اشاره می‌شد. برخلاف کتاب‌های قبلی، کتاب‌های جدید به مفاهیم آماری (به طور خلاصه) اشاره کرده‌اند، هرچند نگاه عمیق‌تری لازم است. اما در خصوص تفسیر نمودار و رسم نمودارها در درس آمار، تمرکز اصلی روی نمودار جعبه‌ای بوده است. به طور کلی، استفاده از ابزارها، ترسیم و تفسیر نمودارها نیازمند بازنگری و اصلاح مطالب است.

جدول ۷. تغییرات مورد نیاز در کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم بر اساس نیازمندی‌های

ریاضی شناسایی شده در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

تغییر در کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم	محتوای ریاضی	
نیاز به اصلاح دارد	نسبت و تناسب	اعداد
نیاز به اصلاح دارد	محاسبات عددی	
همچنان پرداخته نشده است. در کتاب جدید به چند محاسبه ذهنی ساده محدود است	تخمین	
پرداخته نشده است	نمادهای قدیمی (یونانی)	هندسه
از نگاه هندسی پرداخته نشده است	خطوط موازی و صفحه‌ها	
از نگاه هندسی پرداخته نشده است	زوایا و خطوط متعامد	
پرداخته نشده است	محیط و مساحت	
پرداخته نشده است	حجم	
از دید هندسی پرداخته نشده است	قضیه فیثاغورث	
پرداخته نشده است	مکان هندسی	
پرداخته نشده است	تبدیلات	

جدول ۷. (ادامه) تغییرات موردنیاز در کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم بر اساس

نیازمندی‌های ریاضی شناسایی شده در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

تغییر در کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم	محتوای ریاضی	
	معادلات خطی و نامعادلات	۱-۹
	دستگاه مختصات	
به استفاده از فناوری، مانند ماشین حساب یا نرم‌افزارهای تخصصی، به‌غیراز جئوجبرا، پرداخته نشده است	رسم نمودار در دستگاه مختصات	
	توابع خطی درجه دوم	۲-۹
به‌صورت تحلیلی پرداخته نشده است. صرفاً رسم با استفاده از نقطه‌یابی است	روابط مثلثاتی	
نیازمند بررسی بیشتر است	توابع مثلثاتی	
	بردارها	حساب دیفرانسیل
پرداخته نشده است	حد و پیوستگی، مشتق، کاربرد مشتق، دیفرانسیل، معادلات دیفرانسیل	
همانند کتاب‌های گذشته است		
	استفاده از ماشین حساب	استفاده از ابزارها
در کلاس دهم، برای محاسبه توان‌رسانی با اعداد گویا آورده شده است در کلاس یازدهم، برای محاسبه لگاریتم آورده شده است در کلاس دوازدهم، بسیار اندک، در صفحه ۲۹ پرداخته شده است	عملگرهای رایانه‌ای	
پرداخته نشده است	برنامه‌نویسی رایانه‌ای	
	ترسیم انواع نمودار خطی و میله‌ای	ترسیم و تفسیر نمودارها
پرداخته نشده است		
به‌جز نرم‌افزار جئوجبرا، به نرم‌افزارهای کاربردی رشته‌های فنی پرداخته نشده است	استفاده از نرم‌افزارهای ترسیم نمودار	

■ بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه برای تعیین نیازمندی‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای در ایران انجام شده است. به این منظور، برنامه‌ی درسی دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۷۹ بررسی شده است. ابتدا با استفاده از مطالعات قبلی در خصوص تعیین نیازمندی‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، فهرست اولیه‌ی محتوای ریاضی تعیین شد. این فهرست اولیه با استفاده از نظرات متخصصان این حوزه کامل و مواردی به آن اضافه شد. با استفاده از دیدگاه تجزیه و تحلیل شغلی، ریاضیات موردنیاز آموزش‌های فنی و حرفه‌ای بررسی شد. ابتدا در مرحله اول با استفاده از فن توافق جمعی، ریاضیات موردنیاز مشاغل ده رشته فنی و حرفه‌ای تعیین و سپس کتاب‌های ریاضی مبتنی بر دو برنامه‌ی درسی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷ بررسی شدند.

از فهرست اعداد به‌طور کلی مفاهیم نسبت و تناسب، اندازه‌گیری متریک، کسرها، اعداد اعشاری، درصد، توان، نماد علمی، احتمال، اعداد منفی، محاسبات سریع، گرد کردن، آمار، اندازه‌گیری انگلیسی، ریشه دوم، نمودار آماری، محاسبات عددی و اندازه‌گیری زاویه انتخاب شدند. این نتیجه با یافته‌های قبلی محققان نیز تطابق دارد که حساب اعداد را بخش قابل مشاهده و موردنیاز محیط کار قلمداد می‌کنند (هوگلند^{۳۹}؛ ۲۰۰۶؛ کرن و شوماکر^{۴۰}؛ ۲۰۰۶؛ کیبل^{۴۱}؛ ۲۰۱۵). لازم به یادآوری است، برخی معتقدند که ریاضیات و حساب اعداد معادل یکدیگرند (فیتزسایمونز، ۲۰۱۰؛ چمبرز و تیم لین^{۴۲}؛ ۲۰۱۳). با توجه به تحلیل محتوای کتاب ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ قبلی مشخص شد که کسرها، محاسبات سریع، گرد کردن، آمار، درصد و نمودار آماری، به‌طور مشخص، در این کتاب‌ها وجود ندارند. در کتاب جدید سعی شده است این مطالب گنجانده شود؛ هر چند محاسبات سریع به‌طور کامل ارائه نشده است و نمودارهای آماری نیز به نمودار جعبه‌ای محدود شده است. همچنین، موارد مربوط به تخمین و گرد کردن ارائه نشده‌اند. در کتاب جدید به مطالب آماری، مفاهیم و محتوای آماری نیز به‌طور کامل پرداخته نشده است و بخش بسیار خلاصه‌ای در کتاب ریاضی (۲) کلاس یازدهم آورده شده است. مطالب مذکور در کتاب آمار و مدل‌سازی قبلی بود. این کتاب برای دانش‌آموزان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شد. لازم به ذکر است، مفاهیم ارائه‌شده آماری در کتاب جدید نیز بسیار خلاصه هستند. برای چاپ‌های بعدی، بررسی این قسمت با ارائه مثال‌های کاربردی از رشته‌های فنی، پیشنهاد می‌شود.

کارشناسان رشته‌های صنایع چوب، صنایع شیمیایی، نقشه‌کشی عمومی، تأسیسات، سرامیک، نقشه‌برداری، ساختمان، الکترونیک، الکترونیک و ساخت و تولید، از فهرست هندسه مفاهیم زوایا و خطوط متعامد، خطوط و صفحه‌های موازی، محیط و مساحت،

حجم، چندضلعی‌های متشابه، فاصله در فضا، قرینه و دوران، قضیه فیثاغورث و مکان هندسی را انتخاب کردند. مفاهیم هندسی در برنامه درسی سایر کشورها نیز دیده می‌شود (لوسک، لوئن، تیتلبائوم و لیبررا^{۳۳}، ۲۰۰۰) ولی جزئیات نیازمندی‌های هندسی، با توجه به نظر کارشناسان در این تحقیق مشخص شده است. با توجه به نتایج تحلیل محتوا مطابق با برنامه قدیم (۱۳۸۹) مفاهیم زوایا، خطوط متعامد و خطوط موازی در کتاب ریاضیات ۱ از نگاه جبری پرداخته شده بود و از دید هندسی در کتاب هندسه ۱ قبلی ارائه می‌شدند. این کتاب برای هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شد. در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ قبلی به مفهوم صفحه‌ها نیز پرداخته نمی‌شد. این مفاهیم در کتاب هندسه تحلیلی دوره پیش‌دانشگاهی قبلی ارائه می‌شدند که این کتاب برای هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شد. در کتاب‌های تغییر یافته جدید نیز به مفاهیم خطوط متعامد و خطوط متعامد و صفحات متعامد از دید هندسی پرداخته نشده است. از دید جبری نیز از کمتر از کتاب‌های ریاضی قبلی پرداخته شده است. به دستگاه سه معادله سه مجهولی نیز از دید جبری نیز پرداخته نشده است. در کتاب‌های جدید نیز، اگرچه به مفاهیم هندسی مانند قضیه تالس و تشابه پرداخته شده، ولی این مقدار بسیار اندک است. به مفاهیم محیط، مساحت، حجم، مکان هندسی و چندضلعی‌های متشابه در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ قبلی پرداخته نشده بود. این مفاهیم در کتاب هندسه ۱ بررسی می‌شدند که برای هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شدند و هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای هندسه ۱ را نمی‌گذراندند. فاصله در فضا در کتاب هندسه تحلیلی دوره پیش‌دانشگاهی ارائه می‌شد که کتاب برای هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شد. به‌طور میانگین، ۵۴ درصد از کل مفاهیم مربوط به محتوای رشته‌های فنی و حرفه‌ای بررسی شده نیازمند مفاهیم هندسی هستند. در کتاب‌های جدید به مفهوم فاصله در فضا نیز پرداخته نشده است. مفاهیم مربوط به دایره‌ها و خواص آن‌ها نیز همچون کتاب‌های قبلی در کتاب‌های ریاضی جدید گنجانده نشده‌اند.

از فهرست جبر ۱، مفاهیم دستگاه مختصات، معادلات خطی و نامعادلات خطی، معادلات درجه دوم، رسم نمودار در دستگاه مختصات، ساده کردن رادیکال، چندجمله‌ای‌ها و عملیات روی آن‌ها، فاکتورگیری چندجمله‌ای‌ها، توان و لگاریتم و عبارات منطقی کارشناسان رشته‌های مذکور انتخاب شده‌اند که تمامی مطالب بیان شده به‌جز عبارات منطقی، در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ آورده شده‌اند. عبارات منطقی در کتاب جبر و احتمال قبلی ارائه می‌شدند که هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای درس مربوطه را نمی‌گذراندند. در کتاب‌های ریاضی (۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم

نیز به عبارات منطقی پرداخته نشده است. این مفاهیم در کتاب‌های آمار و احتمال ارائه می‌شوند که دانش آموزان رشته‌های فنی و حرفه‌ای این درس‌ها را نمی‌گذرانند. کارشناسان از مجموعه جبر ۲، توابع خطی، توابع درجه دوم، روابط مثلثاتی، توابع مثلثاتی، بردارها، توابع لگاریتمی، ماتریس، اعداد مختلط، معادلات دو متغیره، معادلات چند جمله‌ای، توابع نمایی، دستگاه مختصات سه بعدی را انتخاب کرده‌اند. مفاهیم مربوط به توابع خطی، توابع درجه دوم، روابط مثلثاتی، توابع لگاریتمی، معادلات چند جمله‌ای (محدود به درجه اول و دوم) و توابع نمایی در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ ارائه شده‌اند، اما مفاهیم مربوط به اعداد مختلط و دترمینان ماتریس‌های مربعی بیش از مرتبه ۲ در ۲، توابع لگاریتمی به‌طور گسترده و کامل، دستگاه مختصات سه بعدی، معادلات دو متغیره، بردارها و نیز روابط مثلثاتی به‌صورت تحلیلی و کاملاً مبسوط در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ آورده نشده بود. در کتاب‌های جدید ریاضی دهم، یازدهم و دوازدهم فعلی نیز به اعداد مختلط و دترمینان ماتریس‌ها و بردارها پرداخته نشده است.

از فهرست حساب دیفرانسیل، کارشناسان رشته‌های صنایع شیمیایی و صنایع چوب مفهوم مشتق به‌عنوان نیاز در این رشته‌ها انتخاب کرده بودند که در کتاب ریاضی ۳ (مطابق با برنامه درسی قدیم) به‌طور کامل به آن پرداخته شده است. سایر گروه‌های نقشه‌کشی عمومی، تأسیسات، سرمایه‌گذاری، نقشه‌برداری، ساختمان، الکترونیک، الکترونیک و ساخت و تولید به مفاهیم موجود در این فهرست اعلام نیاز نکرده بودند. یافته‌های این تحقیق در خصوص جزئیات مربوط به مفاهیم جبر و حساب دیفرانسیل می‌تواند برای کارشناسان برنامه‌ریزی در حوزه برنامه درسی و محققان آموزش‌های فنی و حرفه‌ای سودمند باشد، اگرچه این یافته‌ها تا حدودی یافته‌های تحقیق‌های قبلی را تأیید و نیز کامل می‌کنند (پیوسل، ۱۹۹۲؛ لوسک و همکاران، ۲۰۰۰؛ واشینگتن^۴، ۲۰۰۵). اما در کتاب ریاضی (۳) دوازدهم (جدید) به مفهوم حد و مشتق پرداخته شده است و بخش زیادی از مفاهیم کتاب ریاضی (۳) دوازدهم را مفاهیم مربوط به حد، پیوستگی و مشتق تشکیل می‌دهد.

مطابق با برنامه درسی قدیم (۱۳۸۹) از فهرست استفاده از ابزار، استفاده از ماشین حساب توسط همه گروه‌های تخصصی صنایع چوب، صنایع شیمیایی، الکترونیک و نقشه‌برداری مورد نیاز شمرده شده بود. علاوه بر این، گروه‌های تخصصی فنی و حرفه‌ای نیز عملگرهای رایانه‌ای را مورد نیاز اعلام کرده بود. در برنامه درسی قبلی (ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳) استفاده از ماشین حساب یا کاربرد آن ارائه نشده بود و بر استفاده از آن تأکید نمی‌شد. البته در کتاب آمار و مدل‌سازی این موضوع ارائه می‌شد که این کتاب برای هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه نمی‌شد. در کتاب‌های جدید، یعنی ریاضی (۱)

دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم، به استفاده از ماشین حساب پرداخته شده و این استفاده شامل محاسبه مقدار لگاریتم و توان‌رسانی به توان اعداد گویا است. هنرجویان رشته‌های فنی و حرفه‌ای در سطح پیچیده‌تری از ماشین حساب استفاده می‌کنند. به هر حال، در کتاب‌های جدید، نسبت به کتاب‌های قبلی، ماشین حساب گنجانده شده است، اما همچنان نوع استفاده از آن در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای نیازمند بررسی بیشتر است. استفاده از عملگرهای رایانه‌ای در برنامه‌دستی ریاضی ارائه نشده است. در کتاب‌های قبلی و نیز کتاب‌های جدید به این عملگرها اشاره نشده است. ترسیم انواع نمودار خطی و میله‌ای و نیز استفاده از نرم‌افزارها برای رسم نمودار نیز مورد نیاز شمرده شده است که در هیچ‌کدام از کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ قبلی به آن‌ها اشاره نشده بود. در کتاب‌های جدید نیز رسم نمودار با استفاده از نمودارها مانند جئوجبرا یا نمودارهای رسم مانند اتوگراف اشاره نشده است. از همه مهم‌تر، تفسیر نمودارهاست که در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای به جز بخش بسیار اندکی راجع به آمار، به تفسیر نمودارها و کاربردهای آن‌ها پرداخته نشده است. اگرچه هنگام معرفی توابع به نمودارهای آنان پرداخته شده است، ولی تفسیر نمودار در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد. چگونگی تلفیق ترسیم نمودار در فرایندهای ریاضی مانند استدلال از مواردی است که نیازمند بازنگری است. رسم توابع درجه اول در کتاب ریاضیات ۱ آورده شده است، اما ترسیم انواع نمودار خطی و میله‌ای در کتاب‌های ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳ قبلی آورده نشده بود. این کتاب برای هنرجویان رشته‌های یادشده ارائه نمی‌شد.

برای پاسخ به سؤال چهارم پژوهش، به‌طور کلی، با توجه به بررسی محتوای ریاضی در کتاب‌های قدیم (ریاضیات ۱، ریاضیات ۲ و ریاضی ۳) و کتاب‌های جدید (ریاضی ۱) دهم، ریاضی (۲) یازدهم و ریاضی (۳) دوازدهم، موارد زیر به‌عنوان چارچوبی برای محتوای ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای به برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای پیشنهاد می‌شوند:

- برنامه‌دستی ریاضی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای صرفاً شامل حساب اعداد یا ریاضی نمی‌شود، بلکه موارد مربوط به فرایندهای ریاضی نظیر حل مسئله، تفکر و استفاده از فناوری نیز باید مدنظر گرفته شود. بنابراین، تلفیق فرایندهای ریاضی مانند حل مسئله، بازنمایی، پیوند، ارتباط و استدلال در برنامه‌های درسی ریاضی نیازمند بازنگری است.
- در بازنگری کتاب‌های درسی جدید، بر تلفیق تکنولوژی برای ایجاد و توسعه‌ی فعالیت‌هایی برای ارتقای فرایندهای ریاضی مانند حل مسئله، بازنمایی، پیوند، ارتباط و استدلال تأکید شود.

- در بازنگری کتاب های درسی جدید ریاضی، بر روش های تلفیق ارزشیابی تأکید شود. آزمون های عملکردی و سایر روش های سنجش جایگزین، با تأکید بر فرایندهای ریاضی نظیر حل مسئله، بازنمایی، پیوند، ارتباط و استدلال ارائه شوند.
- مفاهیم هندسی در سطح قابل قبولی، هم راستا با کتاب های تخصصی رشته های فنی و حرفه ای، با توجه به یافته های این تحقیق، باید در برنامه درسی ریاضیات در آموزش های فنی و حرفه ای گنجانده شوند. از این موارد می توان به خطوط متعامد و موازی، صفحات متعامد و موازی، مفاهیم مربوط به احجام سه بعدی و تبدیلات هندسی اشاره کرد. علاوه بر این، مفاهیمی مانند ماتریس ها و اعداد مختلط نیز به طور خلاصه معرفی شوند.
- مفاهیم آماری از جمله رسم نمودارهای خطی، میله ای و نیز تفسیر آن ها باید در برنامه درسی ریاضی در آموزش های فنی و حرفه ای گنجانده شود. در کتاب جدید سعی شده به مفاهیم آماری پرداخته شود و تا حدی به نمودار جعبه ای پرداخته شده است. پیشنهاد می شود این قسمت با ارائه مثال های عملی از رشته های فنی و حرفه ای بازنگری شود. تفسیر نمودارها و کاربردهای این مفاهیم با توجه به کاربرد آن ها در آموزش های فنی و حرفه ای باشد. بر این اساس، تفسیر نمودارها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.
- استفاده از ابزارها نظیر ماشین حساب و نیز استفاده از نرم افزارهای رسم نمودار در برنامه درسی ریاضی در آموزش های فنی و حرفه ای گنجانده شود. با وجود اینکه در کتاب جدید به استفاده از ماشین حساب اشاره شده است، این نوع ورود برای رشته های فنی و حرفه ای مناسب نیست. پیشنهاد می شود هم راستا با سطحی از محاسبات در رشته های فنی و حرفه ای با استفاده از ماشین حساب برخورد شود. در خصوص استفاده از نرم افزارها، با وجود اینکه به طور خلاصه به نرم افزار جئوجبرا پرداخته شده است، ارائه مثال هایی از نرم افزارهای تخصصی فنی و حرفه ای یا نرم افزارهایی مانند ماکسیم، میپل، متلب یا نرم افزارهای کاربردی مبتنی بر جاوا، در سطح قابل فهم برای هنرآموزان رشته های فنی و حرفه ای، بهتر بود.
- پیشنهاد می شود در خصوص بازنگری و برنامه ریزی کتاب های ریاضی جدید، در شوراهای برنامه ریزی و تألیف علاوه بر متخصصان محتوایی ریاضی، متخصصان فنی و حرفه ای و متخصصان آموزش ریاضی نیز حضور داشته باشند. تلفیق محتوای ریاضی از حوزه های گوناگون فنی و حرفه ای با روش های ارائه روزآمد آموزش ریاضی می تواند به ارتقای فرایند یاددهی و یادگیری ریاضی در این حوزه کمک کند.

- آیین‌نامه آموزش دوره سه‌ساله متوسطه. (۱۳۷۹). تهران: انتشارات مدرسه
- محتوای ریاضی مبتنی بر برنامه درسی. (۱۳۹۷). قابل دسترسی از: <http://tvoccd.oerp.ir/sites/tvoccd.oerp.ir/files/asnad/riazi3.pdf>
- تجزیه و تحلیل نمرات امتحانات نهایی ریاضی ۳ فنی‌و حرفه‌ای. (۱۳۸۹). تهران: دفتر برنامه‌ریزی و آموزش‌های فنی‌و حرفه‌ای
- مجموعه مصوبات شورای عالی آموزش و پرورش، دبیرخانه شورای عالی آموزش و پرورش. (۱۳۸۵). تهران: انتشارات مدرسه
- معافی، محمود. (۱۳۹۲). راهنمای برنامه درسی جامع دوره متوسطه نظری همسو با برنامه درسی ملی. تهران: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی.
- Anderson, C., & Peterson, L. (1983). *Linking basic skills to entry-level retail salesperson tasks. Instructional resources assessments*. Salt Lake City: Utah State Office of Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 244049)
- Baker, M. S. (1980). *Mathematics course requirements and performance levels in the navy's basic electricity and electronics schools* (Technical report). San Diego, CA: Navy Personnel Research and Development Center. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 209 089)
- Björklund B. & Gustafsson, L. (2013). *Mathematics containing activities in adults' workplace competences*. In Critical Moments in Adult Mathematics—ALM 20 Annual Conference, 1-4 July 2013, Newport, UK.
- Cable, J. (2015). Mathematics is always invisible, Professor Dowling. *Mathematics Education Research Journal*, 27(3), 359-384.
- Cady, J. A., Hodges, T. E., & Collins, R. L. (2015). A Comparison of Textbooks' Presentation of Fractions. *School Science and Mathematics*, 115(3), 105-116.
- Chambers, P., & Timlin, R. (2013). *Teaching Mathematics in the Secondary School* (2nd ed.). London: Sage Publications Ltd.
- Chevallard, Y. (1989). Implicit mathematics: its impact on societal needs and demands. In Malone, J, Burkhardt, H., & Keitel, C. (eds) *The mathematics curriculum: towards the year 2000* (pp.49-57). Perth: Science and Mathematics Education Centre, Curtin University
- Clary, G. H. (2003). *Congurence among mathematics skills used on the job by practical nurses vs. the prerequisite skills required for admission into the practical nursing program* (Graduate Theses and Dissertations). Department of Adult, Career and Higher Education, College of Education, University of South Florida <http://scholarcommons.usf.edu/etd/1345>.
- Clements, M. A., & Ellerton, N.F. (1996). *Mathematics education research: Past, present and future*. Bangkok, Thailand: UNESCO.
- Creswell, J. W. (2008). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.
- Fahrmeier, E. (1984). Taking inventory: Counting as problem solving. *Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition*, 6(2), 6-10.
- FitzSimons, G. E. (2010). *Lifelong learning—Theoretical and practical perspectives on adult numeracy and vocational mathematics*. New York: Nova Science Publishers.
- FitzSimons, G. E. (2000). Mathematics and the vocational education and training system. In *Perspectives on Adults Learning Mathematics* (pp. 209-227). Springer, Dordrecht.
- FitzSimons, G. E. (2002b). *What Counts as Mathematics? Technologies of Power in Adult and Vocational Education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- FitzSimons, G. E. (2014). Commentary on vocational mathematics education: where mathematics education confronts the realities of people's work. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 291-305.
- FitzSimons, G. E., & Boistrup, L. B. (2017). In the workplace mathematics does not announce itself: towards

- overcoming the hiatus between mathematics education and work. *Educational Studies in Mathematics*, 95(3), 329-349.
- Forman, L.S. & Steen, A. L. (2000). Bringing school and workplace together preface. In A. Bessot & J. Ridgway (Eds.), *Education for Mathematics in the Workplace* (pp. 83-86). The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
 - Foyster, J. (1990). Beyond the mathematics classroom: Numeracy on the job. In S. Willis (Ed.), *being numerate: What counts?* (pp. 119-137). Melbourne: Australian Council for Educational Research
 - Hancock, S. J. C. (1996). *The Mathematics and Mathematical Thinking of Seamstresses*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York.
 - Hoogland, K. (2007). Mind and gesture: The numeracy of a vocational student. In M. Horne & B. Marr (Eds.), *Connecting voices in adult mathematics and numeracy: practitioners, researchers and learners. Proceedings of the 12th International Conference of Adults Learning Mathematics (ALM)* (pp. 150-158). Melbourne, Australia: ACU
 - Hoyles, C., Noss, R., & Pozzi, S. (2001). Proportional Reasoning in Nursing Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(1), 4-27.
 - Johnson, L. A., Jones, A. P., Butler, M. C., & Main, D. (1981). *Assessing Interrater Agreement In Job Analysis Ratings* (No. Navhlthrschc-81-17). Naval Health Research Center San Diego Ca.
 - Keogh, J., Maguire, T., & O'Donoghue, J. (2013). *Mathematics 'complexified' by the workplace: Routine mathematics constrained and mediated by workplace contexts*. Paper presented at Adults learning mathematics 20 'Critical moments in adult mathematics, Newport South Wales 1-4 July, 2013.
 - Kern, S., & Schumacker, R. E. (2006). Identification of A Mathematics Core In Vocational Programs At 2-Year Colleges. *Community College Journal of Research and Practice*, 19(4), 307-319.
 - LaCroix, L. (2014). Learning to see pipes mathematically: pre-apprentices' mathematical activity in pipe trades training. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 157-176.
 - Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 33, 159-174.
 - Levesque, K., Lauen, D., Teitelbaum, P., Alt, M., & Librera, S. (2000). *Vocational Education in the United States: Toward the Year 2000*. Statistical Analysis Report.
 - Lindberg, L., & Grevholm, B. (2013). Mathematics in VET programmes: The tensions associated with reforms in Sweden. *International Journal of Training Research*, 11(2), 150-165.
 - Magajna, Z., & Monaghan, J. (2003). Advanced Mathematical Thinking in a Technological Workplace. *Educational Studies in Mathematics*, 52(2), 101-122.
 - Masingila, J., Davidenko, S., & Prus-Wisniewska, E. (1996). Mathematics learning and practice in and out of school: A framework for connecting these experiences. *Educational Studies in Mathematics*, 31(2), 175-200.
 - National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
 - Noss, R. (1998). New numeracies for a technological culture. *For the Learning of Mathematics*, 18(2), 2-12.
 - Nunes Carraher, T., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.
 - Nunes, T., Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. New York: Cambridge University Press.
 - Patton MQ. (2002). *Qualitative Evaluations and Research Methods*. Sage: Newbury Park, CA.
 - Pucel, D. J. (1992). *Performance-based occupational math requirements assessment* (Report MDS-143). Berkeley, CA: National Center for Research in Vocational Education.
 - Roth, W.-M., & Bowen, G. M. (2003). When are graphs worth ten thousand words? An expert-expert study. *Cognition and Instruction*, 21(4), 429-473.
 - i Nevado, L. S., & Pehkonen, L. (2018). Cabinetmakers' Workplace Mathematics and Problem Solving. *Vocations*

- and Learning, 11(3), 475-496.
- Schmidt, W. H. (2012). Measuring content through textbooks: The cumulative effect of middle-school tracking. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *Mathematics curriculum material and teacher development: From text to 'lived' resources* (pp. 143-160). Dordrecht: Springer.
 - Scribner, S. (1985). Knowledge at Work. *Anthropology and Education Quarterly*, 16(3), 199-206.
 - Sticht, T. G., & Mikulecky, L. (1984). *Job-related basic skills: Cases and conclusions*. Columbus, OH: National Center for Research in Vocational Education. (ERIC Information Series No. 285) .
 - Sträßer, R. (2014). History of teaching vocational mathematics. In A. Karp & G. Schubring (Eds.), *Handbook on the history of mathematics education* (pp. 515-524). New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-9155-2_25.
 - Triantafyllou, C., & Potari, D. (2010). Mathematical practices in a technological workplace: the role of tools. *Educational Studies in Mathematics*, 74(3), 275-294.
 - Washington, A. (2005). *Basic technical mathematics with calculus* (SI Version; 8th ed.). Toronto, ON: Pearson/ Addison Wesley.
 - Wedege, T. (2010). *Sociomathematics: A subject field and a research field. Research paper presented at MES 6 in Berlin*. Retrieved 2010 03 29 from <http://www.ewipsy.fu-berlin.de/>
 - Wedege, T. (2013). *Workers' mathematical competences as a study object: Implications of general and subjective approaches*. Malmo: Malmo University. Retrieved from <https://www.mah.se/upload/FAKULTETER/LS/Forskning/Forskningsprojekt/Working%20papers/HELA%20WP2%2019%20dec%20Pub.pdf>.
 - Zeynivandnezhad, F., Zaleha, I., & Yudariah, Y. M. (2012). Mathematics Requirements for Vocational and Technical Education in Iran. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 410-415.
 - Zwart D., Van Luit J.E.H., Goei S.L. (2017) Empowering Vocational Math Teachers by Using Digital Learning Material (DLM) with Workplace Assignments. In Cai Y., Goei S., Trooster W. (eds), *Simulation and Serious Games for Education* (pp. 81-97). Springer, Singapore

پی‌نوشت‌ها

1. FitzSimons
2. LaCroix
3. Forman and Steen
4. Pucel
5. Zwart et al.
6. Sträßer
7. FitzSimons & Boistrup
8. Salo i Nevado, & Pehkonen,
9. Cady, Hodges & Collins
10. Schmidt
11. Clement & Elerton
12. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)
13. Sticht & Mikulecky
14. Anderson & Peterson
15. Chevallard
16. Foyster
17. Fahrmeier
18. Wedege
19. Bjorklund Boistrup & Gustafsson
20. Hancock
21. Roth & Bowen,
22. Triantafyllou & Potari
23. Hoyles, Noss, & Pozzi, Keogh, Maguire, & O'Donoghue
24. Lindberg & Grevholm
25. <http://tvoccd.oerp.ir/sites/tvoccd.oerp.ir/files/asnad/riazi3.pdf>
26. Sequential Mixed Method Approach
27. Creswell
28. Baker
29. Occupational Math Requirements Assessment (OMRA)
30. Clary
31. Patton
32. Intraclass
33. Johnson, Jones, Butler & Main
34. Inter-rater reliability
35. Landis & Koch
36. Matlab
37. Maple
38. Maxima
39. Hoogland
40. Kern and Schumacker
41. Cable
42. Chambers & Timlin
43. Levesque, Lauen, Teitelbaum, & Librera
44. Washington