

ریاضیات و آموزش حرفه ای در کشورهای هلند، نروژ و کانادا^۱

علی ملخاسی^۱

چکیده

مقاله حاضر با هدف مطالعه ریاضی و آموزش حرفه ای در کشورهای هلند، نروژ و کانادا انجام شده است. در حال حاضر پیشرفت دانش آموزان در ریاضی حداقل از طریق دو مقیاس بزرگ بین المللی به نام های تیمز و پیسا (برنامه بین المللی ارزیابی دانش آموزان) سنجیده می شوند. نتایج این آزمون ها باعث تغییر و تجدید نظر در نظام آموزشی کشورهای شرکت کننده در آزمون ها در حیطه ریاضی و آموزش حرفه ای شده است. بر این اساس در این مقاله تغییرات حاصل از نتایج آزمون ها را در ریاضی و آموزش حرفه ای کشورهای هلند، نروژ و کانادا مطالعه می کنیم.

واژه های کلیدی: آموزش ریاضی، توسعه حرفه ای معلمان ریاضی.

^۱. استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان ایران، نویسنده مسئول، molkhasi@gmail.com

دریافت: ۹۷/۱۰/۱۰ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۷

با استناد به نامگذاری قرن بیست و یکم "قرن یادگیری" از طرف یونسکو، اصول یادگیری در آینده و مهارت‌های زندگی مطرح شده در نتایج مطالعات کمیسیون بین‌المللی آموزش و پرورش، از یک سو مهارت‌های ریاضی به عنوان یکی از نیازهای اصلی زندگی در آینده مورد توجه بیشتر قرار گرفته است از سویی دیگر به جهانی شدن و بومی ماندن و توجه بیشتر به فرهنگ‌ها و سنت‌ها توجه نشان داده است که در سند ریاضی کشور ایران نیز به این نتایج اشاره شده است (۱۸). برای رسیدن به این امر ما نیازمند توجه بیشتر به رویکرد رشد حرفه‌ای معلمان ریاضی و بهبود روش‌های تدریس داریم که به معلم ریاضی در هنر تدریس یاری می‌رساند. یکی از این رویکردها درس پژوهی (معادل کلمه ژاپنی جوگیو کن کیو) و اقدام پژوهی ریاضی است که در کلاس درس انجام می‌شود و در سند ریاضی کشور ایران توجه ویژه‌ای به آن شده است. این الگوی درس پژوهی در اکثر کشورها مورد استقبال قرار گرفته است (بخصوص در ایران توسط محمد رضا سرکارآرانی و در آمریکا توسط کاترین لوئیس). یکی دیگر از این رویکردها هم در بیرون از کلاس درس بخصوص در خارج از کشور نیز اتفاق می‌افتد. مطالعه میدانی رویکردهای آموزشی ریاضی و تربیت حرفه‌ای معلمان ریاضی کشورهای موفق دنیا راه رسیدن به این رویکرد را هموار می‌کند. در هر دو این رویکردها کاربرد ریاضیات به عنوان ابزار حل مسائل، اهمیت زیادی دارد.

ریاضیات کاربردهای آن بخشی از زندگی روزانه، در جهت حل مشکلات زندگی در حوزه‌های مختلف به شمار می‌آید که دارای کاربردهای وسیع در فعالیتهای متفاوت انسانی است (۸). اقتصاددانان در بسیاری از موارد، کاربرد ریاضیات را تسهیل‌کننده فعالیت علمی خود قلمداد می‌کنند. از این رو، بسیاری از آن‌ها در تحلیل اقتصادی از این ابزار استفاده می‌کنند. به ویژه، اقتصاددانانی که با مسائل بهینه‌یابی سروکار داشتند، دوستی و همکاری آن‌ها با ریاضیات گسترده‌تر بوده است. وقتی نظریه بازی‌ها مطرح شد و کاربرد ابزارهای کامپیوتری، سرعت بیشتری پیدا کرد، به همراه آن، کاربرد ریاضیات نیز بیشتر شد. ابعدی از رشد اقتصادی و ارفاهی و نظریه‌های پولی نیز با ریاضیات سر و کار زیادی دارند. اقتصاددانانی هم که در وادی اقتصاد خرد فعالیت دارند، کاربرد ریاضیات را در اقتصاد مورد تاکید قرار می‌دهند (۷). با توجه به این توضیحات، در این مقاله ریاضیات و آموزش حرفه‌ای کشورهایایی از هلند، نروژ و کانادا را مطالعه می‌کنیم که برنامه نظام آموزشی خود را طوری طراحی کرده‌اند که از پتانسیل‌ها و ظرفیتهای بیشتر برای تقویت پشتیبانی از روش‌هایی که یادگیری فعال دانش آموز و تفکر انتقادی را تقویت می‌کنند استفاده کنند و از ریاضیات حداقل برای حل مشکلات اقتصادی و کاربرد آن در زندگی روزمره استفاده کنند.

۲ ریاضیات و آموزش حرفه‌ای در هلند

آموزش ابتدایی در کشور هلند ۸ سال است و مدارس آموزش و پرورش به صورت خاصی تقسیم‌بندی شده است به این صورت که تحصیل دانش‌آموزان بر اساس نیازها و پیشینه فردی آنها تعیین می‌شود. دو نوع مدرسه در هلند وجود دارد:

۱- مدارس دولتی

۲- مدارس مخصوص مذهبی (کاتولیک، پروتستان، یهودی و اسلامی).

آموزش حرفه ای در هلند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. زیرا اکثر دانش آموزان در دوره متوسطه وارد رشته های حرفه ای می شوند و این امر باعث تقریباً دو برابر شدن افراد حرفه ای و کاری نسبت به کشورهای دیگر از جمله کشور انگلستان شده است. به منظور بهبود و رعایت بیشتر استانداردهای ریاضی آزمون هایی برای ورود دانش آموزان هلندی به دوره ی متوسطه علمی و حرفه ای برگزار می شود. در هلند، تحصیل برای دانش آموزان تا سن ۱۸ سالگی اجباری است تا زمانی که حداقل یک مدرک اولیه در سطح ۲ از یک برنامه عمومی یا حرفه ای کسب کنند. دانش آموزان اکثراً رشته های مورد علاقه خود را از سن کودکی انتخاب می کنند. تقریباً یک چهارم از دانش آموزان قبل از ورود به تحصیلات متوسطه، دوره های مقدماتی حرفه ای را می گذرانند. بعد از ترک دوره ابتدایی دانش آموزان قادر به فراگیری آموزش های زیر می باشند:

• آموزش تکمیلی متوسطه عمومی (HAVO)

• آموزش پیش دانشگاهی (VWO)

• آموزش پیش حرفه ای (MBO).

در یک برنامه مبتنی بر مدرسه (MBO) دانش آموزان حداقل ۲۰٪ و حداکثر ۰۶٪ از دوره را در محل کار سپری می کنند و بیشتر دانش آموزان به آموزش حرفه ای روی می آورند. در سال ۲۰۱۱ حدود ۹،۱۶ درصد از دانش آموزان تحصیلات تکمیلی مشغول تحصیل در برنامه های حرفه ای بودند. در کشور هلند دانش آموزان علاوه بر دروس عمومی و زبان انگلیسی باید دروس اجباری زیر را نیز انتخاب کنند: ۱- علوم و تکنیک (شیمی، فیزیک، ریاضیات گروه ب

۲- علوم و تندرستی (شیمی، زیست شناسی، ریاضیات گروه آ یا بالاتر

۳- اقتصاد و جامعه (اقتصاد، تاریخ، ریاضیات گروه آ یا بالاتر

۴- تمدن و جامعه (تاریخ، ریاضیات گروه س یا بالاتر

آموزش حرفه ای محصول مشترک دولت، شرکای اجتماعی (مانند کارفرمایان و اتحادیه ها) و موسسات آموزشی است. جامعه کسب و کار در حال توسعه است و شرکای اجتماعی در مدارس دوره های کارآموزی برگزار می کنند. نظام آموزش حرفه ای دانش آموزان را برای اشتغال یا تحصیلات بیشتر آماده می کند در حالی آموزش عمومی دانش شخصی فرد را ارتقاء می دهد. برنامه ها در کشور هلند بر اساس حرفه ها و شایستگی های مورد نیاز جامعه تدارک دیده می شوند. بیکاری در سنین ۵۲-۵۱ سال کم است. تعداد کمی از فارغ التحصیلان دوره تحصیلات تکمیلی را ادامه می دهند. حدود ۰۵ درصد از واجدین شرایط MBO دوره دبیرستان به استخدام و دیگران به تحصیلات عالی حرفه ای روی می آورند. تاکید اخیر دولت هلند در ۴ یا ۵ سال گذشته بر روی کارآیی و کیفیت درون آموزش و پرورش با تجدید نظر در سند ملی برای MBO بوده است. قبل از این تغییرات، در سال ۲۰۰۸، یک چارچوب علمی برای ریاضیات هلندی توسط گروهی از موسسات ارائه شد تا ریاضیات در درون VET بیشتر قابل مشاهده باشد و به فرایند تدریس و درک موضوع کمک کند. این چارچوب طوری طراحی شده که بر کاربردی کردن ریاضیات در زمینه های مختلف زندگی تمرکز می کند. در مدارس بچه ها آزادند که هر کاری که دلشان خواست بکنند و کسی آنها را مجبور به درس خواندن نمی کند. با توجه به اینکه شیوه آموزشی این مدارس شیوه آموزشی دالتون Dalton است لذا خود بچه ها تصمیم می گیرند که در مدرسه چه کار انجام دهند (۳).

۳ چگونه ریاضیات ارائه می شود؟

غلام آزاد در (۱۶) اشاره کرده که در اواخر دهه ۷۰ میلادی آموزش ریاضی واقعیت مدار در پاسخ به نهضت ریاضی جدید در آمریکا و رویکرد آموزش ریاضی مکانیکی در هلند توسط فرودنتال و همکارانش معرفی شد. لذا براساس نظریه های همین صاحب نظران آموزش ریاضی و نتایج تیمز، دانش

و مهارت خاص ریاضی مورد نیاز برای دستیابی به صلاحیت های شغلی خاص به طور معمول در آموزش حرفه ای هلند با استفاده از رویکرد تعیبه شده ارائه می شود. معلمان آزادانه تصمیم می گیرند که ریاضیات چگونه آموخته شود و چگونه ریاضیات را در برنامه حرفه ای جای دهند. دانش آموزان نیاز به تدریس ریاضی اضافی برای آماده شدن در آزمون های استاندارد دارند. معلمان ریاضی در آموزش حرفه ای مجاز به تدریس هر موضوع هستند. برنامه های جدید و دوره های آموزشی برای توسعه حرفه ای (ضمن خدمت) به منظور تربیت معلمان برای تدریس و تقویت رشته حسابداری طراحی و ساخته شده اند. در برخی از کالج های تربیت معلم کشور هلند، تعداد کمی معلم با تخصص های متفاوت دارند که می خواهند در مدارس قبل از حرفه ای حسابداری تدریس کنند (۱۴).

۴ ریاضیات و آموزش حرفه ای در نروژ

تحصیلات دوره دبیرستان در کشور نروژ که سه سال طول می کشد، به یکی از دو صورت است: ۱- دبیرستان عمومی؛ ۲- دبیرستان حرفه ای. حدود ۹۵ درصد از دانشجویان تحصیلات آموزش عمومی را انتخاب می کنند و ۱۴ درصد باقی مانده تحصیلات آموزش حرفه ای را انتخاب می کنند. در پایان دوره سه ساله تحصیلات دبیرستان، دانش آموزان در امتحانات نهایی شرکت می کنند که صرف نظر از گذراندن دوره ی عمومی یا حرفه ای، آزمونی یکسان را پشت سر می گذرانند. در نروژ، دبستان ها و مدارس راهنمایی زیر نظر شهرداری ها و دبیرستان ها زیر نظر دولت است. در نروژ دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی زیر نظر وزارت آموزش و پژوهش فعالیت آموزشی و پژوهشی دارند که شامل دانشگاه های جامع، دانشگاه های تخصصی، کالج های دانشگاهی کالج های هنر می شود. در سالهای اخیر مدارس تحصیلات تکمیلی دانشجویان بیشتری را پذیرش کرده اند. لازم به یادآوری است دانش آموزان در دبیرستان های عمومی می توانند یکی از رشته های زیر را انتخاب کنند: (۱) تخصص در مطالعات عمومی، (۲) ورزش و تربیت بدنی (۳) موسیقی، رقص و درام (۱۷). دانش آموزان در یکی از این برنامه ها، پس از اتمام سه سال دبیرستان گواهی می گیرند و این گواهی برای پذیرش مطالعات بیشتر در سطح عالی مورد نیاز است. دانش آموزانی که در مدارس تحصیلات عالی تحصیل می کنند، این فرصت را دارند تا پس از گذراندن دو سال اول تحصیلات عالی خود به تحصیل در مقطع تحصیلات تکمیلی مشغول شوند منوط بر اینکه یک دوره کارآموزی را سپری کرده باشند. دانش آموزانی که این کار را انجام می دهند واجد شرایط برای ادامه تحصیلات عالی با فرصت های مشابه به عنوان دانش آموزانی هستند که تحصیلات عمومی را خوانده اند. بیش از نیمی از دانش آموزانی که پس از دو سال تحصیلات حرفه ای در سال تحصیلی ۱۲-۲۰۱۱ شروع به تحصیل شده اند، در یک یا چند درس قبول نشدند و بنابراین گواهینامه عمومی را دریافت نکردند.

سیستم آموزش نروژ به خوبی توسعه یافته است و مدل کارآموزی دارای سابقه طولانی است. نروژ دارای ۱۰ سال تحصیلات اجباری در مدارس است. دانش آموزان کلاس را از شش سالگی شروع می کنند و مدرسه ابتدایی را تا ده سالگی ادامه می دهند. فقط ۲،۲٪ از دانش آموزان در مدارس خصوصی تحصیل می کنند. بنابراین تمرکز آموزش بر مدارس دولتی است. سیستم آموزش و پرورش نروژی بر اساس اصول آموزش برای همه یکسان تطبیقی است. تقریباً تمام دانش آموزان در نزدیک ترین مدرسه درس می خوانند و دانش آموزان ضعیف، متوسط و پیشرفته در یک کلاس درس قرار می گیرند. سیستم آموزش عالی متوسطه در نروژ ۲ سال آموزش حرفه ای و ۲ سال کارآموزی در یک شرکت یا موسسه دولتی را دنبال می کند.

برنامه درسی در نروژ به دانش آموزان امکان می دهد از بین دو دوره ی ریاضی P-Y و T-Y یکی را انتخاب کنند. البته P-Y ۱ به عنوان ساده ترین دوره ریاضیات محسوب می شود و تقریباً تمام دانش آموزان (حدود ۵۹٪) در دوره های آموزشی حرفه ای این دوره را انتخاب می کنند. برنامه درسی T-Y ۱ بیشتر

نظری است، در حالی که P-۷ ۱ عملی تر است. در نروژ اهداف صلاحیت حرفه ای در P-۷ ۱ برای همه برنامه های آموزشی حرفه ای یکسان است و به سه حوزه اصلی تقسیم می شوند: (۱) اعداد و اعمال جبری (۲) هندسه (۳) ریاضیات مالی (۹ و ۱۱).

۵ چگونه ریاضیات ارائه می شود؟

دوره ی ریاضیات در ۱۱ سال تحصیلی ۴۸ ساعته تدریس می شود که در حدود سه درس ۵۴ دقیقه ای در هفته است. برای آموزش ریاضیات در آموزش متوسطه، از جمله دوره P-۷ ۱ یک معلم نیاز به کسب حداقل ۰۶ ECTS امتیاز در ریاضیات است. دوره ی P-۷ ۱ اغلب توسط معلمانی آموزش داده می شود که ریاضیات را در سطوح مختلف برنامه های آموزشی در آموزش متوسطه تدریس می کنند. [۱۲]. بسیاری از معلمان از نظر محتوای ریاضی شایستگی لازم را دارند اما تجربه هایی در مورد آموزش حرفه ای یا در کلاس دانش آموزان ندارند و بنابراین در استفاده از دانش حرفه ای در تدریس مشکل دارند. در سال ۲۰۱۲ گزارش داد که معلمان آموزش حرفه ای تجارت برق و معلمان ریاضیات در هنگام کار با وسایلی مربوط به ابزار و وسایل برقی دلایل و توجهات مختلفی دارند. معلمان ریاضی از مفاهیم مبتنی بر ریاضیات عمومی بیشتر استفاده می کردند که با نظرات معلمان برق بیشتر متضاد بودند. او اشاره می کند که برای دانش آموزان ممکن است مشکل ساز شود که چنین تفاوت هایی را از دیدشان بین ببرند. از سال ۲۰۱۲، یک برنامه آموزش ملی برای معلمان تدارک دیده شده است که با تشویق، آموزش عمومی (از جمله ریاضیات) بیشتر به مسیرهای حرفه ای دانش آموزان هدایت می شود تا بتواند در راستای کاربردی کردن ریاضیات در صنعت از جمله برق و مخابرات و غیره قدم بردارند (۱۳ و ۱۵).

۶ ریاضیات و آموزش حرفه ای در کانادا

در کشور کانادا آموزش اعتقاد دارد که ریاضیات فراگیران را به دانش و مهارت های موفقیت در زندگی طوری مجهز می کند که حقایق، مهارت ها و رویه های مهم را در زندگی یاد می گیرند و توانایی های خود را در زمینه حل مسئله های ریاضیات توسعه می دهند تا نگرش مثبتی نسبت به ریاضیات به دست آورند. اصول اساسی برنامه درسی ریاضی طوری طراحی شده که فرصتی داده می شود که دانش آموزان با توجه به تفاوت های فردی بتوانند ریاضیات را بیاموزند. هدف شان این است که همه دانش آموزان را در فرایند یادگیری ریاضی به چالش بکشاند تا با استفاده از مهارت های تفکر بین مفاهیم ریاضی و مفاهیم مربوط به دنیای واقعی ارتباط برقرار کنند. همچنین این برنامه درسی به نحوی طراحی شده است که به دانش آموزان کمک کند از پایه، قدرت یادگیری مفاهیم ریاضی را در دانش آموزان خوب تقویت کنند و آنها را قادر سازد دانش خود را بکار گیرند و یادگیری خود را با موفقیت آمیز در زندگی ادامه دهند. براساس این باور است که دانش آموزان، وقتی ریاضیات را بهتر می آموزند که به آن ها فرصت داده شود تا درباره ی ایده ها و مفاهیم حل مسئله تحقیق کنند و در کلاس درس خودشان را با مسئله درگیر کنند. هفت فرآیند ریاضی در سند برنامه درسی ریاضی کانادا در نظر گرفته شده است: حل مسئله - استدلال و اثبات - انعکاس - انتخاب ابزار و استراتژی های محاسباتی - برقراری ارتباط - بیان - ارتباطات.

به عبارت دیگر فرآیندهای ریاضی می توانند به عنوان فرآیندهایی که دانش آموزان آنها را به دست آورده و به عنوان دانش و مهارت ریاضی به کار می گیرند، دیده می شوند و این فرآیندها به هم مرتبط اند. حل مسئله و برقراری ارتباط با تمام فرآیندهای ریاضی ارتباط قوی دارد. هر وقت که دانش آموزان در استدلال های ریاضی کلاس شرکت می کنند معلمان بیشتر آنها را تشویق می کنند تا حدس بزنند و راه حل های خود را چه به صورت کتبی شفاهی بیان کنند. ارتباطات و انعکاس هایی که در جریان حل مسئله و پس از حل مسئله رخ می دهد، نه تنها به دانش آموزان در تفسیر و اصلاح تفکر خود، بلکه در بررسی مشکل شان در حل مسئله از زوایای مختلف کمک می کند. با ملاحظه اینکه دانش آموزان دیگر چگونه مسائل را حل می کنند، دانش آموزان می

توانند راه‌حل‌های دیگران را در ذهن خود بازتاب می‌دهند و به طور آگاهانه استراتژی خود را تنظیم کنند تا راه‌حل‌های خود را هر چقدر که ممکن است کارآمدتر و دقیق‌تر مطرح کنند. لازم به یادآوری است که فرآیندهای ریاضی را نمی‌توان از دانش و مهارت‌هایی که دانش‌آموزان در طول سال به دست آورده‌اند، جدا کرد. دانش‌آموزان باید مسئله را حل کنند، ارتباط برقرار کنند، استدلال بیاورند، بازتاب دهند و هر چقدر که دانش خود را افزایش می‌دهند، قدرت درک مفاهیم بیشتر شده و مهارت‌های لازم برای مقاطع بعدی را به دست می‌آورند.

۷ چگونه ریاضیات ارائه می‌شود؟

فرایند حل مسئله در کشور کانادا بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه درسی ریاضی است. حل مسئله در ریاضی کانادا از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا فرصت‌های استفاده از مهارت‌های تفکر انتقادی دانش‌آموز را افزایش می‌دهد، دانش‌آموز اعتماد به نفس بیشتری نسبت به توانایی خود در حل مسئله ریاضی پیدا می‌کنند و ریاضی برایشان لذت‌بخش می‌شود، دانش‌آموز مفاهیم ریاضی را خوب درک کرده به مهارت‌های عملی آنها اعتبار می‌بخشد، فرصت‌های خوبی برای ارزیابی اندوخته‌های دانش‌آموز فراهم می‌کند و گفتگو در مورد ریاضی را در بین دانش‌آموزان ترویج می‌دهد.

در کشور کانادا بعد از حل مسئله توسط دانش‌آموزان به آنها فرصت ارائه و بازتاب داده می‌شود و آنها راه‌حل‌های خود مطرح و تفسیر و دفاع می‌کنند. با این روش دانش‌آموزان دیگر نیز وادار به ارائه راه‌حل شده و آنها درگیر حل مسئله می‌شوند. این فرصت باعث می‌شود که اعتماد به نفس آنها بالا رفته فکر کنند که می‌توانستند از عهده‌ی حل مسئله برآمده که خود باعث درک عمیق از مفاهیم ریاضی می‌شود. یکی دیگر از پارامترهایی که می‌تواند بر فرآیند حل مسئله کمک کند استفاده از ابزارهای الکترونیکی و استراتژی‌های محاسباتی مناسب و فناوری ارتباطات است که با ایجاد تنوع فکری و استفاده بهینه از زمان و صرفه‌جویی در هزینه و دسترسی سریع به الگوریتم‌ها از نرم‌افزارهای مرتبط با حل مسئله استفاده می‌کند. علاوه بر این استفاده از فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی می‌تواند روش‌ها و ترفندهای آموزشی معلمان را گسترش داده و باعث بهتر شدن فرآیند یادگیری دانش‌آموزان شده و معلمان و دانش‌آموزان نیز با دنیای خارج از مدرسه و کشور خود، ارتباط برقرار کنند.

۸ نتیجه‌گیری

اگر هدف آموزش ریاضی را همچنان که استیسی (۶) می‌گوید پرورش فراگیرانی با توانایی کاوش مستقل در ریاضی و توانایی در به کار بردن ریاضی یاد گرفته شده در جهان واقعی بدانیم، خواهیم دید که باید معلمان و در نهایت دانش‌آموزان درک درستی از تعاریف و قراردادهای اصول و قضایای ریاضی داشته باشند تا بتوانند در کاربرد ریاضی در زندگی روزمره موفق باشند (۲). به گفته کلمنتز و الرتون (۴) آموزش ریاضی عبارت است گسترش و کاربرد یک برنامه درسی ریاضی مناسب (۱). معلم ریاضی که رهبر برنامه آموزشی در کلاس است، فردی است که فرصت‌های یادگیری را در کلاس برای فرگیران بوجود می‌آورد. باید اذعان داشت فعالیت یادگیری پرنده‌ای است که دو بال دارد. یعنی بنابه گفته سیمون (۵) هم باید اطلاعات مربوط به موضوعات درسی ریاضی و هم مهارت‌های عمومی را باید به یادگیرنده ارائه کرد. بنابراین برای رفع این مشکل اولاً معلمان ریاضی بایستی هم شایستگی‌ها و صلاحیت‌های شخصی از جمله صلاحیت‌های اعتقادی و اخلاقی و هم دارای صلاحیت‌های حرفه‌ای که ناظر بر دانش حرفه‌ی معلمی است که شامل آشنایی بر مهارت‌های تدریس ریاضی، ارزیابی کلاس ریاضی، کلاس داری، مهارت‌های غنی‌سازی و خلق فرصت‌های یادگیری ریاضی داشته باشد و در نهایت دارای صلاحیت‌های تخصصی ریاضی که ناظر دانش تخصصی ریاضی است را داشته باشند که اینها روی هم رفته دست به دست هم می‌دهند که کمکی به یادگیری در ریاضی خواهند کرد. به عبارت دیگر معلمان باید مجهز به دانش پداگوژی و دانش محتوایی باشند. در بیشتر کشورهای مورد مطالعه بالا برنامه‌های اولیه آموزش

و پرورش آنها حوزه‌های زیادی از دانش ریاضی و مهارت‌های تدریس را شامل می‌شود و تعدادی از روش‌ها و رویکردهای تدریس در برنامه‌های ارتقا برای توسعه حرفه ای معلمی ریاضی گنجانده شده است. همان‌طور که مشاهده شد بررسی رویکردها و روش‌های مورد استفاده در مدارس و نتایج آزمون کشورهای هلند و نروژ و کانادا توانسته تأثیر زیادی بر روی ریاضی و آموزش حرفه ای آنها بگذارد .

- [۱] Clements, M. A and Ellerton, N. F. (۱۹۹۶). Mathematics Education Research: Past, present and Future, Published by the UNESCO Principal Regional Office for Asia and the Pacific.
- [۲] OECD, ۲۰۰۹b. Learning Mathematics for Life: A Perspective from PISA. Paris: OECD Publishing.
- [۳] <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/A-Skills-Beyond-School-Review-of-the-Netherlands.pdf>
- [۴] Clements, M. A. and Ellerton, N. F. (۱۹۹۶) Mathematics Education Research: Past, present and Future, Published by the UNESCO Principal Regional Office for Asia and the Pacific.
- [۵] Simon, H. A. (۱۹۸۰). Problem solving and education. In D. D. Tuma. F. Reif (Eds), problem solving and education. Hillsdale, N. J: Erlbaum.
- [۶] Stacey, K. (۲۰۰۵). The place of problem solving in contemporary mathematics curriculum documents. Journal of Mathematical Behavior, ۲(۴), ۳۴۱-۳۵۰.
- [۷] Vassiliou, A. (۲۰۱۱). Mathematics in Education in Europe: Common Challenges and National, Website: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/Policies>.
- [۸] Wessels, H. M. (۲۰۱۴). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities, Journal of Mathematical Modelling and Application, ۱(۹), ۴۰-۲۲.
- [۹] In Norway: Opplæringsloven kapittel ۱, andre ledd § ۳-۱ videregående opplæring: ”Opplæringa i fellesfaga skal vere tilpassa dei ulike utdanningsprogramma”.
- [۱۰] Norway’s assessment focus in TIMSS ۲۰۱۵ was Grade ۹, but benchmarking data for Grade ۸ were also collected, Grade ۸ attainment is reported in the table.
- [۱۱] The Norwegian Directorate for Education and Training. (۲۰۱۰b). Læreplan i fellesfaget matematikk [Curriculum in mathematics]. Oslo. See also: : <http://www.udir.no/kl۰۶/MAT۱-۰۴/Hele/Kompetansemaal/competence-aims-after-۱p-y—vg۱-vocational-education-programme?lplang=eng>
- [۱۲] European Credit Transfer and Accumulation System.
- [۱۳] The Norwegian Directorate for Education and Training / ReferNet Norway. (۲۰۱۴).
- [۱۴] <http://www.fisme.science.uu.nl/staff/arthur/wijers۲۰۱۰EIMI.pdf>
- [۱۵] The Norwegian Directorate for Education and Training / ReferNet Norway. (۲۰۱۴).
- [۱۶] S. Gholamazad , The trace of realistic mathematics education in the school mathematics in Iran, Journal of Theory Practice in Curriculum, ۲ (۳)(۲۰۱۴) ۷۰-۴۷.
- [۱۷] The Norwegian Directorate for Education and Training / ReferNet Norway. (۲۰۱۴). Norway VET in Europe – Country Report ۲۰۱۴.