



## شناسایی شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه: فراترکیب مطالعات پیشین

هدایت صمدی انصاری

دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

سید محمد رضا رضوی (مسئول مکاتبات)

استادیار گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.  
mrazzavi@yahoo.com

پریوش جعفری

دانشیار گروه مدیریت آموزشی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱-۱۲-۰۷

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱-۱۰-۲۲

### چکیده

یادگیری فناورانه به عنوان شیوه‌ای برای ارتقاء توانمندی‌های فناورانه، به ویژه در دهه‌های اخیر مورد توجه محققان بوده است. یکی از موضوعات مهم در یادگیری فناورانه، سنجش ابعاد مختلف این یادگیری است. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد علی‌رغم تاکید بر اهمیت تعیین شاخص‌هایی برای سنجش یادگیری فناورانه، چارچوب یکپارچه‌ای ارائه نشده و اغلب مطالعات بر تاثیر یادگیری فناورانه بر حوزه‌های خاص تاکید دارند. این تحقیق با بررسی منابع مختلف و استفاده از روش فراترکیب، به دنبال تبیین چارچوبی برای سنجش سبک‌های یادگیری فناورانه و ارائه یک دسته‌بندی مشخص از آنها است. برای نیل به این هدف، مقالات منتشر شده در مجلات علمی معتبر طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۱ بررسی شده و با ترکیب یافته‌ها به شیوه‌ای نظام‌مند، تلاش شد چارچوبی کامل‌تر برای سنجش ابعاد مختلف یادگیری فناورانه ارائه شود. معرفی شاخص‌های سنجش یادگیری مبتنی بر علم، شاخص‌های سنجش یادگیری مبتنی بر تجربه، تفکیک و ارائه شاخص‌های سنجش نوآوری‌های ناشی از این یادگیری‌ها و دسته‌بندی آنها به سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته؛ از جمله مهم‌ترین نتایج این تحقیق می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** یادگیری فناورانه، یادگیری علم محور، یادگیری تجربه محور، فراترکیب، سبک‌های نوآوری

مقدمه و بیان مسئله

کنندگان، رقبا، دانشگاه ها، موسسات فناوری و نهادها و ... می‌پردازد تا ضمن یادگیری از آنان، ظرفیت های تغییر و نوآوری را در بنگاه افزایش دهد (Lundvall, 1992, 102-104; Wieczorek & et al, 2009, 1-44; Malerba & Nelson, 2011, 1645-1675؛ نریمانی و حسینی، ۱۳۹۸، ۷۰-۵۹).

گسترده‌گی پژوهش‌ها موجب شد تا محققان فراوانی سعی در قالب‌سازی و گونه‌بندی این مطالعات داشته و در ادبیات موضوع نیز یادگیری (و نوآوری) از ابعاد و جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گیرد. این تلاش‌ها نشان داد که برخی از محققان یادگیری را نتیجه فعالیت‌های علمی و تحقیق و توسعه دانسته‌اند و برخی نیز آن را ناشی از روابط استفاده‌کننده - تولیدکننده، تولیدکننده - تامین‌کننده و به طور خلاصه، تعاملات با عوامل بیرون از بنگاه، می‌دانند. Jensen & et al, 2007, 155 ابعاد مختلف یادگیری را به طور سیستماتیک در قالب دو شیوه متمایز طبقه‌بندی کردند. در شیوه‌ی اول که سبک "پژوهش بنیاد" (STI) شناخته می‌شود، آنچه به یادگیری و نوآوری منجر می‌گردد، دانش مدون (دانش صریح) و فرایندهای رسمی یادگیری می‌باشند که نیازمند سرمایه‌گذاری در علم و فناوری است (Lundvall, 2010, 18; González-Pernía & et Thomä, 2017, 1327-1329; al, 2015, 475-492; Alhusen, 2020, 1, 1339). این سبک اغلب بر تولید دانش پیشرفته و خلق صنایع‌های تک‌تک تاکید نموده و بر اصول طبیعی حاکم بر طبیعت و تحلیل سازوکارهای آن اهتمام دارد (Thomä & Zimmermann, 2019, 1). Mathew & Pail, 2020, 435-458؛ قاضی‌نوری و مهاجر، ۱۳۹۸، ۴۵۴-۴۳۹؛ محمدی و دیگران، ۱۳۹۶، ۵۳-۶۸).

در شیوه‌ی دوم که سبک "تجربه بنیاد" (DUI2) شناخته می‌شود، دانش ضمنی کانون توجه بوده و یادگیری از

یادگیری فناورانه ایجاد و تجمیع توانمندی‌های فناورانه به منظور خلق فناوری‌های جدید، پاسخ به تغییرات و به شکل کلی، نوآوری و ایجاد ارزش افزوده بالاتر است (Kim, 1999, 111-113). با توجه به نقش مهم فناوری در توسعه اقتصادی کشورها، ادبیات یادگیری فناورانه جایگاه ویژه‌ای در مطالعات اقتصادی داشته و مکاتب اقتصادی از زوایای متفاوتی به این موضوع پرداخته‌اند. این مکاتب به دلیل تفاوت در مفروضات بنیادی، رویکردها و چارچوب‌های تحلیلی متفاوتی را نسبت به ابعاد مختلف یادگیری فناورانه بکار می‌گیرند (نریمانی و حسینی، ۱۳۹۸، ۵۹-۷۰). در مکتب نئوکلاسیک یادگیری فناورانه اغلب از منظر تاثیر بر بهره‌وری در نظر گرفته می‌شود، عاملی که در طول زمان، نه تنها منجر به کاهش هزینه‌های تولید می‌شود بلکه شیوه‌های اقتصادی‌تر تولید را نیز به همراه می‌آورد (Dosi & et al, 2017, 1873-1886). در این رویکرد بنگاه‌ها همزمان با انجام تولید یاد می‌گیرند که چگونه کارها را سریع‌تر و با کیفیت بالاتر انجام دهند و یا اینکه چه فرایندهای جایگزینی را می‌توانند برای رفع مشکلات تولید بکار گیرند. (Jamasp & Kohler, 2007, 1-22; Glock & et al, 2019). لذا در رویکرد نئوکلاسیک تاکید بر یادگیری عملی ناشی از تجربه تولید می‌باشد.

مکتب تکاملی نگاه ویژه‌ای به دانش و یادگیری دارد. لوندوال دانش را مهمترین منبع استراتژیک و یادگیری آن را مهمترین فرایند در اقتصادهای پیشرفته می‌داند. از آنجا که دانش از منابع متعددی ایجاد می‌شود، یادگیری آن نیز سازوکارهای متفاوتی دارد. در این رویکرد بنگاه با نگاه همزمان به داخل (ایجاد دانش از طریق تحقیق و توسعه و یادگیری عملی از فعالیت های جاری نظیر تولید) و به تعامل با عاملین خارج از بنگاه نظیر مشتریان، تامین

2 - DUI: Learning by Doing, Learning by Using, Learning by Interacting

1 - STI: Scientific and Technologically based Innovation

همانگونه که بیان شد، مطالعات مختلف سعی در توسعه مفاهیم، تبیین سبک‌ها، کاربرد آنها در صنایع مختلف و ارائه شاخص‌هایی برای سنجش یادگیری فناورانه داشته‌اند که از هریک، نتایج بعضاً مشابه و یا مختلفی در خصوص شاخص‌هایی برای سنجش یک یا دو سبک یادگیری فناورانه قابل برداشت است. هرچند این مطالعات در بسط و توسعه مفاهیم یادگیری فناورانه موثر بوده است، اما یک چارچوبی که بتواند شاخص‌های ارائه شده را به شیوه‌ای علمی دسته‌بندی نموده و شاخص‌هایی برای سنجش یادگیری فناورانه در ابعاد مختلف آن ارائه نماید، مشاهده نمی‌شود. این تحقیق تلاش نموده با بررسی منابع کتابخانه‌ای و مرور ادبیات موضوع، با استفاده از روش فراترکیب شاخص‌هایی برای یادگیری فناورانه گردآوری، شناسایی و سطح‌بندی نماید و چارچوبی متفاوت و یکپارچه برای سنجش یادگیری فناورانه ارائه نماید.

در ادامه این تحقیق، در بخش دوم به مبانی نظری پژوهش پرداخته می‌شود. این بخش به بیان تعاریف، مبانی نظری موجود و مختصری از سیر تاریخی مباحث مربوط به یادگیری فناورانه اختصاص دارد. در بخش سوم به بررسی پیشینه پژوهش و مطالعات مرتبط با موضوع، پرداخته می‌شود. بخش چهارم، روش تحقیق استفاده شده در این پژوهش را معرفی می‌کند. در بخش پنجم یافته‌های تحقیق بیان می‌شوند و در بخش ششم، به نتیجه‌گیری و ارائه نتایج تحقیق پرداخته می‌شود.

### پیشینه پژوهش

همانگونه که اشاره شد، بر پایه تحقیقات جنسن و همکاران مطالعات نسبتاً فراوانی بر روی یادگیری فناورانه در قالب موضوعات مختلف در سطح شرکت‌ها به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم انجام شده که برخی از آنها منتج به معرفی شاخص‌هایی جدید برای سنجش یادگیری فناورانه شده و از نتایج برخی دیگر نیز می‌توان ایده‌هایی برای شناسایی شاخص‌های جدید برداشت نمود. در ادامه بخشی از این

فعالیت‌های روزمره و تعاملات با محیط خارجی نشأت می‌گیرد و غیر از دانش رسمی، انواع روش‌های غیررسمی یادگیری، اکتساب و تبادل دانش نیز اهمیت دارند. (Apanasovich, 2016, Lundvall, 2010, 18)؛ (720-737). یادگیری DUI، از تجربیات اجرایی، تعامل بازیگران و روابط بین آنها به دانش چگونگی (تبحر در انجام کار) و چه کسی (چه کسی چه می‌داند و چه کسی می‌داند چگونه چه کاری را انجام دهد) می‌انجامد (Guo & et al, 2010, 265-; Lundvall, 2006, 1 273; Doloreux & et al, 890-909).

دسته‌بندی نظام‌مند سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه، باعث بسط مطالعات در جهت توسعه سایر موضوعات مرتبط با یادگیری فناورانه گردید. یکی از موضوعاتی که محققان نسبتاً زیادی بر آن تمرکز نموده‌اند، ارائه شاخص‌هایی برای سنجش سبک‌های مختلف یادگیری بوده است. محققان مختلفی سعی در شناسایی و ارائه شاخص‌هایی برای سنجش سبک‌های یادگیری مبتنی بر علم و مبتنی بر تجربه داشته‌اند. بخشی از این مطالعات بر ارائه شاخص‌هایی برای هر دو سبک یادگیری متمرکز هستند از این دسته می‌توان به مطالعات Jensen & et al, 2007, 155-492; González-Pernía & et al, 2015, 475-1976-2000; Apanasovich & et al, 2017, 1976-2000, 492 و Figueiredo & et al, 2020, 1 اشاره نمود. دسته‌ای دیگر از مطالعات بر ارائه شاخص‌هایی برای سنجش سبک یادگیری تجربه محور تمرکز دارند. این دسته از محققان بر این باورند که شاخص‌های مناسبی برای سنجش یادگیری مبتنی بر علم وجود دارد لکن در حوزه یادگیری مبتنی بر تجربه این مطالعات نیاز به توسعه دارند. از این دسته می‌توان به مطالعات Alhusen & et al, 2021, 346-368; Parrilli & Radicic, 2021, 1476-1486; Haus-Reve & et al, 2019, 1476-1486 و Apanasovich & et al, 2016, 30-40 اشاره نمود.

شرکت‌ها به پیشروهای جهانی تبدیل می‌شوند و برخی به پیروان سریع. Malerba & Lee, 2021, 986-1010 با یک دیدگاه تکاملی فرایند هم‌پایی را بررسی و تاثیر یادگیری فناورانه بر این فرایند را تشریح کرده‌اند. آنها نشان دادند شیوه‌های مختلف رسیدن به پیشروها توسط شرکت‌های دیرآمده بر یادگیری و ایجاد توانمندی‌های فناورانه و همچنین تعامل با نظام‌های نوآوری در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و بخشی استوار است. این تحقیق با تحلیل جایگاه ویژه‌ی یادگیری فناورانه نشان داد که شرکت‌ها برای رسیدن به پیشروها از چند روش متداول استفاده می‌کنند: جهش به بخش خدمات با چرخه عمر کوتاه، خلق ارزش افزوده بیشتر در بخش‌های مبتنی بر منابع و ترکیب خدمات و تولید با استفاده از فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم. در همه‌ی این شیوه‌ها یادگیری فناورانه جایگاه ویژه‌ای دارد. Figueiredo & et al, 2021, 105 جنبه‌های مختلف عملکرد نوآوری در شرکت‌های صنایع فرایندی دیرآمده را مطالعه کرده‌اند. این تحقیق نشان داد که با توسعه یادگیری فناورانه اغلب شرکت‌ها توانستند از توانمندی تولید به سطح نوآوری پایه و متوسط دست یابند اما شرکت‌هایی کمتری از سطح متوسط به سطح پیشرفته دست یافته‌اند. در ادامه نیز شرکت‌های معدودی از سطح پیشرفته به سطح نوآوری جهانی (رهبری) حرکت کرده‌اند. ترکیبی از کسب دانش خارجی در کنار ایجاد، اشتراک، ادغام و مستندسازی دانش در شرکت‌ها بر انباشت توانمندی‌های یادگیری فناورانه شرکت‌ها و تعالی آنها در مسیر نوآوری جهانی تاثیرگذار بوده است. همچنین توسعه فعالیت‌های نوآورانه تحقیق و توسعه محور و غیر تحقیق و توسعه محور، متکی بر ارتقاء سطوح توانایی‌های یادگیری فناورانه انباشته شده در شرکت‌ها است. شرکت‌هایی که توانمندی‌های نوآوری بالاتری را انباشته می‌کنند مولدتر بوده و در بازارهای جهانی و صادرات موفق‌ترند. Hervas-Oliver & et al, 2021, 173 و سبک‌های نوآوری در کشورهای اروپایی در حال رسیدن به پیشروها (جنوبی، شرقی و مرکزی) را با کشورهای

مطالعات که مستقیماً به شاخص‌های برای سنجش یادگیری فناورانه اشاره داشته‌اند و یا از نتایج آنها برای ارائه شاخص‌های جدید استفاده شده است، به تفکیک موضوع آورده می‌شود.

الف) بخشی از این مطالعات بر موضوع رسیدن به پیشروها<sup>۱</sup> (هم‌پایی یا فرارسی) متمرکز است. Malerba & Nelson, 2011, 1645-1675 به تاثیر یادگیری فناورانه بر فرایند رسیدن به پیشروها پرداخته‌اند. این تحقیق مشخص نمود عوامل اثرگذار بر هم‌پایی در صنایع مختلف به دو بخش قابل تفکیک است: اول، بخش‌های مشترک شامل توسعه توانمندی‌ها، توسعه یادگیری برای افزایش دانش، وجود نیروی کار ماهر و سرمایه‌گذاری مناسب بخش خصوصی و دولت در زیر ساخت‌ها و تجهیزات و دوم، بخش‌های تخصصی شامل اندازه شرکت، تحقیقات دانشگاهی و تامین کنندگان در یادگیری فناورانه. Viotti, 2015, 1 "نظام‌های یادگیری فناورانه" را به منظور درک ویژگی‌های اصلی فرایندهای توسعه فناوری دیرآمدگان<sup>۲</sup> مورد مطالعه قرار داد. وی نشان داد کشورهای دیرآمده عمدتاً با تقلید به رقابت می‌پردازند تا با نوآوری، لذا شیوه یادگیری فناورانه در آنها با کشورهای پیشرو تفاوت‌هایی دارد. این کشورها بر نیروی کار ارزان، حمایت دولتی یا استفاده مفرط از منابع طبیعی به عنوان راهی برای جبران بهره‌وری نسبتاً پایین تکیه می‌کنند و مکانیزم‌های یادگیری فناورانه آنها نیز بر توسعه این بخش‌ها متمرکز است. Figueiredo & Cohen, 2019, 1694-1713 به بررسی چگونگی استفاده از پنجره‌های فرصت در حال تغییر، توسط شرکت‌ها در ورود زودهنگام به فرایند هم‌پایی از منظر یادگیری فناورانه پرداخته‌اند. این تحقیق بیان می‌کند توسعه ظرفیت جذب به عنوان یکی از ارکان توسعه یادگیری فناورانه، به هر حال منجر به بهبود جایگاه رقابتی بین‌المللی شرکت‌ها می‌شود که برای شرکت‌های حتی همسان، ناهمگن است. برخی از

DUI را ترکیب می‌کنند، نسبت به شرکت‌هایی که تنها به سبک STI یا DUI به تنهایی تکیه می‌کنند، احتمال بیشتری برای نوآوری در محصول دارند. -Thoma, 2017, 1327-1339 سبک یادگیری DUI را در شرکت‌های آلمانی به منظور ایجاد درکی بهتر از سبک‌های یادگیری غیر رسمی مبتنی بر انجام تولید، استفاده و تعامل مورد مطالعه قرار داده است. این مطالعه نشان داد که یادگیری به سبک DUI چه به صورت منفرد و چه به صورت ترکیب با سبک رسمی مبتنی بر علم (STI) برای نوآوری مهم است. شدت یادگیری مبتنی بر تجربه در شرکت‌های کوچک بیشتر از شرکت‌های بزرگ است و بالعکس شدت یادگیری مبتنی بر علم در شرکت‌های بزرگ بیشتر است. Apanasovich & et al, 2017, 1976-2000 به بررسی نقش انواع یادگیری فناورانه در نوآوری شرکت‌های کوچک، متوسط و بزرگ پرداخته‌اند. آنها ضمن ارائه یک سبک جدید از یادگیری فناورانه با عنوان تحقیق، فناوری و منابع انسانی (RTH) بیان داشتند که در اقتصادهای در حال گذر، این سبک نوآوری به دلیل تمرکز بر سرمایه انسانی و فناوری، احتمالاً این سبک یادگیری و نوآوری کارا تر خواهد بود. Thomä & Zimmermann, 2019, 1 انواع شیوه‌های یادگیری را در شرکت‌های کوچک و متوسط بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد سه گروه مرتبط با شیوه‌های مختلف یادگیری و نوآوری در شرکت‌های کوچک و متوسط کشور آلمان وجود دارد: گروه DUI وابسته به تأمین‌کننده، گروه DUI مشتری‌محور و گروه STI/DUI. Dorjsuren, 2019, 1 تاثیر سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه بر نوآوری‌های فناورانه (محصول و فرایند) و غیرفناورانه (سازمانی و بازار) را بررسی کرده است. این تحقیق نشان داد سبک نوآوری (یادگیری) موثر در نوآوری محصول از DUI به سبک ترکیبی DUI و STI تغییر کرده است لکن نوآوری در فرایند، سبک ترکیبی DUI و STI را حفظ کرده است. Figueiredo & et al, 2020, 1 نقش یادگیری فناورانه در ایجاد توانمندی‌های نوآوری در سطح شرکت‌های یک هلدینگ چند ملیتی را مطالعه کرده‌اند. نتایج این مطالعه

اروپایی پیشرفته مقایسه و به بررسی تفاوت‌های آنها پرداخته‌اند. این تحقیق نشان داد کشورهای در حال رسیدن به پیشروها نوآوری‌های فرایندی را از طریق یادگیری فناورانه و همکاری‌های موثر DUI به دست می‌آورند اما در سبک STI بازده کمتری نسبت کشورهای پیشرو دارند.

(ب) از آنجاییکه موضوع یادگیری فناورانه و تفکیک آن به سبک‌های مختلف در ادبیات موضوع تازگی داشته است، بخشی دیگر از مطالعات یادگیری فناورانه بر تفاوت و تمایز شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه متمرکز هستند. Aslesen & et al, 2012, 389-405 چالش‌های مختلف جهانی شدن برای شرکت‌ها را از منظر تفاوت در شیوه‌های مختلف یادگیری فناورانه، بررسی کرده‌اند. این تحقیق ضمن ارائه سطوح مختلفی از دو سبک یادگیری فناورانه بیان می‌کند که شرکت‌هایی که بر اساس سبک یادگیری DUI کاربردی فعالیت می‌کنند در رقابت شدید با کشورهای کم هزینه (کشورهایی که هزینه‌های تولید در آنها پایین‌تر است) در رقابت جهانی شانس چندانی برای موفقیت ندارند. در مقابل شرکت‌هایی که بر اساس سبک یادگیری DUI فناورانه فعالیت می‌کنند، به دلیل شکل‌گیری یک پایگاه فناوری منطقه‌ای قوی که بر پایه‌ی همکاری گسترده و استراتژی نوآوری ترکیبی ایجاد می‌شود، در سطح جهانی قادر به رقابت خواهند بود. شرکت‌هایی که بر STI متمرکز هستند اغلب شرکت‌های بین‌المللی یا ملی در کشورهای پیشرو (هزینه بالا) هستند که چنانچه نتوانند در سطح جهانی به رقابت کنند، احتمال انتقال کسب و کار به کشور دیگری (با هزینه‌های کمتر) آنها را تهدید می‌کند. Apanasovich, 2016, 720-737 با یک تحلیل مقایسه‌ای از مطالعات گذشته در مورد سبک‌های نوآوری و یادگیری فناورانه، عملکرد نوآوری شرکت‌های مختلف را بررسی کرده است. این تحقیق که به مطالعه سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه در شرکت‌هایی از کشورهای دانمارک، نروژ، سوئد، پرتغال، کانادا، چین و بلاروس پرداخته است، نشان داد که شرکت‌هایی که سبک‌های یادگیری STI و

نشان داد راهبردهای پیاده‌سازی یادگیری تعاملی در خلال مکانیزم‌های یادگیری STI و DUI منجر به ایجاد و توسعه مکانیزم‌های یادگیری و به دنبال آن توسعه توانمندی‌های فناورانه از سطح تولید تا سطوح پیشرفته‌تر (مانند تحقیق و توسعه کاربردی) در شرکت‌های تابعه خواهد شد. Parrilli & Radicic, 2021, 346-368 سبک‌های نوآوری (یادگیری فناورانه) را در طیفی از شرکت‌های کوچک تا بزرگ اروپایی و آمریکایی بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد شرکت‌های کوچک و متوسط تمام محرک‌های نوآوری و حالت‌های مرتبط با یادگیری فناورانه را به‌طور مؤثر بکار می‌گیرند در حالیکه شرکت‌های بزرگ بیشتر بر توانمندی‌های داخلی خود در نوآوری تاکید دارند.

بخشی دیگر از مطالعات، به بررسی عوامل مؤثر بر یادگیری فناورانه پرداخته‌اند. Kocoglu & et al, 2012, 842-852 تاثیر توانمندی‌های یادگیری تعاملی، تحقیق و توسعه و ساخت بر یادگیری فناورانه و نوآوری را بررسی کرده‌اند. آنها نشان دادند که توسعه این توانمندی‌ها ضمن ارتقاء یادگیری فناورانه، نوآوری شرکت‌ها در طراحی مجدد محصولات، ارائه خدمات سفارشی سازی شده، ارائه محصولات جدید و حضور در بازارهای جدید را افزایش می‌دهند. Fitjar & Rodríguez-Pose, 2013, 128-138 تاثیر همکاری‌های بین شرکتی را بر نوآوری‌های محصول و فرایند بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد تعامل با عوامل خارجی، منبع مهمی از نوآوری در هر دو حالت STI و DUI است. همچنین تعاملات DUI خارج از زنجیره تامین (تعامل با رقبا) نه تنها تاثیری بر رشد نوآوری‌های شرکت ندارند بلکه تعاملات اثرات منفی بر توان نوآوری شرکت خواهند داشت. همکاری با عوامل فرامنطقه‌ای بر نوآوری به ویژه در حالت DUI، به طور مثبت تاثیرگذار خواهد بود. Isaksen & Nilsson, 2013, 1919-1936 تاثیر انواع سیاست‌های نوآوری (سیاست محرک عرضه، سیاست محرک تقاضا) را بر دو حالت نوآوری (یادگیری فناورانه) STI و DUI در سیستم‌های

نوآوری منطقه ای بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد افزایش ظرفیت اجرایی‌سازی فعالیت‌های STI به عنوان مثال از طریق افزایش شایستگی‌های بازار و فرایند متمرکز شد. Asheim & et al, 2017 در قالب استراتژی‌های محرک نوآوری (یادگیری فناورانه) به تحلیل تاثیر عوامل مختلف بر نوآوری شرکت‌هایی از منطقه اسکاندیناوی پرداخته است. این تحقیق با بیان انواع استراتژی‌های هوشمندسازی، نشان می‌دهد ایجاد ظرفیت جذب مبتنی بر یادگیری DUI و توسعه دانش تخصصی و غیر تخصصی، محرک‌هایی برای نوآوری شرکت‌ها خواهند بود. Figueiredo, 2017, 416-431 به بررسی تفاوت شرکت‌ها در مسیرهای انباشت توانمندی‌های فناورانه در تعامل با سازمان‌های خارجی و تاثیر آن بر نوآوری‌های شرکت پرداخته است. این مطالعه نشان داد که اجرای نوآوری‌های جاه‌طلبانه و گسترده به توانمندی‌های یادگیری متنوع داخلی و خارجی بستگی دارد و شرکت‌هایی با توانمندی‌های فناورانه بیشتر و درجه باز بودن بالاتر، نوآوری‌های بلندپروازانه‌ی بیشتری انجام می‌دهند. Haus-Reve & et al, 2019, 1476-1486 تاثیر تعاملات علمی و تعامل در زنجیره تامین بر نوآوری شرکت‌ها را بررسی کرده‌اند. این مطالعه نشان داد هرچند همکاری‌های علمی و همکاری در زنجیره تامین به صورت جداگانه شانس نوآوری در سطح شرکت را بهبود می‌بخشند، یک ارتباط منفی قابل توجه بین آنها وجود دارد. این بدان معناست که همکاری علمی و همکاری در زنجیره تامین، برخلاف آنچه که برجسته شده است، جایگزین هم هستند تا مکمل هم باشند. Alhusen & et al, 2021, 1 تحقیقی ضمن بسط مفاهیم مرتب با یادگیری DUI، شاخص‌های جدیدی را برای سنجش این سبک یادگیری، ارائه کرده است. نتایج این مطالعه ۴۷ شاخص در ۱۵ دسته بندی به تفکیک سه شیوه‌ی یادگیری با انجام، یادگیری از

نشان داد راهبردهای پیاده‌سازی یادگیری تعاملی در خلال مکانیزم‌های یادگیری STI و DUI منجر به ایجاد و توسعه مکانیزم‌های یادگیری و به دنبال آن توسعه توانمندی‌های فناورانه از سطح تولید تا سطوح پیشرفته‌تر (مانند تحقیق و توسعه کاربردی) در شرکت‌های تابعه خواهد شد. Parrilli & Radicic, 2021, 346-368 سبک‌های نوآوری (یادگیری فناورانه) را در طیفی از شرکت‌های کوچک تا بزرگ اروپایی و آمریکایی بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد شرکت‌های کوچک و متوسط تمام محرک‌های نوآوری و حالت‌های مرتبط با یادگیری فناورانه را به‌طور مؤثر بکار می‌گیرند در حالیکه شرکت‌های بزرگ بیشتر بر توانمندی‌های داخلی خود در نوآوری تاکید دارند.

بخشی دیگر از مطالعات، به بررسی عوامل مؤثر بر یادگیری فناورانه پرداخته‌اند. Kocoglu & et al, 2012, 842-852 تاثیر توانمندی‌های یادگیری تعاملی، تحقیق و توسعه و ساخت بر یادگیری فناورانه و نوآوری را بررسی کرده‌اند. آنها نشان دادند که توسعه این توانمندی‌ها ضمن ارتقاء یادگیری فناورانه، نوآوری شرکت‌ها در طراحی مجدد محصولات، ارائه خدمات سفارشی سازی شده، ارائه محصولات جدید و حضور در بازارهای جدید را افزایش می‌دهند. Fitjar & Rodríguez-Pose, 2013, 128-138 تاثیر همکاری‌های بین شرکتی را بر نوآوری‌های محصول و فرایند بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد تعامل با عوامل خارجی، منبع مهمی از نوآوری در هر دو حالت STI و DUI است. همچنین تعاملات DUI خارج از زنجیره تامین (تعامل با رقبا) نه تنها تاثیری بر رشد نوآوری‌های شرکت ندارند بلکه تعاملات اثرات منفی بر توان نوآوری شرکت خواهند داشت. همکاری با عوامل فرامنطقه‌ای بر نوآوری به ویژه در حالت DUI، به طور مثبت تاثیرگذار خواهد بود. Isaksen & Nilsson, 2013, 1919-1936 تاثیر انواع سیاست‌های نوآوری (سیاست محرک عرضه، سیاست محرک تقاضا) را بر دو حالت نوآوری (یادگیری فناورانه) STI و DUI در سیستم‌های

نوآوری در محصول دارند. Mathew & Paily, 2020, 1  
تاثیر سبک‌های مختلف نوآوری (یادگیری فناورانه) را بر عملکرد شرکت‌های فعال در تولید کالاهای سرمایه‌ای به منظور مشخص کردن تفاوت‌های بین شرکت کوچک و بزرگ، بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که در مورد شرکت‌های کوچک، حالت نوآوری مبتنی بر یادگیری و تجربه غیررسمی با بهبود عملکرد مرتبط است، در حالی که حالت رسمی STI هیچ تأثیری بر بهبود عملکرد آنها ندارد. از سوی دیگر، برای شرکت‌های بزرگ، هر دو حالت نوآوری STI و DUI با رشد فروش و بهبود عملکرد شرکت، مرتبط هستند.

در خصوص مطالعات یادگیری فناورانه، چند نکته حایز توجه است. نکته اول اینکه علی‌رغم برخی تلاش‌ها نظیر مطالعه Malerba & Lee, Alhusen & et al, 2021, 1 و Apanasovich & et al, 2017, 1976-2021, 986-1010 ادبیات موضوع در خصوص شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه نیاز به جامع‌نگری و یکپارچه‌سازی دارد چراکه محققان کماکان از شاخص‌های مختلفی در تحقیقات خود برای سنجش یادگیری فناورانه استفاده می‌کنند و الگوی غالبی به چشم نمی‌خورد. نکته دوم، هر چند محققان شاخص‌های سنجش را در دو سبک یادگیری DUI و STI دسته‌بندی کرده‌اند، لکن هر سبک یادگیری نیز مراتب و سطوحی دارد که نباید از آن غافل شد. برای مثال، در یادگیری مبتنی بر علم و فناوری بین شاخص‌های "استفاده از کتب، مجلات و مقالات علمی" و "توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری" که هر دو در ادبیات موضوع اشاره شده‌اند، تفاوت‌های جدی در توانمندی‌های مورد نیاز برای استفاده از آنها وجود دارد که نمی‌توان آنها را در یک سطح قرار داد. علاوه بر این در رویکردهای موجود به موضوع یادگیری، امکان یادگیری کشورهای در حال توسعه با کشورهای توسعه یافته یکسان در نظر گرفته می‌شود در حالیکه آنچه در عمل مشاهده می‌شود، فاصله معنادار این کشورها در موضوع یادگیری است (Lall & Teubal, 2000, 1976-2021, 986-1010).

طریق استفاده و یادگیری از طریق تعامل، برای این سبک یادگیری تعیین می‌کند.

دسته‌ای دیگر از مطالعات، تاثیر یادگیری فناورانه بر عملکرد (اقتصادی یا نوآورانه) شرکت‌ها را سنجیده‌اند. Nunes & et al, 2013, 1 (یادگیری فناورانه) را شناسایی و ارتباط آنها را با عملکرد اقتصادی شرکت‌ها بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که در اغلب شرکت‌ها، سه سبک یادگیری تجربی ضعیف، یادگیری ترکیبی تجربی/علمی متوسط و یادگیری تجربی متوسط مشاهده شده و سبک یادگیری STI (ضعیف، متوسط و قوی) در شرکت‌های مطالعه شده، مشاهده نشده است. این مطالعه نشان داد بهترین عملکرد مربوط به سبک یادگیری ترکیبی DUI/STI و بدترین عملکرد مربوط به سبک یادگیری ضعیف DUI است. González-Pernía & et al, 2015, 475-492 همکاری‌های شرکت-دانشگاه را بر بهبود سبک‌های یادگیری فناورانه و خروجی‌های نوآورانه شرکت بررسی کرده‌اند. این تحقیق نشان داد علاوه بر اینکه هر دو سبک یادگیری فناورانه برای نوآوری محصول و فرایند مهم هستند انواع مختلف قراردادهای همکاری بر نوع نوآوری (محصول یا فرایند) تاثیرگذار هستند. همچنین نوآوری محصول از ترکیب مشارکت‌های DUI و STI تاثیر پذیری بیشتری دارد در حالیکه نوآوری فرایند ارتباط نزدیک‌تری با مشارکت‌های DUI دارند. Apanasovich & et al, 2016, 30-40 تاثیر سبک‌های مختلف نوآوری (یادگیری فناورانه) را بر عملکرد نوآوری شرکت‌های کوچک و متوسط را بررسی کرده‌اند. نتایج بیان می‌کنند شرکت‌هایی که حالت‌های نوآوری STI و DUI را ترکیب می‌کنند، نسبت به شرکت‌هایی که به تنهایی بر حالت‌های STI یا DUI تمرکز می‌کنند، احتمال بیشتری برای خلق نوآوری-های فناورانه دارند. علاوه بر این شرکت‌هایی که به حالت DUI به تنهایی متکی هستند، نسبت به شرکت‌هایی که به حالت STI متکی هستند، احتمال بیشتری برای ایجاد

## روش پژوهش

این تحقیق از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ شیوهی جمع‌آوری اطلاعات و نحوه‌ی تحلیل آنها در زمره‌ی تحقیقات کیفی قرار دارد. اطلاعات این تحقیق مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و از مقالات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع یادگیری فناورانه که شاخص‌هایی برای سنجش آن ارائه داده باشند، جمع‌آوری شده است که بدین سبب در دسته‌ی تحقیقات اسنادی قرار می‌گیرد. جامعه آماری این پژوهش مقالات مرتبط با موضوع سنجش یادگیری در پایگاه داده ساینس دایرکت<sup>۱</sup> و پایگاه‌های داده پرتال جامع علوم انسانی، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، مگیران و پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج)، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ است. نمونه‌گیری به شکل هدفمند انجام شده که در ابتدا بر پایه‌ی ارتباط عنوان یا کلمات مرتبط با بحث یادگیری فناورانه، به انتخاب مقالات انتخاب اقدام شده است. در این تحقیق، به دلیل اینکه پیشینه موضوع یادگیری فناورانه از غنای مناسبی برخوردار است، از روش فراترکیب استفاده شده لذا در دسته مطالعات تحلیلی توصیفی قرار می‌گیرد. فراترکیب، روش تحقیقی کیفی است که تفاسیری از یافته‌های کیفی قبلی ارائه داده و به توسعه مفاهیم و دانش اولیه منتج می‌شود (Erwin & et al, 2011, 186-200). در فراترکیب به دنبال یکپارچگی و مقایسه یافته‌های مطالعات کیفی قبلی در مورد پدیده مورد مطالعه هستیم تا شاخص‌ها و اجزاء مرتبط با آن را شناسایی کنیم (Zimmer, 2006, 311-318). یک تحقیق فراترکیب می‌تواند با هدف بسط و تشریح تئوری و یا توسعه مفهومی خاص، انجام شود لذا از آنجاییکه در ادبیات موضوع یادگیری فناورانه مطالعاتی پیرامون شاخص‌های سنجش آن انجام شده اما چارچوب یکپارچه‌ای ارائه نشده است، در این تحقیق با استفاده از روش فراترکیب، به دنبال جمع‌بندی و ارائه چارچوبی برای سنجش ابعاد مختلف یادگیری فناورانه هستیم. این تحقیق بر اساس فرایند هفت مرحله

بنابراین بدون در نظر گرفتن این تفاوت‌ها، امکان ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود یادگیری وجود ندارد (Amsden, Lall, 1992, 165-186). بر اساس این واقعیت‌ها، محققانی نظیر Nunes & et al, 2013, 1 و مشابه با آنها سهرابی و محمدی، ۱۳۹۷، ۹۱-۱۱۸، تلاش نمودند انواع شاخص‌های یادگیری فناورانه در شرکت‌ها را دسته‌بندی کنند لکن به دلیل عدم تجمیع همه شاخص‌های موجود در ادبیات موضوع و دسته‌بندی سبک‌ها به جای سطح‌بندی شاخص‌ها، توفیق چندانی حاصل نشده است. درک وجود سطوح مختلف در یادگیری فناورانه برای شرکت‌هایی که قصد بهبود فرایندهای یادگیری را دارند، از دو جهت اهمیت دارد، اولاً به وجود سطوح مختلف و تفاوت در توانمندی‌های مورد نیاز هر سطح آگاه باشند و ثانیاً بدانند یادگیری فناورانه، یک فرایند تکاملی است که قرار گرفتن در سطوح بالا مستلزم طی کردن سطوح پایین‌تر است و نمی‌توان بدون طی کردن این مسیر به سطوح بالاتر دست یافت.

نکته سوم، استفاده از شاخص‌هایی برای سنجش نوآوری ذیل سبک‌های یادگیری فناورانه است. برخی از محققان برای سنجش انواع یادگیری شاخص‌هایی معرفی نموده‌اند که از جنس سنجش نوآوری است. شاخص‌هایی نظیر هزینه‌های بازاریابی مرتبط با نوآوری‌های فناورانه (Apanasovich, 2016, 720-737)، تولید و ارائه محصول جدید (Haus-Reve & et al, 2019) و نوآوری مشتری (Alhusen, 2020, 1) از این دسته هستند. هرچند دو حوزه‌ی یادگیری فناورانه و نوآوری بسیار نزدیک به هم هستند اما تفکیک این دو از هم، می‌تواند به توسعه مفاهیم و ادبیات موضوع کمک نماید. سئوالاتی نظیر اینکه چرا شرکت‌ها از انجام اشتباهات تکراری درس نمی‌آموزند و یا اینکه چرا تسلط بر انجام کار منتج به خلق ارزش در فرایند (مثلاً از طریق بهره‌وری) نمی‌شود، مواردی هستند که تفکیک یادگیری از نوآوری می‌تواند پاسخ‌هایی قابل قبول برای آنها فراهم کند.



(مگیران) و پایگاه اطلاعات علمی ایران (گنج)، جستجو شد. فرایند جستجو در بهار سال ۱۴۰۰ آغاز و در پاییز سال ۱۴۰۰ به پایان رسید. از سامانه‌ی ساینس دایرکت مجموعاً ۲۸۴ نتیجه<sup>۱</sup> و از پایگاه‌های داخلی: پرتال جامع علوم انسانی، ۵ مورد، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، ۱۵ مورد و بانک اطلاعات نشریات کشور ۳۴ مورد گردآوری گردید. در صورت عدم دسترسی به برخی منابع از سامانه گوگل اسکالر کمک گرفته شده است.

#### گام سوم: جستجو و انتخاب متون مناسب

در این گام، منابع جمع‌آوری شده، بر اساس یک فرایند مشخص و منطقی، غربال شده و انتخاب صورت می‌گیرد. هدف، رسیدن به منابعی است که بیشترین تناسب را با سؤال تحقیق دارند. بدین منظور معیارهایی برای غربال و پذیرش مقالات در نظر گرفته شد. جدول شماره ۱ معیارهای پذیرش و توضیحات مربوط به هر معیار را نشان می‌دهد. در ابتدا از مجموع ۳۱۸ مورد، موارد تکراری حذف شدند سپس عناوین و چکیده‌های ۲۹۸ مقاله باقی مانده بر اساس معیارهای جدول شماره ۱ ارزیابی شدند. در این مرحله ۵۹ مقاله انتخاب شدند. متن این مقالات برای شناسایی شاخص‌هایی برای سنجش یادگیری فناورانه، مطالعه شد. در این غربال ۳۵ مقاله

جدول شماره ۱ معیارهای غربال و توضیحات مربوط به هر معیار

معیار	توضیحات
موضوع تحقیق	مقالاتی که به نوآوری، یادگیری فناوری و سبک‌های مختلف آن پرداخته اند، در دامنه مطالعه فراترکیب قرار می‌گیرند.
محتوای تحقیق	مقالاتی که در متن و نتایج، شاخص‌هایی را برای سنجش یادگیری فناورانه معرفی می‌کنند.
سطح تحلیل	مقالاتی که در سطح شرکت یا بنگاه بوده‌اند در نظر گرفته شده‌اند.
سطح دسترسی	مقالاتی که دسترسی به تمام متن آنها وجود دارد، در فراترکیب استفاده می‌شوند.

ای ارائه شده توسط sandelowski & Barroso, 2006, 1 برای انجام یک تحقیق فراترکیب، شامل گام‌های: طرح سؤال اصلی تحقیق؛ مرور نظام‌مند ادبیات موضوع؛ جستجو و انتخاب متون مناسب؛ استخراج اطلاعات؛ تجزیه تحلیل و ترکیب یافته‌ها؛ سنجش اعتبار پژوهش و نتیجه‌گیری و ارائه یافته‌ها انجام شده است.

#### یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش بر اساس گام‌های مدل Sandelowski & Barroso, 2006 در ادامه بیان می‌شوند:

#### گام اول: طرح سؤال اصلی تحقیق

اولین گام در یک پژوهش فراترکیب بیان سؤال اصلی است. در این مرحله محقق بر اساس معیارهایی نظیر چه کسی (منظور جامعه آماری مورد نظر است، در این تحقیق ناظر به این موضوع که چه کسی در این زمینه تحقیق کرده است)، چه چیزی (چه چیزی مورد مطالعه قرار می‌گیرد؟)، چه زمانی (بیانگر بازه زمانی مدنظر برای مطالعه است) و چگونه (چه روش‌های برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده می‌شود) سؤالات تحقیق را مشخص می‌کند. سؤال اصلی این پژوهش، بدین شرح است: بر پایه‌ی تحقیقات گذشته، چارچوب یکپارچه‌ای که شاخص‌های مناسب برای سنجش سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه را در بر بگیرد کدام است؟

گام دوم: مرور نظام‌مند ادبیات موضوع برای شناسایی منابع مفید در این مرحله به دنبال شناسایی منابع مرتبط با سؤال تحقیق و ایجاد بانک اطلاعاتی تحقیق هستیم. برای شناسایی مقالات مرتبط با شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه، عبارت‌های سبک‌های یادگیری فناورانه، یادگیری فناورانه، یادگیری مبتنی بر علم و یادگیری مبتنی بر تجربه در پایگاه داده خارجی ساینس دایرکت، پایگاه‌های داده داخلی پرتال جامع علوم انسانی، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، بانک اطلاعات نشریات کشور

<sup>۱</sup> - فرایند جستجو در حوزه‌های کسب و کار، مدیریت و حسابداری؛ اقتصادی و مالی؛ علوم تصمیم‌گیری و مهندسی انجام شده است.

**گام چهارم: تجزیه و تحلیل مقالات و نتایج آنها (استخراج اطلاعات)**

در گام چهارم محققان پس از چندین بار مطالعه منابع گردآوری شده، اطلاعات مهم و مرتبط با موضوع تحقیق را استخراج کردند. در این مرحله تمام اطلاعاتی که مرتبط با موضوع سنجش یادگیری فناورانه است از مقالات منتخب شناسایی و تفکیک شدند. بدین منظور از روش تحلیل محتوا (ارائه شده توسط Braun & Clarke, 2006, 101-77) استفاده شده که شامل چهار گام است:

۱- استخراج داده‌ها (بازخوانی چندباره متون) و ایجاد کدهای اولیه (شناسایی داده‌های حائز اهمیت از نظر نگارندگان): ابتدا متن مقالات به دقت خوانده و یادداشت‌های حاشیه‌ای گذاشته شد. سپس روایت‌های مرتبط با موضوع پژوهش استخراج و کدگذاری گردید که نمونه‌ای از این فرایند در جدول شماره ۲ آمده است. اطلاعات شناسایی شده که به عنوان کدهای اولیه شناخته شدند، توسط دو نفر از اساتید آشنا با موضوع یادگیری فناوری بررسی و کدهای کم اهمیت حذف گردید.

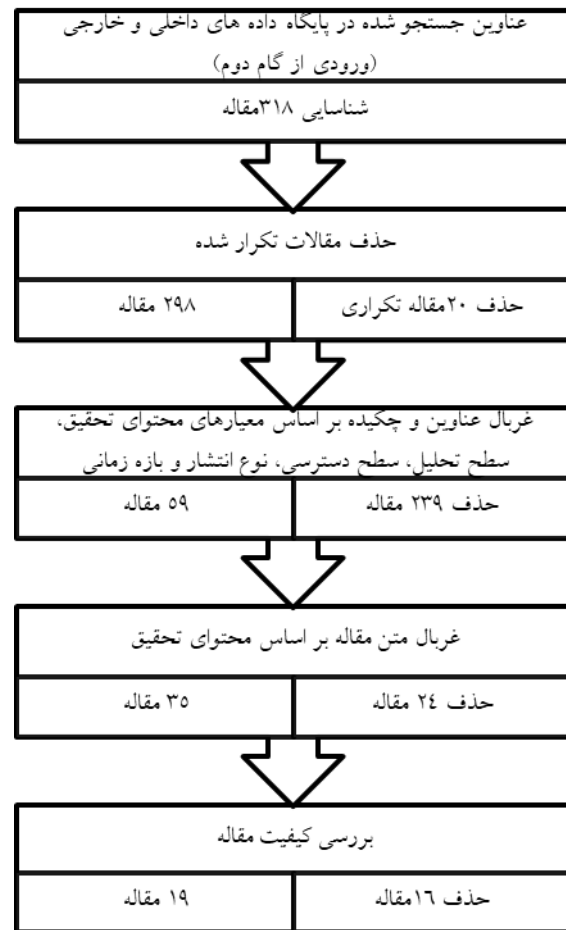
جدول شماره ۲: کدگذاری اولیه متون و اسناد

نمونه واحد معنایی	کد
استخدام نیروی انسانی با تخصص آکادمیک در فرایند یادگیری تاثیر مثبت دارند، افراد دارای تحصیلات دانشگاهی چنانچه متناسب با شغل مورد نظر آموزش دیده باشند، در فرایند نوآوری و یادگیری تاثیرگذارند.	استفاده از نیروی انسانی متخصص (آکادمیک) در شرکت
استفاده از پتنت‌های رسمی می‌تواند به ارتقاء دانش شرکت‌ها کمک کند. شرکت‌ها از خلال بررسی و تحلیل پتنت‌ها می‌توانند بخشی از نیازهای دانشی خود را مرتفع سازند.	پتنت‌ها به عنوان منابع رسمی و خارجی اطلاعات

۲- جستجوی مقوله‌ها: این مرحله شامل ایجاد مقوله‌های مشخص براساس دسته‌بندی کدهای مختلف در قالب

نوع انتشار	فقط مقالات و کتب معتبر علمی در نظر گرفته شده‌اند.
بازه زمانی	مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۱ بررسی گردیده‌اند.

انتخاب شدند، این مقالات به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم شاخص‌هایی را برای سنجش یادگیری فناورانه ارائه نموده‌اند. برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه، از برنامه مهارت‌های ارزیابی انتقادی<sup>۱</sup> ارائه شده توسط Glynn, 2006, 1 استفاده شده است. بررسی کیفیت مقالات، منجر به انتخاب نهایی ۱۹ مقاله گردید. شکل شماره ۱ فرایند جستجو و غربالگری را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱ فرایند جستجو و غربالگری مقالات

1- Critical Appraisal Skills Programme

مقوله‌های بالقوه و مرتب‌کردن خلاصه داده‌های کدگذاری شده است (نمونه در جدول شماره ۳)

جدول شماره ۳: نمونه‌ای از مقوله‌بندی‌ها

مقوله	کدهای مرتبط
اتکاء به نیروی انسانی علمی از ابتدا	استفاده از نیروی انسانی متخصص (آکادمیک) در شرکت، پرسنل آموزش دیده علمی، پرسنل با تحصیلات آکادمیک رسمی، میزان آموزش‌های رسمی آکادمیک، سهم کارکنان آموزش دیده رسمی (علمی) از سایر کارکنان، سرمایه انسانی علمی، تعداد کارمندان دانشی (دکتری و ارشد)، بکارگیری نیروی انسانی فعال تمام وقت و یا پاره وقت در تحقیق و توسعه (لیسانس یا بالاتر)
پتنت‌ها، لیسانس‌ها و حق امتیازهای خریداری و استفاده شده	پتنت‌ها به عنوان منابع رسمی و خارجی اطلاعات، استفاده از مستندات صنعتی، کسب دانش مدون از پتنت‌ها و طراحی مهندسی، وجود پتنت ثبت شده، هزینه دستیابی به دانش خارج از شرکت، خرید فناوری، پتنت یا دانش خارجی، تولید تحت لیسانس، حق امتیاز، خرید دانش فنی و ...

۳- شناسایی مقوله‌های اصلی: ترکیب مقوله‌های فرعی و تعیین مقولات اصلی در این مرحله انجام شده است که نمونه‌ای از آن در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۴: نمونه‌ای از مقولات اصلی شناسایی شده

مقوله اصلی	مقوله‌های فرعی
یادگیری مبتنی بر علم و فناوری	اتکاء به نیروی انسانی علمی از ابتدا، استفاده از کتب، مجلات و مقالات علمی، پتنت‌ها، لیسانس‌ها و حق امتیازهای خریداری و استفاده شده، وجود پایگاه‌های داده و شبکه‌های اطلاعات قابل دسترس برای پرسنل، برگزاری آموزش‌های ضمن خدمت با همکاری مراکز دانشی، و ...
یادگیری مبتنی بر تجربه	تجربه اندوژی از طریق یادگیری عملی، استخدام متخصصین دارای تجربه در بخش‌های مختلف شرکت، ارتباطات غیر رسمی و روابط درون شرکتی، آموزش

مهارت‌ها به شیوه استاد شاگردی، آموزش از طریق دریافت کمک‌های فنی و ...	
استفاده از شبکه‌های فروش یا روش‌های جدید برای پخش یا توزیع محصولات، سازماندهی جزئی در مسئولیت‌های کاری و تصمیم‌گیری، تطبیق و اصلاح فناوری‌های موجود و وارد شده به شرکت، به روزآوری فناوری‌های موجود، ارائه محصولات فعلی به بازارهای جدید (داخلی و خارجی) و ...	نوآوری

۴- بازبینی مقوله‌ها: در این مرحله مجموعه‌ی مقوله‌های ایجاد شده مورد بازبینی قرار گرفت. در ابتدا بازبینی در سطح خلاصه‌های کدگذاری شده انجام و سپس اعتبار مقوله‌ها در رابطه با مجموعه داده‌ها سنجیده شد.

گام پنجم: ترکیب یافته‌های کیفی (بررسی موضوعی)

در گام پنجم، آنچه که در گام چهارم از مقالات منتخب استخراج گردید، برای شناسایی مفاهیمی جدید، به شیوه‌ای نظام‌مند ترکیب می‌شوند. برای شناسایی شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه، از تحلیل محتوای کیفی به عنوان روشی تحقیقی برای تفسیر محتوای داده‌های متنی از طریق فرایندهای طبقه‌بندی نظام‌مند، کدبندی و مقوله‌سازی، کمک گرفته شده است. بر این اساس کدهای شناسایی شده در مرحله قبل، با توجه به مفهوم هر کد، دسته‌بندی و مفاهیم شکل می‌گیرند. این مفاهیم، که خود نیز در یک طبقه کلی‌تر به شکل مقوله‌ها دسته‌بندی می‌شوند، در واقع شاخص‌هایی برای سنجش سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه و نتایج آنها هستند. از مجموع ۲۶۸ کد استخراج شده، ۴۰ مفهوم در قالب سه مقوله شناسایی گردید. جدول شماره ۵ دسته‌بندی مفاهیم در قالب مقوله‌ها را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۵ دسته‌بندی و سطح بندی شاخص‌ها در قالب

مقوله‌ها

اتکاء به نیروی انسانی علمی از ابتدا (مثلاً در شرکت‌های کوچک و متوسط دانش بنیان)	سنجش یادگیری مبتنی بر پایه (ابتدایی)
استفاده از کتب، مجلات و مقالات علمی	

علم و فناوری	مستوف	پیشرفته	پایه (ابتدایی)
علم و فناوری	پتنت‌ها، لیسانس‌ها و حق امتیازهای خریداری و استفاده شده	وجود پایگاه‌های داده و شبکه‌های اطلاعات قابل دسترس برای پرسنل	وجود مکانیزم دریافت بازخورد از مشتریان (ارتباط مستمر با مشتری)
	انجام D&R برای آشنایی با ویژگی‌ها و آپشن‌ها جهت خرید فناوری جدید و انطباق و آماده‌سازی آن برای تولید	برگزاری آموزش‌های ضمن خدمت با همکاری مراکز دانشی	وجود نظام مدیریت دانش و ثبت تجربیات و دسترسی پرسنل به آن
	انجام فعالیت‌های مهندسی معکوس و R & D بهره‌بردارانه	انجام فعالیت‌های توسعه‌ای، طراحی و تحقیقات محدود در داخل بنگاه	برگزاری جلسات منظم برای به اشتراک گذاری تجربه بین بخش‌های مختلف شرکت
	انجام فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک (با رقبا، مشتریان، تامین‌کنندگان، موسسات تحقیقاتی دولتی و خصوصی، دانشگاه‌ها، مراکز علمی و فناوری، سایر شرکت‌ها) داخلی و یا بین‌المللی	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	وجود گروه‌های کاری بین رشته‌ای (ارتقاء کیفیت، بهره‌وری، مالی، مدیریتی و ...)
سنجش یادگیری مبتنی بر تجربه	تمرکز بر تحقیقات اکتشافی، استفاده مستمر از توانمندی‌های دانشی خارج از بنگاه (ملی و بین‌المللی)	انجام فعالیت‌های تحقیقاتی مشترک (با رقبا، مشتریان، تامین‌کنندگان، موسسات تحقیقاتی دولتی و خصوصی، دانشگاه‌ها، مراکز علمی و فناوری، سایر شرکت‌ها) داخلی و یا بین‌المللی	وجود گروه‌های کاری مستقل و خودمختار و مسئله محور
	تجربه اندوزی از طریق یادگیری عملی (Learning by Doing)	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	چرخش شغلی هدفمند پرسنل
	استخدام متخصصین دارای تجربه در بخش‌های مختلف شرکت	تمرکز بر تحقیقات اکتشافی، استفاده مستمر از توانمندی‌های دانشی خارج از بنگاه (ملی و بین‌المللی)	توزیع مسئولیت کار و اختیار تصمیم‌گیری در شرکت
	ارتباطات غیر رسمی و روابط درون شرکتی آموزش مهارت‌ها به شیوه استاد شاگردی	تجربه اندوزی از طریق دریافت کمک‌های فنی (از فروشندگان فناوری، شرکت‌های تخصصی، مشاوران و ...)	تعاملات گسترده و فعال داخلی و بین‌المللی
سنجش نوآوری	آموزش از طریق دریافت کمک‌های فنی (از فروشندگان فناوری، شرکت‌های تخصصی، مشاوران و ...)	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	استفاده از شبکه‌های فروش یا روش‌های جدید برای پخش یا توزیع محصولات
	حضور در سمینارها و کنفرانس‌ها، انجمن‌ها، نمایشگاه‌ها و نشست‌های تخصصی داخلی	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	سازماندهی جزئی در مسئولیت‌های کاری و تصمیم‌گیری
	تعامل غیر هدفمند با شرکت‌های مشابه، تامین‌کنندگان (مواد و تجهیزات، منابع مالی)، مشتریان، نمایندگی‌های فروش، رقبا، مشاوران و ...	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	تطبیق و اصلاح فناوری‌های موجود و وارد شده به شرکت
	حضور رسمی و تعاملی در رسانه‌های اجتماعی (واتس‌آپ، اینستاگرام، لینکدین و ...)	توسعه مشترک فناوری از طریق همکاری با تامین‌کنندگان فناوری، مشتری و مراکز فناوری	به روزآوری فناوری‌های موجود
سنجش نوآوری	پایه (ابتدایی)	پایه (ابتدایی)	پایه (ابتدایی)
	مستوف	مستوف	مستوف
	پیشرفته	پیشرفته	پیشرفته
	پایه (ابتدایی)	پایه (ابتدایی)	پایه (ابتدایی)

در مرور ادبیات، نکته بارز، مترداف قرار دادن یادگیری فناورانه و نوآوری است به عنوان نمونه می‌توان به مطالعات Thomä & Nunes & et al, 2015, 1796-1826 Parrilli & Radicic, 2021, و Zimmermann, 2019, 1

در این مرحله، کیفیت مطالعه انجام شده بررسی می‌شود. روش‌های مختلفی برای سنجش اعتبار (روایی و پایایی) مطالعات کیفی وجود دارد که در مطالعات فراترکیب یکی از ابزارهای سنجش روایی تحقیق استفاده از چک لیست ارزیابی انتقادی<sup>۱</sup> (Glynn, 2006, 1)، می‌باشد. این ابزار، مجموعه‌ای از پرسش‌ها در چهار دسته‌ی جمعیت، جمع‌آوری داده‌ها، طراحی مطالعه و نتایج است که روایی یک تحقیق کیفی را مورد سنجش قرار می‌دهد. چنانچه ۷۵ درصد پاسخ‌های ارائه شده توسط کارشناسان خبره موضوع و مسلط به روش تحقیق، مثبت باشند، روایی تحقیق مورد تایید خواهد بود. در این تحقیق در جلسه‌ای، پس از معرفی مطالعه و نتایج به دست آمده پرسشنامه گلین در اختیار ۴ نفر از اساتید مدیریت فناوری قرار گرفت و آنها پس از پرسش و پاسخ‌هایی به تکمیل این پرسشنامه اقدام نمودند. میانگین پاسخ‌های مثبت ۸۳ درصد به دست آمد (به ترتیب امتیاز نفر اول: ۸۹، نفر دوم: ۸۵، نفر سوم: ۸۲ و نفر چهارم: ۷۵ درصد) به دست آمد که موید روایی تحقیق است. برای سنجش پایایی مطالعه، از ضریب کاپای کوهن استفاده شده است. این ضریب میزان توافق بر سر یک موضوع توسط دو خواننده متمایز را نشان می‌دهد. در محاسبات انجام شده ضریب کاپای این تحقیق، ۰.۸۴ به دست آمد که نشان دهنده پایایی مناسب کدهای استخراجی است.

#### بحث و نتیجه‌گیری

اهمیت شیوه‌های یادگیری به منزله دروازه‌های خلق و انباشت دانش، منجر به انجام تحقیقات و مطالعات فراوانی در این زمینه شده است. گستردگی پژوهش‌ها موجب گردید محققان فراوانی سعی در قالب‌سازی و گونه‌بندی این مطالعات داشته و در ادبیات موضوع، یادگیری فناورانه (و نوآوری) از ابعاد و جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گیرد. یکی از موضوعاتی که در مطالعات یادگیری فناوری مورد توجه قرار دارد، چگونگی سنجش این نوع یادگیری است. محققان در سال‌های گذشته تلاش نموده‌اند تا شاخص‌هایی را برای سنجش یادگیری فناورانه ارائه دهند

346-368 اشاره نمود. یکی از نقاط تمایز این تحقیق، تفکیک دسته سوم (سنجش نوآوری) است. در مطالعات پیشین، اغلب مفاهیمی که در این دسته ذکر گردیده، برای سنجش یکی از سبک‌های یادگیری فناورانه استفاده می‌شود در حالیکه با توجه به وجود تفاوت‌های مفهومی بین این عبارات و انواع یادگیری، این شاخص‌ها بر سنجش خروجی‌های یک و یا ترکیبی از هر دو سبک یادگیری اشاره دارد و نمی‌توان آن را برای سنجش یک سبک خاص استفاده نمود. سطح بندی مفاهیم نیز یکی دیگر از نوآوری‌های این مطالعه است. همانگونه که Lall, 1992, 165-186 و Amsden, 1994, 627-633 تاکید دارند، توسعه مفاهیم مختلف (به ویژه در کشورهای در حال توسعه)، مستلزم وجود توانمندی‌هایی در شرکت است که این توانمندی‌ها خود دارای مراتبی است. یادگیری فناورانه نیز از این قاعده مستثنی نیست بنابراین تشخیص و تفکیک این مراتب و دسته‌بندی شاخص‌های یادگیری، حایز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از رویکرد Bell & Figueiredo, 2012, 14-40 برای دسته‌بندی، یک دسته‌بندی برای شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه در سبک‌های مختلف مشتمل بر سه سطح پایه (ابتدایی)، متوسط و پیشرفته، ارائه شده است. هدف از این دسته بندی، آشنایی شرکت‌ها، بخصوص شرکت‌های کوچک و متوسط نوپا با سطوح مختلف یادگیری فناورانه است. برای تفکیک شاخص‌ها در سطوح مختلف، پس از تهیه پیشنهاد اولیه، در جلسات خبرگی از نظرات ۳ نفر از اساتید و صاحب‌نظران حوزه‌ی مدیریت فناوری استفاده و اصلاحات انجام و نهایی گردید. انتظار می‌رود شرکت‌ها پس از درک اهمیت یادگیری فناورانه، فرایند ایجاد، انباشت و بلوغ مناسبی را (از سطح ابتدایی تا پیشرفته) متناسب با ویژگی‌های صنعت و توانمندی‌های خود برای ارتقاء یادگیری فناورانه ترسیم نمایند.

گام ششم: سنجش اعتبار پژوهش

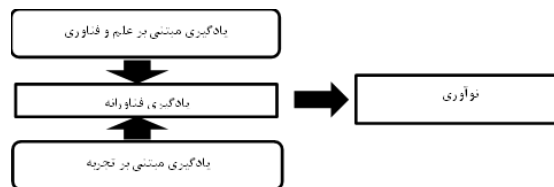
#### 1 - Critical Appraisal Checklist

تاکنون یک جمع بندی به شیوه‌ای علمی که نظرات را بررسی و یکپارچه نماید، مشاهده نشده بود. این تحقیق تلاش نمود با استفاده از روش فراترکیب، این شکاف را پوشش دهد.

۲- دسته‌بندی شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه به سه دسته‌ی مبتنی بر علم، مبتنی بر تجربه و نوآوری: یکی از وجوه تمایز این تحقیق، تفکیک نوآوری از سبک‌های یادگیری فناورانه است، چراکه در بخشی از مطالعات این دو مفهوم متمایز نشده و بعضاً مترادف هم بکار گرفته شده‌اند و شاخص‌هایی برای سنجش نوآوری ذیل یکی از سبک‌های یادگیری فناورانه آورده شده است. این مشکل از آن جنبه اهمیت دارد که هرچند مفاهیم یادگیری فناورانه و نوآوری در بخش‌هایی به هم گره خورده و هم‌پوشانی دارند لکن این دو، مفاهیمی متمایز هستند و شاخص‌های متفاوتی نیز باید برای سنجش آنها وجود داشته باشد، عدم توجه به این موضوع، موجب انحراف در درک مفاهیم یادگیری و نوآوری خواهد شد. این مطالعه با تفکیک شاخص‌ها به سه دسته‌ی یادگیری مبتنی بر علم، یادگیری مبتنی بر تجربه و نوآوری‌ها، گامی در جهت توسعه مفاهیم برداشته است.

۳- سطح بندی شاخص‌ها و فعالیت‌ها: در ادبیات موضوع، سطح‌بندی مشخصی از سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه، وجود ندارد. موضوع سطح‌بندی از آن جهت حایز اهمیت است که یادگیری یک فرایند بلوغ چند مرحله‌ای است، چنانچه بین فعالیت‌های یادگیری از لحاظ سطح‌بندی تمایز آشکاری وجود نداشته باشد، شرکت‌های متاخر که در ابتدای مسیر بلوغ قرار دارند، با انتخاب‌های غلط فعالیت‌های یادگیری (به عنوان مثال انتخاب فعالیت‌های مرتبط با سطوح بالاتر)، منابع را اتلاف و فرصت‌های پیش‌رو را از دست خواهند داد. وجود یک سطح‌بندی مشخص، امکان طراحی مسیر بلوغ و ارزیابی میزان تحقق اهداف را ممکن می‌سازد. این مطالعه ضمن سطح بندی شاخص‌های سنجش فعالیت‌های یادگیری به سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته، تلاش دارد فرایند تکامل و بلوغ در این

لذا مجموعه‌ای از انواع شاخص‌ها برای سنجش دو سبک یادگیری فناورانه، شناسایی و ارائه شده است. این مطالعات، بر یک یا هر دو سبک یادگیری فناورانه متمرکزند و شاخص‌هایی که در تحقیقات مختلف به آنها اشاره شده بعضاً متفاوت (از بعد مفهوم) و فاقد سطح بندی مشخص هستند. تحقیق حاضر به دنبال پوشش این شکاف در ادبیات موضوع و شناسایی شاخص‌هایی کامل‌تر برای سنجش ابعاد یادگیری فناورانه با استفاده از روش فراترکیب است. از بررسی مطالعات موجود، ۲۶۸ کد استفاده شده برای سنجش انواع یادگیری مشخص گردید که این کدها با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی در ۴۰ مفهوم مختلف دسته بندی شدند. در انتها، الگویی برای سنجش ابعاد مختلف یادگیری فناورانه شامل شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه مبتنی بر علم، یادگیری فناورانه مبتنی بر تجربه و نوآوری‌های ناشی از این یادگیری‌ها، در یک سطح‌بندی مشخص، استخراج شد. شکل شماره ۲ چارچوب مفهومی مستخرج از یافته‌های پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۲ چارچوب مفهومی شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه

این پژوهش تلاش نموده تا به شیوه‌های ذکر شده در بندهای زیر، چارچوب یکپارچه و مفهومی را برای غنی بخشیدن به مباحث حوزه‌ی یادگیری فناورانه ارائه نماید:

۱- ساماندهی به بحث‌های مرتبط با سنجش یادگیری فناورانه: در موضوع یادگیری فناورانه بحث‌های مختلفی توسط محققین خارجی و بعضاً داخلی انجام شده و زوایای مختلفی از این موضوع بررسی شده است. یکی از جنبه‌های که در ادبیات موضوع بدان پرداخته شده، معرفی شاخص‌هایی برای سنجش سبک‌های مختلف یادگیری فناورانه است. علی‌رغم تلاش‌هایی که محققان برای معرفی شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه انجام داده‌اند،

فعالیت‌ها را برای شرکت‌ها تبیین نماید و مشخص کند مسیر حرکت به سمت بلوغ، (جدای از ماهیت صنعت، شرایط محیط داخلی و خارجی بنگاه) احتمالاً مشتمل بر چه فعالیت‌هایی خواهد بود. بنگاه‌های متاخر با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توانند ضمن آشنایی عمیق‌تر با ابعاد مختلف یادگیری فناورانه، با توجه به شاخص‌های ارائه شده، معیارهایی مناسب را برای سنجش و ارزیابی میزان توسعه فعالیت‌های یادگیری و پروژه‌های مرتبط با آن طراحی و پیاده‌سازی نمایند.

نتایج این تحقیق می‌تواند مبنایی برای مطالعات کمی در حوزه سنجش یادگیری فناورانه در سطح بنگاه باشد. محققان می‌توانند با جایگذاری شاخص‌های سنجش یادگیری فناورانه در یک ابزار مناسب، سطوح مختلف یادگیری را مورد سنجش قرار دهند.

همچنین هرچند مطالعات یادگیری فناورانه در صنایع مختلفی انجام شده است اما در انتخاب شاخص‌ها، اشاره‌ای به ماهیت صنعت نمی‌شود به عبارت دیگر در هنگام انتخاب شاخص‌ها، فیلتری به عنوان صنعت در نظر گرفته نشده است که البته با توجه به نبود اجماع در کلیات شاخص‌ها، فعلاً محل ایراد نیست لکن در مطالعات آینده می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

در این مطالعه، محققان بین پژوهش‌های انجام شده در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، تفاوتی قائل نشده‌اند. مطالعات آتی، می‌تواند با تمرکز بر تحقیقات انجام شده در کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه، ضمن درک تفاوت‌های موجود در موضوع یادگیری فناورانه به غنای بیشتر ادبیات موضوع و ارائه شاخص‌هایی برای سنجش یادگیری متناسب با این تفاوت‌ها، اقدام کنند.

## فهرست منابع

- and Human Resource Management (RTH) model' in the ICT sector in Belarus. *European Planning Studies*, 25(11), 1976-2000. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1322040>
- Apanasovich, N., Heras, H. A., & Parrilli, M. D. (2016). The impact of business innovation modes on SME innovation performance in post-Soviet transition economies: The case of Belarus. *Technovation*, 57, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.05.001>
- Asheim, B., Grillitsch, M., & Trippl, M. (2017). Smart specialization as an innovation-driven strategy for economic diversification: Examples from Scandinavian regions. In *Advances in the theory and practice of smart specialization* (pp. 73-97). Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-804137-6.00004-8>
- Aslesen, H. W., Isaksen, A., & Karlsen, J. (2012). Modes of innovation and differentiated responses to globalisation—a case study of innovation modes in the Agder region, Norway. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(4), 389-405. <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-011-0060-9>
- Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, 33(1), 14-40.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Doloreux, D., Shearmur, R., Porto-Gomez, I., & Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2020). DUI and STI innovation modes in the Canadian wine industry: The geography of interaction modes. *Growth and Change*, 51(3), 890-909. <https://doi.org/10.1111/grow.12385>
- Dorjsuren, B. (2019). Changing practices of modes of innovation and interactions. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8989218>
- سهرابی، سمیه، محمدی، مهدی. (۱۳۹۷). خوشه‌بندی و بررسی عملکرد الگوهای یادگیری در صنایع با سطح فناوری بالا و متوسط. *مدیریت نوآوری*. ۷(۱)، ۹۱-۱۱۸.
- قاضی‌نوری، سید سپهر، مهاجر، آیدا. (۱۳۹۸). یادگیری فناوریانه و سیاست‌های حمایت از آن. *سیاست علم و فناوری*. ۱۲(۲)، ۴۵۴-۴۳۹.
- محمدی، مهدی، باقری‌مقدم، ناصر. و شجاعی چرمینه، آرش. (۱۳۹۶). تحلیل سبک‌های یادگیری و نوآوری در کشورهای در حال توسعه (مطالعه موردی بخش فاوا ایران). *سیاست علم و فناوری*. ۹(۱)، ۵۳-۶۸.
- نریمانی، میثم، حسینی، سید جعفر. (۱۳۹۸). مبانی نظری سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری از نگاه مکاتب علم اقتصاد. *سیاست علم و فناوری*. ۱۲(۲)، ۵۹-۷۰.
- Alhusen, H. (2020). Experience-based know-how, learning and innovation in German SMEs: An explorative analysis of the role of know-how in different modes of innovation (No. 27/2020). ifh Working Paper. <http://hdl.handle.net/10419/224904>
- Alhusen, H., Bennat, T., Bizer, K., Cantner, U., Horstmann, E., Kalthaus, M., ... & Töpfer, S. (2021). A new measurement conception for the 'doing-using-interacting' mode of innovation. *Research Policy*, 50(4), 104214. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104214>
- Amsden, A. H. (1994). Why isn't the whole world experimenting with the East Asian model to develop?: Review of the East Asian miracle. *World Development*, 22(4), 627-633. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90117-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90117-1)
- Apanasovich, N. (2016). Modes of innovation: a grounded meta-analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(3), 720-737. <http://dx.doi.org/10.1007/s13132-014-0237-0>
- Apanasovich, N., Alcalde-Heras, H., & Parrilli, M. D. (2017). A new approach to business innovation modes: the 'Research, Technology



- Glynn, L. (2006). A critical appraisal tool for library and information research. *Library Hi Tech*.  
<https://doi.org/10.1108/07378830610692154>
- González-Pernía, J. L., Parrilli, M. D., & Pena-Legazkue, I. (2015). STI–DUI learning modes, firm–university collaboration and innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 40(3), 475-492. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9352-0>
- Guo, A., Chen, J., & Jin, J. (2010). An analysis of the complementary innovation mechanism between STI and DUI modes. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 7(3-4), 265-273.  
<https://doi.org/10.1504/IJLIC.2010.034366>
- Haus-Reve, S., Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2019). Does combining different types of collaboration always benefit firms? Collaboration, complementarity and product innovation in Norway. *Research Policy*, 48(6), 1476-1486.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.02.008>
- Hervas-Oliver, J. L., Parrilli, M. D., & Sempere-Ripoll, F. (2021). SME modes of innovation in European catching-up countries: The impact of STI and DUI drivers on technological innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121167.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121167>
- Isaksen, A., & Nilsson, M. (2013). Combined innovation policy: Linking scientific and practical knowledge in innovation systems. *European Planning Studies*, 21(12), 1919-1936.  
<https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722966>
- Jamasb, T., & Kohler, J. (2007). Learning curves for energy technology: a critical assessment.  
<https://doi.org/10.17863/CAM.5144>
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B. Å., & Lundvall, B. A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. The learning economy and the economics of hope, 155.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>
- Dosi, G., Grazzi, M., & Mathew, N. (2017). The cost-quantity relations and the diverse patterns of “learning by doing”: Evidence from India. *Research Policy*, 46(10), 1873-1886.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.005>
- Erwin, E. J., Brotherson, M. J., & Summers, J. A. (2011). Understanding qualitative metasynthesis: Issues and opportunities in early childhood intervention research. *Journal of Early Intervention*, 33(3), 186-200.  
<https://doi.org/10.1177/1053815111425493>
- Figueiredo, P. N. (2017). Micro-level technological capability accumulation in developing economies: Insights from the Brazilian sugarcane ethanol industry. *Journal of cleaner production*, 167, 416-431.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.201>
- Figueiredo, P. N., & Cohen, M. (2019). Explaining early entry into path-creation technological catch-up in the forestry and pulp industry: Evidence from Brazil. *Research Policy*, 48(7), 1694-1713.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.017>
- Figueiredo, P. N., Cabral, B. P., & Silva, F. Q. (2021). Intricacies of firm-level innovation performance: An empirical analysis of latecomer process industries. *Technovation*, 105, 102302.  
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102302>
- Figueiredo, P. N., Larsen, H., & Hansen, U. E. (2020). The role of interactive learning in innovation capability building in multinational subsidiaries: A micro-level study of biotechnology in Brazil. *Research Policy*, 49(6), 103995.  
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103995>
- Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2013). Firm collaboration and modes of innovation in Norway. *Research policy*, 42(1), 128-138.  
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102302>
- Glock, C. H., Grosse, E. H., Jaber, M. Y., & Smunt, T. L. (2019). Applications of learning curves in production and operations management: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 131, 422-441. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.030>

- Malerba, F., & Nelson, R. (2011). Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. *Industrial and corporate change*, 20(6), 1645-1675. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr062>
- Mathew, N., & Paily, G. (2020). STI-DUI innovation modes and firm performance in the Indian capital goods industry: Do small firms differ from large ones?. Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT). <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09862-5>
- Mohammadi, M., Bagheri Moghadam, N., Shojaei Charminch, A. (2017). Analysis of Learning and Innovation Modes in Developing Countries; Case study ICT in Iran. *Science & Technology Policy*, Volume 9, Number 1. <https://dori.net/dor/20.1001.1.20080840.1396.10.1.4.3> [in Persian]
- Narimani, M., & Hosseini, S. J. (2019). The Theoretical Foundations of Science, Technology and Innovation Policy from the View of Economic Schools. *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 59-70. [in Persian]
- Nunes, S., & Lopes, R. (2015). Firm performance, innovation modes and territorial embeddedness. *European Planning Studies*, 23(9), 1796-1826. <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1021666>
- Nunes, S., Lopes, R., & Dias, J. (2013). Innovation Modes and Firm's Performance: Evidence from Portugal. <http://hdl.handle.net/10419/123875>
- Parrilli, M. D., & Radicic, D. (2021). STI and DUI innovation modes in micro-, small-, medium-and large-sized firms: distinctive patterns across Europe and the US. *European Planning Studies*, 29(2), 346-368. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1754343>
- Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. springer publishing company. <https://parsmodir.com/wp-content/uploads/2020/03/MetaSynBook.pdf>
- Kim, L. (1999). "Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks and Korea's Experience," *Industrial and Corporate Change*, vol. Vol.8 No.1, pp. 111-132, 1999. <https://doi.org/10.1093/icc/8.1.111>
- Kocoglu, I., Imamoglu, S. Z., Ince, H., & Keskin, H. (2012). Learning, R&D and manufacturing capabilities as determinants of technological learning: enhancing innovation and firm performance. *Procedia-social and behavioral sciences*, 58, 842-852. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1062>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lall, S., & Teubal, M. (1998). "Market-stimulating" technology policies in developing countries: A framework with examples from East Asia. *World development*, 26(8), 1369-1385. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(98\)00071-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(98)00071-0)
- Lundvall, B. (1992). A (ed)(1992) National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter, London. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf?sequence=1#page=102>
- Lundvall, B. Å. (2006). Knowledge management in the learning economy. Aalborg: Danish Research Unit for Industrial Dynamics. [http://www.redesist.ie.ufrj.br/ga2012/textos/Lundvall/Lecture%203\\_Knowledge%20management%20for%20PTF.pdf](http://www.redesist.ie.ufrj.br/ga2012/textos/Lundvall/Lecture%203_Knowledge%20management%20for%20PTF.pdf)
- Lundvall, B. Å. (2010). Scope, style, and theme of research on knowledge and learning societies. *Journal of the Knowledge Economy*, 1(1), 18-23. <https://doi.org/10.1007/s13132-009-0007-6>
- Malerba, F., & Lee, K. (2021). An evolutionary perspective on economic catch-up by latecomers. *Industrial and Corporate Change*, 30(4), 986-1010. <https://doi.org/10.1093/icc/dtab008>

Sohrabi, M. & Mohammadi, M. (2018). Identification and clustering modes of learning and innovation in high technology and medium technology firms. *Innovation Management journal*, 7(11), 91-118. [http://www.nowavari.ir/article\\_69190\\_89c048dea5e60f2c23700a19369246fb.pdf](http://www.nowavari.ir/article_69190_89c048dea5e60f2c23700a19369246fb.pdf) [in Persian]

Thomä, J. (2017). DUI mode learning and barriers to innovation—A case from Germany. *Research Policy*, 46(7), 1327-1339. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.004>

Thomä, J., & Zimmermann, V. (2019). Non-R&D, interactive learning and economic performance: Revisiting innovation in small and medium enterprises. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3449094>

Viotti, E. B. (2015). Technological learning systems, competitiveness and development (No. 138). Discussion Paper. [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/220227/1/dp\\_138.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/220227/1/dp_138.pdf)

Wieczorek, A. J., Hekkert, M. P., & Smits, R. E. (2009). Contemporary innovation policy and instruments: challenges and implications (No. 09-12). Utrecht University, Department of Innovation Studies. [https://www.researchgate.net/publication/254453393\\_Contemporary\\_Innovation\\_Policy\\_and\\_Instruments\\_Challenges\\_and\\_Implications](https://www.researchgate.net/publication/254453393_Contemporary_Innovation_Policy_and_Instruments_Challenges_and_Implications)

Zahra, S. A., Ireland, R. D., & Hitt, M. A. (2000). International expansion by new venture firms: International diversity, mode of market entry, technological learning, and performance. *Academy of Management journal*, 43(5), 925-950. <https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/1556420>

Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *Journal of advanced nursing*, 53(3), 311-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03721.x>