

بررسی اثر دانش محتوا (CK) بر روی پداگوژی دانش محتوا (PCK) مبحث فتوسنتز در برخی دانشجو
معلمان رشته آموزش ابتدایی (مطالعه موردی)

فیروزه علویان^۱

پذیرش: ۹۸/۴/۲۹

دریافت: ۹۸/۴/۹

چکیده

تحقیق در مورد توسعه حرفه‌ای معلمان در دو دهه گذشته افزایش یافته است. براین اساس، مطالعات زیادی بر روی دانش موضوعی (CK) و پداگوژی دانش محتوا (PCK) معلمان علوم مختلف انجام شده است؛ اما در مورد دانش موضوعی و پداگوژی دانش محتوا معلمان علوم ابتدایی؛ خصوصاً مبحث فتوسنتز، مطالعات محدودی انجام شده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر میزان و کیفیت دانش موضوعی بر روی پداگوژی دانش محتوا مبحث فتوسنتز و رشد گیاهان در گروهی از دانشجو معلمان آموزش ابتدایی پردیس فاطمه زهرا (س) اصفهان است. در این پژوهش، محتوای زیستی فتوسنتز و رشد گیاهان مورد بررسی قرار گرفت. جامعه مورد پژوهش شامل ۲۵ دانشجو معلم رشته علوم تربیتی اصفهان بودند. برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه، آماده‌سازی طرح درس و مصاحبه استفاده شد. اکثر دانشجو معلمان در پایان ترم یک، از مشکلات مفهومی دانش آموزان در زمینه فتوسنتز چندان آگاه نبودند و در انتخاب مهم‌ترین مفاهیم مشکل داشتند. درحالی‌که همین دانشجویان در پایان ترم دو؛ و شرکت در کلاس‌های درس آموزش علوم، در درک مشکلات مفهومی دانش آموزان قوی‌تر عمل نمودند، همچنین، هیچ‌یک از دانشجویان تجربیات زیادی در زمینه تدریس علوم نداشتند.

کلیدواژه‌ها: CK، PCK، گیاه، فتوسنتز، رشد.

^۱ استادیار گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، ایران، نویسنده مسئول، f.alavian@cfu.ac.ir

مقدمه

اخیراً، تمرکز تفکر معلمان، بر روی جستجوی اجزای موثر در بهبود بازده آموزشی جلب شده است (alavian & shayestehfar, ۲۰۱۹; Olsen, ۲۰۱۶). با توجه به مقاله کلارک و پترسون (Clark, ۱۹۸۶)، زمینه‌های تفکر معلمان شامل برنامه‌ریزی، اجرا و نظریه‌های ضمنی مرتبط با این دو مرحله است. شالمن (Shulman, ۱۹۸۷) ادعا کرد تدریس موفق نیاز به علم ویژه‌ای دارد که او آن را پداگوژی دانش محتوا (PCK) نامید. شالمن، درک و شناخت معلمان را به هفت دسته تقسیم کرد که از این بین، پداگوژی دانش محتوا (PCK) جدید و بسیار اثرگذار است. تأکید پداگوژی دانش محتوا بر این موضوع است که دانش بسیاری از معلمان بر اساس محتوای خاصی است و این دانش به‌طور محدود به موقعیت‌های دیگر منتقل می‌شود (Gunckel, Covitt, & Salinas, ۲۰۱۸). از نظر شالمن، دانش محتوا (CK)، دانش مرتبط با موضوعی است که قرار است تدریس شود. این دانش شامل دانش واقعیات، تئوری‌ها، مفاهیم و رویه‌های موجود در یک رشته درسی خاص است (Shulman, ۱۹۸۷). به عبارتی، دانش محتوا چهارچوب‌هایی است که نظریه‌ها و ایده‌ها را سازمان‌دهی و مرتبط به هم می‌کند. در مقابل، پداگوژی دانش محتوا، آگاهی‌های مرتبط با فرآیند تدریس، تئوری‌های شناختی و اجتماعی یادگیری و درک اینکه چگونه این تئوری‌ها در کلاس‌های درسی کاربرد دارند را شامل می‌شود (Lee, Liu, & Yeh, ۲۰۱۹; Luft, Whitworth, Berry, Navy, & Kind, ۲۰۱۹).

در نگاهی به تفکر و عمل معلم به شیوه‌ای متوالی، قسمت اول نظریه عملی معلم یا دانش و آگاهی، فرآیندی شخصی است که شامل باورهای شخصی او در مورد اهداف، ارزش‌ها و اصول آموزشی است. در این حال، تئوری عملی معلم به تدریس جهت‌دار یا اعتقادات معرفت‌شناختی معلم بسیار نزدیک است (West, Fensham, & Garrard, ۲۰۱۵). نوع بعدی تخصص مورد نیاز یک معلم، داشتن طرح درس مناسب است که شامل مجموعه‌ای از محتویات، اهداف و روش‌های تدریس است (Stronge, ۲۰۱۸). طرح درس‌ها می‌توانند تا حدی به‌عنوان مترادف با پداگوژی دانش محتوا استفاده شوند (Skinner, ۲۰۱۶). نوع بعدی عملکرد معلم، اجرا در تعامل با کلاس درس است. ثابت شده است که ضمن اجرا، بایستی تصمیم‌گیری بسیار سریع همراه با تجزیه و تحلیل صورت گیرد. به نظر می‌رسد که این تفکر در طول تدریس بیشتر بر دانش آموزان و شیوه‌های عمل تمرکز داشته باشد. از آنجاکه شرایط کلاس پاسخ فوری را می‌طلبد، معلمان زمان عکس‌العمل زیادی ندارند و تصمیمات عمدتاً بصری و مبتنی بر درک، یا انتقال مستقیم هستند (Romiszowski, ۲۰۱۶). همچنین، ایده‌ها و اهداف مختلف ممکن است در تعارض باشند و باعث اصطکاک داخلی شوند. از سوی دیگر، زمینه تدریس ممکن است تحت اثر اصطکاک بیرونی قرار گیرد و توانایی‌های خوب معلم در عمل شناخته نشوند. معلمان سعی می‌کنند اصطکاک‌ها را کاهش دهند و یک سطح منسجم از تفکر را تشکیل دهند. البته، تطابق نظریه و عمل بیشتر در میان معلمان با تجربه وجود دارد. در حالت ایده آل، هماهنگی کامل وجود دارد؛ بدین معنی که رفتار معلمان، شایستگی‌ها، باورها، هویت و مأموریت با یکدیگر یک سطح منسجم و منطبق با محیط را تشکیل می‌دهند (Toom, Pietarinen, Soini, & Pyhäältö, ۲۰۱۷).

ایده پداگوژی دانش محتوا دارای تاریخچه‌ای طولانی است و محتوای آن در میان محققان بسیار متفاوت است (Clark, ۱۹۸۶; Gess-Newsome, ۱۹۹۹; Hashweh*, ۲۰۰۵; Magnusson, Krajcik, & Borko, ۱۹۹۹). پنج جنبه پداگوژی دانش محتوا که اصلاح‌شده‌اند عبارتند از: (۱) مسائل مفهومی دانش آموزان؛ (۲) محتوای اصلی تدریس (دانش برنامه درسی)؛ (۳) روش‌های تدریس؛ (۴) روش‌های ارزیابی خاص محتوا؛ و (۵) جهت‌گیری آموزش علوم. از این میان، روش‌های ارزیابی در این مطالعه گنجانده نشد، زیرا هیچ تدریس واقعی در کلاس درس انجام نشد. در این مطالعه، تأثیر میزان دانش محتوا (CK) بر روی پداگوژی دانش محتوا (PCK) فووستز و رشد گیاهان در یک گروه از دانشجو معلمان، در دو ترم متوالی (ترم یک و ترم ۲)؛ که به‌طور عمده در میزان و کیفیت دانش محتوا متفاوت بودند، مقایسه شد. افراد خبره در دانش محتوا، به‌طور کلی آموزش را بهبود می‌بخشند؛ زیرا از مشکلات مفهومی دانش آموزان آگاهی بیشتری دارند. آن‌ها درک بهتری از آنچه که برای برنامه درسی مهم است، دارند. همچنین، افراد خبره، مجموعه گسترده‌تری از روش‌های آموزش جایگزین دارند که در ایجاد تنوع و جلوگیری از خستگی مخاطبان خود، از آن‌ها استفاده می‌کنند (Holtsch, Hartig, & Shavelson, ۲۰۱۸). اهمیت دانش محتوا در عملکرد تدریس تا حدودی بحث‌برانگیز است و نیاز به مطالعات بیشتری دارد. اکثر محققان موافقاند

که حداقل مقدار دانش محتوا برای توسعه پداگوژی دانش محتوا ضروری است. زمانی که معلمان تلاش می کنند دانش ضعیف خود را پوشش دهند، دانش محتوای ضعیف به شکل های مختلف بر روی تدریس آن ها تأثیر می گذارد. به عنوان مثال در یک مطالعه بر روی معلمان مبتدی رشته تربیت بدنی، آن ها توانایی انتقال مهارت به محتوای جدید را نداشتند (Schempp, Manross, Tan, & Fincher, ۱۹۹۸).

در این تحقیق درک برخی از دانشجو معلمان رشته آموزش ابتدایی از رابطه بین دانش محتوا و پداگوژی دانش محتوا در مبحث فتوسنتز و رشد گیاهان بررسی شده است. گروه های مورد مطالعه در این تحقیق، به طور عمده، از نظر دانش محتوا و معلومات علمی مربوط به مبحث فتوسنتز متفاوت بودند. بر این اساس، سؤال های تحقیق عبارت اند از: چه تفاوت هایی در دانش محتوا دانشجو معلمانی که درس آموزش علوم را در پایان ترم ۲ گذرانده اند (افراد خبره) با دانشجو معلمانی که فقط درس مبانی علوم را (در پایان ترم یک) گذرانده اند وجود دارد؟ آیا دانش محتوای دانشجو معلمان بر روی پداگوژی دانش محتوای آن ها تأثیر می گذارد (مشکلات مفهومی دانش آموزان، آگاهی از برنامه درسی، روش های تدریس و جهت گیری در تدریس)؟ دانشجو معلمان در زمان تهیه برنامه تدریس خویش (طرح درس) با چه نوع مشکلات آموزشی مواجه هستند؟ نیازهای آموزشی دانشجو معلمان در زمینه تدریس فتوسنتز کدامند؟

روش

در این مطالعه، برای مطالعه پداگوژی دانش محتوا دانشجو معلمان در تدریس فتوسنتز و رشد گیاه، از روش های آماده سازی طرح درس، پرسشنامه و مصاحبه استفاده شد. جامعه آماری مورد مطالعه شامل ۲۵ دانشجو معلم رشته آموزش ابتدایی ورودی ۱۳۹۶، از پردیس فاطمه زهرا (س) اصفهان بودند که در پایان ترم اول (مبتدی)؛ و در پایان ترم دوم (خبره) در مطالعه شرکت کردند.

ابتدا، دانشجو معلمان برای نوشتن یک طرح درس؛ به طور جداگانه و یک دوره آموزشی دوساعته در زمینه فتوسنتز و رشد گیاهان دعوت شدند. آن ها یک ساعت برای نوشتن طرح درس؛ بدون هیچ گونه کتاب و یا سایر مواد کمک آموزشی وقت داشتند و در تمام این مدت، زیر نظر محقق بودند. همچنین، از آن ها خواسته شد که دانش خود در زمینه فتوسنتز را به طور عمقی مطرح کنند و انتخاب های خود را توجیه کنند. سپس، دو پرسشنامه در اختیار دانشجویان قرار گرفت (پرسشنامه پس از نوشتن طرح درس، در اختیار دانشجو معلمان قرار گرفت تا طرح درس را تحت تأثیر خود قرار ندهد). پرسشنامه اول، اطلاعات پیش زمینه دانشجو معلمان در مورد میزان آشنایی آن ها با موضوع فتوسنتز بود و پرسشنامه دوم در مورد درک دانشجو معلمان از فرآیند فتوسنتز و رشد و نمو گیاهان، نظرات آن ها در مورد دانش قبلی دوران تحصیل خود در مدرسه، مفاهیم جایگزین و مشکلات مربوط به یادگیری این موضوع بود.

مصاحبه انجام شده، از نوع ساختاریافته بود؛ و مصاحبه ها در عرض دو هفته پس از نوشتن طرح درس و پر کردن پرسشنامه ها انجام شد. در طول مصاحبه، دانشجو معلمان تشویق شدند که در مورد برنامه های درسی و مشکلات آن ها در نوشتن طرح درس صحبت کنند. هدف از مصاحبه این بود که دانش محتوا و پداگوژی دانش محتوا دانشجو معلمان، مشکلات مربوط به برنامه ریزی درسی؛ مشکلات پیش بینی شده در آموزش و نیازهای آموزشی برای تبدیل شدن به یک معلم موفق بررسی شود. مدت مصاحبه ها از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه، بسته به اینکه خود دانشجو معلمان چه مدت نیاز داشتند تا به جزئیات موضوع های مطرح شده پاسخ دهند، متفاوت بود.

آنالیز داده ها: در بیشتر موارد، تجزیه و تحلیل و پیدا کردن دسته ها کاملاً ساده بود. دسته های نسبتاً قوی مورد استفاده قرار گرفتند و برای جلوگیری از تکرار روش و شرح، نتایج در جداول مربوطه معرفی شدند.

نتایج

دانش محتوا (CK) دانشجو معلمان

دانش مربوط به مواد مصرف شده و محصولات فتوسنتز: درک مواد اولیه و محصولات فتوسنتز با استفاده از طرح درس، پرسشنامه و مصاحبه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هدف این بود که مشخص شود که آیا دانشجو معلمان مواد اولیه و محصولات واکنش های فتوسنتز را از نظر علمی صحیح توصیف کرده اند یا نه. بر اساس درک آن ها دو گروه تشکیل شد:

الف) دیدگاه علمی: گروهی که مواد اولیه و محصولات واکنش را صحیح گفته بودند، به این معنی که آب، نور و کربن دی اکسید را به عنوان مواد اولیه و اکسیژن و گلوکز را به عنوان محصولات معرفی کرده بودند.

ب) دیدگاه تقریباً معیوب: یکی از مواد اولیه یا محصولات واکنش صحیح مطرح نشده بود.

بر اساس داده های موجود، در میزان درک دانشجو معلمان، اختلاف قابل توجهی وجود داشت. نتایج این قسمت، در جدول یک نشان داده شده است. از ۲۵ دانشجو در مرحله مبتدی، ۴ نفر درک علمی از مراحل فتوسنتز داشتند؛ به این معنی که همه مواد لازم برای تولید مواد عالی همچون گلوکز، شکر، نشاسته و سایر کربوهیدرات ها را به خوبی معرفی کرده بودند. ۲۱ نفر باقی مانده، در درک مفاهیم مشکل داشتند و یا تصورات غلطی در توصیف فتوسنتز مطرح می کردند؛ اما همین جامعه آماری در پایان ترم ۲، درک علمی کاملی از مراحل فتوسنتز داشتند.

جدول ۱. دیدگاه های دانشجو معلمان در تشخیص مواد اولیه و محصولات فرآیند فتوسنتز

دیدگاه	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
دیدگاه علمی	۴	۲۵
دیدگاه تقریباً معیوب	۲۱	۰

درک ارتباط فتوسنتز و رشد گیاه

درک ارتباط فتوسنتز و رشد گیاه با استفاده از طرح درس و پرسشنامه بررسی شد. براین اساس، دو گروه تشکیل شد:

الف) درک کامل ارتباط بین فتوسنتز و رشد گیاه

ب) عدم درک کامل ارتباط بین فتوسنتز و رشد گیاه

در پایان ترم ۲، به جز ۵ دانشجو، بقیه دانشجو معلمان، موارد زیر را درک کردند: ۱) گلوکز و اکسیژن محصولات واکنش فتوسنتز هستند، ۲) گیاه، قند تولید شده در واکنش فتوسنتز را ذخیره می کند، ۳) رشد نتیجه فتوسنتز است و یا ۴) از طریق فتوسنتز، گیاه در حال رشد انرژی دریافت می کند ۵) گیاه کربوهیدرات (قند) را برای رشد خود دریافت می کند یا ۶) گیاه ترکیبات کربن دار را برای رشد توده بدن خود تولید می کند. اگر حتی یکی از ۶ مورد فوق درک نمی شد، در واقع دانشجو معلم توانسته بود بین فتوسنتز و رشد رابطه برقرار کند؛ اما فقط ۲ دانشجو در پایان ترم یک قادر به درک تمامی موارد فوق بودند (جدول ۲).

جدول ۲. درک ارتباط بین فتوسنتز و رشد گیاه

درک ارتباط فتوسنتز و رشد گیاه	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
درک کامل ارتباط بین فتوسنتز و رشد گیاه	۲	۲۰
عدم درک کامل ارتباط بین فتوسنتز و رشد گیاه	۲۳	۵

منبع اصلی توده گیاه

درک منبع اصلی توده گیاهی از طریق پاسخ‌های دریافت شده از طریق مصاحبه صورت گرفت. سه مورد مطرح شد: الف) کربن دی اکسید، ب) آب و ج) مواد مغذی. تمام این سه گروه به رشد کمک می‌کنند، اما به دلیل اینکه منبع اصلی توده گیاهی مورد سؤال بود، کربن دی اکسید تنها پاسخ پذیرفته شده بود؛ که از ۲۵ دانشجو در پایان ترم یک، فقط ۸ نفر؛ و در پایان ترم ۲، ۱۹ نفر، کربن دی اکسید را منبع اصلی توده گیاه تلقی کرده بودند (جدول ۳).

جدول ۳. درک منبع اصلی سازنده توده گیاهی

پایان ترم ۲	پایان ترم یک	منبع اصلی توده گیاهی
۱۹	۸	کربن دی اکسید
۵	۱۶	آب
۱	۱	مواد معدنی

پداگوژی دانش محتوا (PCK) دانشجو معلمان

پداگوژی دانش محتوا دانشجو معلمان در مورد مشکلات مفهومی معمولی که دانش آموزان در مورد فتوسنتز و رشد گیاه دارند، بر اساس پاسخ‌های آن‌ها به پرسشنامه‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. پاسخ‌ها به شرح زیر طبقه‌بندی شدند: الف) دانشجویان نمی‌توانستند روند تبدیل غذای گیاهی به جانوری را درک و بیان کنند؛ به عبارت دیگر، آن‌ها متوجه نمی‌شدند که گیاه غذای خود را می‌سازد؛ ب) دانشجویان معتقد بودند که فتوسنتز تنفس معکوس گیاه است (کربن دی اکسید وارد می‌شود و اکسیژن خارج می‌شود؛ ج) دانشجویان درک نمی‌کردند که کربن دی اکسید مورد نیاز گیاه است؛ د) دانشجویانی که منبع اصلی توده گیاهی را آب یا کربن دی اکسید در نظر گرفته بودند، اهمیت کربن دی اکسید برای فتوسنتز را نمی‌توانستند بیان کنند. به طور کلی، ۲۲ نفر از دانشجو معلمان در پایان ترم ۱؛ و ۹ نفر از دانشجویان در پایان ترم ۲، مسائل مفهومی را که دانش آموزان هنگام مطالعه فتوسنتز و رشد گیاه با آن‌ها مواجه می‌شوند را متوجه نمی‌شدند (جدول ۴). آن‌ها، تصور می‌کردند که گیاهان غذای خود را به همان شیوه جانوران به دست می‌آورند. همچنین، این افراد، مشکلات ادراکی در فهم این موضوع که فتوسنتز نوعی «تنفس معکوس» است را داشتند و قادر به توضیح صحیح آن نبودند.

جدول ۴. پداگوژی دانش محتوا (PCK) مشکلات مفهومی دانش آموزان

پایان ترم ۲	پایان ترم یک	PCK مشکلات مفهومی فتوسنتز
۹	۲۲	عدم درک مسائل مفهومی مرتبط با فتوسنتز
۱۶	۳	درک مسائل مفهومی مرتبط با فتوسنتز

شرح اهمیت روند فتوسنتز

اهمیت فتوسنتز و محتوای اصلی: تمامی جمعیت آماری مورد نظر در پایان ترم ۲، اهمیت گیاه برای زندگی روی زمین را توضیح دادند؛ اما نمی‌توانستند بسیاری از محتواهای اساسی فتوسنتز را ضمن تدریس ذکر کنند. همچنین، ۷ دانشجو معلم در پایان ترم یک متقاعد شدند که یکی از مهم‌ترین موضوعات درسی علوم، فتوسنتز و رشد گیاهان است؛ به ویژه اینکه بر روی فهم ارتباط بین تغذیه گیاهان و محصولات و اهمیت فتوسنتز تأکید کردند. آن‌ها همچنین بر اهمیت درک محیط زیست بر روی رشد گیاهان تأکید داشتند (جدول ۵).

جدول ۵. درک اهمیت فتوستت برای زندگی روی زمین

پایان ترم یک	پایان ترم ۲	PCK مشکلات مفهومی فتوستت
۱۸	۰	عدم درک اهمیت گیاهان بر روی زمین
۷	۲۵	درک اهمیت گیاهان بر روی زمین

روش های آموزشی (فعالیت های آموزشی)

فعالیت های کمکی پیشنهادی روشهای تدریس علوم شامل نمایش، مشاهده رشد گیاهان در شرایط مختلف، مطالعه شکل ظاهری گیاهان، تهیه برش عرضی از ساقه و ریشه برخی گیاهان تک لپه و دولپه و مقایسه ساختار میکروسکوپی ریشه و ساقه گیاهان تک لپه و دولپه (به کمک میکروسکوپ و استفاده از لام آماده نمونه ها)، استفاده از انیمیشن یا ویدیو، کسب اطلاعات از اینترنت، کتاب ها و رسانه های دیگر، بحث های گروهی؛ و ارائه آن ها به روش های مختلف بود. سپس، هر دانشجو روشهای موردنظر خود را از بین موارد پیشنهادی، انتخاب می کرد. نتایج در جدول ۶ ارائه شده است. لازم به ذکر است که اغلب دانشجویان چند روش را انتخاب کردند.

جدول ۶. فعالیت های کمکی انتخاب شده توسط دانشجو ها در پایان ترم های یک و دو برای تدریس فتوستت و رشد گیاه

فعالیت	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
نمایش	۴	۵
مشاهده رشد گیاهان و شکل ظاهری آن ها	۱۰	۷
مشاهده و مقایسه برش عرضی ساقه و ریشه	۵	۱۶
بحث گروهی	۵	۴
استفاده از انیمیشن یا ویدیو	۶	۲۴
کسب اطلاعات از اینترنت یا رسانه های دیگر	۱۵	۸
مطالعه کتاب های مرتبط با فتوستت و رشد گیاهان	۱۳	۷

دانشجویان در پایان ترم ۲ عموماً فعالیت های مستقیم تر (مثلاً کارهای آزمایشی و ارائه ویدیو) را انتخاب کردند؛ در حالی که در پایان ترم یک، بیشتر از فعالیت های غیرمستقیم (مانند جستجوی اطلاعات از منابع مختلف) استفاده می کردند.

جهت گیری آموزش: رویکردهای آموزشی دانشجویان برای تدریس از طریق طرح درس و مصاحبه موردبررسی قرار گرفت، جایی که دانشجو معلمان، فعالیت های موردنظرشان را در برای تدریس در کلاس درس توصیف کردند. روش های مختلفی برای طبقه بندی آموزش ها یا راهبردها وجود دارد که معمولاً یک معلم از چند مورد استفاده می کند (Cleveland, Olimpo, & DeChenne-Peters, ۲۰۱۷; Reece & Walker, ۲۰۱۶). این مورد در این مطالعه نیز قابل مشاهده بود. در این بین، آموزش ساختارگرایانه با معیارهایی تعریف می شود که معلم به درک مفاهیم کلیدی و بازسازی ایده های خود می پردازد و دانش فرد توسط خودش ساخته می شود. به همین دلیل، جوهر دانش را نمی توان از فردی به فرد دیگر انتقال داد، بلکه باید از طریق جستجو و اکتشاف به آن رسید. ساختارگرایان معتقدند انسان نمی تواند مفهوم جدید و ناشناخته ای را بیاموزد، مگر آنکه بتواند آن را با دانش قبلی خود که در ذهن دارد و از تجربیات واقعی که توسط وی به دست آمده، پیوند دهد. گرایش آموزشی مفهومی یا Conceptual با معیارهای تمرکز آموزش در انتقال ایده های علمی صحیح، استفاده غالب از روش های معلم محور و غیره مشخص می شود (Chi, ۲۰۰۹).

در تحقیق حاضر، دانشجو معلمان مبتدی اغلب ساختارگرا بودند، در حالی که دانشجو معلمان ترم بالاتر، عمدتاً ترکیبی از دو گروه بودند. به نظر می رسد که آن ها در مرحله گذار بین دو جهت قرار داشته باشند. نتایج گرایش آموزش ساختارگرا و مفهوم گرا در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. جهت گیری آموزشی دانشجو معلمان

فعالیت	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
آموزش ساختارگرا یا Constructivist	۱۷	۷
آموزش مفهوم گرا یا Conceptual	۰	۴
ترکیبی از آموزش ساخت گرا و مفهوم گرا	۸	۱۴

مشکلات مربوط به برنامه ریزی درس

مشکلات مربوط به برنامه ریزی درسی از طریق مصاحبه بررسی شد. پنج گروه تشکیل شد: الف) دانش محتوا؛ ب) دانش در مورد درک دانش آموزان از مبحث علوم؛ ج) محدودیت های سازمانی و زمانی؛ د) انگیزش؛ و) کنترل کلاس. شایع ترین مشکل که دانشجو معلمان مبتدی با آن مواجه بودند دانش محتوای ناکافی بود که این مشکل در پایان ترم ۲ به مراتب کمتر مشهود بود. شایع ترین مشکلی که دانشجویان در پایان ترم دو ذکر کردند، دانش ناکافی در مورد درک علمی دانش آموزان بود. این مشکلات زمانی ظاهر شد که آن ها سعی کردند درک دانش آموزان کلاس ششم در مورد فتوستنز و دانش قبلی شان را بفهمند. نتایج مشکلات برنامه ریزی درسی در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸. مشکلات برنامه ریزی درسی

فعالیت	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
نداشتن دانش محتوا (CK)	۲۲	۲
عدم دانش در مورد درک دانش آموزان از علوم	۱۹	۱۷
محدودیت های سازمانی و زمانی	۷	۶
مشکل انگیزه	۴	۶
مشکل در کنترل کلاس	۶	۴

درک نیازهای آموزشی

برای بررسی درک نیازهای آموزشی دانشجو معلمان، از مصاحبه استفاده شد. طبقه بندی شامل: الف) دانش محتوا؛ ب) پداگوژی دانش محتوا مربوط به فعالیت های تدریس؛ ج) درک دانش آموزان از پداگوژی دانش محتوا؛ د) دانش برنامه درسی علوم؛ و) تجربه یا مشاهده آموزش در مدرسه ابتدایی. از نظر دانشجو معلمان مبتدی و خبره، دانش محتوا مهم ترین نیاز آموزشی است. نتایج درک نیازهای آموزشی در جدول ۹ نشان داده شده است. نیاز آموزشی دیگری که آن ها ذکر کردند و در جدول ذکر نشده است، شناخت راه های مختلف اثبات پدیده ها و ارتباط بین پدیده ها است.

جدول ۹. نیازهای آموزشی

فعالیت	پایان ترم یک	پایان ترم ۲
دانش محتوا	۱۸	۱۳
پداگوژی دانش محتوا مربوط به فعالیت های تدریس	۳	۱۰
دانش درک دانش آموزان از علم (PCK)	۴	۱۱
دانش برنامه درسی علوم (PCK)	۶	۸
تجربه یا مشاهده آموزش در مدارس ابتدایی	۹	۱۶

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دانشجو معلمان در پایان ترم یک درمورد فتوستز و رشد، مشکلات متعددی دارند. مشکلات معمول این معلمان مبتدی عبارت بودند از: دانش ناکافی، تصورات غلط و مشکلات مربوط به درک ارتباط بین مفاهیم مختلف فتوستز. این نتایج توسط مطالعه اکبرگ (۲۰۰۳) در درک جزئی دانشجویان از فتوستز و رشد گیاه حمایت می‌شود (Clark, ۱۹۸۶). برعکس، دانشجو معلمانی که درس آموزش علوم را گذرانیده بودند، تصورات غلط و نادرست کمتری نسبت به دانشجویان مبتدی، بر روی دانش محتوا داشتند و ارتباطات بین مفاهیم متفاوت را بهتر درک می‌کردند. همچنین، اکثر آن‌ها دارای دانش محتوای منسجمی بودند. این افراد نیز مشابه با گروه مبتدی، تصورات غلط و اشتباهی از محتوا داشتند که بسیار کمتر از آن‌ها بود. این یافته‌ها با کارهای هاشو (۱۹۸۷) مطابقت دارد (Hashweh, ۱۹۸۷).

نتایج کار ما نشان می‌دهد که دانش محتوای خوب دارای تأثیر مثبت در پداگوژی دانش محتوا دانشجو معلمان است و از این طریق در آموزش مؤثر است. دانشجویان خبره، بهتر از افراد مبتدی از مشکلات مفهومی دانش آموزان آگاهی داشتند. برای یک مبتدی، تشخیص اشتباهات دانش محتوای دانش آموزان، به دلیل اشتباهات خود دانشجو، بسیار مشکل است. این نتایج با نتایج هاشو (۱۹۸۷) (Hashweh, ۱۹۸۷)؛ و ابیت (۲۰۱۱) (Abbitt, ۲۰۱۱) مطابقت دارد. دانشجویان با دانش نادرست و ناکافی ممکن است مفاهیم خود را به دانش آموزان خود انتقال دهند و به این ترتیب، مشکلات مفهومی دانش آموزان اضافه می‌شود (Hashweh, ۱۹۸۷). علاوه بر این دانشجویان ترم بالاتر می‌توانند مطالب مهمتری را برای آموختن ذکر کنند؛ این دانشجویها، توانایی بهتری در پردازش محتوا و مشکلات مفهومی دانش آموزان داشتند. با این حال در تولید روش‌های تدریس ویژه موضوع خاص چندان قوی عمل نمی‌کردند.

این مطالعه نشان می‌دهد که برنامه‌های درسی به وضوح تحت تأثیر سطح دانش محتوا قرار دارند؛ اما به دلیل روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه، نمی‌توانیم بگوییم که آیا در کلاس درس واقعی عملاً تأثیر می‌گذارد یا خیر؟ تفسیر این موضوع دشوار است که از طریق دانش محتوای دانشجو معلمان، به‌ویژه دانشجویان مبتدی، به فعالیت‌های منتخب نگاه شود.

نتایج تحقیق حاضر در مورد جهت‌گیری آموزش دانشجو معلمان نشان داد که، آموزش دانشجو معلمان مبتدی بر یادگیری دانش آموزان تأکید دارد و آن‌ها عمدتاً ساختارگرا بودند. یک دلیل این موضوع شاید به دلیل ضعیف‌تر بودن دانش محتوای آن‌ها باشد. تأکید کم‌تر بر جهت‌گیری مبتنی بر فعالیت در این گروه ممکن است با پنهان کردن ضعف‌های دانش محتوا توضیح داده شود. این دیدگاه توسط یافته‌های Gess-Newsome حمایت می‌شود که افراد با تجربه کمتر، بیشتر وقت خود در طول تدریس را در مورد محتوا صحبت می‌کنند (Gess-Newsome & Lederman, ۱۹۹۵) با توجه به مطالعه هاشو (۱۹۹۶)، معلمان ساختارگرا از تفکر دانشجویان آگاهی بیشتری داشتند و از انواع مختلفی از استراتژی‌های آموزشی استفاده می‌کردند (Hashweh, ۱۹۹۶). این یافته‌ها توسط مطالعه ما حمایت نمی‌شود. درواقع، معلمان مبتدی ساختارگراتر بودند، اما از مفاهیم جایگزین دانش آموزان آگاهی کمی داشتند و از انواع مختلفی از روش‌های آموزشی استفاده نمی‌کردند. مطالعات آموزشی دانشجویان در ترم بالاتر، روی رویکردهای متمرکز بر دانش آموزان تأکید داشتند. از سوی دیگر، مطالعات موضوعی آن‌ها تقریباً به‌طور انحصاری بود و تمرکز آن‌ها بر دانش علمی دانشگاهی بود. در مجموع، جهت‌گیری کلی آن‌ها ترکیبی از ساختارگرا و مفهوم گرا؛ با غالبیات مفهوم گرا بود.

در رابطه با نیازهای آموزشی، در این مطالعه شایع‌ترین نیاز آموزشی که توسط دانشجویان مبتدی ذکر شد، دانش محتوا بود و به دنبال آن، روش‌های خاص آموزش محتوا بود. همچنین، دانشجویان خبره، در مورد دانش محتوای خود اطمینان بیشتری داشتند؛ اما در شناخت روش‌های یادگیری محتوا و دانش در مورد تفکر و درک علمی دانش آموزان چندان مطمئن نبودند. آن‌ها امید بیشتری به کسب تجربه در ضمن تدریس علوم در کلاس‌های واقعی خود داشتند. این موضوع در راستای یافته‌هایی آدام و همکاران (۱۹۹۷) است (Adams & Krockover, ۱۹۹۷). است. عملاً، در کلاس درس واقعی، بسیاری از ایده‌های معلمان اغلب ممکن است به دلیل محدودیت‌های کلاس درس تحقق نیابند؛ بنابراین برای نشان دادن پداگوژی دانش محتوا ممکن است نیاز به مشاهده چندین جلسه تدریس معلم و در زمینه‌های مختلف باشد.

به دلیل صریح بودن دانش محتوا، یافتن آن نسبتاً آسان است. با این حال، پداگوژی دانش محتوا عمدتاً مبهم است و معلمان در توضیح آن با مشکل مواجه هستند. این امر، مفید بودن مصاحبه‌ها را محدود می‌کند. کاملاً طبیعی است که اگر یک موضوع خاص در زمان آموزش به‌خوبی درک شود، ادامه راه نیز آسان‌تر خواهد بود و بدین منظور، ترکیبی از چندین روش موردنیاز است و هنوز هم احتمال دارد جنبه‌های خاصی از پداگوژی دانش محتوا آشکار نشود (Settlage, ۲۰۱۳).
نتایج کار ما در مورد پیامدهای پداگوژی دانش محتوا نشان داد که قدرت پداگوژی دانش محتوا در آموزش معلمان این است که دانش و تفکر معلمان را در نظر می‌گیرد؛ اما باید به اندازه کافی برای هدایت عمل، کمک به سرعت درک ایده‌ها؛ و ارائه ابزارهای ساده مفهومی برای برنامه‌ریزی درس، ساده باشند (Mulhall, Berry, & Loughran, ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر از این دیدگاه حمایت می‌کند که در طول آموزش معلم باید هر دو دانش محتوا و پداگوژی دانش محتوا را در نظر بگیرد و این نکته توجه کند که استفاده از پداگوژی دانش محتوا به‌عنوان چارچوب توسعه تفکر و درک دانش آموزان، مؤثر است. همچنان که در تحقیق حاضر، دانشجو معلمان در هر دو مرحله از مطالعه (پایان‌ترم یک و پایان‌ترم ۲)، روش‌های تدریس خاصی را به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نیازهای آموزشی درک شده خود عنوان کردند. امیدواریم که پژوهش‌های آینده، مفهوم و ارتباط میان دانش محتوا و پداگوژی دانش محتوا در مورد فتوسنتز و رشد که جزو مفاهیم بنیادی درس علوم هستند را روشن‌تر کنند.

منابع

- Abbitt, Jason T. (۲۰۱۱). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, ۱۴۳-۱۳۴, (۴)۲۷
- Adams, Paul E, & Krockover, Gerald H. (۱۹۹۷). Beginning science teacher cognition and its origins in the preservice secondary science teacher program. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, ۳۴(۶), ۶۵۳-۶۳۳
- alavian, firoozeh, & shayestehfar, parvaneh. (۲۰۱۹). Problems in Understanding the Process of Photosynthesis among Sixth-grade Elementary Students (A Case Study in one of the Elementary Schools of Isfahan). *Scientific Journal Management System*, ۴(۱۳), ۳۴-۲۶
- Chi, Michelene TH. (۲۰۰۹). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in cognitive science*, ۱(۱), ۱۰۵-۷۳
- Clark, Christopher. (۱۹۸۶). Teacher's thought process. *Handbook of Research on Teaching New York*, ۲۹۶-۲۵۵
- Cleveland, Lacy M, Olimpo, Jeffrey T, & DeChenne-Peters, Sue Ellen. (۲۰۱۷). Investigating the relationship between instructors' use of active-learning strategies and students' conceptual understanding and affective changes in introductory biology: A comparison of two active-learning environments. *CBE—Life Sciences Education*, ۱۶(۲), ar ۱۹
- Gess-Newsome, Julie. (۱۹۹۹). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation *Examining pedagogical content knowledge* (pp. ۱۷-۳): Springer.
- Gess-Newsome, Julie, & Lederman, Norman G. (۱۹۹۵). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of research in science teaching*, ۳۲(۲), ۳۲۵-۳۰۱
- Gunckel, Kristin L, Covitt, Beth A, & Salinas, Ivan. (۲۰۱۸). Learning progressions as tools for supporting teacher content knowledge and pedagogical content knowledge about water in environmental systems. *Journal of Research in Science Teaching*, ۵۵(۹), ۱۳۶۲-۱۳۳۹
- Hashweh, Maher Z. (۱۹۸۷). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and teacher education*, ۳(۲), ۱۲۰-۱۰۹
- Hashweh, Maher Z. (۱۹۹۶). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, ۳۳(۱), ۶۳-۴۷
- Hashweh*, Maher Z. (۲۰۰۵). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, ۱۱(۳), ۲۹۲-۲۷۳
- Holtsch, Doreen, Hartig, Johannes, & Shavelson, Richard. (۲۰۱۸). Do Practical and Academic Preparation Paths Lead to Differential Commercial Teacher "Quality"? *Vocations and Learning*, ۲۴-۱
- Lee, Hung-Shan, Liu, Shiang-Yao, & Yeh, Ting-Kuang. (۲۰۱۹). Marine education through cooperation: A case study of opportunity in a remote school in Taiwan *Exemplary Practices in Marine Science Education* (pp. ۲۰۵-۱۹۱): Springer.
- Luft, Julie A, Whitworth, Brooke A, Berry, Amanda, Navy, Shannon, & Kind, Vanessa. (۲۰۱۹). Science Education Trajectories: Charting the Course for Teachers, Educators, Researchers, and Policymakers. *Journal of Science Teacher Education*, ۳۰(۱), ۷۹-۶۳
- Magnusson, Shirley, Krajcik, Joseph & Borko, Hilda. (۱۹۹۹). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching *Examining pedagogical content knowledge* (pp. ۱۳۲-۹۵): Springer.

Mulhall, Pamela, Berry, Amanda, & Loughran, John. (۲۰۰۳). *Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge*. Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching.

Olsen, Brad. (۲۰۱۶). *Teaching for success: Developing your teacher identity in today's classroom*: Routledge.

Reece, Ian, & Walker, Stephen. (۲۰۱۶). *Teaching, training and learning: A practical guide*: Business Education Publishers Ltd.

Romiszowski, Alexander Joseph. (۲۰۱۶). *Designing instructional systems: Decision making in course planning and curriculum design*: Routledge.

Schempp, Paul G, Manross, Dean, Tan, Steven KS, & Fincher, Matthew D. (۱۹۹۸). Subject expertise and teachers' knowledge. *Journal of Teaching in Physical Education*, ۱۷(۳), ۳۵۶-۳۴۲

Settlage, John. (۲۰۱۳). On acknowledging PCK's shortcomings: Taylor & Francis.

Shulman, Lee. (۱۹۸۷). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, ۵۷(۱), ۲۳-۱

Skinner, Burrhus Frederic. (۲۰۱۶). *The technology of teaching*: BF Skinner Foundation.

Stronge, James H. (۲۰۱۸). *Qualities of effective teachers*: ASCD.

Toom, Auli, Pietarinen, Janne, Soini, Tiina, & Pyhältö, Kirsi. (۲۰۱۷). How does the learning environment in teacher education cultivate first year student teachers' sense of professional agency in the professional community? *Teaching and teacher education*, ۶۳, ۱۳۶-۱۲۶

West, LHT, Fensham, PJ, & Garrard, JE. (۲۰۱۵). Polikoff, MS, & Porter, AC (۲۰۱۴) Instructional alignment as a measure of teaching quality. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, ۳۶, ۳۹۹-۴۱۶. Schön, DA (۱۹۸۳). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York, NY: Basic Books. Shulman, LS (۱۹۸۷). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard. *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*, ۵۷(۱), ۴۲