



## عنوان: اثربخشی یادگیری زایشی بر اساس جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی بر یادداری ریاضی دانش آموزان پایه هفتم

سپه‌پا هاشمی<sup>۱</sup>، سید ابوالقاسم سیدان<sup>۲</sup>، فرشته باعزت<sup>۳</sup>، علی اصغر فروزجانیان<sup>۴</sup>

## اطلاعات مربوط به

## چکیده

## مقاله

## کلید واژگان

یادگیری زایشی، جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های اجتماعی، بار شناختی، یادداری ریاضی

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش یادگیری زایشی بر اساس جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی بر یادداری ریاضی دانش آموزان پایه هفتم در سال تحصیلی ۴۰۱-۱۴۰۰ بود. روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش آزمون- پس آزمون با دو گروه کنترل و دو گروه آزمایش بود. جامعه آماری شامل تمامی دانش آموزان دختر و پسر پایه هفتم منطقه ۲ شهر مشهد بودند که تعداد ۱۱۲ نفر نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تک-مرحله‌ای انتخاب شدند. افراد گروه آزمایش طی ۱۶ جلسه تحت آموزش یادگیری زایشی بر اساس بار شناختی قرار گرفتند و گروه کنترل هیچ نوع مداخله‌ای دریافت نکردند. ابزار پژوهش شامل آزمون محقق ساخته ۲۰ سوالی بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیره و نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آموزش یادگیری زایشی بر اساس جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی تأثیر مثبت و معناداری بر یادداری ریاضی دانش آموزان پایه هفتم دارد. بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که یکی از آموزش‌های مؤثر بر یادداری ریاضی دانش آموزان، استفاده از روش یادگیری زایشی بر اساس جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی است.

۱. دانشیار گروه روانشناسی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. (نویسنده مسئول) ایمیل: Sa.seyedan@gmail.com.

۲. دانشجو دکتری روانشناسی تربیتی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. ایمیل: Sa.seyedan@yahoo.com.

- این مقاله حاصل پایان نامه دکترای روانشناسی تربیتی دانشگاه مازندران نویسنده دوم مقاله است (محل اجراء: منطقه ۲ مشهد).

۳. دانشیار گروه روانشناسی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. ایمیل: baezzat12@Gmail.com.

۴. دانشیار گروه علوم اجتماعی دانشگاه مازندران، مازندران، ایران. ایمیل: a.firozjayan@umz.ac.ir.

## مقدمه

یکی از دوره های تحصیلی حساس در زندگی هر فرد، دوران تحصیل بعد از مقطع ابتدایی است. دورانی که نقش بسیار مهمی در زندگی هر فرد بازی می کند و موفقیت یا شکست در این دوران تأثیرات بسیار جدی در آینده فرد خواهد داشت. در این میان نقش و اهمیت ریاضی به دلیل ضعف بیشتر دانش آموزان در این درس، بیش از سایر دروس احساس می شود (برایان، ۲۰۰۶). آموزش درس ریاضی یکی از مشکلات اساسی نظام آموزشی ما است. برای اثبات این امر کافی است توجه کنید که دانش آموزان در پایه های بالاتر تا چه اندازه از دانش ریاضی بیزارند؛ در حالی که ریاضی اگر بخوبی و به شکلی مطبوع از همان پایه اول تدریس شود و دانش آموز شیرینی یادگیری مفاهیم ریاضی را به درستی درک کند، دیگر محال است که این دانش ارزشمند را که اساس تمدن بشری است، رها کند (ساویزی، ۱۳۹۵). درس ریاضی به سبب ماهیت انتزاعی و پیچیده ای که دارد از جانب دانش آموزان به عنوان یک درس سخت در نظر گرفته می شود و به همین دلیل مورد بی توجهی و بی میلی قرار می گیرد (گاربر، ۲۰۱۱). نتایج سومین مطالعه ی بین المللی علوم و ریاضی (TI MSS<sup>3</sup>) و اجرای مجدد آن (TI MSSR<sup>4</sup>) که انجمن ارزیابی پیشرفت تحصیلی (IEA<sup>5</sup>) با شرکت ایران و برخی کشورهای جهان انجام داده است، نشان می دهد دانش آموزان ایرانی عملکرد ضعیف و پیشرفت تحصیلی بسیار پایین نسبت به سایر کشورها دارند (کیا منش، ۲۰۰۶؛ به نقل از حسین بگلو و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین عملکرد دانش آموزان ایرانی در ریاضیات و علوم در تیمز ۲۰۱۱ نسبت به تیمز ۲۰۰۷ تغییر چندانی نداشته است و در هر دو وضعیت به طور معنادار پایین تر از میانگین مقیاس تیمز بوده است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱).

پژوهشگران همواره به دنبال یافتن پاسخی برای پر کردن خلاءهای یادگیری، رفع مشکلات و کمبودهای ناشی از نقصان در فرایند تدریس و یادگیری بوده اند تا دانش آموزان، مبانی اساسی و لازم در درس ریاضیات را درک کنند. یکی از روش های جدید آموزشی در زمینه درس ریاضیات، یادگیری زایشی<sup>6</sup> است. نظریه ی یادگیری زایشی، توسط ویتراک<sup>7</sup> (۲۰۱۰) مطرح شده است و تأکید بسیاری بر نقش فعال یادگیرنده در جریان یادگیری، با استفاده از خلق رابطه ها و معناها دارد. در واقع هدف این نوع یادگیری، پرورش یادگیرندگانی خودتنظیم و خودانگیخته است که برای فهم وقایع و موضوعات پیچیده، خود به طور انتخابی به موضوع توجه کرده و سپس آنها را با هم مرتبط می کند و به تولید این رابطه ها با اطلاعات قبلی خود پرداخته و یا اینکه بین خود و وقایع، اطلاعات جدیدی را برقرار کرده و خلق معنا می کنند (زنگنه و همکاران، ۱۳۹۱). تولید این رابطه ها می تواند بر اساس دانسته های پیشین خودشان یا بین خود وقایع و اطلاعات جدید باشد یا به وجود آید. در این راستا است که یادگیرنده به یادگیری معنادار دست یافته و به درک عمیقی از موضوع دست می یابد (گرابوسکی<sup>8</sup>، ۲۰۰۶). در محیط مبتنی بر یادگیری زایشی، به یادگیرندگان توصیه می شود که به جای حل کردن مسائل، ابتدا مسائل را ایجاد و سپس، به حل آنها بپردازند؛ در واقع مدل طراحی یادگیری زایشی، پیوند بین دانش پیشین، تجارب و دانش جدید است. پیش فرض این الگوی طراحی آموزشی، این است که یادگیرنده، دریافت کننده منفعل اطلاعات نیست؛ بلکه مشارکت کننده ای فعال و درگیر دستیابی به فهم معناداری از اطلاعات موجود در محیط است (مرادی و فردانش، ۱۳۹۳). طبق الگوی زایشی، یادگیرندگان در فرایند یادگیری فعال بوده و خودشان مسئول یادگیری خودشان هستند، تجارب پیشین را با موضوعات جدید مرتبط کرده و یادگیری را با شرایط جدید منطبق می سازند و به رشد توانایی پردازش اطلاعات دست می یابند (صحرایی، ۱۳۹۳). حسینی شیروانی و همت نژاد (۱۳۹۶) تأثیر روش آموزش مبتنی بر الگوی طراحی یادگیری زایشی بر بازدهی یادگیری و یادداری در سطوح بالا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که روش آموزش مبتنی بر الگوی طراحی یادگیری زایشی، بر بازده سطوح بالای یادگیری (تحلیل کردن، ارزشیابی کردن، خلق کردن) دانش آموزان تأثیر دارد. عروقی موفق و همکاران (۱۳۹۷) برنامه ای آموزشی بر اساس اصول یادگیری زایشی تدوین کردند که باعث افزایش و ارتقاء خودتنظیمی در دانش آموزان می شود. یکی از نظریه های مرتبط با الگوی زایشی، نظریه بارشناختی است. نظریه بار شناختی، به عنوان یک نظریه طراحی آموزشی، بر اساس دانش بشر از معماری شناختی انسان توسعه یافته است (تیندال فورد<sup>9</sup> و

1. Brian
2. Garber
3. Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)
4. Third Trends International Mathematics and Science Study – Repeat (TIMSSR)
5. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)
6. Generative learning
7. Wittrock
8. Grabowski
9. Tindall-Ford

همکاران، ۲۰۲۰). هدف نظریه بار شناختی، پیش‌بینی پیامدهای آموزشی با در نظر گرفتن قابلیت‌ها و محدودیت‌های ساختار شناختی و اصول پردازش اطلاعات در ذهن انسان (معماری شناختی انسان) است (سوئلر و همکاران، ۲۰۱۱)؛ این نظریه به وسیله این ایده هدایت می‌شود که طراحی سناریوهای یادگیری موثر باید براساس دانش ما در مورد نحوه فعالیت ذهن انسان و مکانیسم پردازش اطلاعات در او باشد. به عبارت دیگر، فرآیندهای مختلف کسب و درک دانش در سیستم شناختی انسان به عنوان یک سیستم پردازش اطلاعات فعال و با ظرفیت محدود، در نظر گرفته می‌شود (تیندال فورد و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به شواهد پیشین، به کارگیری اصول نظریه بار شناختی در طراحی برنامه آموزشی همچون الگوی زایشی می‌تواند پیشرفت تحصیلی را افزایش و بار شناختی ادراک شده دانش آموزان را کاهش دهد. همچنین به یادگیرنده‌ها این امکان را می‌دهد تا تلاش شناختی موجود را صرف یادگیری بهتر کنند که در نتیجه آن کارایی یادگیری افزایش یابد (راسل و همکاران، ۲۰۱۷). بادله و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی که در بین دانش‌آموزان پایه سوم رشته تجربی انجام دادند، دریافتند که آموزش مبتنی بر بار شناختی باعث افزایش یادگیری و یادداری درس ریاضی در این گروه از دانش‌آموزان می‌شود. رودست ۳ (۲۰۲۲) در پژوهشی دریافت آموزش‌های مبتنی بر بارشناختی باعث افزایش و ارتقاء خلاقیت و تفکرواگرا در بین افراد می‌شود. هاریانا ۴ و همکاران (۲۰۲۲) دریافتند که آموزش‌های مبتنی بر الگو و رویکرد بارشناختی باعث بهبود معنادار وضعیت یادگیرندگان در درس حسابداری می‌شود.

علاوه بر الگوی بارشناختی، جو روانی- اجتماعی و مهارت‌های فراشناختی احتمالاً می‌توانند بر اساس الگوی یادگیری زایشی بر یادداری مطالب درسی موثر واقع شوند. جو روانی- اجتماعی در درس ریاضی شامل محیط کلاسی درس ریاضی، جو اجتماعی درس ریاضی، جنبه‌های هیجانی و فیزیکی حاکم بر درس ریاضی می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات و پژوهش‌ها، مشخص شده است، که جو روانی- اجتماعی کلاس درسی می‌تواند رفتارهای انگیزشی دانش‌آموزان را تحت‌تأثیر قرار داده و باعث افزایش یادداری دروس مختلف از جمله درس ریاضی گردد (کاتالیس ۵ و همکاران، ۲۰۲۳). در کنار، بار شناختی و جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی هم می‌توانند از طریق نظم‌بخشی، هدف‌گذاری و نظارت بر فرایندهای شناختی منجر به یادگیری و یادداری بهتر دروس از جمله درس ریاضی می‌شود (افشاری و همکاران، ۱۴۰۱).

در مجموع بر اساس آنچه گفته شد می‌توان اینگونه بیان کرد که، درس ریاضی به دلیل ماهیت انتزاعی و پیچیده‌ای که دارد و همچنین ناتوانی معلمان در ارائه توضیحات لازم جهت فهم این درس، از جانب دانش‌آموزان به عنوان یک درس سخت در نظر گرفته می‌شود و به همین علت مورد بی‌توجهی و بی‌میلی قرار می‌گیرد (گاربر، ۲۰۱۱). از طرفی یکی از اهداف آموزش و پرورش آماده‌سازی دانش‌آموزان بوده تا بتوانند تحولات، تغییرات و نوآوری‌ها را درک کنند (انتظاری، ۱۳۹۶؛ به نقل از بادله و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین با پیشرفت‌هایی که امروزه در روش‌های آموزشی به وجود آمده، این روش‌ها بسیار به هم نزدیک شده‌اند و آنچه در این باره بیشتر مورد توجه و بحث قرار می‌گیرد، نقش آموزش‌هایی است که دانش‌آموز بصورت فعالانه در آن نقش‌آفرینی می‌کند و با توجه به اینکه اهداف و خط‌مشی‌های آموزش به شیوه یادگیری زایشی مبتنی بر بار شناختی توسط بعضی موسسات آموزشی ندوین و ارائه شده است، لذا دستیابی به این اهداف و اندازه‌گیری میزان موفقیت این برنامه‌های آموزشی بسیار پراهمیت و ضروری است. همچنین در روش یادگیری زایشی مبتنی بر بار شناختی که تاکنون در هیچ پژوهشی در داخل کشور مورد استفاده قرار نگرفته است و اولین بار در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است، طراحان آموزشی طرح درس‌هایشان را طوری تدوین کرده‌اند که با فرایندهای یادگیری و یادداری انسانی به ویژه در درس ریاضیات سازگار باشد به این علت که بارشناختی بر میزان تلاش ذهنی و شناختی حافظه فعال و حافظه کاری یادگیرنده به هنگام مواجهه با محتوای آموزشی اشاره دارد؛ بنابراین توجه به ویژگی‌های روانشناختی و هیجانی فراگیران و استفاده صحیح از روش‌های تدریس، می‌تواند به فراگیری کامل و عمیق مفاهیم ریاضی منجر گردد و توانایی استفاده از این آموخته‌ها را در زندگی فعال و آتی دانش‌آموز، ایجاد و تقویت نماید، بنابراین روش یادگیری زایشی بر اساس الگوی بار شناختی از جمله روش‌های نوین آموزشی در حوزه کتب درسی هستند که امروزه نظر و توجه بسیاری از معلمان، اندیشمندان، روانشناسان و متخصصان حوزه تعلیم و تربیت را به خود معطوف ساخته است. به همین دلیل هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش یادگیری زایشی بر اساس جو روانی- اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی بر یادداری درس ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه هفتم می‌باشد.

1. Sweller
2. Roussel
3. Rodet
4. Haryana
5. Katulis

## روش

روش پژوهش حاضر نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه کنترل (یک گروه از دانش‌آموزان پسر و یک گروه از دانش‌آموزان دختر) و دو گروه آزمایش (یک گروه از دانش‌آموزان پسر و یک گروه از دانش‌آموزان دختر) است. جامعه آماری شامل تمامی دانش‌آموزان دختر و پسر پایه هفتم منطقه ۲ آموزش و پرورش شهر مشهد در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۴۰۱ بود که حجم نمونه پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تک مرحله‌ای انتخاب شدند، به طوری که از بین مدارس پایه هفتم منطقه ۲ آموزش و پرورش شهر مشهد یک مدرسه دخترانه و یک مدرسه پسرانه بصورت تصادفی ساده انتخاب شدند و در مرحله بعد از بین دانش‌آموزان پایه هفتم ۵۶ دانش‌آموز از هر مدرسه که دارای معدل بالای ۱۵ بوده و از نظر انضباطی مشکل خاصی نداشتند به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند و به طور تصادفی ۲۸ نفر از دانش‌آموزان دختر در گروه کنترل، ۲۸ نفر از دانش‌آموزان پسر در گروه کنترل، ۲۸ نفر از دانش‌آموزان دختر در گروه آزمایش و ۲۸ نفر از دانش‌آموزان پسر در گروه آزمایش جایگزینی شدند. حجم نمونه هم بر اساس مطالعه بادله و همکاران (۱۴۰۰) ۲۸ نفر برای هر گروه از دانش‌آموزان دختر و پسر انتخاب شدند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل: دانش‌آموزان پایه هفتم، عدم ابتلاء به اختلالات روانشناختی و هیجانی و بیماری‌های جسمانی، رضایت آگاهانه و ملاک‌های خروج پژوهش شامل: دانش‌آموزان سایر پایه‌های تحصیلی، ابتلاء به اختلالات روانشناختی و هیجانی و بیماری‌های جسمانی مزمن، عدم رضایت آگاهانه، غیبت بیش از دو جلسه بودند. جهت رعایت اصول اخلاقی پژوهش قبل از اجرای پژوهش به تمامی شرکت‌کنندگان گفته شد که چنانچه رضایتی جهت حضور در این پژوهش ندارند می‌توانند شرکت نکنند و شرکت در این پژوهش داوطلبانه خواهد بود و نتایج به دست آمده بصورت جمعی تجزیه و تحلیل خواهند شد و اطلاعات آنها کاملاً محرمانه خواهد ماند. شایان ذکر است که آموزش یادگیری زایشی بر اساس جو روانی-اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بار شناختی به دو معلم ریاضی منتخب این مدارس آموزش داده شد تا به دانش‌آموزان گروه آزمایش آموزش دهند. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل کوواریانس چندمتغیره با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. ابزار سنجش در این پژوهش عبارت بود از:

**آزمون محقق ساخته یادداری ریاضی:** این آزمون به وسیله معلمان منتخب طراحی شد و بر اساس سؤالات طراحی شده سطح عمیق‌تری از یادگیری و فهم مطالب مرتبط با مفهوم کسرها را سنجیده و ضریب دشواری سؤالات آن توسط تیم طراح بالاتر گزارش شده است. این آزمون از نوع ۴ گزینه‌ای با روش نمره‌گذاری ۰ و ۱ (برای پاسخ صحیح نمره یک و برای پاسخ غلط نمره صفر در نظر گرفته شد) و حداقل نمره صفر تا حداکثر نمره ۲۰ بوده و شامل ۵ بخش؛ مفاهیم کلی کسرها، جمع کسرها، تفریق کسرها، ضرب کسرها و تقسیم کسرها که برای هر بخش ۴ سؤال در نظر گرفته شد. پایایی آزمون یادداری بر اساس آلفای کرونباخ ۰/۶۳ به دست آمد. روایی آزمون یادداری با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قبل از اجرای تحلیل مؤلفه‌های اصلی مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی مورد سنجش قرار گرفت. بررسی ماتریس همبستگی وجود ضرایب ۰/۳ و بالاتر را نشان داد. ارزش کاریز-مایر-الکین ۰/۶۷ بود که این مقدار بیشتر از مقدار پیشنهادی ۰/۶ می‌باشد. آزمون کرویت بارتلت در سطح ( $P < 0/05$ )، معنادار می‌باشد؛ که عامل‌یابی ماتریس همبستگی را مورد تأیید قرار داد. تحلیل عاملی وجود ارزش‌های ویژه بیشتر از ۱ را نشان داد که در مجموع ۶۹/۷۸ درصد از واریانس‌ها را پیش‌بینی می‌کند. شایان ذکر است که آزمون بر اساس الگوی زایشی دارای ۴ بُعد؛ یادآوری، یکپارچگی، سازمان‌بندی و ارزشیابی و بارشناختی دارای دو بُعد؛ فراشناختی و جو روانی-اجتماعی است بوده که برای هر کدام از این ابعاد در آزمون یادگیری نمرات متفاوتی برای آزمودنی به دست می‌آید.

مداخله یادگیری زایشی بر اساس جو روانی-اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و الگوی بارشناختی

این مداخله در ۱۶ جلسه برای معلمان منتخب اجرا و پس از آموزش معلمان، این معلمان این مداخله برای دانش‌آموزان گروه آزمایش اجرا کردند. طول برنامه مداخلات برای کلاس‌های معلمان منتخب درس ریاضی پایه ۷ شامل ۴ هفته و هر هفته ۴ جلسه آموزش را شامل شده است که مباحث مرتبط با کسرها به شرح زیر ارائه شده است:

جلسه اول و دوم: اجرای پیش آزمون و معرفی طرح به شیوه جداگانه

جلسه سوم و چهارم: طرح مفهوم کسرها و یادآوری مطالب مرتبط با کسرها از پایه ششم ابتدایی (کلیات کسرها)

جلسه پنجم و ششم: طرح مفهوم جمع کسرها

جلسه هفتم و هشتم: طرح مفهوم تفریق کسرها

جلسه نهم و دهم: طرح مفهوم ضرب کسرها

جلسه یازدهم و دوازدهم: طرح مفهوم تقسیم کسرها

جلسه سیزدهم و چهاردهم: جمع بندی و مرور و رفع اشکال

جلسه پانزدهم و شانزدهم: اجرای پس آزمون‌ها به شیوه جداگانه و بازخورد به شاگردان.

به جهت جلوگیری از انتقال اثرات مداخله، مدرسی معلمان به گونه ای انتخاب شدند که معلمان با یکدیگر تماس نداشته باشند. لازم به ذکر است که ۲ جلسه مشترک گروه‌های معلمان مجری آموزش‌ها در گروه‌های آزمایش به جهت طرح سؤالات آزمون یادگیری نیز به شیوه جداگانه انجام و تیم طراح سؤالات از بین ایشان انتخاب و اقدام به طراحی آزمون‌های یادگیری برای پیش آزمون و پس آزمون نموده‌اند.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار نمرات یادداری ریاضی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ برای آزمودنی‌های دختران و در جدول ۲ برای گروه پسران آمده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار نمرات یادداری ریاضی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دختران

متغیرها	گروه آزمایش				گروه کنترل			
	پیش آزمون		پس آزمون		پیش آزمون		پس آزمون	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
یادگیری زایشی	۵/۷۱	۲/۲۸	۱۲/۷۱	۲/۹۴	۱/۳۴	۱/۵۴	۱/۶۵	۲/۵
	۷/۵۳	۲/۶۰	۱۴/۹۲	۲/۲۹	۱/۲۴	۲/۹۹	۱/۵۷	۲/۵۶
	۶/۰۷	۲/۵۸	۱۲/۶۷	۲/۳۷	۱/۵۴	۳/۱۰	۱/۵۴	۲/۸۸
	۵/۵۷	۲/۰۲	۱۱/۹۶	۲/۱۸	۱/۵۴	۲/۵۴	۱/۶۵	۲/۴۵
	۵/۴۲	۲/۳۶	۱۳/۰۷	۲/۲۲	۱/۱۲	۳/۸۵	۱/۶۷	۲/۳۳
مهارت‌های فراشناختی	۵/۲۵	۲/۴۵	۱۲/۸۲	۲/۲۹	۱/۶۵	۳/۵۴	۱/۵۷	۲/۸۷
	۴/۶۰	۲/۹۶	۱۲/۸۹	۲/۴۳	۱/۱۴	۳/۸۷	۱/۰۱	۲/۳۳

۲/۹۵	۶/۶۸	۱/۱۴	۰/۷ ۵	۳/۷۹	۱۳/۵۱	۳/۳۶	۶/۷۱	یادگیری زایشی با فراشناختی و جو روانی- اجتماعی
۱/۹۸	۱/۲۹ ۶	۲/۴۷	۱/۱ ۶	۳/۵۵	۱۴/۹۸	۲/۷۴	۶/۹۳	نمره کلی بارشناختی

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار نمرات یادداری ریاضی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در پسران

متغیرها		گروه آزمایش				گروه کنترل			
		پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
یادگیری زایشی	الگوی یادگیری زایشی (کلی)	۶/۲۴	۲/۱۷	۱۳/۸۱	۲/۱۶	۵/۶۶	۱/۰۱	۵/۵۲	۲/۷۳
	یادآوری	۵/۲۰	۲/۱۵	۱۳/۱۱	۲/۵۱	۵/۵۱	۱/۱۷	۶/۹۶	۲/۶۴
	یکپارچگی	۶/۴۱	۲/۱۸	۱۲/۹۵	۲/۰۷	۵/۶۳	۱/۱۶	۵/۷۱	۳/۴۱
	سازمان‌بندی	۵/۶۷	۲/۱۷	۱۲/۴۶	۲/۴۴	۵/۵۷	۱/۷۴	۶/۵۴	۲/۶۲
	ارزشیابی	۶/۹۸	۲/۰۴	۱۲/۸۲	۲/۵۱	۵/۸۷	۱/۹۱	۵/۵۲	۲/۶۳
یادگیری فراشناختی	مهارت‌های فراشناختی	۵/۵۱	۲/۳۸	۱۲/۶۲	۲/۱۹	۵/۵۴	۲/۴۲	۶/۲۷	۲/۵۲
	جو روانی- اجتماعی	۶/۸۸	۲/۹۵	۱۲/۱۶	۳/۱۸	۵/۵۷	۲/۰۵	۶/۸۷	۲/۹۴
	یادگیری زایشی با فراشناختی و جو روانی- اجتماعی	۴/۵۷	۲/۱۵	۱۵/۲۹	۲/۱۴	۶/۵۶	۲/۱۴	۶/۷۴	۲/۵۸
	بارشناختی	۵/۴۱	۱/۱۶	۱۲/۹۸	۲/۹۹	۴/۷۵	۱/۰۹	۵/۳۷	۲/۶۲

نتایج حاصل از آزمون کالموگروف- اسمیرنوف نشان داد که برای نمره یادداری ریاضی در سطوح مختلف مبتنی بر الگوی یادگیری زایشی، مهارت‌های فراشناختی، جو روانی- اجتماعی، یادگیری زایشی با مهارت‌های فراشناختی و جو روانی- اجتماعی و بارشناختی با هم در دو گروه کنترل و آزمایش مقدار سطح معناداری (P-val ue) از مقدار آلفا ۰/۰۵ بزرگ‌تر است. بنابراین، فرض نرمال بودن متغیرها در هر دو گروه تأیید می‌شود.

نتایج حاصل از آزمون لوین و باکس نشان داد که سطح معناداری تمام متغیرها از سطح معناداری آلفا ۰/۰۵ بزرگ‌تر است. لذا با توجه به این فرض صفر مبنی بر این که واریانس‌ها و کوواریانس‌ها همگن هستند تأیید می‌شود.

جدول ۳: آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیری الگوی یادداری زایشی، مهارت‌های فراشناختی، جو روانی-اجتماعی و بارشناختی دختران در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
الگوی یادگیری زایشی (نمره کلی)	۸۴۰/۸۷	۱	۸۴۰/۸۷	۱۷۴/۶۶	۰/۰۰۱
یادآوری	۸۴۸/۶۴	۱	۸۴۸/۶۴	۱۶۳/۹۱	۰/۰۰۱
یکپارچگی	۸۸۸/۰۱	۱	۸۸۸/۰۱	۱۶۷/۳۵	۰/۰۰۱
سازماندهی	۱۰۲۰/۰۱	۱	۱۰۲۰/۰۱	۲۱۹/۶۰	۰/۰۰۱
ارزشیابی	۹۷۷/۷۸	۱	۹۷۷/۷۸	۲۰۳/۴۱	۰/۰۰۱
مهارت‌های فراشناختی	۱۴۱/۴۴	۱	۱۴۱/۴۴	۱۷/۴۹	۰/۰۰۱
جو روانی اجتماعی	۶۰۴/۵۷	۱	۶۰۴/۵۷	۹۳/۰۴	۰/۰۰۱
الگوی یادگیری زایشی (۴ مولفه باهم)، فراشناخت، جو روانی اجتماعی	۶۴۴/۶۴	۱	۶۴۴/۶۴	۸۵/۴۱	۰/۰۰۱
بارشناختی	۷۷۲/۵۷	۱	۷۷۲/۵۷	۱۲۳/۳۲	۰/۰۰۱

با توجه به داده‌های جدول ۳ چون مقدار F در متغیرهای یادگیری زایشی بر اساس الگوی جو روانی-اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و بارشناختی، در سطح معناداری ۰/۰۵ معنادار است فرض صفر رد و فرض تحقیق با ۹۵٪ اطمینان تایید می‌گردد. به عبارت دیگر آموزش الگوی یادگیری زایشی بر اساس الگوی جو روانی-اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و بارشناختی با هم در دانش‌آموزان دختر در یادداری ریاضی پایه هفتم تأثیر معنادار داشته است.

جدول ۴: آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری الگوی یادگیری زایشی بر اساس الگوی جو روانی-اجتماعی، مهارت‌های فراشناختی و بارشناختی پسران در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
الگوی یادگیری زایشی (نمره کلی)	۹۵۲/۸۷	۱	۹۵۲/۸۷	۲۸۴/۳۳	۰/۰۰۱
یادآوری	۹۱۲/۰۷	۱	۹۱۲/۰۷	۲۶۲/۱۷	۰/۰۰۱
یکپارچگی	۹۳۶/۴۴	۱	۹۳۶/۴۴	۲۷۲/۵۵	۰/۰۰۱
سازماندهی	۱۰۱۱/۵۰	۱	۱۰۱۱/۵۰	۲۷۷/۶۶	۰/۰۰۱
ارزشیابی	۱۰۱۱/۵۰	۱	۱۰۱۱/۵۰	۲۴۵/۲۵	۰/۰۰۱
فراشناخت	۲۸۸/۰۱	۱	۲۸۸/۰۱	۴۵/۷۶	۰/۰۰۱
جو روانی اجتماعی	۷۸۰/۰۱	۱	۷۸۰/۰۱	۱۴۵/۴۷	۰/۰۰۱
الگوی یادگیری زایشی (۴ مولفه باهم)، فراشناخت، جو روانی اجتماعی	۸۶۴/۲۸	۱	۸۶۴/۲۸	۲۰۴/۱۸	۰/۰۰۱
بارشناختی	۶۶۵/۱۶	۱	۶۶۵/۱۶	۱۱۱/۲۱	۰/۰۰۱

با توجه به داده‌های جدول ۴ چون مقدار  $F$  در متغیرهای الگوی یادگیری زایشی، یادآوری، یکپارچگی، سازمادهی، ارزشیابی فراشناختی، جو روانی- اجتماعی، الگوی یادگیری زایشی (۴ مولفه با هم)، فراشناخت و جو روانی اجتماعی و بارشناختی، در سطح معناداری ۰/۰۵ معنادار است فرض صفر رد و فرض تحقیق با ۹۵٪ اطمینان تایید می‌گردد. به عبارت دیگر آموزش الگوی یادگیری زایشی (یادآوری، یکپارچگی، سازمادهی، ارزشیابی)، بارشناختی و الگوی یادگیری زایشی و بارشناختی با هم در دانش‌آموزان پسر در یادداری ریاضی پایه هفتم تأثیر معنادار داشته است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش یادگیری زایشی بر اساس الگوی بار شناختی، جو روانی- اجتماعی و مهارت‌های فراشناختی بر یادداری درس ریاضی دانش‌آموزان پسر پایه هفتم بود. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که آموزش یادگیری زایشی بر اساس الگوی بار شناختی، جو روانی- اجتماعی و مهارت‌های فراشناختی بر یادداری ریاضی دانش‌آموزان دختر و پسر پایه هفتم به صورت معنادار تأثیر دارد و باعث افزایش و بهبود یادداری درس ریاضی دانش‌آموزان دختر و پسر پایه هفتم می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های پیشین همچون؛ حسینی شیروانی و محمدنژاد (۱۳۹۶)، بادله و همکاران (۱۴۰۰)، افشاری و همکاران (۱۴۰۱)، رودست (۲۰۲۲) و کاتالیس و همکاران (۲۰۲۳) همسو بوده است. حسینی شیروانی و همت‌نژاد (۱۳۹۶) در پژوهشی دریافتند که یادگیری زایشی بر بازدهی یادگیری و یادداری دانش‌آموزان تأثیر معنادار داشته و باعث افزایش بازدهی یادگیری و یادداری در دانش‌آموزان می‌شود. بادله و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه خود نشان دادند که بارشناختی باعث افزایش یادگیری و یادداری درس ریاضی در دانش‌آموزان پایه سوم تجربی می‌شود. با توجه به نتایج پژوهش می‌توان استنباط کرد که با بکارگیری الگوی طراحی یادگیری زایشی، موجب کاهش میزان بارشناختی و افزایش میزان یادگیری و یادداری دانش‌آموزان شد. تبیین این یافته‌ها با توجه به بکارگیری الگوی طراحی یادگیری زایشی بر اساس الگوی بار شناختی، جو روانی- اجتماعی و مهارت‌های فراشناختی امکان‌پذیر است؛ زیرا این الگوی طراحی آموزشی با ارائه راهبردهای شناختی و توصیه‌های مناسب آموزشی می‌تواند بارشناختی درونی دانش‌آموزان را کاهش داده و همچنین موجب افزایش میزان یادگیری و یادداری دانش‌آموزان در دروس مختلف از جمله درس ریاضی گردد. در واقع الگوی طراحی یادگیری زایشی با راهبردهای ویژه خود موجب زایش اطلاعات در دانش‌آموزان می‌گردد، منظور از زایش خلق رابطه‌هایی است که توسط یادگیرنده بین اطلاعات جدید با دانش پیشین به وجود می‌آید سپس یادگیرنده با یکپارچه‌سازی اطلاعات در حافظه، به سازمادهی، بسط و مفهوم‌سازی می‌پردازد. بدین جهت این الگو می‌تواند موجب کاهش بارشناختی در یادگیرندگان شود و افزایش یادداری دروس را برای دانش‌آموزان به ارمغان آورد. در همین زمینه ساریخانی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی نشان دادند که رابطه منفی عکس بین میزان بار شناختی و یادگیری و یادداری وجود دارد؛ بدین معنا که زمانی که یادگیرنده بارشناختی کمتری را تجربه کند، میزان یادگیری و یادداری وی افزایش می‌یابد. در کنار یادگیری زایشی، فراهم‌سازی جو روانی- اجتماعی که با حمایت‌های عاطفی معلم و همکلاسی‌ها همراه است، فضایی از هیجان‌های مثبت را در محیط آموزشی فراهم می‌سازد که می‌تواند مقدمه‌ای برای فعال‌سازی رفتارهای گرایشی، افزایش انگیزش و سازگاری دانش‌آموزان باشد. در واقع بر مبنای "نظریه‌ی کنترل- ارزش" پکران (۱) (پکران و همکاران، ۲۰۰۷) می‌توان گفت که هیجان‌ها می‌توانند در یک تقسیم‌بندی کلی به هیجان‌های فعال‌ساز مثبت (امید، لذت، و غرور)، غیرفعال‌سازهای مثبت (تسکین و آرامش)، فعال‌سازهای منفی (خشیم، اضطراب و شرم) و غیرفعال‌سازهای منفی (خستگی و ناامیدی) تقسیم شوند که می‌توانند عملکرد یادگیری، یادداری و آموزش فرد را تحت تأثیر قرار دهند. در نتیجه هنگامی که جو روانی مثبتی از طرف معلم و همسالان ادراک شود خودمختاری دانش‌آموز (به عنوان یکی از ابعاد جو روانی- اجتماعی) با برخی هیجان‌های فعال ساز مثبت همراه خواهد شد که افزایش تلاش برای یادگیری یکی از پیامدهای آن خواهد بود، که این خود باعث افزایش و ارتقاء یادداری دروس در دانش‌آموزان می‌شود. همچنین ادراک حمایت از طرف معلم و همسالان موجب می‌شود که دانش‌آموزان تعاملات سازنده و مفیدی را در یادگیری و رفع مشکلات مربوطه داشته داشته باشند، مفهومی که در ادبیات روانشناسی تحت عنوان سکوسازی (داربست‌زنی) هیجانی شناخته می‌شود. همسو با یادگیری زایشی و جو روانی اجتماعی، افزوده شدن فراشناخت در فرایند یادگیری دانش‌آموزان موجب می‌شود که آنها پایش، نظارت و خودنظم‌دهی بیشتری بر فرایندهای یادگیری خود داشته باشند. در واقع بکارگیری این مهارت‌ها باعث می‌شود که فراگیران راهبردهای یادگیری، زمان و مکان خود را برای یادگیری و یادداری بهتر تغییر دهند، مفهومی که به آن هدایت یا مدیریت یادگیری و یادداری گفته می‌شود (هاونگا و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین افزایش یادداری به واسطه‌ی جو

روانی اجتماعی و فراشناخت ممکن است ناشی از متغیر سومی مانند انگیزش یا بهزیستی روانشناختی باشد. در واقع می‌توان گفت که شروع و تداوم هیچ رفتاری نمی‌تواند در غیاب انگیزش روی دهد، که یادگیری و یادداری نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. در نتیجه توجه مجدد به کرامت دانش آموز با ایجاد جو کلاسی سالم ممکن است نگرش او به خودش را به عنوان فردی ارزشمند نیرومند سازد که این حس می‌تواند با تعمیم به یادگیری و یادداری بیشتر تقویت شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اثربخشی الگوی یادگیری زایشی به همراه جو روانی اجتماعی و فراشناخت ممکن است به واسطه افزایش سلامت روان، ایجاد یادگیری معنادار، پیوند بین اطلاعات و در نهایت زایش اطلاعات توسط یادگیرندگان باشد و افزایش یادداری دروس را به همراه داشته باشد.

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که الگوی یادگیری زایشی بر اساس الگوی بار شناختی، جو روانی- اجتماعی و مهارت‌های فراشناختی بر یادداری ریاضی دانش آموزان دختر و پسر پایه هفتم موثر است. بر این اساس به معلمان، مدیران و مسئولان آموزش و پرورش که در پی افزایش و ارتقاء سطح یادگیری و یادداری ریاضی دانش آموزان هستند پیشنهاد می‌شود از این روش یادگیری استفاده نمایند. از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر شیوع کرونا بود که باعث مشکلاتی در اجرای تحقیق شد و همچنین این پژوهش تنها بر روی دانش آموزان دختر و پسر پایه هفتم منطقه ۲ شهر مشهد اجرا شد و در تعمیم نتایج آن باید جانب احتیاط رعایت شود بر این اساس پیشنهاد می‌شود پژوهش حاضر در دانش آموزان سایر پایه‌ها و شهرها اجرا و نتایج آن با نتایج این پژوهش مورد مقایسه قرار گیرد.

## منابع

- افشاری، صدیقه، صادقی‌نیسانی، ساره، جعفرطباطبایی، عاطفه‌سادات. (۱۴۰۱). تاثیر آموزش فراشناختی بر کاهش مشکلات ریاضی دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری خواندن و نوشتن ریاضی. فصلنامه روان‌شناسی تحلیلی شناختی، دوره ۱۳، شماره ۴۹، صفحات ۴۳-۴۳  
[https://psy.garmsar.iau.ir/article\\_693927.html](https://psy.garmsar.iau.ir/article_693927.html) ۵۳
- بادله، علیرضا، توماج، عبدالجلال، قبادیان، مسلم. (۱۴۰۰). تاثیر روش‌های آموزش مبتنی بر بارشناختی و فناوری واقعیت‌افزوده بر یادگیری و یادداری دانش آموزان در درس ریاضی. پژوهش در برنامه‌ریزی درسی، دوره ۱۸، شماره ۶۸، صفحات ۱۶۳-۱۷۷. doi: ۱۰.۳۰۴۸۶/j.sre.۲۰۲۱.۱۸۹۳۶۸۴.۱۵۷۸
- حسین بگلو، کوروش، پیری، موسی، یاری، جهانگیر، رضایی، اکبر. (۱۳۹۷). طراحی آموزش چندرسانه‌ای مبتنی بر نظریه بار شناختی سوئلر و تعیین تاثیر آن بر درگیری تحصیلی و انتقال یادگیری درس ریاضی در فراگیران پایه سوم ابتدایی. فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهشی پژوهش در یادگیری آموزشگاهی و مجازی، دوره ۲۴، صفحات ۴۴-۳۱.  
<https://doi.org/10.30473/etl.2019.5792>
- حسینی شیروانی، مریم؛ محمدنژاد، همت. (۱۳۹۶). تاثیر روش آموزش مبتنی بر الگوی طراحی یادگیری زایشی بر بازدهی یادگیری در سطوح بالا، اولین کنفرانس ملی کاربرد پژوهش‌های نوین در علوم انسانی، قائمشهر، موسسه آموزش عالی فروردین.
- زنگنه، حسین، جعفری‌فر، حمیده، فردانش، هاشم. (۱۳۹۱). میزان دستیابی یادگیرنده‌ها به اهداف یادگیری از پیش تعیین شده در درس علوم تجربی کلاس دوم راهنمایی با الگوی طراحی یادگیری زایشی. فصلنامه روان‌شناسی تربیتی، دوره ۸، شماره ۲۳، صفحات ۷۴-۷۴  
[https://jep.atu.ac.ir/article\\_2299.html](https://jep.atu.ac.ir/article_2299.html) ۹۶
- ساریخانی، راحله، موسوی‌پور، سعید، فیض‌آبادی، نرگس، رحیمی، الهام، زارع، محمد. (۱۳۹۶). تاثیر آموزش مبتنی بر الگوی طراحی یادگیری زایشی بر میزان یادگیری دانشجویان رشته پرستاری در درس فیزیولوژی. راهبردهای توسعه در آموزش پزشکی، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۲۶-۱۶.  
<http://dsme.hums.ac.ir/article-1-127-fa.html>
- ساولوی، بهناز. (۱۳۹۵). آموزش ریاضی دبستان با رویکرد ریاضیات واقعیت‌مدار. ماهنامه رشد آموزش ابتدایی، دوره ۱۸، صفحات ۲۲-۸.  
<https://www.roshdmag.ir/fa/article/16265>

صحرائی، زهرا. (۱۳۹۳). تأثیر الگوی یادگیری زایشی بر انگیزش پیشرفت تحصیلی، راهبردهای یادگیری خودتنظیمی و یادگیری دانشجویان رشته‌ی علوم تربیتی دانشگاه اراک در سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اراک. <https://elmnet.ir/article/11155617-7184>

عروتی‌موفق، لیلیا، ابراهیمی قوام، صغری، سعدی‌پور، اسماعیل، دلاور، علی، درتاج، فریبرز. (۱۳۹۷). تدوین برنامه آموزشی مبتنی بر مؤلفه‌های یادگیری زایشی به منظور افزایش خودنظم‌جویی. روانشناسی تحولی: روانشناسان ایرانی، دوره ۱۵، شماره ۵۷، صفحات ۸۲-۷۱. [https://jip.stb.iau.ir/article\\_545696.html?lang=fa](https://jip.stb.iau.ir/article_545696.html?lang=fa)

کریمی، عبدالعظیم، بخشعلی‌زاده، شهرناز، کبیری، مسعود. (۱۳۹۱). گزارش اجمالی از مهم‌ترین نتایج تیمز و پرلز ۲۰۱۱ و مقایسه آن با عملکرد دانش‌آموزان ایران در دوره‌های قبل. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش، مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز. <http://www.rie.ir>

مرادی، مهسا، فردانش، هاشم. (۱۳۹۳). تأثیر روش آموزش مبتنی بر الگوی طراحی یادگیری زایشی بر انگیزش و یادگیری دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی. فصلنامه مهندسی آموزشی: تکنولوژی و طراحی آموزشی، دوره ۳، صفحات ۱۸-۹. <https://www.sid.ir/paper/246960/fa>

Brian, A. (2006). Effects of a math-enhanced curriculum and instructional Approach on the mathematics achievement of agricultural Power and technology students: an experimental study. *Journal of Agricultural Education*, 47(3). DOI:10.5032/jae.2006.03081

Garber, J. (2011). Differentiated Academic Rigor: An Opportunity for Increased Student Success. John Carroll University. <https://edcircuit.com/rigor-differentiated-classroom/>

Grabowski, B. J. (2006). Generative learning contributions to the design of instruction and learning. In D.

Haryana, M., Warsono, S., Achjari, D., & Nahartyo, E. (2022). Virtual reality learning media with innovative learning materials to enhance individual learning outcomes based on cognitive load theory. *The International Journal of Management Education*, 20(3): p. 100657, <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100657>.

Havenga, M., Breed, B., Mentz, E., & Govender, D. (2013). Metacognitive and problem-solving skills to promote self-directed learning in computer programming: Teachers' experiences. *SA-eDUC Journal*, 10(2): pp. 1-14.

Katulis, G., Kaniušonytė, G., & Laursen, B. (2023) Positive classroom climate buffers against increases in loneliness arising from shyness, rejection sensitivity and emotional reactivity. *Front. Psychiatry*, 14: p. 1081989. doi: 10.3389/fpsy.2023.1081989

Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., & Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. In *Emotion in education* (pp. 13-36). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012372545-5/50003-4>

Rodet, C. (2022). Does cognitive load affect creativity? An experiment using a divergent thinking task. *Economics Letters*, 220: p. 110849. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110849>

Roussel, S., Joulia, D., Tricot, A., & Sweller, J. (2017). Learning subject content through a foreign language should not ignore human cognitive architecture: A cognitive load theory approach. *Learning and Instruction*, 52: pp. 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.007>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer Science & Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-8126-4>

Tindall-Ford, S., Agostinho, S., & Sweller, J. (2020). *Advances in Cognitive Load Theory*. First published 2020 by Routledge. <https://lcn.loc.gov/2019004035>

Wittrock, M. C. (2010). Learning as a generative process. *Educational psychologist*, 45(1): pp. 40-45. <http://dx.doi.org/10.1080/00461520903433554>.