



## Synthesis of components of Pedagogical Content Knowledge (pck) of science teachers: Presenting a conceptual model

Tayybe Nemati, Javad Keyhan\*, Jahangir Yari haj Atalo

<sup>1</sup> PhD student in Curriculum Studies at Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.

<sup>2</sup> Assistant professor at Islamic Azad University, Uremia Branch, Uremia, Iran.

<sup>3</sup> Assistant professor at Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.

### Abstract

Pedagogical Content knowledge (pck) of science teachers has a complex and diverse nature. The purpose of the present study is to review the studies in this field and obtain a coordinated result from the components and subcomponents of the pck and to extract the components that have been further researched. The results of this research can be useful for researchers who are looking to identify or develop a specific group of teachers in a particular subject. The research method was meta-synthesis and the data were analyzed using a seven-stage Marsh synthesis model. The statistical population, articles and dissertations are valid in the field of PC and 118 articles were identified based on the inclusion criteria and 41 research articles were selected for analysis based on the exclusion criteria. Data were collected and recorded by a form designed by researchers, and axial arm codings were performed by two independent evaluators, and the Kappa Cohen coefficient formula yielded an agreement between the evaluators of 0.73. Five dimensions, 1- Educational knowledge 2- Learners' knowledge 3- context knowledge 4- Curriculum knowledge 5- Specific knowledge of specific subject topics were identified. The three dimensions of education, learners and teachers' curriculum have been researched more than other components.

**Keywords:** Pedagogical Content Knowledge (pck)- pck components- professional qualifications of science teachers

## سنتز پژوهی مؤلفه‌های دانش محتوایی - تربیتی (pck) معلمان علوم: ارائه الگوی مفهومی

طیبه نعمتی، جواد کیهان\*، جهانگیر یاری حاج عطالو

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری برنامه درسی، دانشگاه آزاد تبریز، تبریز، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد ارومیه، ارومیه، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد واحد تبریز، تبریز، ایران

### چکیده

دانش محتوایی- تربیتی (pck) معلمان علوم ماهیت پیچیده و متنوعی دارد. هدف از مطالعه حاضر بررسی مطالعات در این حوزه و به دست آوردن یک نتیجه هماهنگ از مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌های pck و استخراج مؤلفه‌هایی است که بیشتر مورد تحقیق قرار گرفته‌اند. نتایج این تحقیق می‌تواند برای پژوهشگرانی که درصدد شناسایی یا توسعه pck گروه خاصی از معلمان در موضوع خاصی است مفید باشد. روش تحقیق، سنتز پژوهی از نوع فرا ترکیب بوده و تحلیل داده‌ها با الگوی هفت مرحله‌ای سنتز پژوهی مارش انجام گرفت. جامعه آماری، مقالات و پایان‌نامه‌های معتبر در حوزه pck است و بر اساس معیارهای ورود ۱۱۸ مقاله شناسایی و بر اساس معیارهای خروج ۴۱ مقاله پژوهشی برای تحلیل انتخاب شدند. گردآوری و ثبت اطلاعات توسط فرم طراحی شده توسط محققان انجام گرفته و کدگذاری‌های باز و محوری توسط دو ارزشیاب مستقل انجام شده و از فرمول ضریب کاپای کوهن میزان توافق بین ارزشیابان ۰/۷۳ به دست آمد. پنج بعد، ۱- دانش آموزشی ۲- دانش فراگیران ۳- دانش زمینه ۴- دانش برنامه درسی ۵- دانش ویژه موضوعات درسی خاص شناسایی شد. سه بعد دانش آموزشی، فراگیران و برنامه درسی معلمان بیشتر از سایر مؤلفه‌ها مورد تحقیق بوده‌اند.

**واژگان کلیدی:** دانش محتوایی- تربیتی (pck)، مؤلفه‌های pck، صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان علوم.

## مقدمه

در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی یکی از حوزه‌های یازده‌گانه آموزش در نظام آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران است. در این حوزه، علوم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف و دانشی آزمودنی تعریف شده که با ظهور شواهد و دلایل جدید در معرض تغییر قرار می‌گیرد و از گستره وسیعی از روش‌های تحقیق بهره می‌برد. بر این اساس آموزش علوم تجربی فقط انتقال مجموعه‌ای از یافته‌های علمی نیست. معلمان یکی از عوامل تعیین‌کننده موفقیت در فرآیند یادگیری‌اند. ارتقای کیفیت معلمان می‌تواند تأثیر مثبتی بر کیفیت آموزش داشته باشد. داشتن دانش گسترده موضوعی، به تنهایی یادگیری مؤثر را تضمین نمی‌کند. معلم ایده‌آل باید بر نحوه تدریس مطالبی که می‌آموزد، به خوبی تسلط داشته باشد؛ این بدان معناست که معلم وظیفه دارد دانش خود را به گونه‌ای جمع‌آوری و ارائه کند که برای دانش‌آموزان قابل درک باشد. در طول دهه ۱۹۸۰، تغییر پارادایم به تجزیه و تحلیل و درک دانش معلمان، به یکی از ملاحظات مهم در تحقیقات آموزشی تبدیل شد. این تغییر پارادایم به جای نگاه کردن به تدریس، به عنوان یک فعالیت عمومی و غیر اختصاصی، از تمرکز بر دانش معلم، به عنوان دانشی بسیار تخصصی و منحصر به فرد برای هر معلم، حمایت می‌کرد. بحث در مورد ماهیت دانش محتوایی-تربیتی (Pedagogical Content Knowledge)، حدود سه دهه است که در جریان است. منشأ این بحث‌ها در آثار شولمن (Shulman, 1986) و نگرانی او از تلاش‌هایی که در آن زمان برای آماده‌سازی معلمان پیش از خدمت انجام می‌شد که عمدتاً معطوف به انتقال مهارت‌های عمومی آموزشی و محتوا بود، وجود داشت (Shulman, 1986). این تقاضا با طبقه‌بندی دانش معلمان مرتبط بود؛ شولمن در ابتدا دانش معلمان را در هفت طبقه تفکیک کرد: ۱- دانش محتوا ۲- دانش عمومی آموزشی ۳- دانش برنامه درسی ۴- دانش pck ۵- دانش فراگیران

و ویژگی‌های آنها ۶- دانش زمینه‌های آموزشی ۷- دانش اهداف، ارزش‌های آموزشی و مبانی فلسفی و تاریخی آنها (Shulman, 1987). او در این ساختار تأکید ویژه‌ای بر PCK داشت که مجموعه‌های متمایز دانش برای آموزش را مشخص کرده و نشان دهنده ترکیب محتوا (content) و دانش تربیتی (pedagogical knowledge) در درک چگونگی سازماندهی موضوعات، مشکلات موضوعات خاص، متناسب با علائق و توانایی‌های مختلف فراگیران است که برای آموزش ارائه می‌شود. (Shulman, 1987) این تعریف از PCK با «تجزیه ترکیب» شولمن پیوند خورده است: PCK "آن ملغمه خاص محتوا و آموزش است که منحصراً درک خاص معلم از دانش و حرفه خودش است» (Shulman, 1987). دانش تربیتی عمومی (pk)، شامل جنبه‌هایی از تدریس و یادگیری است که مستقل از موضوعند. دانش تربیت عمومی، یافته‌ها و روش‌های تحقیقات تجربی در زمینه تدریس، یادگیری و پیشرفت انسان و همچنین پایه‌های هنجاری، فلسفی و اخلاقی تعلیم و تربیت است. همچنین مدیریت کلاس درس و تکنیک‌های آموزشی که فراتر از دیسپلین‌هایند. این حوزه از دانش بر روابط عمومی رفتارهای معلم تأکید دارد که این رفتارها با دستاوردهای تحصیلی دانش‌آموزان بدون در نظر گرفتن موضوع یا رشته تحصیلی مرتبط است. دانش موضوعی (ck) در مورد پدیده‌ها، قواعد، نظریه‌ها، مدل‌ها و روابط آنها بوده و برای تدریس ضروری است. این دانش بر مبنای دو پایه قرار دارد: نوشته‌ها و مطالعات انباشته شده در حوزه یک محتوا و پژوهش‌های فلسفی و تاریخی در مورد ماهیت آن حوزه (Shulman, 1987) به نقل از (Hume, 2016). نظریه ترکیب و طبقه‌بندی پیشنهادی شولمن، نقطه آغاز بحث در مورد ماهیت PCK است که تا امروز ادامه دارد. طبق تعریف دیگری از شولمن، pck ترکیبی از دو مؤلفه زیر است: ۱- آگاهی از راهبردهای آموزشی مانند آگاهی از اشکال مفید بازنمایی موضوعات خاص، تشبیهات قدرتمند، تصاویر، مثال‌ها، توضیحات و ارائه‌ها، ۲- دانش مفاهیم

علوم، دانش ارزشیابی در علوم و آگاهی از راهبردهای آموزش موضوعات علمی. پارک و الیور (Park & Oliver, 2008) شش مؤلفه در مدل شش ضلعی خود معرفی کردند: جهت‌گیری‌ها به آموزش علوم، دانش درک دانش‌آموزان در علوم، دانش برنامه‌درسی علوم، دانش راهبردهای آموزشی و ارائه‌های آموزش علوم، کارآمدی معلم و دانش ارزشیابی یادگیری علوم. سایر محققان ساختار دانش معلمان را با بررسی رابطه بین اجزای تشکیل‌دهنده دانش معلم به صورت مدل مطرح کردند. در بحث PCK، توافق عمومی وجود دارد که دانش محتوا پیش‌شرط مهم آموزش خوب است؛ بر این اساس، معلمان باید درک عمیقی از مفاهیم و اصول اصلی این رشته داشته باشند و روشهایی را که دانش علمی با آنها تولید و آزمایش می‌شود، بدانند. علاوه بر این، آن‌ها باید بتوانند در توسعه تاریخی و محدودیت‌های معرفتی این دانش تأمل کنند. با این وجود، این دانش اساسی در این رشته به تنهایی، معلمان را در موقعیتی قرار نمی‌دهد که بتوانند دروس را برنامه‌ریزی یا تحلیل کنند. آن‌ها باید دانش اضافی داشته باشند که گس نیوسام (Gess-Newsome, 2015)، آن را به عنوان دانش تخصصی خاص موضوع (topic-specific professional knowledge) TSPK تعریف می‌کند. بر اساس این تعریف معلمان باید همه چیز را در مورد یک موضوع خاص بدانند؛ بدانند کدام مواد یا مثالها می‌توانند درک این موضوع را تسهیل کنند؛ یا بتوانند محاسبه کنند دانش‌آموزان، برای درک یک مفهوم خاص، چه دانش قبلی را لازم دارند (Krepf, Plöger, Scholl, & Seifert, 2017). کیولا و همکارانش (Kula et al, 2020) در تحقیق خود در مورد pck معلمان ریاضی، مؤلفه‌های آن را به صورت ۱-دانش راهبردهای تدریس و بازنمایی‌های متعدد شامل ۱- «استفاده از فعالیت‌های آموزشی مناسب، استفاده از مثال‌ها و قیاس‌های زندگی واقعی، آگاهی از انواع ابزارهای آموزشی ارائه شده در برنامه‌درسی ریاضی و آگاهی از نحوه استفاده از آنها، استفاده از راهبردهای آموزشی مختلف و استفاده از نمایش‌های مختلف»

دانش‌آموزان، مانند دانش تصورات اشتباه دانش‌آموزان و تأثیر آنها در یادگیری بعدی (Krepf, Plöger, Scholl, & Seifert, 2017). سیر تاریخی تکمیل مؤلفه‌های pck توسط محققان و مریمان این حوزه به شرح زیر است: گروسمن (Grossman, 1990) تعریف شولمن را گسترش داد و چهار عنصر PCK زیر را پیشنهاد کرد: آگاهی از اهداف آموزش موضوعات خاص در سطوح مختلف، آگاهی از درک دانش‌آموزان، آگاهی از برنامه‌درسی و مواد درسی موجود برای موضوعات خاص، آگاهی از راهبردها و ارائه‌های آموزشی برای موضوعات خاص. مارکس (Marks, 1990) چهار عنصر برای pck پیشنهاد کرد که می‌توان آنها را به شرح زیر خلاصه کرد: آگاهی از موضوعات خاص برای اهداف آموزشی، آگاهی از درک دانش‌آموزان از موضوعات خاص، دانش رسانه‌ها برای آموزش موضوعات خاص و آگاهی از استراتژی‌های آموزش موضوعات خاص. تامیر (Tamer, 1991) چهار عنصر PCK برای دروس علوم آزمایشگاهی را به شرح زیر مشخص کرد: دانش‌آموزان تصورات رایج نادرست، موضوعات خاص و نحوه تشخیص مشکلات دانش‌آموزان در درک موضوعات خاص، دانش برنامه‌های درسی: مفاهیم پیش‌نیاز مورد نیاز برای درک موضوعات خاص و نحوه طراحی درس آزمایشگاهی مبتنی بر پرسش، آگاهی از دستورالعمل‌ها، تدریس و مدیریت: مراحل معمول دروس آزمایشگاهی و نحوه آموزش استفاده از ابزار آزمایشگاهی و در آخر دانش ارزشیابی‌ها: ماهیت و ترکیب موجودی‌های ویژه ارزیابی علم و نحوه ارزیابی مهارت‌های آزمایشگاهی واقعی. کارلسن (Carlson, 1999) با افزودن مؤلفه‌ای اضافی از دانش معلمان، مدل دیگری را پیشنهاد کرد: دانش زمینه‌خاص؛ این امر شامل دانش یک آموز خاص و دانش یک کلاس خاص و غیره است. مگنوسون و همکاران (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999) پنج عنصر زیر را پیشنهاد کردند: آگاهی از اهداف و اهداف تدریس علم در سطحی خاص، دانش برنامه‌درسی علوم، آگاهی دانش‌آموزان از موضوعات خاص

مقالات علمی پژوهشی با محوریت pck در سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۵ در پایگاه‌های داخلی و در طول سال‌های ۲۰۲۲-۱۹۸۷ در پایگاه‌های خارجی انتشار یافته بود.

۲- موضوع پژوهش‌ها دانش موضوعی- تربیتی (pck) بود. ۳- حداقل دو مؤلفه pck در تحقیق مورد بررسی قرار گرفته بود. در جستجوی مقالات، ۶ مقاله داخلی و ۱۱۸ مقاله خارجی مورد بررسی اولیه قرار گرفت و با توجه به معیار، معتبر بودن مقالات، ۳۲ مقاله حذف گردید و به دلیل نداشتن توضیحات کافی در مورد مؤلفه‌ها و مشخص نکردن مؤلفه‌ها، ۴۵ مقاله حذف گردید و در نهایت ۳ مقاله داخلی و ۳۸ مقاله خارجی مورد بررسی قرار گرفت. برای شناسایی مؤلفه‌های pck و طراحی الگوی مفهومی از روش سنتزپژوهی از نوع فراترکیب استفاده شد. هدف از فراترکیب کیفی، ارائه تصویری جامع و تفسیری از داده‌ها و پژوهش‌هایی است که تا به حال به موضوع خاصی پرداخته‌اند (Timmulak, 2009). در این روش دانشی به دست می‌آید که حاصل تلفیق دانش به دست آمده از مطالعات دیگر است و برای کاربرد در عمل تناسب بیشتری دارد (Pourbaghban, Mahmoudi, Fathi Azar, 2020). تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوی هفت مرحله‌ای سنتزپژوهی مارش انجام گرفت.

۱- شناسایی منابع دست اول با توجه به کلیدواژه‌های مرتبط با موضوع.

۲- شناسایی و دسته‌بندی مفاهیم، بازنگری و تحلیل مفهومی عناصر اصلی.

۳- شناسایی خوشه‌های اطلاعات برای الگوی مطلوب بر اساس الگوی تحلیل مفهومی.

۴- در کنار هم قراردادن اطلاعات درون هر دسته.

۵- چرخه‌های مکرر از تحلیل/ ترکیب تا دسته‌ها به اعتبار لازم برسند و بیانیه نهایی به دست آید.

۶- مرتب کردن دسته‌ها برای کاربردی‌ترین مورد نظر.

۷- تفسیر مطالب ترکیبی.

مقاله‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مؤلفه‌های pck مورد بررسی در پژوهش‌ها با روش کدگذاری درسه

۲- دانش فراگیران شامل «دانش قبلی دانش‌آموزان، مشکلات احتمالی دانش‌آموز، شناخت باورهای غلط و تفاوت‌های دانش‌آموزان» ۳- دانش برنامه درسی شامل «آگاهی از عناصر برنامه درسی ریاضی، آگاهی از ابزارهای سنجش یادگیری، دانش برنامه افقی و عمودی از یک موضوع» معرفی کردند. کوتلوکا (Kutluca, 2022) در بررسی تغییرات در ارتباط بین مؤلفه‌های pck پنج مؤلفه، جهت‌گیری برای آموزش علوم، آگاهی از درک دانش‌آموزان، دانش برنامه درسی، راهبردهای آموزشی و دانش درباره ارزشیابی را مورد بررسی قرار داد.

### روش تحقیق

جامعه آماری این پژوهش شامل تمام مقالات علمی معتبر در زمینه دانش موضوعی- تربیتی معلمان بود که با توجه به جستجوی منظم در پایگاه‌های اطلاعاتی، بر اساس معیارهای ورود، ۱۱۸ مقاله علمی شناسایی و بر اساس معیارهای خروج، ۴۱ مقاله پژوهشی برای تحلیل انتخاب شد. با توجه به هدف تحقیق که بررسی مطالعات در این حوزه و به دست آوردن یک نتیجه هماهنگ از مؤلفه‌ها، زیرمؤلفه‌ها و مفاهیم و مصادیق این مؤلفه‌ها و مشخص کردن مؤلفه‌هایی که بیشتر مورد توجه پژوهشگران بوده است، بود و با استفاده از کلیدواژه‌های دانش موضوعی- تربیتی (pck)، مؤلفه‌های pck، صلاحیت‌های حرفه‌ای معلمان علوم، از اطلاعات نشریه‌های داخلی و خارجی شامل علم نت، پرتال جامع علوم انسانی، بانک اطلاعات نشریات ایران (Magiran)، پایگاه مجلات تخصصی نور (Normagas)، پایگاه علمی جهاد دانشگاهی (sid) و پایگاه جامع علوم انسانی و پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (irandoc) و پایگاه‌های اطلاعات خارجی Springer ProQuest, Springlink, researchgate و موتور جستجوی Google Scholar مقالات و پایان‌نامه‌ها در مورد مؤلفه‌های pck گردآوری شد. معیارهای ورود و خروج پژوهش شامل موارد زیر بود: ۱- پایان‌نامه‌ها و

### یافته‌ها

برای تحلیل نهایی در این پژوهش از یافته‌های ۴۱ تحقیق علمی استفاده شده است که در جدول پیوست ۱ ویژگی‌های این تحقیقات بر اساس کد مقاله، عنوان تحقیق، نام محققان و سال انتشار ذکر شده است. با توجه به کدگذاری باز مرحله اول، کلیه مؤلفه‌ها بر اساس مفاهیم مشترک دسته‌بندی شدند این یافته‌ها در جدول شماره ۱ قابل ملاحظه است. نتایج حاصل از سنتز پژوهی مقالات، الگوی مفهومی مؤلفه‌های pck در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

سطح باز، محوری و منتخب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ابتدا با کدگذاری باز مؤلفه‌های pck و مفهوم مورد استفاده برای هر مؤلفه در هر پژوهش استخراج شد و سپس با طبقه‌بندی کدهای باز هم‌جنس در یک مقوله، کدهای محوری تحقیق به دست آمد و الگوی مفهومی مؤلفه‌های pck شناسایی شد. برای اطمینان از نحوه کدگذاری‌ها از دو نفر ارزشیاب در کدگذاری مجدد و برای تأیید پایانی از فرمول ضریب کاپای کوهن استفاده شد. میزان توافق بین ارزشیابان ۰/۷۳ به دست آمد.

جدول ۱. کدهای محوری و منتخب به دست آمده برای مؤلفه‌های pck

بعد	مؤلفه‌ها	مصادیق (کد تحقیق)
دانش آموزی	دانش معلم در مورد راهبردهای آموزشی (۳۹،۳۴) زبان آموزش، روش آموزش (۱) اکتشاف آزمایشگاهی، کار عملی، نمایش و انیمیشن (۲،۳۱) شبیه‌سازی، حل مسأله، تحقیق (۲) توانایی تدوین قیاس، توضیحات، مثال‌ها (۳۹،۱۲،۱۸،۲۸،۱۶) راهبردهای آموزش مفهومی (۱۳) پشتیبانی از پیشرفت شایستگی و یادگیری فعال (۱۹) استفاده از منابع یادگیری و رسانه‌های آموزشی متناسب با اهداف یادگیری، انتخاب منابع یادگیری و رسانه‌های شرح فرایند یادگیری ارتباطی و تعاملی، بهبود مراحل یادگیری متناسب با تخصیص زمان (۱۹) ارائه دستور کار، تشکیل گروه (۲۰،۳۱) پخش فیلم، استفاده از بازی (۲۴) فرآیندهای کودک محور، فرایندهای معلم محور (۲۵،۲۶) استراتژی‌های انگیزشی (۲۵) فعالیت‌های یادگیری آموزشی (۲۷، ۲۸) اجرای شیوه‌های سازنده‌گرایی (۳۷) تسلط بر نظریه‌های یادگیری و اصول یادگیری آموزشی (۲۸)	
	دانش راهبردهای آموزشی موضوعات خاص	تلاش برای مفهوم‌سازی، ارتباط دادن مفاهیم به محاسبات، پشتیبانی راهبردها با درک جامع معلم از موضوع، پشتیبانی راهبردها با درک غنی از تجارب اولیه دانش‌آموزان و عوامل زمینه‌ای (۳) راهبردهای خاص یک موضوع علمی (۴،۸،۱۱،۱۸) راهبردهای خاص عناوین آن موضوع علمی (۴)، دانش چندین روش یا توالی فعالیت خاص (۵،۱۹) توانایی انتخاب سازنده‌ترین استراتژی یا اصلاح استراتژی برای گروه خاص (۹،۵) آزمایش‌های مربوط به دانش خاص (۱۴) دانش محتوا و تدریس موضوع خاص (۱۶) فعالیت‌های کلاسی برای کمک به درک مفاهیم خاص (۱۸) استراتژی‌های موضوعی خاص (۳۴) دانش سازماندهی کلاس درس در مورد زمان مفید بودن کل کلاس، تشکیل گروه، دانش در مورد نحوه سرعت بخشیدن به یادگیری و دانش نحوه ساخت یادگیری با چارچوب، تکه تکه کردن و مهندسی معکوس، استراتژی مبنی بر «بازگشت به عقب، حلقه زدن، ارجاع دادن به کارهای قبلی»، آموزش نمایشی، دانش سازماندهی موضوع درسی (نقطه شروع، توالی، تقسیم‌بندی، جمع‌بندی)، مرتبط و جذاب ساختن موضوع (۳۶) دانش درباره مدل‌ها، دانش درباره آزمایش و نحوه قضاوت آزمایش، (۳۸) دانش محتوا و آموزش: آگاهی از نقطه شروع، مزایا و معایب روش‌های ارائه، راهبردهای تدریس (۴۰) دانش نحوه آموزش محتوا (۱۵) فعال کردن روشها برای کمک به دانش‌آموز برای ایجاد شبکه دانش خود، (۳۷).
دانش آموز و ارائه	توانایی تولید ارائه‌های مؤثر، استفاده از تشبیهات، استفاده از مفاهیم، تأکید بر محاسبات و فرمول‌ها، قیاس (۳،۲۸،۳۴،۱۳،۳۲) استفاده از زبان مادری (۳) راهبردهای آموزشی و روش ارائه برای حل یک مشکل (۱۰) ارائه فرصت‌های متعدد برای استفاده از تصاویر، نمودارها، مدل‌ها (۳۳) آگاهی از بازنمایی مطالب مناسب برای تدریس، راهنمایی در ایجاد و سازماندهی دانش خود، انگیزش (۳۷،۳۹).	
جهت‌گیری	جهت‌گیری معلم در آموزش محتوا (۲۶۳۴)، جهت‌گیری فرایندی، دیسپلین‌ها، سخنرانی، تغییر مفهوم، فعالیت علمی، اکتشاف، پروژه، تحقیق، تحقیق هدایت شده (۲۵،۲،۹)، اهداف یادگیری موضوع	

بعد	مؤلفه‌ها	مصادیق (کد تحقیق)
آموزش علوم	ماهیت علم (۴،۸،۱۱،۱۹،۲۲)	نقش دانش قبلی دانش‌آموزان در یادگیری، هدف از حل مسأله، نقش آزمایشات، انگیزه دانش‌آموزان (۵) چگونگی یادگیری، چستی علم، درک زبان (۱۰) انگیزه برای اهداف (۱۸) رویکردهای یاددهی: بازخوردی، رویکرد مبتنی بر پرس‌وجو، رویکرد یکپارچه، مبتنی بر همکاری، سازنده‌گرایی (۳۱،۳۰) باورها و قضاوت‌هایی مؤثر بر تصمیمات و برنامه عمل معلم (۳۴) تدریس مرحله به مرحله، رویکرد یادگیری تجربی، رویکرد یادگیری فعال (۳۶)
	کارآمدی معلم	کارآمدی معلم در تشخیص بافت خاص کلاس، حوزه‌های خاص (۴) استفاده از فرصتهای آموزشی، تشخیص شرایط تغییر، فرایندهای کودک محور، اعتماد به نفس، آموزش ضمن خدمت، کافی بودن برنامه درسی، تصورات غلط از راهبردهای آموزشی، فرایندهای معلم محور (۲۵)
دانش پداگوژی (pk)	استدلال‌های پداگوژیکی (۱)، تمرکز بر اهداف، ساختاربندی کل فرایند تدریس، وضوح، فعالسازی شناختی یا انگیزش، ارتباط شناختی با تجارب اولیه، بازخورد سنجش و ارزشیابی، سازگاری با تفاوت‌های فردی، سازنده‌گرایی، فضای توأم با احترام و تأکید بر نکات مثبت (۶)، مدیریت کلاس، فرایند یادگیری به صورت گروهی، کار بر روی تکالیف به صورت گروهی (۱۷)، تفکر خلاق، درک مفهومی، ارائه‌ها، ارتباط دادن، استدلالی و حرفه‌ای، حل مسأله (۲۲)، دانش در مورد تدریس (۲۳) تسلط بر نظریه‌های یادگیری و اصول یادگیری آموزشی (۲۷)، تصمیمات و اقدامات پداگوژیکی (۳۶)	روش‌ها و ابزارهایی برای فعالیتهای یادگیری مؤثر، فعالیت تجربی، نقشه‌های مفهومی ابزارهای آزمایشگاهی کامپیوتر، مرتبط کردن پدیده‌های زندگی روزمره با الگوهای علمی، انجام فعالیتهای مدل‌سازی، ادغام کار آزمایشگاهی با نظریه، استفاده از فناوری اطلاعات به عنوان ابزارهای شناختی، استفاده از رایانه به عنوان ابزار آزمایشگاهی و نمایش‌های مختلف (۳۷) آگاهی از دستورالعمل‌های تدریس و مدیریت، مراحل معمول دروس آزمایشگاهی و نحوه آموزش استفاده از ابزار آزمایشگاهی (۲۰،۴۱)
	نیازهای یادگیرندگان (۱،۴،۸،۱۱)	پیش تصورات غلط (۴۱،۱،۳۳،۳۴،۱۶،) کج فهمی‌ها و مشکلات یادگیری (۴،۱۲،۲۸،۳۴،۴۱) انگیزش و علاقه (۴) به چالش کشیدن ایده‌ها و مشکلات دانش‌آموزان در تدریس (۷،۱۲) شناخت حوزه‌های دشواری (۱۸،۳۵،۸،۱۱) درک از حل مسأله (۱۰،۳۳) باور آنها درباره علم (۱۴) نحوه استدلال (۱۴) رابطه محتوا و دانش‌آموزان (۴۰،۱۶،۳۴) مشخص کردن عمق مطالب با توجه به میزان پیشرفت دانش‌آموزان، ارائه پدیده‌ها در دنیای واقعی مرتبط با موضوع، انتخاب منابع، رسانه‌های آموزشی و روش‌های یادگیری متناسب با ویژگی‌های دانش‌آموزان (۱۸) تنوع آموزشی، غنی‌سازی و ادغام آموزش، فرایندهای کودک محور، مهارت‌های شناختی، دانش مفهومی، فرایندهای معلم محور، درک از حالت‌های چهره، آمادگی شناختی، توسعه حرکتی روانی (۲۵)، نحوه درک از محتوا (۳۴) استفاده از مصاحبه و پرسشنامه باز برای به دست آوردن درک دانش‌آموزان از علم (۳۵) .
دانش درباره دانش‌آموزان	کج فهمی‌ها، مشکلات یادگیری (۲،۲۶،۳۲،۹) انگیزه و علاقه، نیازها (۲۳،۲،۲۴،۳۶) تفاوت‌های فردی (۳۹،۲،۲۴،۳۶) پیشینه دانش‌آموزان (۲)، تنوع رویکردهای یادگیری دانش‌آموزان (۱۸) عناصری که دانش‌آموزان با آنها درگیر می‌شوند (۱۸) سوابق اجتماعی و فرهنگی (۲۴) تسلط بر ویژگی یادگیرندگان (۲۷) توسعه توانایی‌های فراگیران (۲۷،۲۸) ارتباط با فراگیران (۲۷) مشکلات مفهومی (۳۱) ایده‌های دانش‌آموزان (۳۷) آگاهی از واکنشهای احتمالی در شرایط درس، آگاهی از دلایل احتمالی مشکلات، آگاهی در مورد چگونگی بروز چنین اشتباهاتی در حین یا بعد از درس (۳۸) شناخت کلی و شناخت دانش‌آموزان خود (۱۵)	کج فهمی‌ها، مشکلات یادگیری (۲،۲۶،۳۲،۹) انگیزه و علاقه، نیازها (۲۳،۲،۲۴،۳۶) تفاوت‌های فردی (۳۹،۲،۲۴،۳۶) پیشینه دانش‌آموزان (۲)، تنوع رویکردهای یادگیری دانش‌آموزان (۱۸) عناصری که دانش‌آموزان با آنها درگیر می‌شوند (۱۸) سوابق اجتماعی و فرهنگی (۲۴) تسلط بر ویژگی یادگیرندگان (۲۷) توسعه توانایی‌های فراگیران (۲۷،۲۸) ارتباط با فراگیران (۲۷) مشکلات مفهومی (۳۱) ایده‌های دانش‌آموزان (۳۷) آگاهی از واکنشهای احتمالی در شرایط درس، آگاهی از دلایل احتمالی مشکلات، آگاهی در مورد چگونگی بروز چنین اشتباهاتی در حین یا بعد از درس (۳۸) شناخت کلی و شناخت دانش‌آموزان خود (۱۵)
	دانش تجارب قبلی دانش‌آموزان	دانش ایده‌های اولیه دانش‌آموزان هنگام ساخت مفهوم جدید، تفاوت زبان روزمره و زبان فیزیک (۵) آگاهی از تجارب قبلی (۳۹،۱۳،۱۸،۲۳،۳۴) دانش لازم برای یادگیری موضوع (۲۸) شناخت دانش‌آموزان بدون آمادگی، دارای اطلاعات نادرست، دارای ترس و هراس (۳۶)
دانش کلاس	کلاس، مؤسسه، فعالیت‌های تجاری و فرهنگ (۱) آگاهی از زمینه آموزشی عمومی مانند مدیریت مدرسه، فلسفه‌های ملی و شرایط کلاس درس (۲۳) زمینه کلاس (۳۶)	کلاس، مؤسسه، فعالیت‌های تجاری و فرهنگ (۱) آگاهی از زمینه آموزشی عمومی مانند مدیریت مدرسه، فلسفه‌های ملی و شرایط کلاس درس (۲۳) زمینه کلاس (۳۶)

بعد	مؤلفه‌ها	مصادیق (کد تحقیق)
زمینه اجتماعی	زمینه اجتماعی، زمینه فرهنگی (۲۲،۱۷) آگاهی از زمینه‌های خاص مانند رویدادهای جهان (۲۳) سوابق اجتماعی و فرهنگی است (۲۴)	
	برنامه‌افقی و عمودی (۱،۲،۴) توسعه برنامه درسی (۲۷،۱۰،۲۸) شناسایی ایده‌های بزرگ درون موضوع، مفاهیم پیش‌زمینه (۱۳) صحت ترکیب مواد آموزشی، شرح موضوع مورد نظر در مطالب آموزشی (۱۸) درک ماهیت برنامه درسی (۲۳) مواد برنامه درسی (۴،۱۰،۱۷،۱۹) توالی (۵،۱۳،۱۶) ترتیب (۵،۳۳) آگاهی از اهداف (۱،۸،۱۱،۱۸،۱۹،۲۶،۳۵) جهت‌گیری‌ها بر اساس نتایج یادگیری (۲۵) سازماندهی و روابط بین موضوعات محتوا، ساز و کارهایی که برای تعیین اثربخشی برنامه‌ریزی شده است (۲۶،۳۳) دانش محتوا، درک دانش‌آموزان از علوم، محدودیت‌های زمانی و زمانی، انگیزش، کنترل کلاس (۳۱) درک تفاوت در رویکردها و فلسفه‌های آموزشی کتاب‌های درسی و تأثیر این تفاوت‌ها بر یادگیری (۳۳) دستور کار (۳۵) آگاهی از عناصر برنامه درسی ریاضی، آگاهی از انواع ابزارهای آموزشی ارائه شده در برنامه درسی ریاضی و آگاهی از نحوه استفاده از آنها، آگاهی از ابزارهای ارزیابی یادگیری و نحوه استفاده از آنها (۳۹) برجستگی برنامه درسی (۹،۲۵،۲۰،۴) رویکردهای رویه‌ای و مفهومی (۳) مفاهیم پیش‌نیاز برای درک موضوعات خاص و نحوه طراحی درس آزمایشگاهی مبتنی بر پرسش (۴۱)	
دانش	ارزشیابی تشخیصی، تراکمی (۲،۲۶) تکوینی (۲،۲۶) اهداف مهم واحد درسی مورد ارزشیابی (۲۳،۱۹،۸،۲،۱۱،۹) استفاده از تمرینات تکوینی، رویه‌ای (۳) ابعاد ارزشیابی علوم (۴،۱۰) روش‌های متنوع ارزشیابی (۲۸،۴،۱۰،۲۳،۹،۲،۲۸) اندازه‌گیری جنبه‌های شناختی و رفتار شخصیت (۱۷،۱۹) ابزارهای خاص ارزشیابی موضوع (۱۸) جنبه‌های مهم موضوع برای ارزشیابی (۱۸) ایجاد روشهای ارزشیابی واضح (۱۹) اهداف ارزشیابی (۲۳) ارزشیابی فعال دستاورد محور، ارزشیابی سنتی و دانش محور (۲۵) انواع ارزشیابی: ترسیم، توضیح، تجسمات مفهومی یا نمایش، سؤالات صحیح-غلط (۳۵) ماهیت ارزشیابی علم و نحوه ارزشیابی مهارت‌های آزمایشگاهی واقعی (۴۱)	
دانش محتوا	مفاهیم خاص، مفاهیم عمیق، مفاهیمی در مورد کج فهمی‌ها، انجام آزمایشات مرتبط با محتوا، روش‌های کاری مرتبط با محتوا روشی برای شرح اصطلاحات و روابط علت و معلولی، پیشرفت تاریخی دانش فیزیک (۶) شناسایی مباحث دشوار ریاضی ابتدایی (۲۲) برخورداری از محتوای عمیق و گسترده (۲۳) دانش موضوعی زبان و مهارت استفاده از زبان (۲۴) محتوا ریاضی (۳۰) دانش محتوا (۱۷،۴۰)	
آگاهی از دشواری‌های موضوع	بحث و جستجو در روش‌های رفع این دشواری‌ها (۱۳) شناسایی آنچه که یادگیری آن را آسان یا دشوار می‌کند (۷) حل مشکلات مختلف، استفاده از دستکاری‌های واقعی و مجازی، استفاده از زبان ریاضی و واژگان آشنا (۳۳) یادگیری موانع و موضوعات «دشوار» (۳۷)	
تکالیف خاص موضوع	تکلیف: دانش روش‌های گوناگون مسائل ریاضی (۳۲) ارائه تکالیفی غنی، جذاب، معنادار و بلندپروازانه از نظر ریاضی (۳۳) Pck متمایز ویژه روش تحقیق (۳۶) ارتباط دادن موضوعات اجتماعی یا مسائل ریاضی به تجارب روزمره، مهیا کردن فرصت مشاهده این مسائل، دادن فرصت کشف مسائل با دادها، (۲۱)	

دانش برنامه درسی

دانش ویژه موضوعات خاص

از علوم، دانش درباره دانش آموزان، دانش تجارب قبلی (دانش آموزان)، دانش زمینه با مؤلفه‌های (دانش کلاس، زمینه اجتماعی)، دانش برنامه درسی با مؤلفه‌های (برنامه درسی و ارزشیابی) و دانش ویژه موضوعات درسی خاص با مؤلفه‌های (دانش محتوا، آگاهی از دشواری‌های موضوع، تکالیف خاص موضوع) شد. در جدول شماره ۲ تعداد محققانی که از هر کدام از ابعاد

یافته‌های به دست آمده از کدگذاری محوری و منتخب منجر به شناسایی ۵ بعد، دانش آموزشی با مؤلفه‌های (دانش راهبردهای آموزشی، دانش راهبردهای آموزشی موضوعات خاص، دانش آموزش و ارائه، جهت‌گیری برای آموزش علوم، کارآمدی معلم، دانش پداگوژی، آگاهی از روشها و ابزارهای آموزشی) دانش فراگیران با مؤلفه‌های (دانش درباره درک دانش‌آموزان

۲- مؤلفه‌های دانش آموزشی، دانش فراگیران و دانش برنامه‌داری توسط پژوهشگران زیادی مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته‌اند.

۳- مؤلفه کارآمدی معلم که توسط پارک و اولیور (Park & Oliver 2007) در مدل شش ضلعی pck اضافه شد مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته بلکه آن را در مؤلفه‌های بعد آموزشی ادغام کرده‌اند.

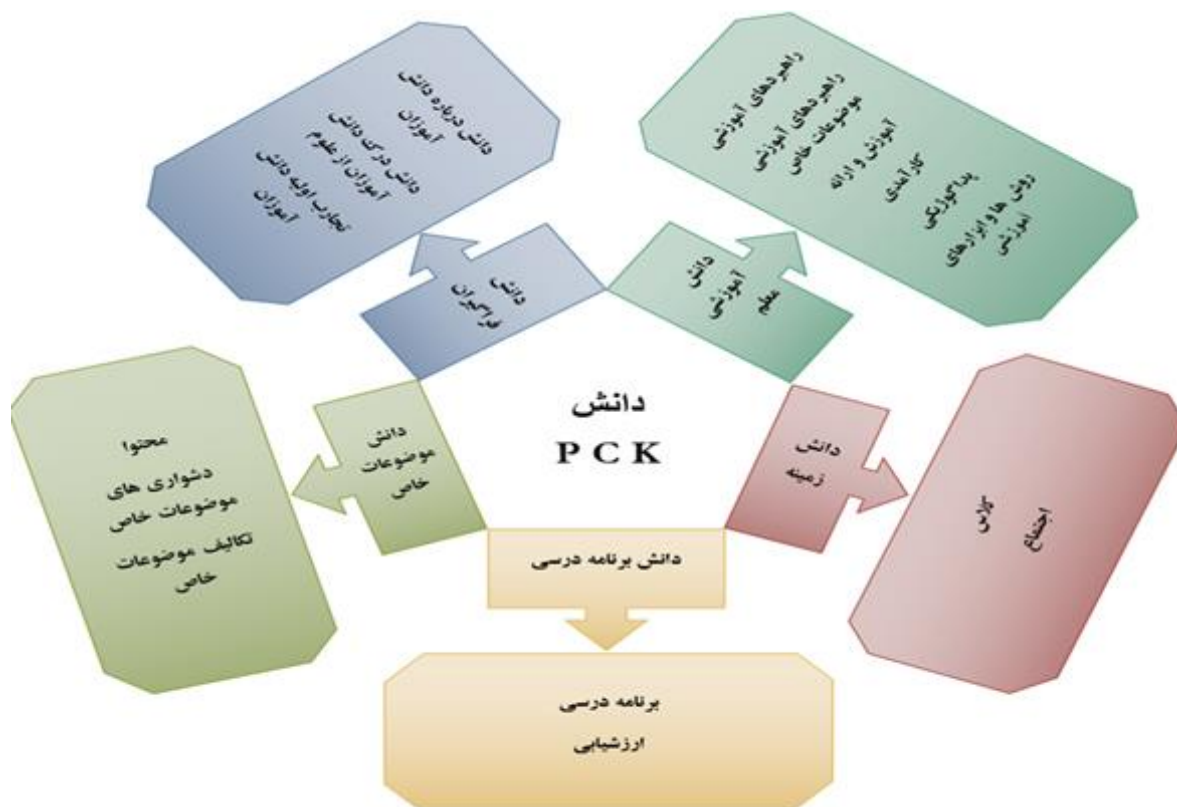
۴- مؤلفه تجارب قبلی دانش‌آموزان نیز در سایر مؤلفه‌های بعد فراگیران ادغام شده و فقط در دو تحقیق به عنوان مؤلفه‌ای جداگانه انتخاب شده است.

۵- مؤلفه دانش محتوا و دانش پداگوژی به عنوان عوامل مؤثر بر pck معرفی شده‌اند و تعداد کمی از پژوهشگران آن را از اجزای pck فرض کرده‌اند.

۶- دانش ویژه موضوعات خاص که در تحقیقات مورد بررسی به صورت جداگانه به عنوان مؤلفه pck در نظر گرفته یا در مؤلفه‌های دیگر ادغام شده‌اند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به دست آمده، استفاده کرده‌اند آورده شده است. با بررسی جدول شماره ۱ و ۲، نکات مهمی به دست می‌آید:

۱- مؤلفه‌های مورد بررسی توسط پژوهشگران یکسان نیست و حتی در موارد یکسان، مفاهیم قابل مشاهده و بررسی هر مؤلفه و مصادیق هر مؤلفه متفاوت است به عنوان مثال در جهت گیری معلم برای آموزش علوم برخی محققان منظور از جهت گیری معلم انتخاب روش تدریس است مانند جهت گیری فرایندی، دیسپلین‌ها، سخنرانی، تغییر مفهوم، فعالیت علمی، اکتشاف، پروژه، تحقیق، تحقیق هدایت شده، برخی، اهداف یادگیری موضوع، بعضی، ماهیت علم را مبنای جهت گیری معلم در آموزش علوم می‌دانند، برخی محققان رویکردهای تدریس معلم مانند سازنده گرایی، دانش‌آموز محوری، مفهوم گرایی را به عنوان جهت گیری معلم معرفی می‌کنند در حالی که در تحقیقی دیگر مثلاً رویکرد تدریس به عنوان راهبرد آموزشی معرفی می‌شود.



شکل ۱. الگوی مفهومی مؤلفه‌های pck



جدول ۲. میزان استفاده از مؤلفه‌ها در تحقیقات پژوهشگران

ابعاد	دانش آموزشی	دانش فراگیران	دانش زمینة	دانش برنامه‌ درسی	دانش ویژه موضوعات درسی خاص
مؤلفه (تعداد)	راهبردهای آموزشی (۱۳) راهبردهای آموزشی موضوعات خاص (۱۵)	دانش درباره‌ درک دانش‌آموزان از علوم (۱۶)	دانشش درباره‌ درک دانش‌آموزان (۱۲)	دانشش برنامه‌ درسی (۲۰) زمینة اجتماعی (۴)	دانش محتوا (۷) آگاهی از دشواری‌های موضوع (۵) تکالیف خاص موضوع (۴)
جمع	۶۳	۳۶	۷	۳۵	۱۶

### نتیجه‌گیری

اولین بعد استخراج شده از سنتز پژوهی تحقیقات، دانش آموزشی معلم است که در مورد تدریس است. این دانش در طول زمان از طریق بسیاری از تجربیات تدریس و با کسب دانش در مورد نظریه‌های یادگیری، مدل‌های یادگیری و روانشناسی یادگیری توسعه می‌یابد. این بعد شامل مؤلفه‌هایی به شرح زیر است:

۱- راهبردهای آموزشی: برای راهبردهای آموزشی دیدگاه‌ها و نظرات متفاوتی وجود دارد؛ یکی از نظریه‌های معتبر مربوط به گانیه است که ۹ گام برای راهبرد یک تدریس مؤثر را بیان کرده است: جلب توجه یا هوشیار کردن دانش‌آموزان برای دریافت محرک، آگاه ساختن یادگیرنده از هدف، تحریک یادآوری پیش‌نیازهای مربوط، ارائه محرک‌ها، تدارک راهنمایی یادگیری، فراخوان عملکرد، تدارک بازخورد، ارزیابی عملکرد، افزایش یاداری. نتایج تحقیق حاضر در این مؤلفه در برخی موارد با نظریه گانیه همسوست. ۲- راهبردهای آموزشی موضوعات خاص: برای هر موضوع درسی خاصی راهبردهای آموزشی ویژه وجود دارد عواملی از قبیل، تشکیل گروه، دانش در مورد نحوه سرعت بخشیدن به یادگیری و دانش نحوه ساخت یادگیری با چارچوب، تکه تکه کردن و مهندسی معکوس،

آموزش نمایشی، دانش سازماندهی موضوع درسی (نقطه شروع، توالی، تقسیم‌بندی، جمع‌بندی)، مرتبط و جذاب ساختن موضوع، از مصادیق آن است. اولفز و همکارانش (Olfos, Goldrine, & Estrell, 2014)، دانش آموزشی ریاضی را شامل دانش معلم در مورد سازماندهی برنامه درسی ریاضی مدرسه و ترتیب آن و همچنین مفاهیم سازنده‌گرایی از ریاضیات و نظریه‌های یادگیری، تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و اقدامات معلم در کلاس درس معرفی می‌کند. ۳- دانش آموزش و ارائه: روش ارائه درس یا روش‌های تدریس، شیوه عمل معلم را در کلاس درس شکل می‌دهند و فرصت‌های مناسب را برای فراگیری دانش‌آموزان پدید می‌آورند. هیچ متخصص یا منبع علمی کاربرد یک روش را تجویز نمی‌کند. معلمان بنا به هدف درس از چند روش به صورت تلفیقی استفاده می‌کنند (Aghazadh, 1394). از اشکال مفید ارائه در نتایج به دست آمده از ترکیب تحقیقات در این مطالعه می‌توان، موضوعات خاص، تشبیهات قدرتمند، تصاویر، مثال‌ها، توضیحات و ارائه‌ها، روش‌های دانش آموز محور مرتبط با محتوا، استفاده از مدل‌ها و بازنمایی‌های مختلف متناسب با استدلال دانش‌آموزان، راهنمایی دانش‌آموزان در ایجاد و سازماندهی دانش خود، انگیزش دانش‌آموزان در استفاده از بازنمایی‌های مختلف از یک پدیده یکسان

اولیه، بازخورد سنجش و ارزشیابی، سازگاری با تفاوت‌های فردی، فضای توأم با احترام و تأکید بر نکات مثبت، مدیریت کلاس، فرایند یادگیری به صورت گروهی، کار بر تکالیف به صورت گروهی، دانش در مورد تدریس، تسلط بر نظریه‌های یادگیری و اصول یادگیری آموزشی، تصمیمات و اقدامات پداگوژیکی، غوطه‌وری در داده‌ها و یادگیری تجربی، ذکر شده است که در بعضی از مؤلفه‌ها همسو با نتایج تحقیق اصابت و همکاران (Esabat Tabari, Norian, Damsaz, 2022) است. آنها در بررسی صلاحیت‌ها دانشی و پداگوژیکی معلمان با روش فراترکیب سه درون‌مایه از صلاحیت‌ها به دست آوردند که عبارتند از: ۱- صلاحیت‌های پیشنهادی با پنج مؤلفه: صلاحیت‌های عمومی، مهارت‌های ارتباطی، علاقه‌مندی به حرفه معلمی، توسعه حرفه‌ای، منش معلمی ۲- صلاحیت‌های برنامه‌ریزی با شش مؤلفه: درک موضوع درسی، تطبیق برنامه با فراگیران، آماده‌سازی موضوع درسی برای تدریس، شناخت فراگیران و صلاحیت عمومی ۳- صلاحیت‌ها اجرا و ارزشیابی با هفت مؤلفه: فعال‌سازی دانش‌آموزان، مدیریت کلاس درس، شناخت فراگیران، سازماندهی فرایندهای یاددهی و یادگیری، مهارت‌های ارتباطی و مهارت‌های تدریس مطلوب ۷- روش‌ها و ابزارهای آموزشی: معیارهای به دست آمده برای دانش معلم در مورد ابزارها و روش‌های آموزش علوم، در این پژوهش عبارتند از: «آگاهی از روش‌ها و ابزارهایی برای فعالیتهای یادگیری مؤثر، فعالیت تجربی، نقشه‌های مفهومی ابزارهای آزمایشگاهی کامپیوتر، مرتبط کردن پدیده‌های زندگی روزمره با الگوهای علمی، انجام فعالیتهای مدل‌سازی، ادغام کار آزمایشگاهی با نظریه، استفاده از فناوری اطلاعات به عنوان ابزارهای شناختی، استفاده از رایانه به عنوان ابزار آزمایشگاهی و ارائه‌های مختلف، آگاهی از دستورالعمل‌های تدریس و مدیریت، مراحل معمول دروس آزمایشگاهی و نحوه آموزش استفاده از ابزار آزمایشگاهی، که در برخی موارد همسو با بیان اسپراندو و همکارانش است. استفاده از وسایل

را نام برد. ۴- جهت‌گیری معلم برای آموزش: این مؤلفه مربوط به اعتقادات معلمان در مورد اهداف و مقاصد آموزش علوم در مقاطع مختلف تحصیلی است. از آنجا که تبدیل دانش معلم از سایر حوزه‌های دانش به PCK کار ساده‌ای نیست بلکه عملی عمده است که در آن معلمان ترجیح می‌دهند درک خود را متناسب با یک وضعیت بازسازی کنند، جهت‌گیری‌ها برای آموزش علوم به ساخت PCK تأثیر می‌گذارند. این مؤلفه به عنوان یک نقشه مفهومی تصمیمات آموزشی، استفاده از مواد درسی خاص و استراتژی‌های آموزشی و ارزیابی یادگیری دانش‌آموزان را هدایت می‌کند نه جهت‌گیری در آموزش علوم توسط مگنوسن و همکارانش به تصویب رسید: «سختگیری علمی، تعلیمی یا انتقال حقایق علم، تغییر مفهومی، اکتشاف، فعالیت محور، پرسش هدایت شده، علم مبتنی بر پروژه، تحقیق و تحقیق هدایت شده» (Karal & Alev, 2016). ۵- کارآمدی معلم: مصادیق یک معلم کارآمد در تحقیقات مورد بررسی، تشخیص بافت خاص کلاس، استفاده از فرصتهای آموزشی، تشخیص شرایط تغییر، آشنایی با فرآیندهای کودک محور، داشتن اعتماد به نفس، آموزش ضمن خدمت، کافی بودن برنامه درسی، عدم تصورات غلط از راهبردهای آموزشی، بیان شده است. نتایج به دست آمده توسط پیرکمالی و همکاران (Pirkamali, Momeni, Pakdaman, 2013) نشان می‌دهد خودکارآمدی معلم در سطح انگیزش، نگرش و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر مستقیمی دارد. معلمان کارآمد مهارت بیشتری در زمینه سازماندهی آموزش، سؤال پرسیدن، توضیح دادن، بازخورد مناسب دادن به سؤالات در شرایط سخت و فعال نگه داشتن دانش‌آموزان در انجام تکالیف دارند (Ashtok, 1987) به نقل از پیرکمالی و همکاران)

۶- دانش پداگوژی: در بررسی تحقیقات در پژوهش حاضر، معیارهای دانش پداگوژی معلم به صورت‌های، تمرکز بر اهداف، ساختار بندی کل فرایند تدریس، فعال‌سازی شناختی یا انگیزش، ارتباط شناختی با تجارب

رشد و نیاز» است (Park & Oliver 2007). علاوه بر این معلم باید شناخت و آگاهی کلی از دانش‌آموزان در رده سنی خاص نیز داشته باشد که در تحقیقات مورد بررسی محققان، مصادیق این نوع دانش را به صورت‌های، تفاوت‌های فردی، پیشینه دانش آموزان، تنوع رویکردهای یادگیری دانش آموزان، سوابق اجتماعی و فرهنگی، ارتباط با فراگیران، آگاهی از واکنشهای احتمالی در شرایط درس، آگاهی از دلایل احتمالی مشکلات، بیان کرده‌اند. دانش درباره وضعیت دانش‌آموزان مانند دانش قبلی آنها، تربیت اجتماعی، علایق و شیوه یادگیری متمرکز است. آگاهی از دانش قبلی دانش آموزان، ایده‌های ساده لوحانه، استراتژی‌های استدلال و طرح‌ها تمرکز می‌کنند تا به آنها کمک شود با روش‌های مناسب به مطالب محتوا دسترسی پیدا کنند (Sperandeo-Mineo, et al, 2014).

بعد سوم دانش درباره بافت و زمینه محل تدریس است. دی جانگ (De Jong, 2009) این مؤلفه را با عنوان دانش پداگوژی عمومی بیان کرده و آن را به دو سطح تقسیم کرد: ۱- کلاس و مدرسه یعنی آگاهی از جامعه مدرسه شامل فرهنگ مدرسه، دیدگاه مدرسه در مورد آموزش و یادگیری و دستورالعمل‌های رسمی و غیررسمی از مدیریت مدرسه است. ۲- اجتماع یعنی دانش جامعه خارج از مدرسه شامل آگاهی از تأثیر والدین، وضعیت اجتماعی-اقتصادی منطقه، سیاست آموزشی دولت و شناخت جامعه طبقاتی شامل آگاهی از روحیه طبقاتی، ساختار اجتماعی طبقه و تاریخچه طبقه می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با تقسیم‌بندی دی جانگ همسوست.

بعد چهارم به دست آمده، آگاهی معلم از برنامه درسی است که به دانشی اطلاق می‌شود که مربوط به درک ماهیت برنامه درسی فعلی است که در مدرسه معلم اجرا می‌شود یا محتوا و تقاضای آموزش آنطور که در برنامه درسی طراحی شده است. این مؤلفه همچنین شامل توانایی معلم برای طراحی برنامه درسی خود است و به دانش معلمان در مورد مواد درسی موجود برای

آموزشی موجب می‌شود دانش آموزان از همه حواس خود در یادگیری مطالب استفاده کنند. اگر یادگیری با استفاده صحیح از وسایل ارتباطی و کمک آموزشی مناسب و به شکل بصری باشد میزان یادگیری افراد افزایش می‌یابد. وسایل کمک آموزشی شامل رسانه‌ها، تصاویر، استفاده از نمایش، بازی‌های آموزشی و ایجاد گروه‌های کوچک دانش‌آموزی برای فعالیت‌های درسی است که یادگیری را بسیار مطلوب و جذاب می‌سازد و هدف از کاربرد انواع وسایل کمک آموزشی، تسهیل و تسریع آموزش و یادگیری است. (Sperandeo-Mineo, et al, 2014).

بعد دوم به دست آمده از سنتز پژوهی، دانش فراگیران است که به دو مؤلفه ۱- آگاهی از درک دانش‌آموزان از علوم و ۲- آگاهی کلی درباره دانش آموزان دسته‌بندی شده است. دانش درباره درک دانش‌آموزان از علوم یعنی آگاهی از اینکه کدام روش باعث می‌شود دانش‌آموزان تصویری درست از محتوای مورد نظر دریافت کنند، در تحقیقات مورد بررسی به صورت آگاهی معلم از، نیازهای یادگیرندگان، پیش‌تصورات غلط، کج‌فهمی‌ها و مشکلات یادگیری، به چالش کشیدن ایده‌ها و مشکلات دانش‌آموزان در تدریس شناخت حوزه‌های دشواری محتوا، درک فراگیران از حل مسأله، باور فراگیران درباره علم، نحوه استدلال فراگیران، مشخص کردن عمق مطالب با توجه به میزان پیشرفت دانش‌آموزان، انتخاب منابع و رسانه‌های آموزشی متناسب با ویژگی‌های دانش‌آموزان، انتخاب روش‌های یادگیری مناسب با ویژگی‌های فراگیران، درک از حالت‌های چهره، استفاده از مصاحبه و پرسشنامه باز برای به دست آوردن درک دانش‌آموزان از علم ذکر شده است. پارک و لیور در این مورد بیان می‌کنند که برای به کارگیری مؤثر PCK، معلمان باید در مورد دانش‌آموزان در یک موضوع و زمینه‌های دشواری دانش آگاهی داشته باشند. این مؤلفه شامل «دانش درک دانش‌آموزان از موضوعات خاص، مشکلات یادگیری، انگیزه و تنوع در توانایی، سبک یادگیری، علاقه، سطح

جذاب، معنادار و بلندپروازانه، مهیا کردن فرصت مشاهده مسائل، دادن فرصت کشف مسائل با دادها. گس نیوسام و همکارانش (Gusse Newsam, 2015) این بعد را حوزه جدایی از pck با عنوان TSPK معرفی کرده‌اند. دانش محتوای یک رشته علمی به تنهایی، معلمان را در موقعیتی قرار نمی‌دهد که قادر به برنامه‌ریزی یا تجزیه و تحلیل دروس باشند. آن‌ها باید دانش اضافی داشته باشند، به عنوان دانش تخصصی ویژه موضوع (TSPK). معلمان علاوه بر محتوا باید همه چیز را در مورد یک موضوع خاص بدانند، بدانند که کدام مطالب یا مثال‌ها می‌توانند درک این موضوع را تسهیل کنند، یا بتوانند دانش قبلی را برای درک مفاهیم خاص یک رشته مانند فیزیک محاسبه کنند. اگر معلمان این دانش را داشته باشند، مبنای مناسبی برای برنامه‌ریزی و تجزیه و تحلیل خواهند داشت. این دانش باید در شرایط خاص تدریس مورد استفاده قرار گیرد که در آن «یک موضوع خاص»، «به روشی خاص برای یک هدف خاص» آموزش داده می‌شود (Krepf, Plöger, Scholl, & Seifert, 2017).

اختلافات موجود در مؤلفه‌ها در تحقیقات، نمی‌تواند از اهمیت PCK بکاهد بعد از گذشت تقریباً ۳۰ سال همچنان به عنوان دانشی مهم و ضروری برای معلمان علوم پایه مورد بررسی و تحقیق پژوهشگران حوزه آموزش علوم در دنیا قرار گرفته است و در سال‌های اخیر حتی تحقیقاتی از PCK معلمان در علوم اجتماعی، آموزش زبان نیز انجام شده است و دامنه تحقیقات PCK معلمان دوره متوسطه به دوره‌های پیش‌دبستانی، ابتدایی و حتی آموزش عالی و دانشگاه‌ها نیز گسترش یافته است. در این تحقیق سعی شده است تا مؤلفه‌ها، زیرمؤلفه‌ها و معانی مختلف آن دسته‌بندی شوند و همچنین تعیین شود که کدام مؤلفه‌ها بیشتر مورد توجه بوده‌اند، تا محققان دیگر از این نتایج برای توسعه یا شناسایی pck معلمان علوم خاص استفاده کنند. برای جلوگیری از سردرگمی در انتخاب مؤلفه‌ها هر محقق، باید چهارچوب تحقیقی خود را مشخص کند که از چه

آموزش موضوعات خاص و همچنین در مورد برنامه‌های درسی افقی و عمودی برای یک موضوع اشاره دارد (Grossman, 1990). مصادیق شناسایی شده برای دانش برنامه درسی، آگاهی از برنامه افقی و عمودی، شناسایی ایده‌های بزرگ یک موضوع علمی خاص، صحت ترکیب مواد آموزشی، درک ماهیت برنامه درسی، مواد برنامه درسی، رعایت توالی و ترتیب، آگاهی از اهداف، سازماندهی و روابط بین موضوعات محتوا، ساز و کارهایی که برای تعیین اثربخشی برنامه‌ریزی شده است درک تفاوت در رویکردها و فلسفه‌های آموزشی کتاب‌های درسی و تأثیر این تفاوت‌ها بر یادگیری آگاهی از عناصر برنامه درسی، می‌باشد. مصادیق شناسایی شده برای دانش ارزشیابی معلم عبارتند از: آگاهی از انواع ارزشیابی و ابزارهای ارزشیابی، اهداف واحد درسی مورد ارزشیابی، ابعاد ارزشیابی علوم، اندازه‌گیری جنبه‌های شناختی و رفتار شخصیت، ارزشیابی فعال دستاورد محور. نتایج همسو با پژوهش علیم‌الدین و همکارانش (Alimuddin, Tjakraatmadja, Ghazali, & Ginting 2021) است: دانش مربوط به ارزشیابی‌ها و اهداف، شامل روش‌های ارزشیابی، نتایج ارزشیابی، اهداف آموزشی، و ارزش‌ها است. نتایج ارزشیابی، آگاهی در مورد نحوه استفاده از نتایج ارزشیابی است. اهداف، مقاصد و ارزش‌های آموزشی عبارتند از دانش مربوط به جنبه‌های مختلف مورد انتظار آموزش و پرورش، از مقیاس کلاس درس تا مقیاس ملی یا حتی جهانی.

بعد پنجم دانش ویژه موضوعات خاص که در تحقیقات مورد بررسی به صورت جداگانه به عنوان مؤلفه pck در نظر گرفته شده‌اند یا در مؤلفه‌های دیگر ادغام شده‌اند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این تحقیق در سه مؤلفه ۱- دانش محتوا که شامل دانش موضوعی در مورد پدیده‌ها، قواعد، نظریه‌ها، مدل‌ها و روابط آنها بوده و برای تدریس ضروری است ۲- آگاهی از دشواری‌های موضوع که همان شناسایی آنچه که یادگیری آن را آسان یا دشوار می‌کند. ۳- تکالیف خاص موضوع، یعنی ارائه تکالیفی غنی،

- The case of teaching global warming. *American Institute of Physics*.
- De Jong, O. (2009). Exploring and changing Pedagogical content knowledge: an overview. Karlstad University, Sweden, Utrecht University, The Netherlands, researchgate.net
- Erwin, E., & Rustaman, N. Y. (2017). Understanding of Prospective Physics Teachers Students Toward Pedagogical Content Knowledge on Optical Geometry Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012102
- Esabat Tabari, E. Norian, M. Damsaz, K. (2022). Teachers' knowledge and pedagogical Competencies. *Research in Curriculum Planning*. Vol 18. No 44 45-60
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2). doi: 10.1103/physrevstper.6.020110
- Exconde, T., G. & Escabel, E., B. (2021). Assessment of Pedagogical Content Knowledge of Math Teachers: Basis for Professional Development Program. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*. (4)7. ISSN (Online): 2581-5792
- Fernandez, C. (2014). Knowledge base for teaching and pedagogical content knowledge (PCK): some useful models and implications for the teachers training. *problems of education in the 21st century*, (60)2, 79-102.
- Gagne, R. M, Leslie, B., Walter W. (1995). Principles of educational design. Translation: Khadijeh Aliabadi, Tehran: Dana Publishing.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). London: Routledge
- مدل‌های pck یا مؤلفه‌های pck و با چه معیارها و مفاهیمی می‌خواهد استفاده بکند.
- منابع**
- Aghazadeh, Muharram. (2017). *A Guide to New Teaching Methods Based on Brain-Based Research, Constructivism, Collaborative Learning, Metacognition, etc.*, 10th Edition, Tehran: Abijah Publishing.
- Alavian, T. (2019). Investigating the effect of content knowledge (ck) on content knowledge pedagogy (pck) on photosynthesis in some elementary school students. *Pooyesh Quarterly in Basic Science Education*, (5) 15.
- Alimuddin, Z., Tjakraatmadja, J., Ghazali, A. & Ginting, H. (2021). Using Seci To Improve Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Electronic Journal of Knowledge Management*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.34190/ejkm.19.1.2146>
- Appova, A. & Taylor, C. E. (2020). Providing opportunities to develop prospective teachers' pedagogical content knowledge. *The Mathematics Enthusiast*, ISSN 1551-3440, vol. 17, nos. 2 & 3, pp. 673-724.
- Awang, I. S., Serani, G., Prasetyo, Z. K., & Wangid, M. N. (2021). Pedagogical Content Knowledge (PCK) Based on Local Wisdom to Develop Students' Nationality Characteristics. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*. Published. <https://doi.org/10.26858/est.v0i0.18892>
- Aydin, S., Demirdogen, B., Nur Akin, F., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Tarkin, A. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and Teacher Education*, 46, 37-50.
- Chordnork, B., & Yuenyong, C. (2018). Understanding primary school science teachers' pedagogical content knowledge:

- Grossman, P.L. (1990). The Making of a Teacher: Teacher knowledge and Teacher Education. New York/London: *Teachers College Press*.
- Halim, L., & Meerah, S. M. M. (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215–225.
- Hume, D. M. (2016). Teacher subject matter competency and its effects on content knowledge, general pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge: A comparison of California's subject-matter programs and the C-SET. Retrieved from <https://ttu.ir.tdl.org/bitstream/handle>
- Jüttner, M., & Neuhaus, B. J. (2013). Validation of a Paper-and-Pencil Test Instrument Measuring Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge by Using Think-Aloud Interviews. *Journal of Education and Training Studies*, 1(2).
- Karal, I. S., & Alev, N. (2016). Development of pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK) throughout their initial training. *Teacher Development*, 20(2), 162–180.
- Kazempour, F., Rafipour, A., Khodaei, M. (2019). Content knowledge and content pedagogy of elementary teachers and its relationship with the ability to solve students' mathematical fractions. *Research in Curriculum Planning*, 33 (2), 104-120.
- Kirschner, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gess-Newsome, J., & Aufschnaiter, C. V. (2016). Developing and evaluating a paper-and-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1343–1372.
- Krepf, M., Plöger, W., Scholl, D., & Seifert, A. (2017). Pedagogical content knowledge of experts and novices-what knowledge do they activate when analyzing science lessons? *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 44–67.
- Kula Ünver, S., ÖZgür, Z., & Bukova Güzel, E. (2020). Investigating Preservice Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge through Microteaching. *Journal of Research in Mathematics Education*, 9(1), 62.
- Kutluca, A., Y. (2021). Exploring Preschool Teachers' Pedagogical Content Knowledge: The Effect of Professional Experience. *J. Sci.Learn.2021.4(2).160-172*
- Ma'rufi, I. (2015). Pedagogical Content Knowledge (PCK): typ of particular knowledge for teacher to effective learning (case study of mathematics teacher at SMA). *International Conference on Statistics, Mathematics, Teaching, and Research*.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht/Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41, 3-11.
- Mavhunga, E., & Rollnick, M. (2015). Teacher-or Learner-Centred? Science Teacher Beliefs Related to Topic Specific Pedagogical Content Knowledge: A South African Case Study. *Research in Science Education*, 46(6), 831–855.
- Megayanti, T., Utami, L., Dewi, S., K. (2021). Understanding the Discrepancy between the Perceptions and Implementation of Primary English Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. (10)2.
- Melo-Niño, L. V., Cañada, F., & Mellado, V. (2015). Initial Characterization of Colombian High School Physics Teachers' Pedagogical

- Content Knowledge on Electric Fields. *Research in Science Education*, 47(1), 25–48.
- Metscher, S. E., Tramantano, J. S., & Wong, K. M. (2020). Digital instructional practices to promote pedagogical content knowledge during COVID-19. *Journal of Education for Teaching*, 47(1), 121–124.
- Minken, Z., Macalalag, A., Clarke, A., Marco-Bujosa, L., & Rulli, C. (2021). Development of teachers' pedagogical content knowledge during lesson planning of socioscientific issues. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 4(2), 113-165.
- Nijenhuis-Voogt, J., Bayram-Jacobs, D., Meijer, P. C., & Barendsen, E. (2021). Teaching algorithms in upper secondary education: a study of teachers' pedagogical content knowledge. *Computer Science Education*, 1–33.
- Nilsson, P. (2014). When Teaching Makes a Difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1794–1814.
- Nilsson, P., & Karlsson, G. (2018). Capturing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) using CoRes and digital technology. *International Journal of Science Education*, 41(4), 419–447.
- Nind, M. (2020). A new application for the concept of pedagogical content knowledge: teaching advanced social science research methods, *Oxford Review of Education*, 46(2), 185–201.
- Nugraha, T., & Prabawanto, S. (2021). Exploring the Perspective of Indonesian In-service Elementary Teachers toward Pedagogical Content Knowledge (PCK) on Teaching Mathematics. *The 3rd International Conference on Elementary Education*, 3(1). 474-481.
- Olfos, R. & Estrella, S. (2010). Chilean primary teachers challenged to build pck statistics. *International Statistical Institute*. [www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications\\_](http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications_)
- Olfos, R., Goldrine, T., & Estrella, S. (2014). Teachers' pedagogical content knowledge and its relation with students' understanding. *Revista Brasileira de Educação*, 19(59), 913–944.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2007). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812–834.
- Pirkamali, M., Momeni, M., Pakdaman, M. (2013). Review of the relationship between self- efficacy of sciens teacher on motivation attitude and academic achievement of fift grade elementary school students. *Research in Curriculum Planning*. Vol 10. No 10, 123-135
- Pourbaghban, S., Mahmoudi, F., Fathi Azar, I., Kohestani, B. (2020). Virtual reality curriculum model in science lesson. *Journal of Theory and Practice in the Curriculum*, 16 (8).
- Rollnick, M., Bennett, J., Rhemtula, M., Dharsey, N., & Ndlovu, T. (2008). The Place of Subject Matter Knowledge in Pedagogical Content Knowledge: A case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1365–1387.
- Smith, P. Sean; Esch, R. Keith; Hayes, Meredith L.; Plumley, Courtney L. (2016). developing and Testing a Method for Collecting and Synthesizing Pedagogical Content Knowledge.

- Sperandeo-Mineo, M., Capizzo, M., Lupo, L., Monroy, G., Lombardi, S., Testa, I. (2014). Pedagogical Content Knowledge as a tool to understand and develop teachers' competences. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Science)*. 1
- Sri, Y., Mardiyah, A. A., Mohammad, M., & Endang, S. (2021). Identification of Pedagogical Content Knowledge (PCK) for Prospective Chemistry Teachers: Efforts to Build Teachers' Professional Knowledge. *Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1), 012077.
- Tamir, P. (1991). Professional and personal knowledge of teachers and teacher educators. *Teaching & Teacher Education*, 7, 263-268.
- Timulak, L. (2009). Meta-analysis of qualitative studies: A tool for reviewing qualitative research findings in psychotherapy. *Psychotherapy Research*, 19(4/5): 591-600
- Wu, P., Yu, S., & Zhang, L. (2018). The function and integration of components of pedagogical content knowledge (PCK) in classroom teaching: a case study of business English teachers. *Educational Studies*, 45(4), 440-455.