

بررسی میزان توجه به جریانهای شش گانه آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم از نگاه معلمان ریاضی شهرستان علی آباد کتول استان گلستان

شبنم کدخدامزرگی^{*}، رضا شیرازی^۲

^۱ کارشناسی ارشد مدیریت دولتی گرایش توسعه منابع انسانی (نویسنده مسئول)

^۲ کارشناس ارشد برنامه ریزی درسی، دبیر ریاضی آموزش و پرورش علی آباد کتول، استاد دانشگاه آزاد علی آباد کتول، استان گلستان

چکیده

بیش از چهار دهه از زمانی که علم، فناوری، جامعه و محیط زیست (STSE) برای اولین بار به واژگان آموزش علوم^۱ اضافه شد می گذرد. در سطح کلان، آموزش STSE به بررسی رابطه‌ی بین علم و جهان اجتماعی می پردازد. اگرچه تأکید بر آموزش STSE، مورد پشتیبانی و استقبال بسیاری از معلمان در سراسر دنیا قرار گرفت ولی طبیعتاً چالش‌هایی را نیز چه به لحاظ ایدئولوژیک و چه به لحاظ کاربردی به همراه داشت. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-پیمایشی از نوع تحلیل محتوا و کاربردی می باشد. جامعه آماری این پژوهش شامل محتوای کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی سوم دبستان در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ می باشد. حجم نمونه برابر با حجم جامعه آماری انتخاب گردیده است. ابزار این تحقیق فرم محقق ساخته با توجه جریانهای شش گانه در آموزش «STSE» می باشد. برای انجام این پژوهش فرم مذکور بین ۳۰ نفر از معلمان ریاضی شهرستان علی آباد توزیع گردید که در شش گروه ۵ نفره به تکمیل فرم پرداختند. روایی ابزار تحقیق بر اساس نظرات متخصصان تعلیم و تربیت قابل قبول بود و پایایی بر اساس فرمول هولستی مورد محاسبه قرار گرفته است داده های حاصل با استفاده از آمار توصیفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی سوم دبستان در برخی فصلها بر رویکرد جریان شش گانه تأکید دارد و در برخی از فصلها توجه کمی شده است. مولفین کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی سوم دبستان باید در پرداختن به جریانهای آموزشی تاریخی، ارزش محور، فرهنگی-اجتماعی و عدالت محور تأکید بیشتری داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: جریانهای شش گانه، ریاضی سوم دبستان، آموزش «STSE»، آموزش علوم

در سرتاسر این مقاله منظور از آموزش علوم، آموزش علوم پایه می باشد که ریاضیات زیر شاخه ای از علوم پایه می باشد.^۱

مقدمه

رویکردهای STS در آموزش علوم، «از ارتباط بین جامعه، فناوری و علم استفاده می‌کنند» (کومار^۲، برلین^۳، ۱۹۹۳، ص ۷۳). بسته به این که هر شخص چه تعریفی از علم و فناوری و چگونگی ارتباط آن‌ها با جامعه داشته باشد، برداشت‌های مختلفی از STS وجود دارد. همانطور که آیکن‌هد^۴ در جایی اشاره می‌کند که: «جنبش STSE از منابع مختلف و افراد مختلف برخاست؛ افرادی که تحت تأثیر شرایط مختلف بودند و هر کدام STSE را برای مقاصد مختلفی به کار می‌بستند» (آیکن‌هد، ۲۰۰۳، ص ۶۲). بنابراین ممکن نیست که بتوان یک تعریف جامع برای آن ارائه کرد. با در نظر گرفتن این نکته، افراد کمی هستند که با نظر فنشام^۵ (۲۰۰۴، ص ۹۹) در مورد جنبش STSE مخالف باشند. او معتقد بود که: «جنبش STS، کندوکاو در مورد پرسش‌هایی است که هر دانش‌آموز با توجه به دیدگاه‌های ارزشی‌اش در مورد مسائل مختلف، با آن‌ها مواجه شده و از مسیر استدلال اخلاقی، استدلال شخصی و استدلال اجتماعی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد».

بیان مسأله و اهمیت تحقیق

بیش از چهار دهه از زمانی که علم، فناوری، جامعه و محیط زیست (STSE) برای اولین بار به واژگان آموزش علوم^۶ اضافه شد می‌گذرد. یکی از اولین اشاره‌ها به STSE در مقاله‌ای که جیک گالاگر در آموزش علوم نوشت، به چشم می‌خورد. او این چنین می‌نویسد: «برای شهروندانی که در آینده در یک جامعه‌ی مردم سالار زندگی خواهند کرد، درک روابط متقابل علم، تکنولوژی و جامعه به اندازه‌ی درک مفاهیم فرایندهای علم اهمیت خواهد داشت.» (گالاگر، ۱۹۷۱، ص ۳۳۷) بر این اساس، او مدل گسترده‌تری برای آموزش علوم ارائه کرد. در مدل پیشنهادی او به همان میزان که به درک ابعاد مفهومی و فرآیندی علم پرداخته می‌شود، به رابطه‌ی آن ابعاد و فرآیندها با فناوری با فناوری و جامعه توجه می‌شود. در طول سال‌ها، واقعیت سیاسی و اجتماعی مانند افزایش توجه عمومی نسبت به علم و مسئولیت اجتماعی، میل به انسانی کردن علوم تجربی، نیاز به ارتباط، کاهش درخواست‌های اشتغال به کار در حوزه علوم فیزیکی، و جنبش‌های زیست‌محیطی (فنشام^۷، ۱۹۸۸؛ آیکن‌هد، ۲۰۰۳) زمین حاصلخیزی را پدید آورد که از دل آن آموزش STSE رویید. در سطح کلان، آموزش STSE به بررسی رابطه‌ی بین علم و جهان اجتماعی می‌پردازد. (پدرتی^۸، ۲۰۰۳؛ هودسون، ۲۰۰۹، ۱۹۹۸a؛ فنشام، ۱۹۸۸b، ۱۹۸۸a). برای بسیاری از افراد، STSE نشان‌دهنده‌ی تغییری در وضعیت موجود بود (زیمان^۹، ۱۹۹۴؛ پدرتی، ۲۰۰۵؛ دوربین^{۱۰}، ۱۹۹۱؛ آیکن‌هد، ۲۰۰۳)؛ چشم‌اندازی پسااثبات‌گرا برای آموزش علوم که بر فلسفه‌ی علم برای همه تأکید می‌کند و علم را به طور مستقیم در بسترهای اجتماعی، فناورانه (تکنولوژیکی)، فرهنگی، اخلاقی و سیاسی قرار می‌دهد.

²Kumar³Berlin⁴Aikenhead⁵Fensham⁷Fensham⁸Pedretti⁹Ziman¹⁰Durbin

در سرتاسر این مقاله منظور از آموزش علوم، آموزش علوم پایه می‌باشد که ریاضیات زیر شاخه‌ای از علوم پایه می‌باشد.

اگرچه تأکید بر آموزش STSE، مورد پشتیبانی و استقبال بسیاری از معلمان در سراسر دنیا قرار گرفت (فنشام، ۱۹۸۸a؛ زولر^{۱۱}، ۱۹۹۱؛ زیمن، ۱۹۸۰، زیمن؛ سولومون^{۱۲} و آیکن هید، ۱۹۹۴)، ولی طبیعتاً چالش‌هایی را نیز چه به لحاظ ایدئولوژیک و چه به لحاظ کاربردی به همراه داشت. بسیاری از افراد در نوشته‌های خود به چالش‌های مربیان در آموزش STSE اشاره‌هایی داشته‌اند (به عنوان مثال: آیکن هید، ۲۰۰۶؛ هوگز^{۱۳}، ۲۰۰۰؛ مک کانیل^{۱۴}، ۱۹۸۲؛ پدرتی، ۲۰۰۵؛ پدرتی، پنزه^{۱۵}، هویت^{۱۶}، رومکی^{۱۷}، و جیوراج^{۱۸}، ۲۰۰۸؛ ریس^{۱۹}، ۱۹۹۹؛ روث^{۲۰}، مک گین^{۲۱}، و بوون^{۲۲}، ۱۹۹۶؛ رودداک^{۲۳}، ۱۹۸۶؛ تسای^{۲۴}، ۲۰۰۰) که از جمله مهم‌ترین این چالش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کمبود وقت و منابع، مسئله‌ی ارزشیابی، گرد هم آوردن اخلاق و علم، و سیاسی شدن علم. با این حال، افراد کمی نیز در مورد پیچیدگی‌ها و انگاره‌های ایدئولوژیک که زیربنای صورت‌بندی‌های مختلف آموزش STSE را شکل می‌دهد، مطالبی را نوشته‌اند.

روشن است که هیچ دیدگاه یکسانی از STSE وجود ندارد که به طور گسترده مورد قبول همه باشد. بنا بر ماهیت، تعریف STSE خود مسئله‌ای چالش برانگیز است، نکته‌ای که هم نقطه‌ی قوت و هم نقطه‌ی ضعف این مفهوم قلمداد می‌شود. مسلماً، ما نیز حرف مشابهی را تکرار می‌کنیم: در مورد STSE سردرگمی و سرگشتگی‌های زیادی وجود دارد (فوگل سانگ^{۲۵}، ۲۰۰۱؛ زیدلر^{۲۶}، سادلر^{۲۷}، سیمونز^{۲۸}، و هوو^{۲۹}، ۲۰۰۵). گفتمان‌های متفاوت آموزش STSE و همچنین شیوه‌های مختلف پیاده‌سازی آن، منجر به شکل‌گیری رویکردهای پداگوژیک، برنامه آموزشی و روش‌های متمایزی شده است.

در این میان، ممکن است دچار سردرگمی شویم که چگونه می‌توان مسیر خود را از میان چنین تنوعی (در گزاره‌ها و اجرا و...) پیدا کرد. در ادامه، به طور طبیعی سوالات دیگری نیز ما را درگیر خود می‌کند: STSE در عرصه‌ی عمل چگونه است؟ هدف آن چیست؟ چه شکل‌های اجرایی به خود می‌گیرد؟ چه ایدئولوژی‌هایی زیربنای عملیاتی آن را پی‌ریزی می‌کند؟ در این جنبش هیچ دو جریان کاملاً متمایز و بدون اشتراکی وجود ندارد، بلکه جریان‌ها و یا مجموعه‌ای از ایده‌ها را می‌توان تشخیص داد که گرد هم آمده و مسیرهای بالقوه‌ای را برای معلمان و دانشگاهیان ایجاد می‌کند تا مسیر حرکت خود را در دریای STSE بیابند. این جریان‌ها ثابت نیستند. بلکه دائماً تغییر شکل می‌دهند. برخی از بین می‌روند، در حالی که دیگر ایده‌های اساسی‌تر ممکن است با هم ادغام شده و جریان‌های جدیدی را ایجاد کنند.

¹¹Zoller¹²Solomon¹³Hughes¹⁴McConnell¹⁵Bencze¹⁶Hewitt¹⁷Romkey¹⁸Jivraj¹⁹Reiss²⁰Roth²¹McGinn²²Bowen²³Rudduck²⁴Tsai²⁵Fuglsang²⁶Zeidler²⁷Sadler²⁸Simmons²⁹Howe

اگر به کارهای لوسی سووه^{۳۰} توجه نکنیم، ممکن است دچار خطا شویم. او در سال ۲۰۰۵ مقاله‌ای را منتشر و در آن جریان‌های آموزش‌های محیط زیستی را طبقه‌بندی کرد. کار او الهام‌بخش ما شد تا ما نیز در آموزش STSE تلاش مشابهی را انجام دهیم.

به طور خلاصه، هدف مقاله‌ی ما دو چیز است: (۱) بررسی انواع جریان‌های آموزش STSE: کاربرد/طراحی-استدلال منطقی-ارزش‌محور-فرهنگی-اجتماعی-تاریخی-عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه (۲) میزان تطبیق کتاب ریاضی سوم با انواع جریان‌های آموزش STSE.

به طور کلی اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر را می‌توان در موارد زیر بیان نمود:
- برنامه ریزان، دست‌اندرکاران و سیاستگذاران برنامه درسی ریاضی، مؤلفان، معلمان و مدیران می‌توانند از یافته‌های این پژوهش استفاده نمایند.

- نتایج و یافته‌های این تحقیق می‌تواند بازخورد مناسبی برای مؤلفان کتاب‌های درسی در جهت تولید محتواهایی فرایند مدار باشد.

- الگویی برای تحلیل محتوای کتاب‌های درسی به ویژه کتاب‌های ریاضی ایجاد می‌گردد که می‌توانند در پژوهش‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

- با بررسی میزان تطبیق کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی سوم انواع جریان‌های آموزش STSE: کاربرد/طراحی-استدلال منطقی-ارزش‌محور-فرهنگی-اجتماعی-تاریخی-عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه و بیان نتایج آن، مؤلفان کتاب‌های ریاضی متوجه این امر می‌گردند که علاوه بر تولید محتوای فعال، فعالیتها، تمرینات و سؤالاتی را طراحی کنند که به همه انواع جریان‌های آموزشی توجه شود.

اهداف تحقیق

هدف کلی:

تعیین میزان توجه به جریان‌های شش‌گانه در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

اهداف جزئی:

- ۱- تعیین میزان توجه به جریان «کاربرد و طراحی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم
- ۲- تعیین میزان توجه به جریان «تاریخی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم
- ۳- تعیین میزان توجه به جریان «استدلال منطقی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم
- ۴- تعیین میزان توجه به جریان «ارزش‌محور» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم
- ۵- تعیین میزان توجه به جریان «فرهنگی-اجتماعی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم
- ۶- تعیین میزان توجه به جریان «عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

سوم

³⁰ Lucie Sauv'e

پرسشهای پژوهش: ۱- میزان توجه به جریان «کاربرد و طراحی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

۲- میزان توجه به جریان «تاریخی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

۳- میزان توجه به جریان «استدلال منطقی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

۴- میزان توجه به جریان «ارزش محور» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

۵- میزان توجه به جریان «فرهنگی - اجتماعی» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

۶- میزان توجه به جریان «عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه» در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

ادبیات پژوهش

تاریخچه STS

در توضیح برخی ویژگی‌های آموزش STS، لایتون^{۳۱} (۱۹۹۴، ص ۳۳) اشاره می‌کند: آموزش STS ریشه‌هایی دارد که «مجزا از هم و در عین حال تقریباً به طور همزمان» در آموزش دوره‌ی متوسطه‌ی کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته‌ی اروپا و شمال آمریکا شکل گرفته است. مخاطبان اصلی این شیوه، بیشتر در دوران پایانی تحصیل در مقطع متوسطه بودند. در مجموع، آموزش STS، شامل آموزش ابتدایی نمی‌شد (گرچه پتانسیل بالایی برای آن وجود داشت)؛ دینامیک STS در مدارس و آموزش عالی با هم تفاوت داشت و اختلاف نظرهایی در مورد سهم محتوای STS در برنامه درسی علوم مدارس وجود داشت. از نظر لیتون، آموزش STS پاسخی به نارضایتی دانشجویان از علوم دانشگاهی بود که روی هم رفته از سیاست‌های چپ‌گرا در دهه‌ی ۱۹۷۰ متأثر شده بود.

گالاجر^{۳۲} (۱۹۷۱، ص ۳۲۹) که از پروژه‌های بهبود و ساماندهی محتوا در دهه‌ی ۱۹۶۰ ناراضی بود، در مورد تعریف محدود «حوزه محتوایی علم» هشدار داد؛ تعریفی که کانون آن را مفاهیم و فرایندهای مربوط به علم تشکیل می‌دهد. او مدلی برای حوزه‌ی محتوایی علم به عنوان یک نیروی فرهنگی پیشنهاد کرد که هم شامل مفاهیم و فرایندهای علم و هم ارتباط آن‌ها با جامعه و فناوری می‌شد. او که بسیار جلوتر از زمان خود می‌اندیشید، در مورد مسائل اجتماعی بسیار صحبت کرد؛ مسائلی مانند اهدای عضو، روش‌های جلوگیری از بارداری، موشک‌ها و بمب‌ها، حمایت‌های مالی از پژوهش‌های حوزه علوم و فناوری، و تعاملات اجتماعی جامعه‌ی علمی.

گالاجر معتقد بود که شهروندان برای انتخاب هوشمندانه‌ی رهبر خود باید در مورد ارتباط بین علم و جامعه، و فناوری آگاهی داشته باشند. او همچنین شجاعانه ادعا کرد که «برای شهروندانی که در آینده می‌خواهند جامعه مردم‌سالار را تجربه کنند، درک ارتباطات متقابل علم، فناوری و جامعه به اندازه‌ی درک مفاهیم و فرایندهای علم مهم است.» (گالاجر، ۱۹۷۱، ص ۳۳۷).

هرد^{۳۳} (۱۹۷۵) فردی است که در گنجاندن STS در اهداف آموزش علوم، اغلب به عنوان شخص پیش‌رو شناخته می‌شود. نقطه شروع فعالیت‌های او، انسانی کردن علم و مرتبط کردن دستاوردهای علمی با رفاه و ارزش‌های انسانی بود. از نظر او آموزش

³¹ Layton

³² Gallagher

³³ Hurd

علوم باید حساسیت فرد را نسبت به ارزش‌ها بالا ببرد. این اتفاق از مسیر آموختن مسائل واقعی زندگی در بستر علم، فناوری و جامعه رخ می‌دهد.

ایکین‌هد (۱۹۹۴) پس از بررسی رویکردهای مختلف آموزش علوم STS از خلال برنامه‌های مختلف بین‌المللی، دسته‌بندی هشت‌بخشی از برنامه‌های STS در آموزش علوم ارائه داد. طبقه‌بندی او بر پایه‌ی سه مولفه بود: ساختار محتوایی (نسبت محتوای آموزشی علوم سنتی به محتوای آموزشی STS و شیوه‌ی تلفیق این دو با هم)، ارزیابی دانش‌آموختان (به عنوان ملاکی برای میزان تأکیدی که بر بخش‌های مختلف محتوا صورت می‌گیرد)، و نمونه‌هایی از مواد آموزشی منتشر شده.

او ادعا کرد که این طرح پیشنهادی، طیفی است که از پایین‌ترین تا بالاترین اولویت‌ها را شامل شده است. او همچنین این‌طور گفت که آموزش علوم STS باید بر مفاهیم و مهارت‌های علم سنتی تأکید داشته باشد اما تنها از طریق تلفیق محتوا در بافت معنی‌داری از جامعه و فناوری^{۳۴}.

برخی از محققان (بایی^{۳۵} و دیوئر^{۳۶}، ۱۹۹۴) معتقدند که در روزهای اولیه جنبش STS (در دهه‌ی هفتاد و هشتاد میلادی)، آگاهی‌های زیست‌محیطی بزرگ‌ترین نیروی محرک و پشتیبان جنبش STS بود. بائر (۱۹۷۶، ص ۱۳۷) نیز محیط زیست را به عنوان یک زمینه‌ی بسیار عالی و غنی می‌شناسد که می‌تواند نظر جامعه را به علم جلب کند و علم را برای عموم معنادار کند. نگرانی‌های فزاینده در مورد فجایع زیست‌محیطی (به عنوان مثال: افزایش جمعیت، آلودگی‌های زیست‌محیطی، فقر و گسترش تسلیحات هسته‌ای) بر این نکته تأکید می‌کرد که برنامه‌های مختلف STS مسائل زیست‌محیطی را شامل شوند.

با این حال، ممکن است دلیل دیگری نیز برای رشد سریع محبوبیت آموزش‌های محیط زیستی و تغییر STS به STSE (علوم، فناوری، جامعه و محیط زیست) وجود داشته باشد. در حالی که مشکلاتی که پیش‌تر بیان کردیم مسائل زیست‌محیطی را در دستور کار بسیاری از فعالان اجتماعی/سیاسی قرار می‌داد، به نظر می‌رسد که مسائل زیست‌محیطی موقعیت امنی را برای کسانی که نگرانی‌هایی در مورد (زیادی) سیاسی شدن آموزش داشتند، فراهم می‌کرد.

با بررسی جنبه‌های مختلف برنامه‌های STS محققان یافته‌های زیر را ارائه کرده‌اند: متناسب با ساختن‌گرایی، افزایش مهارت‌های فرایندی، کمک به دانش‌آموختان به منظور ایجاد نگرش مثبت نسبت به علم، افزایش خلاقیت دانش‌آموختان، افزایش فرصت‌ها برای دانش‌آموختان کم‌توان، توجه به تفاوت‌های فردی، سودمند برای دانش‌آموختانی که در اقلیت هستند، افزایش درک معلم و دانش‌آموختان در مورد ماهیت علم، و آگاهی حرفه‌ای (شغلی) (یاگر^{۳۷}، ۱۹۹۶b).

هودسون^{۳۸} (۲۰۰۳، ص ۶۵۴) اشاره دارد که بسیاری از معلمان در کلاس‌های درس خود، از طرح مسائل سیاسی و ارزش‌های اجتماعی مربوط به علم اجتناب می‌کنند. در این رابطه، او دیدگاه آموزش علوم برای شهروندی را طرح می‌کند که آشکارا و بدون ترس سیاسی شده است. او در تلاش برای درگیر کردن عملی شهروندان از لحاظ علمی با سواد (تغییر وضعیت آن‌ها از انبارهای دانشی صرف و غیرکنش‌گر)، چهار سطح از تعهد را در آموزش STSE پیشنهاد می‌دهد:

سطح ۱: درک تأثیرات اجتماعی تغییرات علمی و فناورانه، و به رسمیت شناختن این نکته که علم و فناوری تا حدی در بستر فرهنگی تعریف می‌شوند.

^{۳۴} همین‌طور، یاگر (۱۹۹۶) نیز چارچوب دیگری برای STS ارائه می‌دهد. چارچوب او کلاس‌های سنتی آموزش علوم را با آموزش علوم STS در شش مورد مفاهیم، فرایندها، نگرش‌ها، خلاقیت، مهارت‌ها و کاربردها مورد مقایسه و تحلیل قرار می‌دهد. با این حال، تمرکز اصلی چارچوب او، بر روی فعالیت‌های کلاسی و دینامیک‌های یاددهی-یادگیری است.

^{۳۵}Bybee

^{۳۶}Deboer

^{۳۷}Yager

^{۳۸}Hodson

سطح ۲: درک این موضوع که تصمیم‌گیری در مورد توسعه علمی و فناوری در راستای تحقق منافع خاصی شکل می‌گیرد، و منفعی که به برخی افراد اختصاص می‌یابد، ممکن است به ضرر دیگران باشد. اذعان به این نکته که تحولات علمی و فناوری به طور جدایی‌ناپذیری با توزیع ثروت و قدرت مرتبط است.

سطح ۳: ایجاد دیدگاه‌های شخصی و سازماندهی نظام ارزشی شخصی.

سطح ۴: آماده شدن برای کنش و انجام اقدام (هودسون، ۲۰۰۳، ص ۶۵۵).

این نکته ممکن است با برخی از استدلال‌ها در مورد سختی یا غیرممکن بودن طرح مسائل اجتماعی در کلاس‌های ابتدایی در تضاد باشد^{۳۹}.

در سال ۲۰۰۷، مروری جامع بر شواهد پژوهش‌های بین‌المللی در مورد آثار رویکرد STS در آموزش علوم مدارس انجام شد (بنت^{۴۰}، لوبن^{۴۱}، و هوگارت^{۴۲}، ۲۰۰۷). یافته‌های این پژوهش نشان داد که رویکردهای STS در عین حال که فهم موضوعات علمی را ممکن می‌سازند، نگرش مثبت نسبت به علم را بهبود بخشیده‌اند.

به تازگی، جنبش‌های دیگری نیز تکامل یافته‌اند که به عنوان نمونه می‌توان به SSI^{۴۳} (زیدلر و همکاران، ۲۰۰۵)^{۴۴} و مطالعات آینده^{۴۵} (لوید و والاس^{۴۶}، ۲۰۰۴) و اشاره کرد.

اگرچه ممکن است ادعا شود که این جنبش‌ها با هم متفاوتند، اما از نظر ما، بین همه‌ی آن‌ها نقطه‌ی اشتراک پرننگی وجود دارد: همه‌ی آن‌ها بر اهمیت این موضوع صحنه می‌گذارند که گستره‌ی مفهوم سواد علمی باید وسیع‌تر شده و موارد زیر را نیز در بر بگیرد: تصمیم‌سازی آگاهانه؛ توانایی تجزیه و تحلیل، ترکیب و ارزیابی اطلاعات؛ دیدگاه‌های ماهیت علم (NOS)^{۴۷}؛ ارتباط تنگاتنگ بین علم، اخلاق، و استدلال اخلاقی، و کنش‌گری. به نظر ما، این‌ها دقیقاً اصول حاکم بر آموزش STSE هستند.

این نکته واضح به نظر می‌رسد که «جنبش STSE از منابع مختلف و افراد مختلف برخاست؛ افرادی که تحت تأثیر شرایط مختلف بودند و هر کدام STSE را برای مقاصد مختلفی به کار می‌بستند» (آیکین‌هد، ۲۰۰۳، ص ۶۲). هدف مقاله‌ی پیش رو این نیست که تحلیل دقیقی از تمام کارهایی که در سایه‌ی STSE انجام شده است ارائه دهد. در عوض، هدف ما این است که جنبش STSE و گوناگونی آن را در طول سالیان بررسی نماییم، در حالی که تلاش داریم تکرارها و نقاط مشترکی را بین این تنوع پیدا کنیم.

^{۳۹} البته عملیاتی شدن این موضوع، به رویکردی که معلم‌ها در حوزه‌های دیگری مانند خواندن و ریاضی اتخاذ می‌کنند نیز بستگی دارد. این موضوع همچنین به مقدار زیاد از فرهنگ مدرسه متأثر است.

^{۴۰}Bennett

^{۴۱}Lubben

^{۴۲}Hogarth

^{۴۳}socio-Scientific Issues

^{۴۴}Zeidler et al.

^{۴۵}Future Studies

^{۴۶}Loyd & Wallace

^{۴۷}Nature of Science (NOS) perspectives

شش جریان STSE

جریان کاربرد/طراحی

جریان کاربرد/طراحی، ارتباط بین علم و فناوری را برجسته می‌کند. در این جریان، دانش‌آموزان به حل مسأله‌های کاربردی از طریق طراحی فناوری جدید و یا ایجاد تغییر در فناوری موجود می‌پردازند. هم‌چنین، در این جریان تأکید جدی بر انتقال دانش محتوایی (دیسپلین) و رشد مهارت‌های فنی و جستجوگری وجود دارد. در نتیجه در رویکردهای غالب این جریان، برای کاربست دانش علمی آموخته شده، تلاش می‌شود تا تقویت مهارت‌های شناختی سطح بالا با انجام کار خلاق، تجربی و عملی صورت بگیرد. ادبیات پژوهشی قابل توجهی وجود دارد که از بکارگیری پروژه‌های طراحی فناورانه (تکنولوژیکی) در آموزش علوم پشتیبانی می‌کند (به عنوان مثال: کاجاس^{۴۸}، ۲۰۰۱؛ چیک، ۲۰۰۰؛ فُرتاس^{۴۹}، کراجسیک^{۵۰}، دراشیمر^{۵۱}، مارکس^{۵۲} و مملوک-نعمان^{۵۳}، ۲۰۰۵؛ لایتون، ۱۹۹۳؛ روث، ۲۰۰۱؛ ونویله^{۵۴}، رن^{۵۵}، و والاس^{۵۶}، ۲۰۰۳). اگر چه پروژه طراحی فناورانه عموماً عموماً به عنوان یک پداگوژیکی مفید برای معلمان علوم به شمار می‌رود، ولی لایتون (۱۹۹۸) و سالومون (۱۹۹۳) معتقدند این نوع پروژه تنها در صورتی مفید است که در چهارچوب STSE بکار بسته شود.

معلمان با بکارگیری این فعالیت‌ها، یادگیرندگان حرکتی^{۵۷} را درگیر می‌کنند، راهی برای شکوفایی و بروز خلاقیت ایجاد می‌کنند، فهم و درک دانش‌آموزان را از مفاهیم علمی بررسی می‌کنند، و شکاف بین جهان مجرد علم و جهان قابل لمس اطراف دانش‌آموزان را پر می‌کنند (باراب^{۵۸}، های^{۵۹}، بارت^{۶۰}، و کتینگ^{۶۱}، ۲۰۰۰؛ بنزه، ۲۰۱۰a؛ بلومنفلد^{۶۲}، مرگندولر^{۶۳}، و اسوارت‌اوت^{۶۴}، ۱۹۸۷؛ دیویس^{۶۵} و گیلبرت^{۶۶}، ۲۰۰۳؛ سادلر^{۶۷}، کوپل^{۶۸}، ۲۰۰۰). واضح است که هر کدام از این نوع فعالیت‌ها، نقاط قوت و ضعف خود را دارد. نوع اول، سراسرترین و ساده‌ترین نوع است که ارتباطی واضح بین مفاهیم علمی و کاربردشان برقرار می‌کند. فعالیت‌های نوع دوم و سوم، این امکان را به دانش‌آموزان می‌دهد که به درکی ورای فهم مفهومی دست یابند، پیچیدگی‌های مربوط به طراحی فناورانه را درک کنند، عوامل اقتصادی و زیبایی‌شناختی موثر در طراحی را در نظر بگیرند، و به پیامدهای زیست‌محیطی استفاده از مواد اولیه فکر کنند. استقرار مسئله درون یک بافت اجتماعی، باعث می‌شود دانش‌آموزان قدرت تاثیرگذاری فناوری بر جامعه و محیط زیست را بهتر درک کنند.

⁴⁸Cajas⁴⁹Fortus⁵⁰Krajcik⁵¹Dershimer⁵²Marx⁵³Mamluk-Naaman⁵⁴Venville⁵⁵Rennie⁵⁶Wallace⁵⁷Kinesthetic Learner⁵⁸Barab⁵⁹Hay⁶⁰Barnett⁶¹Keating⁶²Blumenfeld, P. C., Mergendoller, J. R., & Swarthout⁶³Mergendoller⁶⁴Swarthout⁶⁵Davies⁶⁶Gilbert⁶⁷Coyle⁶⁸Swartz

جریان تاریخی

در جریان تاریخی، علم به عنوان تلاش انسانی منحصر به فرد شناخته می‌شود. بطور خاص، این جریان می‌خواهد فهم و درک دانش‌آموزان را نسبت به بافت تاریخی و فرهنگی-اجتماعی دربردارنده ایده‌های علمی و آثار دانشمندان، گسترش دهد. به نظر می‌رسد در این جریان، هدف اصلی از آموزش علوم، توسعه‌ی علم به عنوان موضوعی با ارزش به خاطر ارزش ذاتی و درونی خود است: جستجو و کاوشی ضروری، جذاب و هیجان‌انگیز. بر این اساس، رویکردهای غالب آن نسبتاً هیجانی، خلاق، و بازاندیشانه است و راهبردها به گونه‌ای طراحی می‌شود که هیجان‌ات و خلاقیت دانش‌آموزان را تحریک کند تا حس تحسین درونی آن‌ها را نسبت به امر علمی برانگیزد. پژوهشگران بسیاری در آثار خود، بکارگیری موضوعات تاریخی را در آموزش علوم تأیید می‌کنند (به عنوان مثال: عبدالخالق^{۶۹} و لِدِرْمَن^{۷۰}، ۲۰۰۰؛ دوسچل^{۷۱}، ۲۰۰۴؛ ایروین^{۷۲}، ۲۰۰۰؛ کِلُوفِر^{۷۳} و کولی^{۷۴}، ۱۹۶۳؛ لاوسن^{۷۵}، ۲۰۰۲؛ مَتیوز^{۷۶}، ۱۹۹۴).

هاکِت^{۷۷} (۲۰۰۰، ص ۲۸۰) هم معتقد است که تأکید بر جریان تاریخی از طریق تغییری در چارچوب تحلیلی (تغییر از مطالعات درونی در مورد ترتیب و توالی نظریه‌های علمی یا اکتشافات علمی به سمت مطالعات بیرونی که زندگی‌نامه‌ها، بافت اجتماعی و سایر آثار را مد نظر قرار می‌داد) سرعت گرفت. در جریان تاریخی، تمایلی برای گنجاندن فلسفه‌ی علم و دیدگاه‌های NOS وجود دارد؛ دیدگاه‌هایی که امکان بررسی پرسش‌های پیچیده‌ی معرفت‌شناختی را فراهم می‌کند (هاکِت، ۲۰۰۰؛ جنکینز^{۷۸}، ۱۹۸۹؛ پدِرتی، ۲۰۰۳). برای نمونه، دانش چگونه تولید می‌شود؟ علم چگونه تولید می‌شود؟ علم چگونه کار می‌کند؟ دانشمندان چگونه فعالیت می‌کنند؟ و جامعه‌ی چطور به تلاش‌های علمی جهت می‌دهد. چگونه نسبت به آن‌ها واکنش نشان می‌دهد؟

جریان استدلال منطقی

در اوایل، طرفداران آموزش STSE متوجه شدند که تعامل و ارتباط تنگاتنگ بین علم، فناوری، جامعه و محیط زیست منبع بسیاری از مسائل بحث‌برانگیز علمی-اجتماعی است. در ادامه بود که آن‌ها متوجه شدند این مسائل می‌تواند منابع ارزشمندی برای آموزش STSE باشد (به عنوان مثال: آیکِن‌هِد، ۱۹۹۴؛ کِرَاس^{۷۹} و پِرایس^{۸۰}، ۱۹۹۲؛ گِدیس^{۸۱}، ۱۹۹۱؛ سولومون، ۱۹۹۳). و این آموزش‌های مسئله‌محور به شایستگی (توانمندی) دانش‌آموزان در چندین حیطة‌ی شناختی پیچیده از جمله درک دیدگاه‌های متعدد، تفکر انتقادی، و تصمیم‌سازی نیاز دارد.

⁶⁹ Abd el Khalick

⁷⁰ Lederman

⁷¹ Duschl

⁷² Irwin

⁷³ Klopfer

⁷⁴ Cooley

⁷⁵ Lawson

⁷⁶ Matthews

⁷⁷ Hackett

⁷⁸ Jenkins

⁷⁹ Cross

⁸⁰ Price

⁸¹ Geddis

به این ترتیب، کارهای زیادی در STSE پیرامون این موضوع صورت گرفت که چگونه می‌توان به بهترین وجه مسئله‌های علمی-اجتماعی (SSI) را در کلاس‌های درسی علوم، هدایت و کنترل کرد. جریان استدلال منطقی نشان‌دهنده‌ی یک جریان فکری است که در پی رخ دادن چنین اتفاقی است.

جریان استدلال منطقی بر یک اصل بنیادی بنا نهاده شده است: هر مسئله علمی-اجتماعی را، مستقل از سطح پیچیدگی آن، می‌توان به واسطه‌ی در نظر گرفتن دانش در پس آن مسئله، و استدلال منطقی در یک حالت اثبات‌گرایانه در مورد عواقب آن مسئله به طور موثر به کار گرفت.

تمرکز در اینجا بر افزایش درک یا فرآیند تصمیم‌سازی دانش‌آموزان در مورد SSLs^{۸۲} از طریق تشویق آن‌ها به فکر کردن «همان‌طور که دانش‌پیشه‌ها فکر می‌کنند» است. لازم است توجه داشته باشیم که زیرجریان‌های متعددی در این جریان وجود دارد.

گروه‌های دیگری که از طریق جریان استدلال منطقی کار می‌کنند، تمرکز خود را بر روی پرورش شایستگی‌های دانش‌آموزان در یک یا چند مهارت شناختی پیچیده که در بحث کردن پیرامون مسئله‌ها مورد نیاز است، گذاشته‌اند (به عنوان مثال: درایور^{۸۳}، نیوتن^{۸۴}، و اوسبورن^{۸۵}، ۲۰۰۰؛ اوسبورن، ادوران^{۸۶}، و سیمون^{۸۷}، ۲۰۰۴؛ راتکلایف^{۸۸}، ۱۹۹۷؛ زوهر^{۸۹}، نیت^{۹۰}، ۲۰۰۲). درایور و همکاران^{۹۱} (۲۰۰۰) توصیف می‌کند که چگونه مدل استدلال‌گری تولومین می‌تواند به توسعه‌ی مهارت‌های رده‌بالایی استدلال‌گری در دانش‌آموزان علوم بیانجامد.

استدلال منطقی یکی از قوی‌ترین جریان‌های STSE است. استفاده از تفکر منطقی به عنوان پایه‌ای در جمع‌آوری اطلاعات و تصمیم‌سازی، یک هنجار پذیرفته شده در جامعه‌های مدرن است. همانطور که پیش‌تر نیز به آن اشاره کردیم، تحقیقات و فعالیت‌های بسیاری رویکرد استدلال منطقی را در STSE بررسی کرده‌اند و مدل‌هایی از نحوه‌ی ارائه‌ی آن در کلاس درس فراهم کرده‌اند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که استدلال منطقی یک مکمل طبیعی برای تفکر علمی است، چرا که هر دو از فلسفه‌ی روشنگری^{۹۲} ریشه گرفته‌اند (کاسیرر^{۹۳}، ۱۹۵۱).

جریان ارزش محور

ادبیات قابل ملاحظه‌ای وجود دارد که از رویکرد ارزش محور در آموزش STSE پشتیبانی می‌کند. نتایج برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که ارزش‌ها، بخش طبیعی (و غیرقابل تفکیک) ملاحظات افراد در مورد مسئله‌های علمی-اجتماعی (SSI) است (به عنوان مثال: بل^{۹۴} و لیدرمن^{۹۵}، ۲۰۰۳؛ سادلر و دونلی^{۹۶}، ۲۰۰۶؛ زیدلر، واکر^{۹۷}، آکت^{۹۸} و سیمونز، ۲۰۰۲). همچنین برخی

⁸² Socio-Scientific Issues

⁸³ Driver

⁸⁴ Newton

⁸⁵ Osborne

⁸⁶ Eduran

⁸⁷ Simon

⁸⁸ Ratcliffe

⁸⁹ Zohar

⁹⁰ Nemet

⁹¹ Driver et al.

⁹² Enlightenment philosophy

⁹³ Cassirer

⁹⁴ Bell

⁹⁵ Lederman

⁹⁶ Donnelly

دانشمندان معتقدند که علم، به خودی خود مملو از ارزش‌هاست؛ و این مشخصه‌ای است که آموزش علوم (برای درست نشان دادن ماهیت علم) باید تلاش کند تا آن را بازتاب دهد (آلچین^{۹۹}، ۱۹۹۹؛ پدرتی، ۲۰۰۵؛ ریس، ۲۰۰۷؛ سادلر، ۲۰۰۴؛ زیدلر و کیفر^{۱۰۰}، ۲۰۰۳). علاوه بر این، برخی پژوهشگران حتی بر این نظر هستند که سایر جریان‌های موجود در آموزش STSE، در حین آموزش SSI، به میزان کافی به جنبه‌های اخلاقی نمی‌پردازند.

جریان ارزش محور در تلاش است تا با برجسته کردن علم به عنوان ماهیتی مملو از ارزش‌ها، این خلأ را پر کند. تمرکز اصلی بر روی بالا بردن و ارتقای درک دانش‌آموزان و تصمیم‌سازی‌های آن‌ها در مورد SSI از طریق در نظر گرفتن صریح و روشن اخلاق و استدلال اخلاقی است. این طور به نظر می‌رسد که در این جریان، هدف کلی آموزش علوم، ارتقای شهروندی و مسئولیت‌پذیری مدنی از طریق تبادل ایده‌ها است. فعالیت‌هایی که در این جریان انجام می‌شوند، هویت اخلاقی و عاطفی دانش‌آموزان را مورد هدف قرار می‌دهند تا رشد شناختی و اخلاقی آن‌ها را تحریک و تهییج نمایند. به این ترتیب، رویکردهای غالب، اخلاقی، منطقی و انتقادی هستند.

جریان فرهنگی-اجتماعی

زیمَن (۱۹۹۴)، وجود یک رویکرد جامعه‌شناختی را در آموزش علوم ضروری می‌داند. به گفته وی نیاز روشنی وجود دارد که علوم و فناوری به عنوان برساخته‌های اجتماعی، آموزش داده شوند؛ چیزهایی که از درون خود را سازمان می‌دهند و از بیرون با جامعه به صورت کلان در ارتباط هستند. در این نگاه، علوم و فناوری فعالیت‌های مستقل نیستند؛ بلکه به عنوان فعالیت‌هایی شناخته می‌شوند که با سیاست، اقتصاد و فرهنگ درگیر هستند.

در طیف STSE، به نظر می‌رسد رویکرد جامعه‌شناختی، به دو جریان از نزدیک مرتبط اما متمایز تقسیم می‌شود. اولی، بر روی جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی علوم و آموزش علوم تمرکز می‌کند. جریان دیگر نیز به جنبه‌های سیاسی-اجتماعی علوم و آموزش علوم می‌پردازد که به عنوان جریان عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شاید یکی از نگران‌کننده‌ترین انتقادهایی که به آموزش سنتی علوم وارد است این باشد که همچنان بخش زیادی از دانش‌آموزان خصوصاً اقلیت‌ها و فرهنگ‌های غیرغربی را با علم بیگانه می‌کند (آیکن‌هید، ۱۹۹۷؛ کارتر^{۱۰۱}، ۲۰۰۸؛ کوپرن^{۱۰۲}، ۱۹۹۸؛ کوستا^{۱۰۳}، ۱۹۹۵؛ هودسون، ۱۹۹۳). به نظر می‌رسد این اتفاق به این دلیل رخ می‌دهد که علوم طوری آموزش داده می‌شود که به دیدگاه‌های طبقه‌ی متوسط غربی برتری نسبی داده می‌شود در حالی که همزمان جهان‌بینی‌های جایگزین را تضعیف می‌کند. آیکن‌هید (۱۹۹۷) این وضعیت را با مقایسه‌ی تفاوت‌های ارزش‌های فرهنگی زیربنای علوم مدارس غربی با ارزش‌های فرهنگی زیربنای جوامع بومی مورد بررسی جزئی قرار می‌دهد.

مدل‌های مختلفی از آموزش اجتماعی-فرهنگی STSE وجود دارد. در این جا به شرح دو مدل اکتفا می‌کنیم. اولی کلاس‌های غربی با جمعیت چندفرهنگی رایج است و بهترین تعبیر برای آن، «مدل تزریقی»^{۱۰۴} است. در اینجا، مفاهیم علمی غربی

⁹⁷ Walker

⁹⁸ Ackett

⁹⁹ Allchin

¹⁰⁰ Keefer

¹⁰¹ Carter

¹⁰² Cobern

¹⁰³ Costa

¹⁰⁴ Infusion

همچنان بخش عمده‌ای از آنچه که آموزش داده می‌شود را تشکیل می‌دهد، اما اندیشه‌ها و ایده‌های به دست آمده از دیگر سیستم‌های دانش نیز به آن ضمیمه می‌شوند.

یکی از مزایای رویکرد اجتماعی-فرهنگی به آموزش STSE، پتانسیل آن در دست‌یافتنی‌تر کردن علوم برای جمعیت بیشتری از دانش‌آموزان است (کوستا، ۱۹۹۹؛ هودسون، ۱۹۹۳؛ جِگِد^{۱۰۵} و آیکِن‌هَد، ۱۹۹۹). این رویکردها اگر به درستی طراحی و اجرا شوند، می‌توانند به درستی برخوردهای غیرمنصفانه و نابرابری که با سیستم‌های دانش جایگزین می‌شود را پررنگ کرده و از فرسایش مداوم فرهنگ‌های غیرغربی جلوگیری نماید. همان‌طور که پژوهشگرانی (کوپرن و لایونگ^{۱۰۶}، ۲۰۰۱؛ سایگل^{۱۰۷}، ۲۰۰۲) اشاره دارند در حالی که علم و فناوری غربی ممکن است کلیدی برای بالا بردن استانداردهای زندگی در سراسر جهان باشد، سیستم‌های سنتی دانش نیز برای حفظ هویت اجتماعی و عاطفی ارزشمند بوده و باید محترم شمرده شوند.

جریان عدالت-محور سازگار با محیط زیست و جامعه^{۱۰۸}

این گزاره در قلب جریان عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه قرار دارد. جریانی که تمرکز آن صرفاً درک آثار علم و فناوری بر روی جامعه و محیط نیست، بلکه بر نقد و حل این مشکلات از طریق کنش‌گری و اقدام انسان‌ها تأکید جدی دارد. طرفداران این جریان معتقدند که سایر جریان‌های STSE و همچنین آموزش سنتی علوم، به اندازه‌ی کافی در مورد عوامل سیاسی و اقتصادی موثر بر علوم و آموزش علوم، به دانش‌آموزان آموزش نمی‌دهند. همچنین ابزارهای لازم را برای اینکه دانش‌آموزان بتوانند فعالانه جامعه را تغییر دهند در اختیار آن‌ها نمی‌گذارند (به عنوان مثال: پنزه، ۲۰۰۸؛ کالابرس-بارتن^{۱۰۹}، ۲۰۰۳a؛ چنکینز، ۱۹۹۴؛ روث و کالابرس-بارتن، ۲۰۰۴؛ روث و دیسایتلز^{۱۱۰}، ۲۰۰۲؛ تیپینز و همکاران^{۱۱۱}، ۲۰۱۰). اما موج جدید علاقه به آموزش‌های زیست‌محیطی (به عنوان مثال: دیلون^{۱۱۲}، ۲۰۰۲؛ گاوگ^{۱۱۳}، ۲۰۰۲؛ هارت^{۱۱۴}، ۲۰۰۲؛ جیک‌لینگ^{۱۱۵}، ۲۰۰۳؛ راسیل^{۱۱۶}، بل^{۱۱۷}، و فاوکیت^{۱۱۸}، ۲۰۰۰؛ سایوه^{۱۱۹}، ۲۰۰۵) توانست به شکوفایی این جریان کمک کند. چرا که بسیاری از ایده‌های فلسفی و آموزشی که از عدالت سازگار با محیط زیست پشتیبانی می‌کردند، بازتاب‌دهنده‌ی ایده‌های فلسفی و آموزشی زیربنایی عدالت اجتماعی بودند.

فعالیت‌های کلاسی طوری طراحی می‌شوند که حس عدالت‌جویی دانش‌آموزان را برانگیزد و در آن‌ها انگیزه ایجاد کند تا در مورد مسئله‌های STSE منتقدانه فکر کرده و آن‌ها را حل نمایند. مشابه جریان‌های دیگر، به نظر می‌رسد راه‌های مختلفی برای عملی کردن این جریان در کلاس درس وجود دارد.

¹⁰⁵Jegede

¹⁰⁶Loving

¹⁰⁷Siegel

¹⁰⁸ Socio-Ecojustice

¹⁰⁹Calabrese-Barton

¹¹⁰D'esautels

¹¹¹Tippins et al.

¹¹²Dillon

¹¹³Gough

¹¹⁴Hart

¹¹⁵Jickling

¹¹⁶Russell

¹¹⁷Bell

¹¹⁸Fawcett

¹¹⁹Sauvé

یکی از نقاط قوت جریان عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه، پتانسیل آن را در تهییج دانش‌آموزان برای یادگیری علوم از طریق نشان دادن ارتباط آن با رفاه عمومی جامعه است. این‌گونه فعالیت‌ها، خلاقیت و ابعاد شناختی دانش‌آموزان را درگیر می‌کند (کراس و پرایس، ۲۰۰۲).

روش پژوهش

روش این تحقیق توصیفی از نوع کاربردی است. تحقیق توصیفی آنچه را که هست توصیف می‌کند و شامل ثبت، توصیف، تجزیه و تحلیل و تغییر شرایط موجود می‌باشد. در پژوهش حاضر، برای بررسی محتوای کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی پایه سوم (جملات، پرسشها و تصاویر) و میزان توجه به جریانهای شش‌گانه در آموزش «STSE» از درصد بعنوان شاخص اصلی استفاده شده است.

جامعه و نمونه پژوهش

- جامعه آماری این تحقیق، محتوای کتاب کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی پایه سوم در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ با ۱۵۰ صفحه، شامل هشت فصل می‌باشد.
در این پژوهش حجم نمونه کل کتاب درسی است. به عبارت دیگر کل محتوای کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی پایه سوم مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. واحدهای تحلیل شامل جملات، پرسش‌ها و تصاویر و نمودارها می‌باشد که میزان توجه به انواع جریان‌های آموزش «STSE»: کاربرد/طراحی-استدلال منطقی-ارزش‌محور-فرهنگی-اجتماعی-تاریخی-عدالت‌محور سازگار با محیط زیست و جامعه مورد نظر بوده است.
در مرحله بعد ضمن آموزش بیش از ۳۰ معلم ریاضی و آشنایی با جریانهای آموزش «STSE» فرمها توزیع گردید و دبیران در گروههای سه نفره نسبت به تکمیل فرمها اقدام نمودند و در نهایت فرمها جمع‌بندی کلی انجام گرفت

ابزار پژوهش

ابزارهای این تحقیق فرم ارزیابی محقق ساخته بر اساس مدل ساختار انواع جریان‌های آموزش «STSE» می‌باشد. اعتبار ابزار از طریق روایی صوری مشخص شد یعنی محقق در این پژوهش به منظور اعتبار یابی (روایی صوری) ابزار تحقیق از نظرات و دیدگاههای صاحب‌نظران و متخصصان تعلیم و تربیت و اساتید دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد علی‌آباد کتول استان گلستان (۱ نفر استاد رشته برنامه ریزی درسی و ۱ نفر استاد رشته روانشناسی) استفاده شد.
همچنین محقق به منظور به دست آوردن روایی صوری ابزار پژوهش از نظرات پنج نفر از معلمان با سابقه رشته ریاضی دوره ابتدایی با مدرک تحصیلی کارشناسی و کارشناسی ارشد استفاده نموده است. جهت تعیین پایایی از فرمول پایایی هولستی استفاده شده است. بدین منظور در مرحله عملیاتی محقق، اول ۵ صفحه از کتاب درسی جدیدالتالیف ریاضی پایه سوم را به صورت نمونه گیری تصادفی انتخاب نموده و مفاهیم عملیاتی رابطب ساختار انواع جریان‌های آموزش «STSE» برای کدگذاران توضیح داده و به یکپارچه شدن در تحلیل مفاهیم و تعاریف رسیدند و از کدگذاران خواسته شد که نظرات و نتایج به دست آمده را در اختیار محقق قرار دهند و بعد محقق با استفاده از داده‌های به دست آمده، جدول هر یک از مقوله‌ها را تعیین نموده و درصد توافق بین کدگذاران محاسبه گردیده و ضریب توافق بین کدگذاران ۸۰ درصد به دست آمد.

یافته های پژوهشی

پس از جمع بندی نهایی داده ها تلاش شد هر جریان آموزشی در کل کتاب ریاضی پایه سوم بطور جداگانه در سه بخش جملات، پرسش و تصاویر مورد بررسی قرار گیرد که یافته ها به شرح زیر می باشد:

۱- درصد میزان توجه به جریان «کاربرد و طراحی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE									
کاربرد/طراحی	جمله	۱۴/۸۱	۲۰/۳۷	۲۴/۰۷	۵/۵۵	۹/۲۵	۱۱/۱	۹/۲۵	۵/۵۵
	پرسش	۱۲/۱۴	۱۴/۳۷	۱۰/۹۳	۱۵/۱۸	۱۲/۷۵	۱۲/۱۴	۹/۳۱	۱۳/۱۵
	تصویر و نمودار و.....	۱۷/۳۰	۵/۲۸	۱۱/۰۵	۱۵/۱۴	۲۷/۴۰	۸/۶۵	۷/۹۳	۷/۲۱

جدول شماره (۱)

در بخش جملات فصل چهارم و فصل هشتم کتاب کمترین مقدار با ۵/۵۵ درصد و فصل سوم کتاب بیشترین مقدار با ۲۴/۰۷ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصل هفتم کمترین مقدار با ۹/۳۱ درصد و فصل چهارم بیشترین مقدار با ۱۵/۱۸ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصل دوم کمترین حد با ۵/۲۸ درصد و بیشترین حد را با ۲۷/۴۰ درصد فصل پنجم در بر داشته است.

۲- درصد میزان توجه به جریان «تاریخی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE									
تاریخی	جمله	۱۷/۸	۷/۱۴	۷/۱۴	۱۰/۷۱	۱۰/۷۱	۷/۱۴	۳۹/۲۸	۰
	پرسش	۰	۵۰	۰	۰	۰	۵۰	۰	۰
	تصویر و نمودار و.....	۳۲	۱۶	۴	۴	۴	۸	۱۶	۴

جدول شماره (۲)

در بخش جملات فصل هشتم کتاب کمترین مقدار با صفر درصد و فصل هفتم کتاب بیشترین مقدار با ۳۹/۲۸ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصلهای اول، سوم، چهارم، پنجم، هفتم و هشتم کمترین مقدار با صفر درصد و فصل دوم و ششم بیشترین مقدار با ۵۰ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصل های سوم و چهارم و هشتم کمترین حد با ۴ درصد و بیشترین حد را با ۳۲ درصد فصل اول در بر داشته است.

۳- درصد میزان توجه به جریان «استدلال منطقی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE		۵	۱۷/۵	۳۰	۵	۱۰	۱۰	۱۷/۵	۵
استدلال منطقی	جمله	۱۰/۰۴	۶/۲۲	۸/۶۱	۴۱/۱۴	۱۰/۵۲	۳/۸۲	۷/۱۷	۱۲/۴۴
	پرسش	۶/۶۲	۴/۲۱	۱۸/۶	۳۳/۷	۱۸/۶۷	۵/۴۲	۳/۰۱	۹/۶۳
	تصویر و نمودار و.....								

جدول شماره (۳)

در بخش جملات فصل های اول، چهارم و هشتم کتاب کمترین مقدار با ۵ درصد و فصل سوم کتاب بیشترین مقدار با ۳۰ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصل ششم کمترین مقدار با ۳/۸۲ درصد و فصل هشتم بیشترین مقدار با ۱۲/۴۴ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصل هفتم کمترین حد با ۳/۰۱ درصد و بیشترین حد را با ۳۳/۷ درصد فصل چهارم در بر داشته است.

۴- درصد میزان توجه به جریان «ارزش محور» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE		۰	۹/۵۲	۴/۷۶	۱۴/۲۸	۰	۲۸/۵۷	۳۸/۰۹	۴/۷۶
ارزش محور	جمله	۰	۱۶/۶۶	۱۶/۶۶	۰	۰	۸۳/۳	۰	۰
	پرسش	۳/۱۲	۳۱/۲۵	۶/۲۵	۰	۰	۰/۵۳	۰	۶/۲۵
	تصویر و نمودار و.....								

جدول شماره (۴)

در بخش جملات فصلهای اول و پنجم کتاب کمترین مقدار با صفر درصد و فصل هفتم کتاب بیشترین مقدار با ۳۸/۰۹ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصلهای اول، چهارم، پنجم، هفتم و هشتم کمترین مقدار با صفر درصد و فصل ششم بیشترین مقدار با ۸۳/۳ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصلهای چهارم، پنجم، هفتم کمترین حد با صفر درصد و بیشترین حد را با ۳۱/۲۵ درصد فصل دوم در بر داشته است.

۵- درصد میزان توجه به جریان «فرهنگی-اجتماعی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE		۰	۲۰	۰	۲۰	۶/۶۶	۴۰	۶/۶۶	۱۳/۳۳
فرهنگی-اجتماعی	جمله	۰	۲۰	۰	۲۰	۶/۶۶	۴۰	۶/۶۶	۱۳/۳۳
	پرسش	۰	۱۵/۳۸	۰	۲۳/۰۶	۷/۶۹	۳۸/۴۶	۰	۱۵/۳۸
	تصویر و نمودار و.....	۶/۲۵	۱۸/۷۵	۰	۱۲/۵	۶/۲۵	۳۷/۵	۰	۱۸/۷۵

جدول شماره (۵)

در بخش جملات فصلهای اول و سوم کتاب کمترین مقدار با صفر درصد و فصل ششم کتاب بیشترین مقدار با ۴۰ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصلهای اول، سوم و هفتم کمترین مقدار با صفر درصد و فصل ششم بیشترین مقدار با ۳۸/۴۶ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصلهای سوم و هفتم کمترین حد با صفر درصد و بیشترین حد را با ۳۷/۵ درصد فصل ششم در بر داشته است.

۶- درصد میزان توجه به جریان «عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE		۰	۰	۰	۶	۰	۱۰۰	۰	۰
عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه	جمله	۰	۰	۰	۶	۰	۱۰۰	۰	۰
	پرسش	۰	۰	۳۳/۳	۰	۴۴/۴	۰	۲/۲۲	۰
	تصویر و نمودار و.....	۰	۰	۲۳/۰۷	۰	۳۸/۴۶	۲۳/۰۷	۱۵/۳۸	۰

جدول شماره (۶)

در بخش جملات فصلهای اول، دوم، سوم، پنجم، هفتم و هشتم کتاب کمترین مقدار با صفر درصد و فصل ششم کتاب بیشترین مقدار با ۱۰۰ درصد را به خود اختصاص داده است در تعداد پرسش فصلهای اول، دوم، چهارم، ششم، هشتم کمترین مقدار با صفر درصد و فصل پنجم بیشترین مقدار با ۴۴/۴ درصد را شامل شده است. در تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصلهای اول، دوم، چهارم، هشتم کمترین حد با صفر درصد و بیشترین حد را با ۳۸/۴۶ درصد فصل پنجم در بر داشته است.

۷- درصد میزان توجه به مجموع انواع جریانها آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE									
جمع کل شش جریان آموزش	جمله	۹/۴	۱۵/۶	۱۷/۵	۸/۸	۸/۱	۱۵/۷	۲۰	۵
	پرسش	۱۰/۹	۱۲/۱	۱۰/۴	۲۲/۱	۱۲/۳	۱۰/۹	۸/۵۲	۱۲/۶
	تصویرونمودار و.....	۱۴	۶/۹	۱۲/۴	۱۸/۲	۲۲/۹	۱۱/۲	۶/۶	۷/۸

جدول شماره (۷)

در بخش جملات هفتم کتاب کمترین مقدار با ۵ درصد و فصل هفتم کتاب بیشترین مقدار با ۲۰ درصد را به خود اختصاص داده است. در بخش پرسش ها فصل هفتم کمترین مقدار با ۸/۵۲ درصد و فصل چهارم بیشترین مقدار با ۲۲/۱ درصد را شامل شده است. در بخش تصاویر و نمودارهای کتاب نیز فصل هفتم کمترین حد با ۶/۶ درصد و بیشترین حد را با ۱۸/۲ درصد فصل چهارم دربرداشته است.

۸- درصد میزان عدم توجه به مجموع انواع جریانها در آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم

فصل		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
جریان های شش گانه STSE									
در جریانهای شش گانه نمی باشد	جمله	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	پرسش	۰	۲۰	۲۰	۰	۲۰	۴۰	۰	۰
	تصویرونمودار و.....	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول شماره (۸)

در بخش پرسش ها در فصل های دوم و سوم و چهارم و ششم ۲۰ درصد از پرسش ها با هیچ جریان آموزش در ارتباط نبوده است.

تجزیه و تحلیل داده ها

در بحث تجزیه و تحلیل داده ها بر آن آمدم تا با پاسخ به سوالات پژوهش میزان توجه به جریانها در آموزش «STSE» را تعیین کنیم؛

- ۱- میزان توجه به جریان «کاربرد و طراحی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟ طبق جدول (۱) در سه بخش جملات، تصاویر در فصلهای چهارم، هشتم و دوم کمترین درصد انطباق با کاربرد و طراحی را دارد که با توجه کاربردی بودن درس ریاضی انتظار می رود این فصلها در این جریان آموزشی قویتر باشند
- ۲- میزان توجه به جریان «تاریخی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟ براساس جدول شماره (۲) در بحث جریان تاریخی با توجه به درصدهای بدست آمده و سطح پایین این درصدها که در اکثر فصلها به ویژه درصد صفر، نشان دهنده آن است که در این کتاب به موضوعات تاریخی خیلی ضعیف پرداخته شده است و با توجه به اهمیت توجه به گذشته تاریخی دانشمندان و مشاهیر ریاضی ایران و تا حدی جهان، در کتاب مذکور توجه بیشتری شود
- ۳- میزان توجه به جریان «استدلال منطقی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟ براساس اطلاعات داده شده در جدول شماره (۳) به غیر از دو الی سه مورد در بقیه موارد توجه خاصی به استدلال منطقی در این کتاب شده است که با توجه به ماهیت و ذات کتابهای ریاضی این مهم انتظار می رفت.
- ۴- میزان توجه به جریان «ارزش محور» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟ در جدول شماره (۴) جریان ارزش محور در این کتاب توجه کمتری شده است گرچه موضوعات ریاضی معمولاً به بحثهای ارزشی کمتر توجه دارند ولی درصدهای کسب شده در این جریان آموزشی خیلی کمتر از حد انتظار می باشد.
- ۵- میزان توجه به جریان «فرهنگی-اجتماعی» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟ اما جدول شماره (۵) با توجه به اینکه کتاب درسی به بحث های فرهنگی-اجتماعی بیشتر از جریانهای آموزشی تاریخی و ارزش محور تاکید دارد اما این مقدار توجه در بخشی از فصلها در حد صفر درصد می باشد که نیازمند توجه بیشتر مولفین کتاب می باشد.
- ۶- میزان توجه به جریان «عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه» آموزش «STSE» در کتاب ریاضی پایه سوم چقدر است؟

طبق جدول شماره (۶) موضوعات محیط زیستی و جامعه در وضعیت نامطلوبی قرار دارد که با توجه به اهمیت بحثهای عدالت محور سازگار با محیط زیست و جامعه، می طلبد که مسئولین امر توجه ویژه به این جریان آموزشی داشته باشند.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در جدول شماره (۷) که نگاهی کلی به کل شش جریان آموزشی دارد به روشنی میتوان دریافت که فصل های سوم و چهارم توجه نسبتاً خوبی به این رویکرد داشته اند ولی در فصلهای پنجم و هشتم کمترین توجه را به جریانات شش گانه داشته اند که میتوان این امر را علتی بر برنامه ریزی مولفین دفتر تالیف در اصلاح ساختار و رویکرد کتاب ریاضی پایه سوم دانست اما طبق جدول شماره (۸) در فصلهای دوم، سوم، چهارم و ششم جملات و پرسشهایی وجود دارد که در هیچکدام از این جریانات آموزشی نمی گنجد!

در سطح کلان، آموزش STSE، علوم پایه را در بافت غنی و پیچیده‌ای از سیاست، تاریخ، اخلاق و فلسفه قرار می‌دهد. آموزش STSE در حالی که تنوع نیازهای دانش‌آموزان و کلاس‌های درس را به رسمیت می‌شناسد، فرصتی را فراهم می‌کند که در بستر گسترده‌تری بتوان علوم پایه را تجزیه و تحلیل کرد و آموخت.

STSE، در همه‌ی شکل‌ها و جریان‌هایش، ارتباط با دنیای واقعی، معناداری و انگیزه و علاقه را به کلاس علوم پایه می‌آورد. به گفته اپل^{۱۲۰} (۲۰۰۰، ص ۴۲) «... ساده‌لوحانه است که برنامه‌ی درسی مدرسه را به عنوان دانش بی طرف در نظر بگیریم. در حالی که آنچه به عنوان دانش مشروع (در مدارس) شناخته می‌شود، محصول روابط پیچیده‌ی قدرت و درگیری میان طبقه‌های اجتماعی و گروه‌های مختلف نژادی، جنسیتی و مذهبی است.» تا به حال در مورد اثر فشارهای سیاسی بر روی برنامه‌های درسی علوم کارهای محدودی انجام شده است (بنزه، ۲۰۱۰b). در کشور ما نیز باید با تطبیق این جریانهای آموزشی و بومی سازی آن با مکتب غنی اسلام در جهت ارتقاء سطح بینش و حکمت دانش‌آموزان همت گمارد.

همان‌طور که قبلاً گفته شد، امیدواریم که این جریان‌ها برای دیگران به عنوان یک ابزار آموزشی عمل کند؛ روشی که به مربیان کمک می‌کند تا حوزه‌ی پیچیده‌ی STSE را بهتر درک کنند. از منظر توسعه‌ی حرفه‌ای، این طبقه‌بندی هم برای معلمان و پژوهشگران تازه‌کار، و هم برای معلمان و پژوهشگران باسابقه و باتجربه، کاربردی و مفید است. برای کارآموزان و تازه‌کارها، می‌تواند نقطه‌ی شروعی برای درک مفهوم STSE باشد. برای با تجربه‌ترها نیز، می‌تواند بستری بسازد که اکتشافات عمیق‌تر و تجزیه و تحلیل‌های انتقادی از STSE در درون آنها شکل بگیرد. در نهایت امیدواریم که این نوع‌شناسی، به درک نظری همه‌ی افراد جامعه کشورمان و انتخاب‌ها و تلاش‌هایشان در زمینه‌ی آموزش STSE کمک کند.

¹²⁰Apple

منابع

1. Abd el Khalick, F., & Lederman, N. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057 – 1095.
2. Aikenhead, G. S. (1994). What is STS teaching? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 47 – 59). New York: Teachers College Press.
3. Aikenhead, G. S. (1997). Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, 81(2), 217 – 238.
4. Aikenhead, G. S. (2003). STS education: A rose by any other name. In R. Cross (Ed.), *A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59 – 75). New York: Routledge Press.
5. Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
6. Allchin, D. (1999). Values in science: an educational perspective. *Science & Education*, 8, 1 – 12.
7. Apple, M. (2000). *Official knowledge: Democratic education in a conservative age*. New York: Routledge Press.
8. Baez, A. V. (1976). *Innovation in Science Education World Wide* (Paris: UNESCO)
9. Barab, S. A., Hay, K. E., & Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719 – 756.
10. Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352 – 377.
11. Bencze, J. L. (2008). Private profit, science, and science education: critical problems and possibilities for action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 8(4), 297 – 312.
12. Bencze, J. L. (2010a). Promoting student-led science and technology projects in elementary teacher education: Entry into core pedagogical practices through technological design. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(1), 43 – 62.

13. Bencze, J. L. (2010b). Exposing and deposing hyper-economized school science. *Cultural Studies of Science Education*, 5(2), 293 – 303.
14. Bennet, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347 – 370.
15. Blumenfeld, P. C., Mergendoller, J. R., & Swarthout, D. W. (1987). Task as heuristic for understanding student learning and motivation. *Journal of Curriculum Studies*, 19(2), 135 – 148.
16. Bybee, R.W. & DeBoer, G.E. (1994). Research on Goals for the Science Curriculum, In: Gabel, D.L.(ed.), *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*, New York, McMillan.
17. Cajas, F. (2001). The science/technology interaction: Implications for scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 715 – 729.
18. Calabrese-Barton, A. (2003a). *Teaching science for social justice*. New York: Teachers College Press.
19. Carter, L. (2008). Sociocultural influences on science education: Innovation for contemporary times. *Science Education*, 92(1), 165 – 181.
20. Cassirer, E. (1951). *Philosophy of the Enlightenment*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
21. Cheek, D. (2000). Marginalization of technology within the STS movement in American K-12 education. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology and society a sourcebook in research and practice* (pp. 167 – 192). New York: Kluwer Academic/Plenum.
22. Cheek, D. W. (1992). *Thinking constructively about science, technology and society education*. Albany, NY: SUNY Press.
23. Cobern, W. W. (Ed.). (1998). *Socio-cultural perspectives on science education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
24. Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50 – 67.
25. Costa, V. (1995). When science is “another world”. Relationships between worlds of family, friends, school and science. *Science Education*, 79(3), 313 – 333.
26. Costa, V. (1999). How teacher and students study “all that matters” in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, 19(9), 1005 – 1023.

27. Cross, R. T., & Price, R. F. (1992). Teaching science for social responsibility. Sydney, Australia: St. Louis Press.
28. Cross, R. T., & Price, R. F. (2002). Teaching controversial science for social responsibility: The case of food production. In W. M. Roth & J. Desautels (Eds.), Science education for sociopolitical action (pp. 99 – 123). New York: Peter Lang.
29. Davies, T., & Gilbert, J. (2003). Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 3(1), 67 – 82.
30. Dillon, J. (2002). Perspectives on environmental education-related research in science education. International Journal of Science Education, 24(11), 1111 – 1117.
31. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287 – 312.
32. Durbin, P. T. (1991). Defining STS: Can we reach consensus? Bulletin of Science, Technology & Society, 11, 187 – 190.
33. Duschl, R. A. (2004). Relating history of science to learning and teaching science: Using and abusing. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education (pp. 319 – 330). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
34. Fensham, P. J. (2004). Beyond knowledge: other outcome qualities for science education. Keynote presentation to the 11th International organization for science technology education (IOSTE) symposium, Lublin, Poland.
35. Fensham, P. J. (1988a). Approaches to the teaching of STS in science education. International Journal of Science Education, 10(4), 346 – 356.
36. Fensham, P. J. (Ed.) (1988b). Developments and dilemmas in science education. New York: Falmer Press.
37. Fensham, P. J. (1988c). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. In P. J.
38. Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. International Journal of Science Education, 27(7), 855 – 879.

39. Fuglsang, L. (2001). Three perspectives in STS in the policy context. In S. H. Cutcliffe & C. Mitcham (Eds.), *Visions of STS: Counterpoints in science, technology, and science studies* (pp. 35 – 50). Albany: State University of New York Press.
40. Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science teaching. *Science Education*, 55(3), 329 – 338.
41. Geddis, A. N. (1991). Improving the quality of science classroom discourse on controversial issues. *Science Education*, 75(2), 169 – 183.
42. Gough, A. (2002). Mutualism: A different agenda for environmental and science education. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1201 – 1215.
43. Hart, P. (2002). Environment in the science curriculum: The politics of change in the Pan-Canadian science curriculum development. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1239 – 1254.
44. Hackett, E. J. (2000). Trends and opportunities in science and technology studies: A view from the National Science Foundation. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice* (pp. 277 – 291). New York: Kluwer Academic/Plenum.
45. Hodson, D. (1993). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77(6), 685 – 711.
46. Hodson, D. (1998a). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Philadelphia: Open University Press.
47. Hodson, D. (2003) Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
48. Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
49. Hughes, G. (2000). Marginalization of socioscientific material in science – technology – society science curricula: Some implication for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 426 – 440.
50. Hurd, P. D. (1975). Science, technology and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42(2), 27 – 30.
51. Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5 – 26.

52. Jegede, O. J., & Aikenhead, G. S. (1999). Transcending cultural borders: Implications for science teaching. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 45 – 66.
53. Jenkins, E. (1989). Why the history of science? In M. Shortland & A. Warwick (Eds.), *Teaching the history of science* (pp. 19 – 29). Oxford, England: Basil Blackwell.
54. Jenkins, E. (1994). Public understanding of science and science education for action. *Journal of Curriculum Studies*, 26(6), 601 – 611.
55. Jickling, B. (2003). Environmental education and environmental advocacy: revisited. *Journal of Environmental Education*, 34(2), 20 – 27.
56. Klopfer, L. E., & Cooley, W. W. (1963). “The History of Science Cases” for high school in the development of student understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching*, 1(1), 33 – 47.
57. Kumar, D. D., & Berlin, D. F. (1993). Science-technology policy implementation in the USA: A literature review. *The Review of education* 15:73-83.
58. Kumar, D. D., & Chubin, D. E. (Eds.). (2000). *Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
59. Lawson, A. E. (2002). What does Galileo’s discovery of Jupiter’s moons tell us about the process of scientific discovery? *Science & Education*, 11, 1 – 24.
60. Layton, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10(4), 367 – 378.
61. Layton, D. (1994). STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, pp. 32-44.
62. Layton, D. (1993). *Technology’s challenge to science education: Cathedral, quarry or company store?* Buckingham, England: Open University Press.
63. Lloyd, D., & Wallace, J. (2004). Imaging the future of science education: The case for making futures studies explicit in student learning. *Studies in Science Education*, 40(1), 139 – 177.
64. Matthews, R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
65. McConnell, M. C. (1982). Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States: An education dilemma for the 1980s. *Studies in Science Education*, 9(1), 1 – 32.

66. Osborne, J., Eduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science*, 41(10), 994 – 1020.
67. Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socio-scientific issues and discourse in science education* (pp. 219 – 240). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
68. Pedretti, E. (2005). STSE education: Principles and practices. In S. Alsop, L. Bencze, & E. Pedretti (Eds.), *Analyzing exemplary science teaching: Theoretical lenses and a spectrum of possibilities for practice* (pp. 116 –126). London: Open University Press.
69. Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L., & Jivraj, A. (2008). Promoting issues-based STSE perspectives in science teacher education: Problems of identity and ideology. *Science & Education*. 17, 941 – 960.
70. Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167 – 182.
71. Reiss, M. (2007). What should be the aim(s) of school science education? In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds.), *The re-emergence of values in science education* (pp. 13 – 28). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
72. Reiss, M. J. (1999). Teaching ethics in science. *Studies in Science Education*, 34(1), 115 – 140.
73. Roth, M., & D'esautels, J. (Eds.). (2002). *Science education as/for sociopolitical action*. New York: Peter Lang.
74. Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768 – 790.
75. Roth, W. M., & Calabrese-Barton, A. (2004). *Rethinking scientific literacy*. New York: RoutledgeFalmer.
76. Roth, W.M., McGinn, M., & Bowen, G. (1996). Applications of science and technology studies: Effecting change in science education. *Science, Technology, & Human Values*, 21(4), 454 – 484.
77. Rudduck, J. (1986). A strategy for handling controversial issues in the secondary school. In J. J. Wellington (Ed.), *Controversial issues in the curriculum* (pp. 6 – 18). Oxford, England: Blackwell.

78. Russell, C., Bell, A., & Fawcett, L. (2000). Navigating the waters of Canadian environmental education. In T. Goldstein & D. Selby (Eds.), *Weaving connections, educating for peace, social and environmental justice* (pp. 196 – 217). Toronto, Ontario, Canada: Sumach Press.
79. Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Swartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299 – 327.
80. Sadler, T. D. (2004). Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. *Journal of Moral Education*, 33(3), 339 – 358.
81. Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463 – 1488.
82. Sauv'e, L. (2005). Currents in environmental education: Mapping a complex and evolving pedagogical field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10, 11 – 37.
83. Siegel, H. (2002). Multiculturalism, universalism, and science education: In search of common ground. *Science Education*, 86(6), 803 – 820.
84. Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham, England: Open University Press. Solomon, J. (1996). STS in Britain: Science in a social context. In R. E. Yager (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education* (pp. 241 – 248). Albany, NY: SUNY Press.
85. Solomon, J., & Aikenhead, G. S. (Eds.). (1994). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
86. Tippins, D., Mueller, M., & vanEijck, M. (Eds.). (2010). *Cultural studies and environmentalism: The confluence of ecojustice, place-based (science) education, and indigenous knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Springer Netherlands.
87. Tsai, C. C. (2000). The effects of STS-oriented instruction on female tenth graders' cognitive structure outcomes and the role of student scientific epistemological beliefs. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1099 – 1115.
88. Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2003). Student understanding and application of science concepts in the context of an integrated curriculum setting. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(4), 449 – 475.

89. Yager, R. E. (1996a). History of science/technology/society as reform in the United States. In R. E. Yager (Ed.), *Science/technology/society as reform in science education* (pp. 3 – 15). Albany, NY: SUNY Press.
90. Yager, R. E. (Ed.) (1996b). *Science/technology/society as reform in science education*. Albany, NY: SUNY Press.
91. Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning in socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7 – 38). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
92. Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M., & Howe, E. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357 – 377.
93. Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343 – 367.
94. Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
95. Ziman, J. (1994). The rationale for STS is in the approach. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21 – 31). New York: Teachers College Press.
96. Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35 – 62.
97. Zoller, U. (1991). Teaching/learning styles, performance, and students' teaching evaluation in S/T/E/S-focused science teacher education: A quasi-quantitative probe of a case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(7), 593 – 607.