

فرا ترکیبی از تعاریف و مؤلفه‌های تفکر آماری

آناهیتا کمیجانی^۱، ابراهیم ریحانی^۲، زهرا رحیمی^۳ و احسان بهرامی سامانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

چکیده:

اهمیت آمار و آموزش آن در دنیای کنونی که سرشار از اطلاعات و داده است، بر کسی پوشیده نیست. تفکر آماری هسته اصلی درک صحیح مفاهیم آماری، تحلیل داده‌ها و تفسیر پدیده‌هاست. پژوهش حاضر باهدف دستیابی به تعریفی جامع از تفکر آماری و تعیین عناصر آن، پژوهش‌های سی سال اخیر را مورد مطالعه قرار داده است. این پژوهش توصیفی، به روش فراترکیب کیفی به انجام رسیده است تا بینشی عمیق و تفسیری جامع از کلیت پژوهش‌های موجود ارائه کند. بر اساس معیارهای ورود تعداد ۱۲۳ پژوهش در بازه سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲، شناسایی شد و در نهایت پس از غربالگری، تعداد ۲۲ تحقیق برای بررسی و تحلیل دقیق انتخاب شد. با توجه به یافته‌های فراترکیب حاضر، عناصر تفکر آماری عبارت‌اند از: ۱- داده محور بودن: توجه به داده‌ها، تشخیص نیاز به داده‌ها، جمع‌آوری و در نظر گرفتن داده‌ها، بازنمایی‌های مختلف داده‌ها و نیز روش‌های تبدیل آن‌ها به یکدیگر. ۲- تغییرپذیری: در نظر داشتن تغییرات دائمی در همه پدیده‌ها. ۳- استنباط آماری: توجه به انواع نمونه‌گیری، استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری شامل استفاده از نمودارهای آماری و تعمیم نتایج از نمونه به جامعه. ۴- تحلیل زمینه آماری: تلفیق مسئله آماری با زمینه.

واژه‌های کلیدی: تفکر آماری، سواد آماری، استدلال آماری، آموزش آمار و فراترکیب.

۱ مقدمه و بیان مسئله

نفوذ کرده است. حتی شرکت‌های غول‌پیکر جهان به شکلی مؤثر برای دستیابی به بهترین فناوری، از علم آمار بهره می‌برند [۲۱].

آمار چیزی بیش از مجموعه رویه‌ها و مهارت‌هایی است که باید آموخته شود [۷]. جملات خبری که در نشریات، رسانه‌ها، سایت‌ها و شبکه‌های مجازی منتشر می‌شوند، باید بیش از آن‌که بر مبنای نظرات و اعتقادات شخصی باشند، بر پایه داده‌های آماری منتشر شوند [۱۰]. اطلاعات در قالب داده‌های آماری است که نمایش داده می‌شود، اما موفقیت در ارائه یا به دست آوردن این اطلاعات، مستلزم توانایی درک داده‌هاست که تحت عنوان توانمندی فرد در تفکر آماری^۵ یاد می‌شود [۲۰]. تفکر آماری، فرآیندهای فکری است که تشخیص می‌دهد همه چیز در اطراف ما در حال تغییر^۶ است و این تغییر در همه کارهایی که انجام می‌دهیم وجود دارد [۳۲]. این نوع تفکر، شیوه‌ای کلی و اساسی در مورد داده‌ها و تغییرات آن‌هاست [۲۲]. تفکر آماری، سنگ محک

امروزه آمار اهمیت زیادی در جامعه دارد و نیاز به تصمیم‌گیری بر اساس داده‌ها افزایش یافته است [۲۲]. تمام اطلاعات زندگی ما با داده‌های خام سروکار دارد که برای استخراج، پالایش، ویرایش و استفاده بهینه از آن‌ها به آمار نیاز داریم. به جرت می‌توان مدعی شد که سواد آماری^۵ هیچ‌گاه به اندازه امروزه اهمیت نداشته و توانایی درک آمار و استفاده بهینه از داده‌های آماری، یکی از نیازهای اساسی برای زندگی بهتر است. در بسیاری از موقعیت‌ها نظیر همه‌گیری جهانی کووید ۱۹، تغییرات شدید آب‌وهوایی کره زمین و رشد و رکود اقتصادی و مسائل مهم اجتماعی، سواد آماری در تلفیق اطلاعات موجود، نقشی عمده ایفا می‌کند [۱۰]. به تعبیر دیگر آمار سهم زیادی در زندگی روزمره و توسعه علم و فناوری دارد و استفاده از آن، در پژوهش‌های مرتبط با اغلب زمینه‌های علمی

^۱ دانشجوی دکتری آموزش ریاضی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

^۲ دانشیار گروه ریاضی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. (نویسنده مسئول: e_reyhani@sru.ac.ir)

^۳ استادیار گروه آموزش و پرورش دانشگاه علامه طباطبائی.

^۴ دانشیار گروه آمار دانشگاه شهید بهشتی.

^۵Statistical literacy

^۶Statistical thinking

^۷Variation

نسبتاً قدیمی آمار در محتوای کتب درسی، پژوهش‌های انگشت‌شماری در زمینه آموزش آمار انجام شده است، من جمله پژوهش آزادی [۱] که در آن تفکر آماری دانشجوی معلمان کارشناسی رشته آموزش ریاضی، در مبحث سواد نموداری بر اساس چارچوب وایلد و فنکوچ [۳۵] ارزیابی شده است؛ اما ماهیت و مفهوم تفکر آماری تا به حال در ایران مورد مطالعه قرار نگرفته است. این در حالی است که به نظر می‌رسد در مسیر رسیدن به تفکر آماری و آموزش آن، در درجه نخست دستیابی به تعریفی جامع از تفکر آماری و مؤلفه‌های آن، گامی ضروری است. تشخیص و تعیین عناصر تفکر آماری به افرادی که در وادی آموزش آمار فعالیت می‌نمایند، کمک می‌کند تا در تهیه برنامه و محتواهای درسی آمار به‌گونه‌ای عمل کنند که یادگیرندگان فرصت ارتقاء این نوع تفکر را بیابند. محققان پژوهش حاضر، به منظور دستیابی به تعریفی روشن و جامع از مؤلفه‌های تفکر آماری، از مرور نظام‌مند مطالعات انجام شده در حوزه تفکر آماری در دنیا، به شیوه فراترکیب بهره گرفته‌اند و به دنبال این هستند که با فراترکیب مطالعات انجام شده در حوزه تفکر آماری، مؤلفه‌ها و اجزای تشکیل‌دهنده آن را تبیین نمایند.

۲ روش پژوهش

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تعاریف و مؤلفه‌های تفکر آماری در حوزه آموزش آمار و ارائه تفسیری از این مفهوم است. الگوی^۱ کلی حاکم بر این مطالعه عمل‌گرایی^{۱۱} است و برای مرور نظام‌مند مطالعات انجام شده پیشین از روش پژوهش کیفی فراترکیب^{۱۲} استفاده شده است. فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که یافته‌های سایر پژوهش‌های کیفی را در زمینه یک موضوع به‌عنوان داده به کار می‌گیرد [۲۷، ۲۸]؛ بنابراین، نمونه‌های مطالعه فراترکیب را مطالعات کیفی تشکیل می‌دهند [۲۷]. در این نوع مطالعه، محقق بر اساس سؤال پژوهش موردعلاقه، دست به انتخاب پژوهش‌های موجود می‌زند و آن‌ها را وارد مطالعه می‌کند [۲۷، ۲۸]. در واقع، فراترکیب به گروهی از رویکردها و روش‌ها اطلاق می‌شود که برای ترکیب یافته‌های مطالعات کیفی و باهدف ارائه تفسیر جدیدی از پدیده موردنظر تلاش می‌کنند [۲۴].

فراترکیب می‌تواند به‌نوبه خود تفسیر، مقایسه و ترجمه مطالعات کیفی مختلف را با استفاده از یک دستگاه مفهومی متفاوت، به یک

هسته اصلی هنر آماری و تجسم آماری عقل سلیم است [۳۵]. درک چرایی، چگونگی و چه چیزی در پژوهش‌های آماری، ماهیت داده‌ها و تغییرات آن‌ها درگذر زمان و چگونگی استفاده از روش‌های مناسب تحلیل داده‌ها، همگی بر وجود این تفکر اساسی تأکید می‌نمایند. تفکر آماری همچنین شامل توانایی درک و استفاده از زمینه^۸ یک مسئله در کل فرآیند پژوهش از طرح سؤال تا جمع‌آوری داده‌ها، فهم عمیق فرآیندها و روش‌های آماری و نیز محدودیت‌ها و کمبودها در منابع آماری است [۴]. در واقع می‌توان گفت تفکر آماری شیوه صحیح اندیشیدن برای حل یک مسئله آماری است. راهی برای تشخیص و حل یک مشکل که با تدوین یک پژوهش آماری شروع می‌شود، به آن شکل می‌دهد، فرآیندهای موردنیاز را طراحی و اجرا می‌کند و درنهایت نتیجه‌گیری را ترسیم می‌نماید.

تفکر آماری بر نحوه عملکرد ما در زندگی روزمره تأثیرگذار است و هدف آن این است که اشخاص، دیدی کلان نسبت به آمار پیدا کنند [۴]. بدین ترتیب از مدارس انتظار می‌رود دانش‌آموزان را آماده کنند تا در آینده متفکرانی انعطاف‌پذیر، یادگیرندگان مادام‌العمر و مدیران پیچیدگی‌های دنیای نامطمئن باشند؛ اما دستیابی به چنین هدفی، مستلزم معلمانی با مهارت مطلوب در آموزش آمار است. دو کشور ایالات متحده آمریکا [۲۳] و استرالیا [۳، ۹] تأکید بیشتری بر آموزش آمار در مدرسه داشته‌اند؛ این تأکیدات، به درس‌ها و ارزیابی‌هایی منجر می‌شوند که اغلب شامل محاسبه میانگین‌ها و تفسیر نمودارها است [۳۳]. اهمیت داده‌ها که از راه‌های گوناگونی مانند تجسم، گزارش‌های علمی (مانند مطالعات پزشکی)، مقالات روزنامه‌نگاران و وبسایت‌ها به دست می‌آید در سند دستورالعمل‌های ارزیابی و آموزش^۹، در آموزش آمار مورد تأکید واقع شده است [۱۰]. اغلب آماردانان بیشتر به آموزش آماری توجه دارند تا اینکه بر روی تفکر آماری تمرکز کنند [۲۲]. آن‌ها معتقدند رویکرد سنتی آموزش که متمرکز بر توسعه مهارت‌هاست، نتوانسته توانایی تفکر آماری را ایجاد کند؛ به‌طورمعمول مردم روش‌ها را می‌آموزند، اما در چگونگی به‌کارگیری یا تفسیر آن مهارت پیدا نمی‌کنند [۱۹]. تفکر آماری سمت‌وسوی مطالعات بسیاری را به خود معطوف داشته است. برخی از پژوهشگران این حوزه، در بیان مفهوم تفکر آماری، به تعیین مؤلفه‌ها و عناصر آن بسنده کرده و اغلب بر پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵] تکیه نموده‌اند. در کشور ما نیز علی‌رغم پیشینه

⁸Context

⁹Pre-K-12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II)

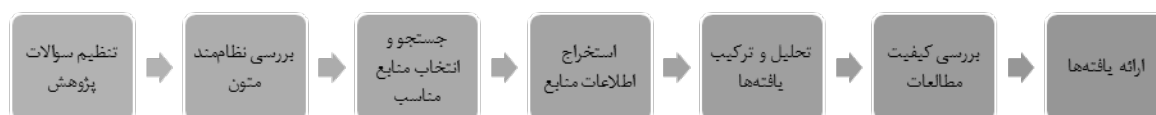
¹⁰Paradigm

¹¹Pragmatism

¹²Meta synthesis method

اطلاعات از منابع اولیه استخراج و سپس با یکدیگر ترکیب و سرانجام یک کل جدید حاصل می‌شود [۲]. در این پژوهش با استفاده از روش فراترکیب و الگوی سندلوسکی و باروسو^{۱۳} [۲۷]، تعاریف و مؤلفه‌های تفکر آماری در مطالعات منتخب بررسی، تحلیل و ترکیب شده است. هدف محققان این مطالعه این بوده که با ارائه تعریفی جامع از مفهوم تفکر آماری و نیز مؤلفه‌ها و عناصر آن، تصویری بزرگ‌تر از پژوهش‌های انجام‌شده، ترسیم و زمینه توسعه آموزش آمار به صورت دقیق‌تری فراهم شود. گام‌های روش سندلوسکی و باروسو [۲۷] به صورت خلاصه در شکل ۱ آورده شده است:

دانش جامع تبدیل نماید [۵]. این روش قادر است با بررسی یافته‌های مطالعات انجام‌شده آن‌ها را در قالب تفسیری جدید، یکپارچه ساخته و درصدد آن است که با ترکیب نظریه‌ها، روش‌ها و یافته‌های پژوهش‌های انجام‌شده، مؤلفه‌های اساسی آن پژوهش‌ها را کشف کند و نتایج و کلیت آن‌ها را در قالب جدیدی مفهوم‌سازی نماید و در نهایت به تفسیر و تبیین آن یافته‌ها بپردازد [۱۳]. به‌طورکلی فراترکیب فقط به دنبال تحلیل نیست بلکه هدف آن ترکیب است. در این روش ابتدا از طریق شکستن اجزاء کل، به فراتر از کل اولیه می‌رسیم و سپس تحلیل اولیه صورت می‌گیرد. تحلیل ترکیب‌شده حاصل، اطلاعاتی را نشان می‌دهد که اطلاعات اولیه نشان نمی‌دهد؛ به عبارت دیگر در فراترکیب ابتدا



شکل ۱. مراحل روش سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷)

گام اول، تنظیم سؤالات پژوهش: در گام اول این پژوهش، پرسش‌هایی مبنایی که عموماً بر اساس چهار پارامتر چه چیزی، چه کسی، چه زمانی و چگونه؛ قابل تنظیم است، مدنظر قرار گرفته‌اند (جدول ۱).

جدول ۱. پرسش‌های مبنایی پژوهش

پرسش	پاسخ
چیستی پژوهش (What)	تعریف مفهوم تفکر آماری و شناسایی عناصر و مؤلفه‌های آن
جامعه مورد مطالعه (Who)	متون مطالعات معتبر علمی به زبان انگلیسی و فارسی
بازه زمانی (When)	۱۹۹۰-۲۰۲۲ میلادی
چگونگی روش (How)	تحلیل و ترکیب مفاهیم مرتبط پژوهش‌های پیشین

گام دوم، بررسی نظام‌مند متون: در این گام محققان، با انتخاب واژگان کلیدی موردنظر (جدول ۲)، به جستجوی نظام‌مند مقالات و پژوهش‌های منتشرشده در مجلات علمی و سایت‌های معتبر خارجی

و داخلی باهدف تعیین مطالعات معتبر، موثق و مرتبط در بازه زمانی موردنظر پرداخته‌اند. بدین ترتیب پژوهش‌های مرتبط با تفکر آماری با جستجوی نظام‌مند کلیدواژه‌هایی که در جدول ۲ آمده است، بررسی شد.

جدول ۲. کلیدواژه‌های جستجو

کلیدواژه انگلیسی	کلیدواژه فارسی	ردیف
Statistical Education	آموزش آمار	۱
Statistical Thinking	تفکر آماری	۲
Statistical Literacy	سواد آماری	۳
Statistical Reasoning	استدلال آماری	۴

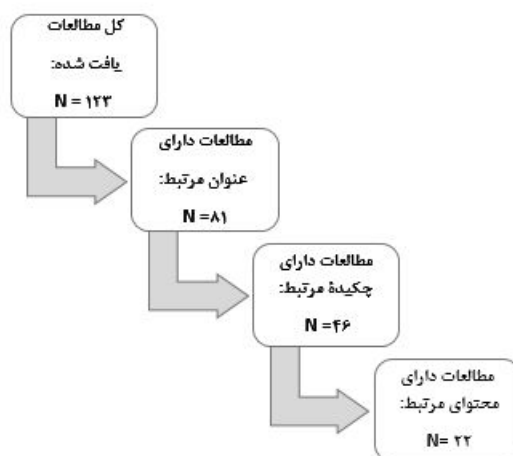
از طریق موتورهای جستجو با استفاده از کلیدواژه‌های منتخب، پایگاه‌های اطلاعاتی مندرج در جدول ۳ بررسی شد.

جدول ۳. منابع جستجو

پایگاه اطلاعات انگلیسی	ردیف	پایگاه اطلاعات فارسی	ردیف
Google Scholar	۱۰	پایگاه پژوهشگاه علم و فناوری اطلاعات ایران (ایراندک)	۱
ERIC	۱۱	دانش لینک	۲
Scopus	۱۲	پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)	۳
ScienceDirect	۱۳	سیویلیکا	۴
Library Genesis	۱۴	پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی	۵
Elsevier	۱۵	ایران پیپر	۶
Springer link	۱۶	علم نت	۷
JSTOR	۱۷	مگ ایران	۸
Scimagojr	۱۸	نورمگز	۹

مرحله دوم: در این مرحله چکیده ۸۱ پژوهش منتخب مطالعه و بررسی شد و از این تعداد ۳۵ مطالعه به دلیل داشتن چکیده نامرتب با مفاهیم تفکر آماری و مؤلفه‌های آن حذف شد. از ۴۶ پژوهش باقی‌مانده، ۴۵ مطالعه به زبان انگلیسی و یکی به زبان فارسی است. مرحله سوم: در این مرحله، پس از ترجمه کامل مطالعات خارجی، متن کامل همه پژوهش‌ها مطالعه و بررسی شد. ۲۴ مقاله نیز در این مرحله حذف شد و ۲۲ مقاله که دارای محتوای مرتبط بود، به‌عنوان منابع نهایی تحقیق در نظر گرفته شد. در شکل ۲ فرآیند انتخاب پژوهش‌های نهایی نشان داده شده است:

گام سوم، جستجو و انتخاب منابع مناسب: معیارهای ورود منابع به این پژوهش، انجام آن‌ها در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲، ارتباط مستقیم با مفاهیم و محورهای موردنظر محققان، در دسترس بودن متن کامل و نگارش به زبان انگلیسی یا فارسی بود که تعداد ۱۲۳ مقاله پژوهشی، مقاله کنفرانسی، کتاب، سند برنامه درسی و رساله معتبر مرتبط با مفاهیم آموزش آمار یافت شد که در سه مرحله، غربالگری آن‌ها باهدف یافتن منابع مناسب و مرتبط انجام شد. مرحله اول: معیار ورود مطالعات در این مرحله، داشتن عنوان مرتبط با تفکر آماری و مؤلفه‌های آن بود که از بین ۱۲۳ پژوهش، تعداد ۸۱ پژوهش در این مرحله انتخاب و تعداد ۴۲ مقاله حذف شد.



شکل ۲. فرآیند انتخاب پژوهش‌های نهایی

سپس با بهره‌گیری از ارزیابی دو نفر ضریب کاپای کوهن ۰/۹۸ به دست آمد که نشان‌دهنده توافق مناسب بین دو نفر ارزیاب است و روایی و پایایی تأیید شد. گام هفتم، ارائه یافته‌ها: در گام آخر، پژوهشگر فراترکیب باید از تمامی یافته‌های کیفی در حین تحقیق برای پردازش نظریه جدید استفاده نماید [۲۷]. خروجی گام‌های چهارم تا هفتم روش پژوهش در قالب یافته‌ها و جمع‌بندی در ادامه ارائه شده است.

۳ یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش حاضر در دو بخش سنخ‌شناسی پژوهش‌ها و خلاصه یافته‌ها ارائه شده است.

۱.۳ سنخ‌شناسی پژوهش‌ها

در این بخش، چهار شاخص در بررسی پژوهش‌های مورد مطالعه بررسی شد که عبارت‌اند از: قالب پژوهش‌ها، دوره زمانی، توزیع جغرافیایی و روش پژوهش.

قالب پژوهش‌ها: قالب ۲۲ پژوهش بررسی شده به صورت سیزده مقاله علمی پژوهشی، چهار مقاله کنفرانسی، دو کتاب، دو رساله دوره دکتری و یک سند برنامه درسی بوده است.

دوره زمانی پژوهش‌ها: تاریخ انتشار پژوهش‌های مورد بررسی در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ بوده است. جدول ۴ نشان‌دهنده میزان رشد نسبی پژوهش‌های مرتبط در سال‌های اخیر است.

گام چهارم، استخراج اطلاعات منابع: در این گام، متن کامل ۲۲ پژوهش مورد نظر سه بار مطالعه شد. یک‌بار جهت تفهیم و درک مفاهیم اساسی آن‌ها، یک‌بار جهت استخراج داده و یک‌بار نیز جهت جمع‌بندی مطالعه شدند. اطلاعات پژوهش‌های مورد نظر، در دو بخش سنخ‌شناسی پژوهش‌ها و خلاصه یافته‌ها با محوریت تعاریف تفکر آماری و مؤلفه‌ها و عناصر آن ارائه شده است. در این بخش گزارش‌های آماری از مطالعات بررسی شده نیز ارائه و تحلیل شده است. در روش سندلوسکی و باروسو در این بخش، جدولی شامل عنوان، نام و نام خانوادگی پدیدآورندگان و سال انتشار تهیه می‌شود که در بخش یافته‌ها بدان اشاره خواهد شد. همچنین اطلاعات روش‌شناسی شامل روش و هدف پژوهش و اطلاعات یافته‌های اصلی شامل نتایج و یافته‌های پژوهش، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. گام پنجم، تجزیه، تحلیل و ترکیب یافته‌ها: در این مرحله، مفاهیم مورد نظر از گام قبل، مورد بررسی دقیق و ترکیب قرار گرفته و ارتباط بین پژوهش‌ها، ارجاعات آن‌ها به یکدیگر و نیز تطابق احتمالی یافته‌های آن‌ها استخراج شده است. گام ششم: بررسی کیفیت مطالعات: برای حفظ کیفیت مطالعه از شاخص کاپای کوهن^{۱۴} استفاده شده است که تحلیل آماری مبتنی بر آن مقداری عددی بین -۱ تا +۱ است که هر چه به +۱ نزدیک‌تر باشد بیانگر وجود توافقی متناسب و مستقیم می‌باشد. مقادیر نزدیک به -۱ نشان‌دهنده وجود توافقی وارون و عکس و مقادیر نزدیک به صفر عدم توافقی را نشان می‌دهد. برای این منظور چک‌لیستی با ۱۱ سؤال تهیه شد که لازمه طراحی آن، مطالعه دقیق و مفهومی تمامی مطالعات بود (پیوست ۱).

جدول ۴. جدول فراوانی قالب مقالات

¹⁴Cohen's kappa coefficient

۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۱	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۵	۲۰۰۲	۲۰۰۰	۱۹۹۹	۱۹۹۷	۱۹۹۰
۲	۱	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱

بعد از این مقاله، مفهوم تفکر آماری در حوزه آموزش آمار و ارتباط آن با سواد و استدلال آماری مطرح شد و پژوهشگران آموزش ریاضی و آموزش آمار به انجام تحقیقات مختلف در این موضوعات پرداختند.

اسنی [۳۲] در سال ۱۹۹۰ تفکر آماری را چنین تعریف کرد: «فرآیندهای فکری که تشخیص می‌دهد همه چیز در پیرامون ما در حال تغییر است و این تغییرات در همه کارهایی که انجام می‌دهیم وجود دارد، همه کارها مجموعه‌ای از فرآیندهای به هم پیوسته است و شناسایی، مشخص کردن، تعیین مقدار و کاهش تغییرات، فرصت‌هایی برای بهبود فراهم می‌کند». در واقع او برای اولین بار بنیان‌های معنای تفکر آماری را بنا نهاد؛ مفهومی که اکنون در حوزه آموزش آمار از پایه‌های ضروری است. اسنی با بیان اهمیت تغییرات موجود در همه چیز یکی از عناصر اصلی تفکر در آمار را معرفی کرد.

برای اولین بار مور^{۱۶} در سال ۱۹۹۷ فهرستی از عناصر تفکر آماری که توسط انجمن آمار آمریکا^{۱۷} در پاسخ به توصیه‌های کمیته برنامه درسی مشترک این انجمن و انجمن ریاضیات آمریکا^{۱۸} تأیید شده است، ارائه داد [۲۲]. این مفاهیم عبارت بودند از نیاز به داده^{۱۹}، اهمیت تولید داده^{۲۰}، تغییر دائمی^{۲۱}، اندازه‌گیری و مدل‌سازی تغییر^{۲۲}. انجمن آمار آمریکا بر مبنای عناصر تفکر آماری، تعریف آن را متکی به دو محور می‌داند: (۱) عدم قطعیت و تغییر داده‌ها و تأثیر آن‌ها بر تصمیم‌گیری (۲) استفاده از روش علمی در برخورد با مسائل و مشکلات [۲۲]. مور در این مقاله به مفهوم تغییر که مدنظر اسنی هم بود، پرداخت و علاوه بر آن از دیدگاه آماری به موضوع مهم داده و همچنین اندازه‌گیری و مدل‌سازی تغییرات نیز توجه ویژه‌ای داشت. جزئیات این مفاهیم، در سال ۱۹۹۹ در مقاله «تفکر آماری در تحقیق تجربی»^{۲۳} مورد بررسی قرار گرفته است. وایلد و فنکوچ^{۲۴} در مقاله [۳۵] فرآیندهای فکری درگیر در حل مسئله آماری را در سطحی وسیع، از فرمول‌بندی مسئله تا نتیجه‌گیری بررسی می‌کنند. در این پژوهش که با مصاحبه‌های عمیق به انجام رسیده

توزیع جغرافیایی پژوهشگران: ۲۲ پژوهش مورد مطالعه در این تحقیق، در مجموع از سوی ۳۶ پژوهشگر انجام شده است. حدود ۹۱/۵٪ پژوهش‌ها توسط اعضای هیئت علمی دانشگاه‌ها و حدود ۸/۵٪ نیز توسط پژوهشگران مراکز تحقیقاتی معتبر انجام شده‌اند. همچنین از بین این ۳۶ نفر، ۱۷ نفر از آمریکا، ۴ نفر از استرالیا، ۴ نفر از نیوزلند، ۴ نفر از اندونزی، ۲ نفر از مکزیک و ۱ نفر از هرکدام از کشورهای کره جنوبی، اسرائیل، رومانی و فیلیپین بوده‌اند. **سنخ‌شناسی به لحاظ روش پژوهش:** از نظر روش پژوهش، از تعداد ۱۹ مقاله، ۱۷ مورد کیفی (۸ مطالعه مروری، ۵ مطالعه موردی، ۲ مورد با روش مصاحبه نیمه ساختاریافته، ۱ مورد با روش داده بنیاد و ۱ مورد با روش پدیدارشناسی)، ۱ مورد آمیخته و ۱ مورد هم با روش تحلیل اکتشافی انجام شده است.

۲.۳ خلاصه یافته‌ها

در این پژوهش، مقالات منتخب از دو منظر تعاریف تفکر آماری و مؤلفه‌ها و عناصر تفکر آماری بررسی شده‌اند. بحث درباره تفکر آماری با مقاله‌ای از اسنی^{۱۵} [۳۲] در حوزه مدیریت کیفیت در سال ۱۹۹۰ به صورت جدی مطرح شده است. این مقاله با عنوان تفکر آماری و نقش آن در کیفیت جامع و باهدف درک دنیای در حال تغییر و نقش تفکر آماری در آن مطرح شد. به اعتقاد اسنی تفکر آماری روزی برای شهروند کارآمد به اندازه توانایی خواندن و نوشتن ضروری خواهد بود. تفکر آماری فرآیندهای فکری است که تشخیص می‌دهند تغییر در اطراف ما و در هر کاری که انجام می‌دهیم وجود دارد. اسنی با اتخاذ نگاهی مدیریتی به تفکر آماری، درصدد ارائه راهکارهایی برای کاهش تغییر در حوزه مدیریت و بهبود کیفیت بود. او روش‌های عملی برای دستیابی به تفکر آماری را در سطوح استراتژیک، مدیریتی و عملیاتی مطرح نمود.

¹⁵Snee

¹⁶Moor

¹⁷American Statistical Association

¹⁸Mathematical Association of America

¹⁹The need for data

²⁰The importance of data production

²¹The omnipresence of variability

²²The measuring and modeling of variability

²³Statistical Thinking in Empirical Enquiry

²⁴Wild and Pfannkuch

بر استراتژی‌هایی که در مراحل طراحی و مدیریت داده‌ها اتخاذ می‌شود، تأثیرگذار هستند.

۴) استدلال با مدل‌های آماری^{۲۷} (مجموعه متمایز از مدل‌ها): مدل‌های آماری غالباً آن‌هایی است که برای تحلیل داده‌ها ایجاد شده است. وقتی از مدل‌های آماری صحبت می‌کنیم، اکثر مردم، آن را به معنی تفسیر می‌دانند؛ به‌عنوان مثال، مدل‌های رگرسیونی یا مدل‌های سری زمانی. حتی ابزارهای بسیار ساده‌تر مانند نمودارهای آماری را می‌توان به‌عنوان مدل‌های آماری در نظر گرفت؛ چراکه روش‌های آماری برای نشان دادن و تفکر درباره واقعیت هستند.

۵) ادغام آماری و زمینه‌ای^{۲۸}: اگرچه انواع تفکر بادانش زمینه‌ای مرتبط است، اما ادغام دانش آماری و دانش زمینه‌ای عنصر اساسی تفکر آماری است. مدل آماری باید عناصری از وضعیت واقعی را در برگیرد. از آنجا که اطلاعات در مورد وضعیت واقعی در خلاصه‌های آماری موجود است، باید ترکیبی از دانش آماری و زمینه‌ای را به کار گیرد تا بتوان از داده‌های مربوط به حوزه زمینه آموخت.

برای مثال می‌توان برای روشن شدن مؤلفه‌های تفکر آماری از یک پژوهش در حوزه پزشکی [۱۶] که در سال ۲۰۱۹ در بخش داخلی بیمارستان لوزان در سوئیس انجام شده و در آن ارتباط بین چرت زدن و حملات قلبی بررسی شده است، بهره گرفت:

۱. تشخیص نیاز به داده: برای تحقیق در مورد چنین ارتباطی نیاز به داده و اطلاعات داریم. بدون داده‌های دقیق نمی‌توان به‌طور علمی اظهار نظر نمود. به‌طور مثال گزاره‌هایی که بدون اطلاعات موثق و صرفاً از روی حدس و گمان در شبکه‌های مجازی به‌وفور مشاهده می‌شود نشان‌دهنده عدم وجود چنین مؤلفه‌ای در تفکر گوینده است. اگر کسی دارای تفکر آماری باشد قبل از اظهار نظر قطعی در مورد هر مطلبی نیاز به اطلاعات را تشخیص می‌دهد. داده‌های پژوهش در اینجا از افرادی به‌دست آمده که به‌طور تصادفی انتخاب شده و در یک دوره مشاهده پنج‌ساله ارتباط بین میزان چرت‌های هفتگی آن‌ها با میزان حملات قلبی‌شان مورد بررسی دقیق قرار گرفته شد. در این پژوهش از آزمودنی‌ها خواسته شد تا دفعات چرت معمولی خود را در طول یک هفته گزارش دهند. سپس محققان شرکت‌کنندگان را در چهار گروه متغیر طبقه‌بندی نمودند: بدون چرت زدن، یک تا دو بار در هفته، سه تا پنج بار در هفته

است، محققین تفکر آماری را به‌مثابه سنگ محک هسته اصلی آمار و مفهومی مبهم می‌دانند که درکی سطحی و شهودی از آن تا به آن زمان وجود داشته است. تا قبل از این مطالعه، موضوع تفکر آماری در حوزه آموزش به‌طور جدی بررسی نشده بود و این پژوهش سرمنشأ بسیاری از تحقیقات بعدی در دنیا شده است. در این مطالعه محققان فرآیندهای پیچیده تفکری را بررسی کردند که در حل مسائل دنیای واقعی از آمار استفاده می‌کند. طبق این پژوهش می‌توان عناصر و مؤلفه‌های تفکر آماری را چنین برشمرد: ۱. تشخیص نیاز به داده، ۲. تسهیل درک و بازنمایی‌های عددی یا گرافیکی (فراشماری)، ۳. در نظر گرفتن تغییر و تغییرات مداوم، ۴. استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری، ۵. تلفیق آمار با زمینه [۳۵]. همان‌طور که ملاحظه می‌شود وایلد و فنکوچ [۳۵] علاوه بر موارد مربوط به داده و تغییرپذیری که توسط مور [۲۲] بیان شده بود، به تسهیل درک، مدل‌های آماری و استدلال با استفاده از آن‌ها و همچنین زمینه مسائل آماری توجه ویژه داشته‌اند. در این پژوهش، پنج مؤلفه برای تفکر آماری تعریف شده است:

۱) تشخیص نیاز به داده^{۲۵}: اساس یک تحقیق آماری بر این فرض استوار است که بسیاری از موقعیت‌های واقعی را نمی‌توان بدون جمع‌آوری و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده به‌درستی قضاوت کرد. مشاهدات یا تجربیات شخصی ممکن است برای قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها غیرقابل اعتماد و گمراه‌کننده باشد؛ بنابراین، جمع‌آوری داده‌ها به‌عنوان شرطی اصلی برای قضاوت‌های معتبر در مورد موقعیت‌های واقعی در نظر گرفته می‌شود.

۲) تبدیل عددی برای تسهیل درک^{۲۶} (فراشماری): این نوع تفکر بیانگر «تغییر بازنمایی‌ها برای ایجاد درک» است و در موقعیت‌های زیر به کار گرفته می‌شود: (الف) اندازه‌گیری‌هایی که ویژگی‌های موقعیت واقعی را ضبط می‌کند. (ب) داده‌های جمع‌آوری‌شده از داده‌های خام به تعدادی تصویر گرافیکی، خلاصه‌های آماری و غیره تبدیل می‌شوند تا معنای بهتری را از داده‌ها نتیجه دهند.

۳) در نظر گرفتن تغییر: جمع‌آوری داده‌های مناسب و قضاوت درست بر مبنای داده‌ها مستلزم درک نحوه ایجاد و تغییر داده‌ها و عدم قطعیت ناشی از تغییرات است. این نوعی تفکر است که از توجه به تغییر در یک موقعیت واقعی شروع می‌شود و سپس

²⁵Recognition of the need for data

²⁶Transnumeration

²⁷A distinctive set of models

²⁸Context knowledge, statistical knowledge and synthesis

و شش تا هفت بار در هفته.

مقایسه بین گروه‌ها شده و به‌طور مثال مشاهده می‌شود که بین افرادی که چرت زده‌اند ۹۳ نفر دچار حمله قلبی شده و ۱۹۲۱ نفر نیز دچار این حمله نشده‌اند. محققان همچنین از جدول‌ها و نمودارهای بیشتری برای درک بیشتر موضوع استفاده کردند.

۲. تبدیل عددی برای تسهیل درک: متغیر پاسخ این بود که آیا فرد در طول ۵ سال گذشته یک حمله قلبی داشته یا خیر. جدول ۵ اطلاعات به‌دست‌آمده را به‌طور خلاصه بیان کرده است. در واقع این جدول یک نوع تبدیل عددی است تا داده‌ها راحت‌تر درک شوند. این جدول باعث

جدول ۵. توزیع فراوانی شرکت‌کنندگان در مشاهده پژوهش

مجموع	میزان چرت زدن			
	۷-۶ بار در هفته	۵-۳ بار در هفته	۲-۱ بار در هفته	بدون چرت
۱۵۵	۲۸	۲۲	۱۲	۹۳
۳۳۰۷	۳۴۲	۳۸۹	۶۵۵	۱۹۲۱
۳۴۶۲	۳۷۰	۴۱۱	۶۶۷	۲۰۱۴

چشم‌انداز خشک و عاری از زمینه که بسیاری از نمونه‌های مورداستفاده در آموزش آمار در آن ساخته شده است، نشان می‌دهد که تعداد زیادی از افراد هرگز حتی تفکر آماری را درک نمی‌کنند، چه رسد به اینکه درگیر آن شوند. تفسیر نتایج یک تحقیق آماری در بطن زمینه آن انجام می‌شود. یک متفکر آماری هنرمندی است که اعداد، نمودارها، جداول و مدل‌های آماری را در انتهای کار با زمینه تفسیر می‌نماید. در پژوهش فوق‌الذکر و با توجه به نتایج، محققان چنین تفسیر کردند که خطر حمله قلبی برای کسانی که اصلاً چرت نمی‌زنند بیشتر از کسانی است که یک تا دو بار در هفته چرت می‌زنند و با افزایش تعداد چرت‌ها، این خطر افزایش می‌یابد، به این معنی که درصد حملات قلبی برای افراد بدون چرت ۲/۵۵ برابر، بیشتر از افرادی است که یک تا دو بار در هفته چرت می‌زنند. همچنین در افراد مسن چون احتمال بیشتری وجود دارد که شش تا هفت بار چرت در هفته داشته باشند، چون احتمال ابتلا به حمله قلبی در این سنین بیشتر است، ممکن است متغیر سن مهم به نظر آید. به همین ترتیب، اگر افراد مبتلا به سایر مشکلات سلامتی بیشتر احتمال دارد چرت بزنند و بیشتر به حمله قلبی مبتلا شوند، در این صورت داشتن سایر مشکلات سلامتی با دفعات چرت زدن اشتباه گرفته می‌شود. در جدول ۶ تعاریف یا مؤلفه‌های تفکر آماری که در پژوهش‌های موردنظر توسط محققان بیان شده است، به‌طور خلاصه بیان شده است؛ اما همان‌طور که در ستون چهارم جدول قابل مشاهده است، اغلب مطالعات در این زمینه، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از نتایج مقاله وایلد و فنکوچ [۳۵] بهره جسته‌اند.

۳. در نظر گرفتن تغییر: آمار، مطالعه تغییرپذیری است. فردی با تفکر آماری باید بتواند سؤالاتی را شناسایی و مطرح کند که می‌توان با داده‌های متفاوت به آن‌ها پاسخ داد. یک سؤال آماری سؤالی است که می‌توان با جمع‌آوری داده‌ها به آن پاسخ داد و تشخیص اینکه در کجا در آن داده‌ها تغییر وجود خواهد داشت کار اصلی محقق است، این با سؤالی که یک پاسخ قطعی را پیش‌بینی می‌کند متفاوت است. در تحقیق ذکر شده نیز محققان از قبل انتظار داشتند که شرکت‌کنندگان زمان یکسانی را برای چرت زدن صرف نکنند و این یعنی در داده‌ها تغییرپذیری وجود داشت. برای کاهش تغییرات و به دست آوردن اطلاعات معتبر، افراد به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

۴. استدلال با مدل‌های آماری: پژوهشگران از مدل‌های آماری استفاده می‌کنند تا قضاوت درستی در مورد شیوه‌های تحلیل داده‌ها داشته باشند. انواع مختلفی از مدل‌های آماری وجود دارند مانند توزیع پواسون، رگرسیون خطی. در پژوهش ارتباط حملات قلبی با میزان چرت زدن، از آزمون کای دو استفاده شد و چنین استدلال شد که شواهد قانع‌کننده‌ای هستند که نشان می‌دهند ارتباطی بین تعداد چرت‌ها و بروز حمله قلبی وجود دارد. بدون استفاده از مدل‌سازی‌های متناسب با پژوهش، امکان استدلال علمی وجود ندارد.

۵. ادغام آمار با زمینه: بنیان اولیه‌ای که تفکر آماری روی آن‌ها کار می‌کند دانش آماری، دانش زمینه‌ای و اطلاعات موجود در داده‌هاست. خود تفکر، تلفیق این عناصر برای تولید مفاهیم، بینش‌ها و حدس‌ها است. بدون داشتن دانش زمینه نمی‌توان به تفکر آماری دست‌یافت.

جدول ۶. تعاریف یا مؤلفه‌های تفکر آماری مطرح شده توسط پژوهشگران

سال انتشار	عنوان پژوهش	پژوهشگران	تعریف یا مؤلفه‌های تفکر آماری	نوع پژوهش
۱۹۹۰	Statistical Thinking and Its Contribution to Total Quality	Ronald D. Snee	فرآیندهای فکری که قادر به تشخیص تغییر در همه جا هستند.	مقاله پژوهشی
۱۹۹۷	New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics	David S. Moore	نیاز به داده، اهمیت تولید داده، تغییر دائمی، اندازه‌گیری و مدل‌سازی تغییر	مقاله پژوهشی
۱۹۹۹	Statistical Thinking in Empirical Enquiry	C.J. Wild and M. Pfannkuch	۱. تشخیص نیاز به داده. ۲. تسهیل درک و بازنمایی‌های عددی یا گرافیکی (فراشماری). ۳. در نظر گرفتن تغییر و تغییرات مداوم. ۴. استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری. ۵. تلفیق آمار با زمینه.	مقاله پژوهشی
۲۰۰۰	Statistical Thinking and Statistical Practice: Themes Gleaned from Professional Statisticians	Maxine Pfannkuch and Chris J. Wild	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	مقاله پژوهشی
۲۰۰۲	Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment	Beth L. Chance	۱. وجود همه‌جانبه تغییر در فرآیندها ۲. نیاز به داده‌ها در مورد فرآیندها ۳. طراحی تولید داده‌ها با در نظر گرفتن تغییر ۴. کمی‌سازی تغییرات. ۵. توضیح تغییر ۶. استدلال با یک رویه ۷. خلاصه‌سازی داده‌ها ۸. درک فرآیند به‌عنوان یک کل.	مقاله پژوهشی
۲۰۰۵	Towards an Understanding of Statistical Thinking	Maxine Pfannkuch and Chris Wild	فرآیندهای فکری ایجادشده: (۱) در حین تحقیق مبتنی بر داده برای حل یک مسئله عملی، (۲) در تعامل با یک استدلال مبتنی بر داده و (۳) در هنگام تعامل با پدیده‌های مبتنی بر داده. تأکید بر زمینه، تغییرپذیری.	بخش دوم کتاب The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking
۲۰۰۵	Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking: Goals, Definitions, and Challenges	Dani Ben-Zvi and Joan Garfield	درک چرایی و چگونگی انجام پژوهش‌های آماری، درک تغییرپذیری همیشگی در هر مکان و هر زمان، چگونگی استفاده از روش‌های مناسب تجزیه و تحلیل داده‌ها، چگونگی استفاده از مدل‌سازی آماری، چگونگی تولید داده‌ها، توانایی درک استفاده از زمینه، نقد و ارزیابی نتایج یک مطالعه آماری	بخش اول کتاب The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking
۲۰۰۸	The Scientific way of Thinking in Statistics, Statistical Physics and Quantum Mechanic	Gheorghe S avoiu	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	مقاله پژوهشی
۲۰۰۸	Teacher Knowledge for Teaching Statistic Through Investigations	Tim Burgess	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	مقاله کنفرانسی
۲۰۰۹	Teaher Knowledge and Statistics: What Type of Knowledge Are Used in the Primary Classroom?	Tim Burgess	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	مقاله پژوهشی
۲۰۱۱	Teaching Statistical Thinking Through Investigative Projects	Helen Mac Gillivray, Lionel Pereira-Mendoza	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	مقاله پژوهشی
۲۰۱۳	Examining Middle School Students' Statistical Thinking While Working in a Technological Environment	Melissa Arnold Scranton	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	رساله دکتری

مقاله پژوهشی	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	Joan Garfield & Laura Le & Andrew Zieffler & Dani Ben-Zvi	Developing Students' Reasoning about Samples and Sampling Variability as a Path to Expert Statistical Thinking	۲۰۱۴
مقاله پژوهشی	فراهم کردن نقاط قوت به‌وسیله تفکر آماری، تقویت تفسیر موقعیت‌های تجربه‌شده در زندگی روزمره، افزایش قدرت استنتاج، تأثیر مثبت در زندگی	Timur Koparana	Difficulties in Learning and Teaching Statistics: Teacher Views	۲۰۱۵
مقاله کنفرانسی	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	Noleine Fitzallen, Jane Watson, Lyn English	Assessing a Statistical Inquiry	۲۰۱۵
مقاله پژوهشی	ارتباط داده‌های کمی در مسائل دنیای واقعی، حضور تغییرپذیری و عدم قطعیت، آگاهی دقیق از مشکلات تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر آن.	Christopher Tong	Statistical Inference Enables Bad Science Statistical Thinking Enables Good Science	۲۰۱۹
مقاله کنفرانسی	توانایی توصیف داده‌ها، توانایی سازمان‌دهی و کاهش داده‌ها، توانایی نمایش داده‌ها و توانایی تحلیل و تفسیر داده‌ها	M Masjudin	Analysis of Student's Statistical Thinking Ability in Understanding the Statistical Data	۲۰۱۹
سند برنامه درسی	کشف و در نظر گرفتن داده‌ها، حضور همه‌جانبه تغییرپذیری، در نظر گرفتن زمینه، درک، تبیین و کمی‌سازی تغییرات داده‌ها در زمینه، تحلیل داده‌ها.	Anna Bargagliotti Christine Franklin Pip Arnold Sheri Johnson Leticia Perez Denise A. Spangler Rob Gould	Pre-K-12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II)	۲۰۲۰
مقاله پژوهشی	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	Dongjo Shin	Preservice Mathematics Teachers' Selective Attention and Professional Knowledge-Based Reasoning About Students' Statistical Thinking	۲۰۲۰
مقاله پژوهشی	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	Victoria Woodard, Hollylynn Lee, Roger Woodard	Writing Assignments to Assess Statistical Thinking	۲۰۲۰
رساله دکتری	ارجاع به پژوهش وایلد و فنکوچ [۳۵]	Yu Gu	Eliciting and Deciphering Mathematics Teachers' Knowledge in Statistical Thinking, Statistical Teaching, and Statistical Technology	۲۰۲۱
مقاله کنفرانسی	توانایی درک داده‌ها، بازنمایی داده‌ها، در نظر گرفتن تغییرپذیری، درک ماهیت نمونه‌گیری و چگونگی استنباط آماری از نمونه‌ها به جامعه.	Ana Luisa Gomez-Blancarte and Rosa Daniela Chavez Aguilar	The Intersection of Statistical, Literacy, Reasoning, and Thinking	۲۰۲۲

پیری از رویکرد وایلد و فنکوچ [۳۵]، «تفکر آماری» را شامل «آنچه یک آماردان انجام می‌دهد» می‌داند. او معتقد است فرایند تفکر آماری چیزی فراتر از خلاصه کردن داده‌ها، حل یک مسئله خاص، استدلال از طریق یک رویه و توضیح نتیجه است. آنچه منحصر به تفکر آماری است، فراتر از استدلال و سواد، توانایی دیدن فرآیند به‌عنوان یک کل (با تکرار)، از جمله «چرایی» برای درک رابطه و معنای تغییر در این فرآیند، توانایی کاوش در داده‌ها به روش‌هایی فراتر از آنچه در کتاب‌ها تجویز شده و ایجاد سؤالات جدید فراتر از سؤالاتی است که توسط محقق بیان می‌شود. رویکرد چنس به تعریف تفکر آماری، به تعبیری همان

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود بیش از ۶۳٪ پژوهش‌های انجام‌شده بعد از مقاله وایلد و فنکوچ [۳۵]، تعاریف و عناصر مؤلفه‌های تفکر آماری را عیناً به آن ارجاع داده‌اند و به‌طور کامل دیدگاه محققان آن را پذیرفته و بازتعریفی از این مفهوم نداشته‌اند. حدود ۲۱٪ مطالعات نیز این تعاریف را به‌صورت مشابه بازتعریف نموده‌اند، حدود ۱۰٪ آن‌ها با اشاره به تحقیق وایلد و فنکوچ [۳۵] تعاریف و مؤلفه‌های تفکر آماری را به‌صورت محدودتری در نظر گرفته‌اند و حدود ۵٪ مطالعات نیز اشاره‌ای به این پژوهش نداشته‌اند. از میان پژوهشگرهایی که سعی بر تعریف تفکر آماری یا بیان مؤلفه‌های این نوع تفکر داشته‌اند، چنس [۸] با

دقیق از مشکلات تحلیل داده‌ها و تفسیر آن است. تنگ در توصیف تفکر آماری، مواردی بیان نموده است که انطباق کامل با دیدگاه وایلد و فنکوچ [۳۵] دارد [۳۴]. مسجودین^{۲۹} در همین راستا، دیدگاه محدودتری از تفکر آماری در مقایسه با آنچه وایلد و فنکوچ [۳۵] پیشنهاد کرده‌اند، ارائه داده است، زیرا فقط به فرآیندهای توصیف، سازمان‌دهی، نمایش، تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌پردازد [۲۰، ۱۴]. او در پژوهش خود با اشاره به تحقیق فنکوچ و وایلد [۲۶] در سال ۲۰۰۴، درک داده‌ها را برای شناخت، جمع‌آوری و تحلیل آن‌ها برای قضاوت قابل‌اعتماد در موقعیت‌های واقعی ضروری می‌داند. در واقع این دیدگاه همان تشخیص نیاز به داده را به همراه در نظر گرفتن زمینه بیان می‌کند. به اعتقاد او وقتی یادگیرندگان می‌توانند داده‌ها را در جداول، نمودارها یا اشکال نمایش داده و فرآیند انجام شده برای توضیح دقیق آن نمایش‌ها را توضیح دهند، به توانایی بالایی در تفکر آماری مجهز شده‌اند [۲۰]. زیرا تفکر آماری حاکی از یک فرآیند فراشماری است که زمانی اتفاق می‌افتد که داده‌های جمع‌آوری شده از داده‌های خام به نمایش‌های گرافیکی متعدد، خلاصه‌های آماری تبدیل می‌شوند تا در جستجوی به دست آوردن معنا از داده‌ها باشند [۲۶]. بیان موارد فوق توسط مسجودین نشان‌دهنده انطباق نظرات او درباره تسهیل درک و بازنمایی داده‌ها با در نظر گرفتن زمینه در مسائل آماری با تعاریف وایلد و فنکوچ [۳۵] است. او برای در نظر گرفتن تغییرپذیری از وایلد و فنکوچ چنین نقل قول می‌کند که ایده تغییرپذیری برای تفکر آماری اساسی است. او به این سه مفهوم اصلی پایبند است که تغییرپذیری در همه‌جا وجود دارد، تغییرپذیری می‌تواند عواقب عملی جدی داشته باشد و آمار به ما وسیله‌ای برای درک دنیایی سرشار از تغییرپذیری می‌دهد [۳۵]. او درک نمونه‌گیری را در تفکر آماری به معنای درکی از ماهیت نمونه‌گیری و چگونگی استنتاج از نمونه‌ها به جمعیت‌ها می‌داند [۴]. سند دستورالعمل‌های ارزیابی و آموزش در آمار [۱۰] (GAISE II) که در سال ۲۰۲۰ برای دستیابی به سواد آماری و علوم داده و به‌عنوان راهنمای ارزیابی مسائل آماری از مقطع ابتدایی تا دبیرستان توسط شورای ملی معلمان ریاضی آمریکا منتشر شده است، تفکر آماری و فرآیند حل مسئله آماری را برای کشف همه داده‌ها اساسی می‌داند. نویسندگان این سند بر شناسایی انواع داده و نحوه جمع‌آوری و سازمان‌دهی و نیز تحلیل داده‌ها تأکید زیادی دارند. آن‌ها همچنین طراحی یک سؤال کاربردی را برای استفاده از اطلاعات موجود ضروری دانسته و راهکارهایی برای تفسیر نتایج یک پژوهش

رویگرد وایلد و فنکوچ [۳۵] است، زیرا تمام عناصر آن مطالعه را ذکر و تشریح نموده است و مؤلفه جدیدی نیز بر آن‌ها نیفزوده است. بن-زوی و گارفیلد^{۲۹} نیز در کتاب خود [۴] تفکر آماری را شامل درک چرایی و چگونگی انجام پژوهش‌های آماری و ایده‌های بزرگ می‌دانند که زمینه این پژوهش‌ها را تشکیل می‌دهند. این ایده‌ها شامل ماهیت تغییر همیشگی در هر مکان و زمان و چگونگی استفاده از روش‌های مناسب تحلیل داده‌ها مانند خلاصه‌سازی‌های عددی و نمایش بصری داده‌ها هستند. تفکر آماری شامل درک ماهیت نمونه‌گیری، چگونگی استنتاج از نمونه به جامعه و چرایی طراحی آزمایش‌هاست. این شامل درک چگونگی استفاده از مدل‌ها برای شبیه‌سازی پدیده‌های تصادفی و چگونگی تولید داده‌ها برای برآورد احتمالات است. بعلاوه اینکه چگونه، چه زمانی و چرا ابزارهای استنباطی موجود می‌توانند برای کمک به یک فرآیند پژوهشی مورد استفاده قرار گیرند. تفکر آماری همچنین شامل توانایی درک و استفاده از زمینه یک مسئله در شکل‌گیری پژوهش‌ها و نتیجه‌گیری و شناخت و درک کل فرآیند است (از طرح سؤال و جمع‌آوری داده‌ها تا انتخاب تحلیل‌ها برای آزمایش فرضیات و غیره). درنهایت، متفکران آماری قادر به نقد و ارزیابی نتایج یک مسئله حل شده یا یک مطالعه آماری هستند [۴]. با دقت در تعاریف ذکر شده در بیان مفهوم تفکر آماری، تمامی عناصر مطالعه وایلد و فنکوچ [۳۵] قابل مشاهده است. کپاران^{۳۰} [۱۷] نیز در سؤالات مصاحبه پژوهش خود تفکر آماری را به‌عنوان ضرورت برای یک شهروند، معادل سواد خواندن و نوشتن ارزیابی می‌کند. او شکل‌گیری آینده را منوط به وجود تفکر آماری می‌داند و کاربرد آن را در مثال‌هایی همچون آب‌وهوا، وضعیت کشاورزی برمی‌شمارد. او ضمن تأیید دیدگاه وایلد و فنکوچ [۳۵] اعتقاد دارد جوامع توسعه‌یافته بر اساس تفکر آماری عمل می‌کنند و در مطالعه خود بر دانش زمینه و تأثیر آن در حل مسائل آماری تأکید زیادی دارد. پس‌از این مطالعه، تنگ^{۳۱} [۳۴] در پژوهشی بر این نکته تأکید می‌کند که تحقیقات علمی از هر نوع باید با تفکر آماری هدایت شود. در طراحی و اجرای مطالعه، در کاوش منظم و نمایش روشن داده‌ها و برای جلوگیری از مشکلات آماری در تفسیر نتایج به تفکر آماری نیاز است. تفکر آماری به ارتباط داده‌های کمی در مسئله‌ای در دنیای واقعی و اغلب به حضور تنوع و عدم قطعیت مربوط است. او در بیان اهمیت داده‌ها معتقد است که شواهد، اغلب به شکل داده، اهمیت دارند و بدون داده، همه متخصص هستند. او اضافه می‌کند که تفکر آماری مستلزم آگاهی

²⁹Ben-Zvi and Garfield

³⁰Koparan

³¹Tong

³²Masjudin

[۳۵] دارند. همچنین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که دیدگاه این سند با دیدگاه مسجودین [۲۰] انطباق کامل دارد. گومز^{۳۸} نیز در مطالعه خود [۱۴] در سال ۲۰۲۲، با در نظر گرفتن تحقیق مسجودین [۲۰] دیدگاه محدودتری از تفکر آماری را در نظر گرفته است و فقط به فرآیندهای توصیف، سازمان‌دهی، نمایش، تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌پردازد.

۴ بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با بررسی دقیق ۲۲ مطالعه در حوزه تفکر آماری که از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۲۲ انجام شده، صورت گرفته است. پس از مطالعه و تحلیل پژوهش‌ها و تشخیص محورهای مشترک، نظرات نویسندگان به‌طور خلاصه بیان شد. اگر ارتباطی بین پژوهش‌ها برقرار بوده تبیین و تفسیر شده و پس از تحلیل هر محور سعی شده است نگاه محقق به موضوع نیز بیان شود. ارتباط پژوهش‌های موردنظر نیز با یکدیگر مشخص شده و تحلیل‌های آن بیان شده است. در مجموع می‌توان گفت پژوهشگران حوزه آمار، تعریف مفهوم تفکر آماری را با تعیین مؤلفه‌ها و عناصر آن معادل فرض نموده و در اغلب پژوهش‌ها با ذکر مؤلفه‌های آن، اقدام به تعریف آن نموده‌اند. به نظر می‌رسد اکثر پژوهش‌های این فراترکیب از مفهوم بیان شده در مقاله وایلد و فنکوچ [۳۵] بهره گرفته‌اند و در مفاهیم مربوطه نیز از آن استفاده نموده‌اند. طبق بررسی انجام شده ۸۰٪ از پژوهش‌هایی که بر تعاریف تفکر آماری تمرکز داشته‌اند یا به آن اشاره کرده‌اند به قبل از سال ۲۰۱۵ تعلق دارند، این نکته به این معنی است که در پژوهش‌های جدید محققان این حوزه از تعاریف تحقیقات قبلی و به‌خصوص دیدگاه فنکوچ و وایلد [۳۵] استفاده می‌کنند و کمتر سعی دارند آن را مجدداً بازتعریف نمایند.

با دقت در پژوهش‌های مرتبط به این حوزه و مجموعه مطالعات با روش تحقیق مورد استفاده، می‌توان عناصر و مؤلفه‌های تفکر آماری را چنین خلاصه کرد: تشخیص نیاز به داده، تسهیل درک و بازنمایی‌های عددی یا گرافیکی (فراشماری)، در نظر گرفتن تغییر و تغییرات مداوم، استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری، تلفیق آمار با زمینه. از میان این عناصر، عنصر تغییرات بیشترین توجه را به خود جلب کرده است و از همان پژوهش نخست که توسط اسنی نوشته شده تا آخرین پژوهش، بیشترین سهم را در بین مطالعات بررسی شده دارد. مؤلفه مهم

آماری ارائه داده‌اند. این سند یک چارچوب درسی را برای برنامه‌های آموزشی pre-K-12^{۳۳} ارائه می‌دهد که جهت دست‌یابی یادگیرندگان به سواد داده و سواد آماری در چهار بعد زیر طراحی شده است:

(۱) تدوین یک سؤال تحقیق آماری^{۳۴}: تدوین یک سؤال آماری با ویژگی‌های زیر در این قسمت مدنظر است: پیش‌بینی تغییر، مشخص بودن متغیرها، مشخص بودن جامعه یا نمونه موردنظر، روشن بودن سؤال از نظر اینکه آیا به توصیف داده‌ها نیاز دارد یا مقایسه متغیر در دو یا چند گروه باید صورت گیرد، ارتباط بین دو متغیر موردنظر سؤال هست یا خیر، همچنین سؤال باید هدفمند باشد.

(۲) جمع‌آوری یا در نظر گرفتن داده‌ها^{۳۵}: طرح‌های جمع‌آوری داده باید تغییر در داده‌ها را تأیید کنند. برخی از روش‌های مطالعه برای کاهش و تشخیص تغییر در داده‌ها مانند کنترل فرآیند آماری و نمونه‌گیری تصادفی استفاده می‌شود. پس از در دسترس بودن داده‌ها، چه از اول جمع‌آوری شده باشند یا از منبع دیگری به دست آمده باشند، باید مورد بررسی قرار بگیرند.

(۳) تحلیل داده‌ها^{۳۶}: هدف از تحلیل داده‌ها، درک تغییرات آن‌هاست. برای این قسمت از استدلال درباره توزیع‌ها، نمودارهای آماری و خلاصه‌سازی‌های عددی استفاده می‌شود.

(۴) تفسیر نتایج^{۳۷}: تفسیرهای آماری در صورت وجود تغییر صورت می‌گیرد و باید تغییر را در نظر گرفت. ممکن است تغییر از یک نمونه به نمونه دیگر وجود داشته باشد که در زمان تفسیر نتایج، باید این منابع تغییر در نظر گرفته شوند.

در این سند همچنین سه سطح A و B و C برای در نظر گرفتن سطوح آموزشی دانش‌آموزان معرفی شده است. سطح A سطح مقدماتی و ابتدایی آموزش آمار و متناسب با دوره ابتدایی است، سطح B سطح میانی و متناسب با دوره اول متوسطه (راهنمایی) است و سطح C نیز متناسب با دوره دوم متوسطه (دیبرستان) است. در جدول ۷ انطباق مؤلفه‌های تفکر آماری در مطالعه وایلد و فنکوچ [۳۵] با ابعاد چارچوب ارزیابی سواد آماری سند GAISE II [۱۰] و نیز با دیدگاه‌های بیان شده در این سند به‌طور خلاصه بررسی شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نویسندگان این سند نیز نظراتی مشابه با دیدگاه وایلد و فنکوچ^{۳۳} از مهدکودک تا پایه دوازدهم

³⁴ Formulate Statistical Investigative Questions

³⁵ Collect/Consider Data

³⁶ Analyze the Data

³⁷ Interpret the Results

³⁸ Gomez

بعدی در این پژوهش‌ها استدلال با استفاده از مدل‌های آماری است که به زمینه مسئله آماری، موضوعات مربوط به داده و نهایتاً فراشماری به از نظر میزان توجه پژوهشگران به خود، رتبه دوم را دارد. پس از آن توجه ترتیب بیشترین سهم را از آن خود نموده‌اند.

جدول ۰۷. انطباق دیدگاه وایلد و فنکوچ [۳۵] با چارچوب ارزیابی سواد آماری سند GAISE II [۱۰] و دیدگاه نویسندگان آن

دیدگاه وایلد و فنکوچ [۳۵]	چارچوب ارزیابی سواد آماری سند GAISE II [۱۰]	دیدگاه نویسندگان سند GAISE II [۱۰]
تشخیص نیاز به داده	جمع‌آوری یا در نظر گرفتن داده‌ها	داده‌ها برای بیان یک داستان استفاده می‌شوند. آمارگران جهان را از طریق داده‌ها می‌بینند و داده‌ها به‌عنوان مدل واقعیت عمل می‌کنند.
تسهیل درک و بازنمایی‌های عددی یا گرافیکی (فراشماری)	تحلیل داده‌ها	برداشت‌های سنتی از داده‌ها تغییر کرده است. داده‌ها دیگر صرفاً اعدادی نیستند که طبقه‌بندی شده باشند و در اکسل ذخیره شده باشند. امروزه، داده‌ها می‌توانند مجموعه‌هایی از تصاویر یا صداها، پویا، پیچیده، بسیار ساختاریافته (بدون ساختار) باشند.
در نظر گرفتن تغییرپذیری و تغییرات مداوم	جمع‌آوری یا در نظر گرفتن داده‌ها	نیاز به چنین رشته‌ی (آمار) از حضور همه‌جانبه تغییرپذیری ناشی می‌شود [۲۲]. تفکر آماری تا حد زیادی، باید با حضور همه‌جانبه تغییرپذیری در داده‌ها (به‌عنوان مثال، تغییرپذیری در یک گروه، تغییرپذیری بین گروه‌ها، تغییرپذیری نمونه به نمونه در مسائل آماری) سروکار داشته باشد.
استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری	تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج	این سند در حل همه مثال‌ها و نمونه‌های خود از مدل‌سازی آماری استفاده می‌کند.
تلفیق آمار با زمینه	تفسیر نتایج	حل مسئله آماری و تصمیم‌گیری به درک، تبیین و کمی‌سازی تغییرات داده‌ها به زمینه داده‌شده بستگی دارد. آمار به نوع دیگری از تفکر احتیاج دارد، زیرا داده‌ها صرفاً اعداد نیستند، بلکه اعدادی با زمینه هستند و در نظر گرفتن این زمینه در تحلیل داده‌های آماری ضروری است [۲۲].

همه یا بخشی از آن‌ها دچار نوعی سرسام و بی‌تصمیمی می‌شوند. عنصر تسهیل درک و بازنمایی‌های عددی و گرافیکی یا همان فراشماری که دارای کمترین سهم در پژوهش‌هاست به بازنمایی‌های مختلف داده‌ها اشاره دارد، موضوعی که به دلیل پیشرفت فناوری به‌مرور با تسهیل بیشتری انجام شده و نیاز به صرف انرژی کمتری داشته است. در حال حاضر به دلیل وجود نرم‌افزارهای مختلف، پژوهشگران قادرند اطلاعات خام را به انواع داده تبدیل کرده و از آن‌ها بهره ببرند. عنصر بعدی یعنی در نظر گرفتن تغییر و تغییرات مداوم، مهم‌ترین و موردتوجه‌ترین بخش از تفکر آماری است که تقریباً توجه تمامی پژوهشگران را به خود جلب نموده است. این مؤلفه به ناپایداری دائمی پدیده‌ها و جریان‌ات در همه امور پیرامون ما اشاره دارد. با افزایش منابع اطلاعاتی، تغییرات هم به‌ناچار افزایش خواهند یافت و در فرآیندهای پژوهشی مسائل آماری

موضوعات مربوط به داده، تشخیص نیاز به داده، جمع‌آوری و در نظر گرفتن داده‌ها باینکه نسبت به بقیه عناصر ابتدا کمتر موردتوجه بوده‌اند، ولی به‌مرور از توجه بیشتری برخوردار شده‌اند. به نظر می‌رسد یکی از علل مهم این امر، رشد شبکه‌های مجازی و اطلاعاتی در دنیای کنونی است، به‌ویژه در دوران پاندمی کرونا و پس از آن به دلیل استفادهٔ بیش‌ازحد از اینترنت، رشد عجیب آموزش‌های مجازی و وابستگی به اطلاعاتی که از طریق سایت‌های مرجع دربارهٔ این بیماری منتشر می‌شد، ما را با پدیدهٔ سرریز داده‌ها^{۳۹} مواجه کرد. این پدیده اشاره به حالتی دارد که در آن افراد در اثر مواجهه و بمباران شدن با حجم بیش‌ازحد اطلاعات دسته‌بندی نشده، نسبت به زمانی که در اختیار دارند یا قصد دارند صرف نمایند، دچار سردرگمی شده و در ناتوانی از تصمیم‌گیری میان دانستن و برخورداری از همه یا بخشی از آن معلومات و داده‌ها، یا صرف‌نظر از

³⁹Information overload

از مهم‌ترین جنبه‌ها خواهد بود. مؤلفه استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری نیز همانند تغییرات همواره مورد توجه بوده است. مدل‌های آماری شامل نمودارهای آماری نیز می‌شود که در اغلب مسائل به‌کار برده می‌شود. این توانایی لازمه تفکر آماری است و بدون مهارت لازم در استدلال آماری، فرد یک متفکر آماری به حساب نمی‌آید. عنصر آخر یعنی تلفیق آمار با زمینه یکی از تفاوت‌های تفکر در آمار با تفکر در ریاضی است، اینکه تفسیر نتایج یک مسئله همواره با توجه به زمینه اصلی آن و درک درستی از شرایط مسئله انجام شود از موضوعات مهم در آمار است. بدون در نظر گرفتن زمینه در آمار، تفسیر دقیق و علمی از نتایج ممکن نیست. با توجه به مطالعات عناصر و مؤلفه‌های تفکر آماری به شرح زیر است:

۱- داده محور بودن: توجه به داده‌ها، تشخیص نیاز به داده‌ها، جمع‌آوری و در نظر گرفتن داده‌ها، روش‌های استخراج داده‌های مفید و ضروری از داده‌های غیرضروری، بازنمایی‌های مختلف داده‌ها و نیز روش‌های تبدیل آن‌ها به یکدیگر متناسب با پژوهش مورد نظر.

۲- تغییرپذیری: در نظر داشتن تغییرات دائمی و مداوم در همه پدیده‌ها.

۳- استنباط آماری: توجه به انواع نمونه‌گیری متناسب با مسئله آماری، استدلال و استنباط با استفاده از مدل‌های آماری شامل استفاده از نمودارهای آماری، نحوه استنباط آماری و تعمیم نتایج از نمونه به جامعه.

۴- تحلیل زمینه آماری: تفسیر نتایج با توجه به شرایط واقعی مسئله آماری و تأثیر زمینه در آن.

مؤلفه‌های معرفی شده از سوی محققان این پژوهش، با در نظر گرفتن محتوای تمامی مطالعات و با تفسیری جامع و مانع بیان شده‌اند. با بررسی این مؤلفه‌ها به نظر می‌رسد فردی با تفکر آماری مطلوب و منطبق با چنین عناصری، دارای توانایی طراحی و اجرای یک پژوهش آماری خواهد شد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت مجموعه فوق، عناصر

پیوست ۱:

- (۱) قالب پژوهش مورد نظر چیست؟ (مقاله پژوهشی، کنفرانسی، کتاب، سند برنامه درسی، رساله دکتری)
- (۲) دوره زمانی پژوهش بررسی شده چه تاریخی است؟
- (۳) نویسندگان مطالعات مورد نظر چه کسانی هستند؟ حوزه فعالیت آن‌ها چیست؟
- (۴) توزیع جغرافیایی پژوهش‌ها به چه صورت است؟
- (۵) روش تحقیق پژوهش‌ها چیست؟ کیفی، کمی یا آمیخته.
- (۶) نمونه‌های مورد بررسی به چه میزان بوده است؟
- (۷) محورهای پژوهش‌ها روی چه موضوعاتی متمرکز بوده است؟
- (۸) رویکرد پژوهش‌ها به چه صورت بوده است؟
- (۹) آیا پژوهش به مدل یا چارچوبی منجر شده است؟
- (۱۰) آیا مدل یا چارچوب پژوهش در آن یا پژوهش دیگری به‌کاررفته است؟
- (۱۱) نتیجه کلی پژوهش چیست؟

مراجع

- [۱] آزادی، ن. (۱۴۰۱). ارزیابی تفکر آماری دانشجویان کارشناسی رشته آموزش ریاضی در مبحث سواد نموداری بر اساس چارچوب وایلد و فنکوچ. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- [۲] شفیع، س؛ و زارع، ا. (۱۳۹۸). روش‌شناسی فراتحلیل در علم اطلاعات و دانش‌شناسی. مطالعات کتابداری و علم اطلاعات.

- [3] Authority, Q. S. (2003). *Queensland Studies Authority*. QSA.
- [4] Ben-Zvi, D., & Garfield, J. B. (Eds.). (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 3-16). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [5] Bergdahl, E. (2019). Is Meta-Synthesis Turning Rich Descriptions into Thin Reductions? A Criticism of Meta-Aggregation as a Form of Qualitative Synthesis. *Nursing Inquiry*, **26(1)**.
- [6] Burgess, T. (2008). Teacher Knowledge for Teaching Statistics Through Investigations. *Joint ICMI/IASE*.
- [7] Burgess, T. (2009). Teacher Knowledge and Statistics: What Types of Knowledge Are Used in the Primary Classroom?. *The Mathematics Enthusiast*, **6(1)**, 3-24.
- [8] Chance, B. L. (2002). Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment. *Journal of Statistics Education*, **10(3)**.
- [9] Curriculum Corporation (2006). *National Statements of Learning for Mathematics*. Melbourne.
- [10] Franklin, C. (2020). Pre-K–12 Quidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II). *National Council of Teachers of Mathematics(NCTM)*.
- [11] Fitzallen, N., Watson, J., and English, L. (2015). Assessing Statistical Inquiry. In *The 39th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, **2**, 305-312.
- [12] Garfield, J., Le, L., Zieffler, A., and Ben-Zvi, D. (2014). Developing Students' Reasoning about Samples and Sampling Variability as a Path to Expert Statistical Thinking. *Educational Studies in Mathematics*, **88**, 327-342.
- [13] Garwood, J. D., McKenna, J. W., Roberts, G. J., Ciullo, S., & Shin, M. (2021). Social Studies Content Knowledge Interventions for Students with Emotional and Behavioral Disorders: A Meta-Analysis. *Behavior Modification*, **45(1)**, 147-176.
- [14] Gómez-Blancarte, A. L., and Chávez Aguilar, R. D. (2022). The Intersection of Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking. *11th International Conference on. Rosario, Argentina*.
- [15] Gu, Y. (2021). Eliciting and Deciphering Mathematics Teachers' Knowledge in Statistical Thinking, Statistical Teaching, and Statistical Technology. *Ph.D. thesis, Columbia University*.
- [16] Häusler, N., Haba-Rubio, J., Heinzer, R., and Marques-Vidal, P. (2019). Association of Napping with Incident Cardiovascular Events in a Prospective Cohort Study. *Heart*, **105(23)**, 1793-1798.
- [17] Koparan T. (2015). Difficulties in Learning and Teaching Statistics: Teacher Views. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **46(1)**, 94-104.
- [18] MacGillivray, H., and Pereira-Mendoza, L. (2011). Teaching Statistical Thinking Through Investigative Projects. In: Batanero, C., Burrill, G., Reading, C. (eds) *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education*. New ICMI Study Series, vol 14. Springer, Dordrecht.
- [19] Mallows, C. (1998). The Zeroth Problem. *The American Statistician*, **52(1)**, 1-9.
- [20] Masjudin, M., Muzaki, A., Abidin, Z., and Ariyanti, I. A. P. (2020). Analysis of Student's Statistical Thinking Ability in Understanding the Statistical Data. In *Journal of Physics: Conference Series*, **1521(3)**, p. 032063.

- [21] Masykar, N. T. (2019). *Exploring 8th Grade Students' Statistical Competency Through the Investigation Enquiry Cycle*. National Taiwan Normal University (Taiwan).
- [22] Moore, D. S. (1997). New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. *International Statistical Review*, **65(2)**, 123-137.
- [23] National Council of Teachers of Mathematics, Inc., Reston, Va. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- [24] Patterson, B.L. (2003). *Meta-study of Qualitative Health Research: A Practical Guide to Meta-Analysis and Meta-Synthesis*, Sage.
- [25] Pfannkuch, M., and Wild, C. J. (2000). Statistical Thinking and Statistical Practice: Themes Gleaned from Professional Statisticians. *Statistical Science*, **15(2)**, 132-152.
- [26] Pfannkuch, M., and Wild, C. (2004). Towards an Understanding of Statistical Thinking. In: Ben-Zvi, D., Garfield, J. (eds) *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Springer, Dordrecht., 17-46.
- [27] Sandelowski, M., and Barroso, J. (2007). *Handbook for Synthesizing Qualitative Research*. Springer.
- [28] Sandelowski, M. (2008). Reading, Writing and Systematic Review. *Journal of Advanced Nursing*, **64(1)**, 104-110.
- [29] Săvoiu, G. (2008). The Scientific Way of Thinking in Statistics, Statistical Physics and Quantum Mechanics. *Romanian Statistical Review*, 13-23.
- [30] Scranton, M. A. (2013). *Examining Middle School Students' Statistical Thinking While Working in a Technological Environment*. Illinois State University: Research and eData.
- [31] Shin, D. (2021). Preservice Mathematics Teachers' Selective Attention and Professional Knowledge-Based Reasoning about Students' Statistical Thinking. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **19(5)**, 1037-1055.
- [32] Snee, R. D. (1990). Statistical Thinking and Its Contribution to Total Quality. *The American Statistician*, **44(2)**, 116-121.
- [33] Sorto, M. A. (2006). Identifying Content Knowledge for Teaching Statistics. In *Working Cooperatively in Statistics Education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics, Salvador, Brazil. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.*
- [34] Tong, C. (2019). Statistical Inference Enables Bad Science; Statistical Thinking Enables Good Science. *The American Statistician*, **73(1)**, 246-261.
- [35] Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, **67(3)**, 223-248.
- [36] Woodard, V., Lee, H., and Woodard, R. (2020). Writing Assignments to Assess Statistical Thinking. *Journal of Statistics Education*, **28(1)**, 32-44.

Metasynthesis in Definitions and Components of Statistical Thinking

Anahita Komeijani, Ebrahim Reihani, Zahra Rahimi, Ehsan Bahrami Samani

Abstract:

The importance of statistics and its education in today's world, full of information and data, is not hidden from anyone. Statistical thinking is the main core of correctly understanding statistical concepts, data analysis, and interpretation of phenomena. With the aim of achieving a comprehensive definition of statistical thinking and determining its elements, the present research has studied research conducted over the last thirty years. This descriptive research has been carried out using a qualitative meta-composite method to provide insight into the totality of existing studies. Based on the entry criteria, 123 research studies were identified between 1990 and 2022, and finally, after screening, 22 studies were selected for detailed review and analysis. According to the present meta-composite findings, the elements of statistical thinking are: 1) Being data-oriented: paying attention to data, identifying the need for data, collecting and considering data, different representations of data, and methods of converting them to each other. 2) Variability: Considering permanent changes in all phenomena. 3) Statistical inference: paying attention to the types of sampling, reasoning, and inference using statistical models, including the use of statistical charts and generalizing the results from the sample to the population. 4) Analysis of the statistical context: combining the statistical problem and context.

Keywords: Statistical thinking, Statistical Literacy, Statistical Reasoning, Statistics Education, Metasynthesis.