فصلنامه تخصصی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد
فصلنامه رشد فناوری، سال بیست‌ودوم، شماره ۸۸، پائیز ۱۴۰۵
www.roshdefanavari.ir
شاپا: ۵۴۸۶-۱۷۳۵ / شاپای الکترونیکی: ۵۶۶۴-۱۷۳۵

تبیین نقش تعاملات متقابل و سازوکارهای حکمرانی در فرایند تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته: مطالعه تطبیقی شش محصول فناورانه جهاد دانشگاهی

عباس ناصری*
پردیس بین‌المللی کیش دانشگاه تهران، تهران، ایران
abbase.nasseri@ut.ac.ir

محمدرحیم اسفیدانی
دانشگاه تهران، تهران، ایران
esfidani@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۳ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۵/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۰۵

چکیده

تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در نهادهای پژوهشی نظیر جهاد دانشگاهی، پدیده‌ای پیچیده و چندبعدی است که صرفاً به توانمندی‌های فنی وابسته نیست. پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش تعاملات متقابل و سازوکارهای حکمرانی در فرایند تجاری‌سازی، شش پروژه فناورانه در حوزه‌های پزشکی، فنی- مهندسی و کشاورزی را به روش کیفی و با رویکرد تطبیقی (درون‌کیسی و میان‌کیسی) مورد تحلیل قرار داد. یافته‌ها نشان می‌دهد که «همکاری متقابل» به‌تنهایی ضامن موفقیت نیست؛ بلکه اثربخشی آن در گرو کیفیت ساختار حکمرانی به‌عنوان یک شرط تعدیل‌کننده است. در موارد موفق بررسی‌شده، از ساختارهای حکمرانی رسمی، قراردادهای شفاف و ثبات مدیریتی بهره برده‌اند، درحالی‌که موارد ناموفق از فقدان این چارچوب‌ها و عملکرد جزیره‌ای رنج می‌برند. این مطالعه نشان می‌دهد که در موارد بررسی‌شده، موانع نهادی و بوروکراسی‌های نظارتی (مانند چالش‌های اخذ مجوز از سازمان‌های متولی)، نقش کلیدی ایفا می‌کنند؛ به‌طوری‌که برخی پروژه‌ها علیرغم دستیابی به بلوغ فنی، با چالش‌های جدی در مرحله انطباق رگولاتوری مواجه شده‌اند. همچنین، ضعف در مهارت‌های نرم تجاری‌سازی (مذاکره، بازاریابی B2B و برندسازی) به‌عنوان یکی از موانع کلیدی پروژه‌های ناموفق شناسایی شد. در نهایت، چارچوب مفهومی پژوهش بیانگر آن است که موفقیت تجاری حاصل تعامل هم‌زمان «حکمرانی قوی»، «انطباق پیش‌دستانه با الزامات نظارتی» و «توسعه توانمندی‌های نرم مدیریتی» است. این چارچوب می‌تواند به‌عنوان راهنمایی جهت بازنگری در سیاست‌های حمایتی جهاد دانشگاهی و ارتقای نرخ موفقیت تجاری‌سازی محصولات فناورانه مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی

تجاری‌سازی؛ فناوری های پیشرفته؛ همکاری متقابل؛ جهاد دانشگاهی؛ موانع نهادی؛ حکمرانی فناوری؛ مهارت‌های نرم تجاری‌سازی.

۱- مقدمه

بی‌اغراق، یکی از پیچیده‌ترین مراحل نوآوری، مرحله انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بازار و تولید است که با عنوان انتقال و تجاری‌سازی فناوری مطرح می‌شود. واقعیت این است که هیچ الگوی قطعی و بلامنازعی در این زمینه وجود ندارد. سازمان‌های تحقیقاتی مأموریت مشخصی دارند. فعالیت‌های این سازمان‌ها در جهت تحقیقات بنیادی، کاربردی، توسعه‌ای و حتی پشتیبانی فنی و اجرایی پروژه‌هاست. تحقیقات آکادمیک معمولاً در مقیاس کوچک و در دانشگاه‌ها انجام می‌شود. اما یافته‌ها و نتایج تحقیقاتی تا هنگامی‌که در عرصه عمل استقرار نیابد و عواید آن نصیب جامعه نگردد، نمی‌توانند منشاء رفاه عمومی و ثروت انسان‌ها باشند [۱]. بخش اعظم فناوری‌ها از سازمان‌های تحقیقاتی سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از سازمان‌های دریافت‌کننده فناوری، نتایج آنها به صحنه بازار وارد می‌شود. هدف از پژوهش و فناوری، حصول به دستاوردهای فناورانه و نوآورانه موردنیاز برای ارتقای توانمندی‌های فناورانه و نوآورانه صنایع کشور در راستای رقابت‌پذیری آنها است. در نتیجه، تولید ثروت از فعالیت‌های پژوهشی و فناورانه نیازمند تجاری‌سازی دستاوردهای حاصل از آن است. از این‌رو، نقش تجاری‌سازی فناوری‌ها در سازمان‌های تحقیقاتی پژوهش‌محور، به ویژه نهادهایی مانند جهاد دانشگاهی و شرکت‌های فناورانه اهمیت زیادی یافته است. تجاری‌سازی فناوری (TC)[1] به حفظ مزیت رقابتی سازمان‌ها و شرکت‌های فناوری پیشرفته کمک می‌کند. اگرچه محققان ثابت کرده‌اند که نوآوری محصول و توسعه محصول جدید

1. Technology Commercialization

* نویسنده مسئول- دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی، گرایش مدیریت بازاریابی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، تهران، ایران

با همکاری بین کارکردی و فعالیت‌های دانش سازمانی افزایش می‌یابد، اما الزاماً الگوی یکسانی برای تجاری‌سازی فناوری‌های پیچیده وجود ندارد. با توجه به دیدگاه دانش‌محور (KBV)[1] در مدیریت دانش و تأثیر همکاری متقابل که مؤلفه‌هایی چون روابط مشارکتی، رهبری مشترک، برقراری ارتباط، اشتراک‌گذاری اطلاعات و ایجاد اعتماد سازمانی را شامل می‌شود، مسأله اصلی این مطالعه، کشف چگونگی تعاملات همکاری متقابل و تأثیر آن بر عملکرد TC در زمینه صنعت فناوری‌های پیشرفته در چارچوب ساختاری جهاد دانشگاهی است.

تحقیقات پیشین نقش مهم همکاری‌های متقابل در فرایند تجاری‌سازی فناوری را برجسته کرده‌اند. با این حال، شکاف‌های مهمی در درک ما از چگونی تأثیر این همکاری‌ها در بسترهای سازمانی بومی و سازمان‌های تحقیقاتی عمومی/ نیمه‌دولتی باقی مانده است. مطالعات متعددی بر اهمیت همکاری بین سازمانی و شبکه‌های متنوع در موفقیت تجاری‌سازی فناوری تأکید کرده‌اند [۷-۹]. این پژوهش به دنبال پرکردن این شکاف تحقیقاتی با بررسی چگونگی تأثیر همکاری‌های متقابل بر عملکرد تجاری‌سازی فناوری است. به‌طور خاص، این مطالعه به بررسی این موضوع می‌پردازد که چگونه همکاری بین بخش‌های مختلف سازمان (همکاری متقابل) در جهاد دانشگاهی به‌عنوان یک سازمان تحقیقاتی و فناور برجسته در ایران، به موفقیت تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته کمک می‌کند. سازمان‌ها و شرکت‌های با فناوری پیشرفته به‌طور فزاینده‌ای بر تجاری‌سازی فناوری (TC)) به‌عنوان ابزاری برای حفظ مزیت رقابتی خود در طول دو دهه گذشته متمرکز شده‌اند[۱۰، ۱۱]. در تعریف فرایند تجاری‌سازی فناوری دو دیدگاه وجود دارد: از دیدگاه فرایندی، تجاری‌سازی فرایندی است که با یک ایده بازارمحور شروع‌شده، فناوری را برای استفاده تجاری آماده می‌سازد و آن را در محصولات و فرایندها به‌کار می‌گیرد [۱۲]. از دیدگاه قابلیت سازمانی، تجاری‌سازی فناوری به معنای توانایی جذب و تطبیق یک فناوری جدید برای استفاده در تولید و بازاریابی است [۱۳]. اگرچه ادبیات مربوط به بررسی رابطه بین همکاری متقابل و توسعه محصول جدید (NPD)[2] فراوان است [۱۴، ۱۵]، یافته‌های قبلی ممکن است به دلیل تفاوت‌های طبیعی در هدف، مقیاس زمانی، ذینفعان و ماهیت تقاضا بین NPD و TC، مستقیماً برای زمینه خاص تجاری‌سازی فناوری‌های جدید قابل استفاده نباشد. برای مثال، ادبیات موجود ابعاد هدف و مقیاس زمانی را برای توضیح تفاوت‌های بین NPD و TC بررسی می‌کند [۱۲، ۱۶]. فرایند TC با تحقیقات پایه علمی یا فنی آغاز می‌شود که اغلب شامل اعطای حق ثبت اختراع بوده و تحقق ارزش محصولات در آن ممکن است زمان زیادی طول بکشد [۱۲]. از سوی دیگر، نوآوری محصول و NPD بر توسعه محصولات کاملاً جدیدی متمرکز است که از محصولات موجود بهره‌برداری می‌کنند [۱۲]. TC نه تنها بر نوآوری محصول تأکید دارد، بلکه تحقیقات پایه علمی یا فنی را به محصولات قابل اجرا و قابل فروش تبدیل می‌کند [۱۲].

علاوه بر تأثیر همکاری‌های بین‌کارکردی (CFC)، دانش یکی از مهم‌ترین منابع پشتیبانی از فعالیت‌های اصلی یک شرکت است [۱۷]. دانش سازمانی در فرایند TC گنجانده شده و بنابراین به‌طور مستقیم بر عملکرد TC تأثیر می‌گذارد [۱۸، ۱۹]. برای تسهیل این فرایند، سازمان‌ها باید یک مکانیزم خلق دانش را توسعه دهند که اغلب از طریق یک محیط کاری مشارکتی به‌دست می‌آید [۲۰]. این مسیر به‌ویژه در اکوسیستم نوآوری ایران و نهادهای تحقیقاتی نظیر جهاد دانشگاهی، به صراحت در ادبیات مورد مطالعه قرار نگرفته است، بنابراین برای رفع این شکاف در تحقیق، به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم: آیا همکاری متقابل بر عملکرد تجاری‌سازی فناوری تولیدکنندگان فناوری پیشرفته در جهاد دانشگاهی تأثیر دارد و سازوکارهای کلیدی آن کدامند؟



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق [۱۹]

- همکاری‌های متقابل شامل تعاملات بین واحدهای مختلف سازمانی مانند تحقیق و توسعه (R&D)، بازاریابی، تولید برای تسهیل فرایند تجاری‌سازی.
- عملکرد تجاری‌سازی فناوری: معیارهای موفقیت در تبدیل فناوری به محصولات قابل فروش مانند سهم بازار، درآمدزایی، رضایت مشتری می‌شود.

در پژوهشی که توسط درودی و شرف‌پور انجام شد [۲۱]، یافته‌ها نشان داد که همکاری متقابل کارکردی رابطه مثبت و معناداری با عملکرد تجاری‌سازی دارد (ضریب همبستگی r=0.75)، و متغیرهای میانجی مانند خلق دانش (β=0.62) و حمایت مدیریت ارشد (β=0.58) این رابطه را تقویت می‌کنند. موانع اصلی شامل ناکافی‌بودن زیرساخت‌های سازمانی، بوروکراسی پیچیده، و کمبود منابع مالی پایدار شناسایی شدند. در پژوهش با عنوان "بررسی عوامل زمینه‌ای مؤثر بر تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی فناورانه" با رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) انجام شد [۳]. نتایج نشان داد که فرهنگ کارآفرینی (β=0.62)، نوآوری سازمانی (β=0.55)، و توسعه زیرساخت‌های پارک‌های علم و فناوری (β=0.58) از عوامل کلیدی موفقیت تجاری‌سازی هستند. موانع نهادی مانند بوروکراسی در اخذ مجوزها، کمبود منابع مالی، و ضعف در هماهنگی بین پژوهش و صنعت نیز به‌عنوان چالش‌های اصلی برجسته شدند. پژوهشی با عنوان "طراحی الگوی تجاری‌سازی پژوهش‌ها در دانشگاه علامه طباطبائی" با رویکرد کیفی و روش تحلیل مضمون انجام شد [۴]. مدل پیشنهادی شامل هفت مؤلفه کلیدی بود: شبکه ارتباطی، بازارمحوری، نوآوری،

1. Knowledge-Based View
2. New Product Development (NPD)

مدیریت دانش، حمایت سازمانی، زیرساخت‌های فناوری، و فرهنگ کارآفرینی. این مدل با شاخص برازش قوی (CFI=0.92) تأیید شد، که نشان‌دهنده انسجام بالای آن است. چالش‌هایی مانند موانع بوروکراتیک، کمبود بودجه، و ضعف در ارتباط با صنعت نیز مطرح شدند. این مطالعه پیشنهاد کرد که این مدل می‌تواند برای سایر نهادهای پژوهشی تطبیق داده شود. با این حال، محدودیت اصلی آن تمرکز بر دانشگاه‌ها به‌جای نهادهای اجرایی مانند جهاد دانشگاهی بود، و کاربرد مستقیم آن در پروژه‌های فناوری پیشرفته نیازمند بازنگری است. مطالعات خارجی دیدگاه‌های جهانی درباره تجاری‌سازی و همکاری‌های متقابل ارائه می‌دهند که می‌توانند به‌عنوان الگوهایی برای جهاد دانشگاهی مورد استفاده قرار گیرند: این مطالعه با عنوان "تأثیرات همکاری متقابل و ایجاد دانش بر تجاری‌سازی فناوری" با رویکرد کمی و استفاده از مدل معادلات ساختاری (SEM) انجام شد [۱۹]. تحلیل نشان داد که همکاری‌های متقابل فرصت‌های جدیدی برای تجاری‌سازی ایجاد می‌کند (β=0.68)، و دانش به‌عنوان متغیر واسطه‌ای نقش قوی دارد (β=0.55). عوامل موفقیت شامل هماهنگی راهبردی و اشتراک دانش بودند، درحالی‌که موانع فرهنگی (مانند مقاومت در برابر همکاری) و موانع قانونی (مانند پیچیدگی مالکیت فکری) به‌عنوان چالش‌ها شناسایی شدند. در پژوهشی که با عنوان "عوامل موفقیت حیاتی برای کار تیمی متقابل در توسعه محصول جدید" با رویکرد کیفی و تحلیل موردی انجام شد [۲۲] یافته‌ها نشان داد که همسویی راهبردی بین تیم‌ها (در ۸۰٪ موارد موفق)، فضای سازمانی حمایتی، و اعتماد متقابل بین اعضاء، عوامل کلیدی موفقیت همکاری‌های متقابل هستند. موانع اصلی شامل ضعف در ارتباطات بین‌دپارتمانی و ساختارهای سلسله‌مراتبی بودند. در مطالعه‌ای [۱۲] با عنوان "ابعاد دانش بازار و همکاری متقابل عملکردی: بررسی مسیرهای مختلف به نوآوری" با رویکرد کمی و استفاده از تحلیل رگرسیون چندگانه انجام شد. داده‌ها از ۲۵۰ شرکت آمریکایی در صنایع مختلف با پرسشنامه استاندارد جمع‌آوری شد (R^2=0.54). نتایج نشان داد که دانش بازار (β=0.60) و همکاری متقابل عملکردی (β=0.52) از طریق یکپارچه‌سازی دانش، تأثیر مثبت و معناداری بر نوآوری و تجاری‌سازی دارند. موانع ساختاری، مانند عدم هماهنگی بین واحدها، و کمبود منابع نیز به‌عنوان چالش‌ها مطرح شدند.

جدول ۱- خلاصه پیشینه پژوهش

ردیف	نویسنده و سال	عنوان پژوهش	روش‌شناسی	خلاصه یافته‌ها	ارزیابی
۱	[۲]	تأثیر همکاری متقابل کارکردی بر عملکرد تجاری‌سازی	کیفی (مصاحبه)	همکاری کارکردی رابطه مثبت با تجاری‌سازی دارد؛ خلق دانش و حمایت مدیریت میانجی هستند	اهمیت همکاری را برجسته می‌کند، اما مدل‌سازی خاص ندارد
۲	[۳]	عوامل زمینه‌ای مؤثر بر تجاری‌سازی	ترکیبی (کیفی/کمی)	فرهنگ کارآفرینی و پارک‌های فناوری کلیدی‌اند؛ موانع نهادی وجود دارد	چارچوب کلی ارائه می‌دهد، اما همکاری‌ها کمتر بررسی شده
۳	[۴]	طراحی الگوی تجاری‌سازی در دانشگاه علامه	کیفی (تحلیل مضمون)	مدل هفت‌مؤلفه‌ای با برازش قوی؛ چالش‌های بوروکراتیک برجسته‌اند	الگوی جامع، اما برای جهاد دانشگاهی نیازمند تطبیق است
۴	[۴۰]	تأثیرات همکاری و دانش بر تجاری‌سازی	کمی (معادلات ساختاری)	همکاری فرصت‌های تجاری‌سازی می‌سازد؛ دانش نقش واسطه‌ای دارد	دیدگاه جهانی، اما شرایط ایران را نادیده می‌گیرد
۵	[۲۲]	عوامل موفقیت کار تیمی متقابل	کیفی (تحلیل موردی)	همسویی راهبردی و اعتماد کلیدی‌اند؛ موانع ارتباطی وجود دارد	چارچوب همکاری، اما تطبیق با ایران نیاز دارد
۶	[۱۴]	ابعاد دانش بازار و همکاری	کمی (رگرسیون)	دانش بازار و همکاری بر نوآوری اثر دارند؛ موانع ساختاری برجسته‌اند	دیدگاه جهانی، اما شرایط محلی ایران را پوشش نمی‌دهد

این جدول نشان می‌دهد که مطالعات داخلی و خارجی، هرچند اطلاعات مفیدی ارائه می‌دهند، اما شکاف‌هایی در مدل‌سازی خاص تأثیر همکاری‌های متقابل بر تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در جهاد دانشگاهی وجود دارد. این شکاف‌ها شامل نادیده‌گرفتن موانع نهادی خاص ایران، کمبود تمرکز بر فناوری‌های پیشرفته، و عدم توجه به همکاری‌های بین‌رشته‌ای است.

۱-۱- اهداف تحقیق

هدف اصلی: مدل‌سازی تأثیر همکاری‌های متقابل بر تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در جهاد دانشگاهی با رویکرد کیفی و مطالعه تطبیقی چندگانه.

اهداف فرعی عبارتند از:

- شناسایی عوامل کلیدی و ابعاد ساختاری/ حکمرانی همکاری متقابل مؤثر بر تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در جهاد دانشگاهی.
- تبیین نقش متغیرهای واسطه‌ای و محیطی در تعدیل اثر همکاری متقابل در بهبود عملکرد تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته.
- ارائه مدلی جامع و بومی برای ارزیابی و بهبود فرایند تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در جهاد دانشگاهی.
- ارائه راهکارهای عملی و توصیه‌های سیاستی برای تقویت همکاری‌های متقابل و افزایش موفقیت تجاری‌سازی فناوری‌ها.

۲- ادبیات پژوهش و مبانی نظری

۲-۱- مفهوم فناوری: پایه‌ای برای نوآوری و تجاری‌سازی

فناوری، به‌عنوان کاربرد نظام‌مند دانش علمی برای حل مسائل عملی و خلق ارزش‌های اقتصادی و اجتماعی، هسته مرکزی پیشرفت بشری و توسعه‌پایدار جوامع را تشکیل می‌دهد [۲۳]. این مفهوم، که از واژه یونانی tekhnē (به معنای هنر یا مهارت) و logia (به معنای مطالعه) ریشه

گرفته، فراتر از ابزارها و تجهیزات فیزیکی است و شامل فرایندها، سیستم‌های پیچیده، و دانش ضمنی می‌شود که در کنار هم به حل مشکلات واقعی کمک می‌کنند [۲۴]. تکامل فناوری از ابزارهای ابتدایی، مانند تبرهای سنگی در عصر حجر برای شکار و بقا، تا سیستم‌های پیشرفته امروزی، مانند الگوریتم‌های یادگیری عمیق در هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های کلان، نشان‌دهنده تأثیر عمیق و چندبعدی آن بر اقتصادها، جوامع، و فرهنگ‌هاست [۲۵]. برای مثال، اختراع ماشین بخار در قرن هجدهم، با امکان‌پذیر ساختن تولید انبوه و مکانیزه‌کردن صنایع، نقطه عطفی در انقلاب صنعتی بود، درحالی‌که ظهور اینترنت در اواخر قرن بیستم، با بازتعریف ارتباطات جهانی و ایجاد پلتفرم‌های دیجیتال مانند گوگل و آمازون، اقتصاد دیجیتال را پایه‌گذاری کرد [۳۰]. فناوری اثرات دوگانه‌ای بر جوامع دارد که درک آن برای تحلیل نقشش در تجاری‌سازی و نوآوری ضروری است. از یک سو، با افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت زندگی، و ایجاد فرصت‌های جدید، رفاه اجتماعی را ارتقاء می‌دهد؛ برای مثال، توسعه فناوری‌های پزشکی مانند دستگاه‌های MRI، تشخیص بیماری‌ها را دقیق‌تر کرده است. از سوی دیگر، چالش‌هایی چون تخریب محیط‌زیست (مانند آلودگی ناشی از تولید صنعتی)، نابرابری اجتماعی (مانند شکاف دیجیتال بین جوامع پیشرفته و در حال توسعه)، و بیکاری ناشی از خودکارسازی (مانند جایگزینی کارگران خط تولید با ربات‌ها) را به همراه دارد [۲۸]. به‌عنوان نمونه، توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت، مانند سیستم‌های تشخیص بیماری مبتنی بر تصویربرداری، دقت و سرعت تشخیص را افزایش داده، اما در عین حال نگرانی‌هایی درباره از دست‌رفتن مشاغل تکنسین‌های سنتی، امنیت داده‌های بیماران، و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی ایجاد کرده است [۲۹]. در ایران، فناوری‌های پیشرفته مانند نانوفناوری، بیوتکنولوژی، و هوش مصنوعی به‌عنوان اولویت‌های توسعه در اسناد بالادستی، از جمله سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و سیاست‌های کلی علم و فناوری ابلاغی رهبر انقلاب، شناسایی شده‌اند، اما تجاری‌سازی آن‌ها به دلیل موانع ساختاری نظیر کمبود منابع مالی، ضعف در زیرساخت‌های انتقال فناوری، و ناکافی‌بودن همکاری‌های بین‌سازمانی با مشکلات جدی مواجه است [۳]. در بستر جهاد دانشگاهی، فناوری به‌عنوان پایه مادی نوآوری و تجاری‌سازی عمل می‌کند و نقش آن در پروژه‌های عملیاتی این نهاد به وضوح قابل مشاهده است. برای مثال، توسعه نانومواد برای کاربردهای صنعتی و پزشکی، مانند فیلترهای نانویی برای تصفیه آب با کارایی بالا یا پوشش‌های ضدباکتری برای تجهیزات بیمارستانی، نشان‌دهنده توانمندی بالای جهاد دانشگاهی در تولید دانش فنی است [۲۱]. با این حال، انتقال این دستاوردها به بازار با چالش‌هایی مواجه است که شامل فقدان زنجیره تأمین مؤثر، کمبود سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، ضعف در شبکه‌های بازاریابی و برندسازی، و ناکافی‌بودن حمایت‌های دولتی (مانند یارانه‌های تحقیقاتی یا معافیت‌های مالیاتی) می‌شود. همکاری‌های متقابل می‌توانند این شکاف را پر کنند؛ به‌عنوان نمونه، مشارکت با شرکت‌های دارویی داخلی مانند داروسازی اسوه برای تولید نانوداروهای هدفمند یا همکاری با استارتاپ‌های فناوری مانند آپارات برای توسعه حسگرهای هوشمند مبتنی بر نانوفناوری، می‌تواند مسیر تجاری‌سازی را تسهیل کند [۱۳].

۲-۲- مفهوم نوآوری: از خلاقیت تا ارزش‌آفرینی

نوآوری فرایندی پویا، چندبعدی، و خلاق است که طی آن ایده‌ها، دانش، یا روش‌های جدید به راه‌حل‌های عملی و بهبودیافته تبدیل می‌شوند و ارزش اقتصادی، اجتماعی، یا زیست‌محیطی خلق می‌کنند [۲۶]. برخلاف فناوری که بر ابزارها، فرایندها، و دانش فنی متمرکز است، نوآوری بر کاربرد خلاقانه این عناصر تأکید دارد و می‌تواند در حوزه‌های فناورانه، مانند توسعه چاپگرهای سه‌بعدی برای تولید قطعات صنعتی، یا غیرفناورانه، مانند مدل‌های نوین کسب‌وکار مبتنی بر اقتصاد اشتراکی (مانند پلتفرم‌های اجاره مسکن)، رخ دهد [۱۵]. نظریه تخریب خلاق شومپیتر بیان می‌کند که نوآوری با جایگزینی روش‌ها، محصولات، و سیستم‌های قدیمی با راه‌حل‌های نوین، پویایی اقتصادی را تقویت کرده و به ایجاد ارزش‌های جدید منجر می‌شود [۲۷]. این مفهوم از زمان انقلاب صنعتی، با اختراعاتی مانند چرخ خیاطی که تولید پوشاک را متحول کرد، تا عصر دیجیتال، با نوآوری‌هایی مانند پلتفرم‌های دیجیتال (مانند اوبر و Airbnb) که مدل‌های سنتی حمل‌ونقل و اقامت را دگرگون کرده‌اند، نقشی محوری در تحول جوامع ایفا کرده است. نوآوری‌های برجسته، مانند رسانه‌های اجتماعی (فیس‌بوک، توییتر، اینستاگرام)، هوش‌مصنوعی (دستیارهای مجازی مانند سیری و الکسا)، و انرژی‌های تجدیدپذیر (پنل‌های خورشیدی با راندمان بالا)، نه‌تنها صنایع را بازتعریف کرده‌اند، بلکه سبک زندگی، تعاملات اجتماعی، و حتی سیاست‌گذاری‌ها را تغییر داده‌اند [۳۱]. موفقیت نوآوری به تعامل پیچیده بین عوامل داخلی، مانند ظرفیت تحقیق و توسعه (R&D) سازمان‌ها، و عوامل خارجی، مانند نیازهای بازار، تغییرات جمعیتی، و فشارهای زیست‌محیطی، وابسته است [۳۲]. در ایران، نوآوری در حوزه‌هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) رشد چشمگیری داشته است؛ برای مثال، توسعه اپلیکیشن‌های بومی مانند اسنپ (حمل‌ونقل آنلاین) و دیجی‌کالا (تجارت الکترونیک) نشان‌دهنده پتانسیل بالای نوآوری در این کشور است. با این حال، ضعف در تجاری‌سازی این نوآوری‌ها، به دلیل کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر، موانع قانونی (مانند پیچیدگی قوانین مالکیت فکری)، و ناکافی‌بودن زیرساخت‌های حمایتی (مانند پارک‌های علم و فناوری کارآمد)، بهره‌برداری کامل از این پتانسیل را محدود کرده است [۲۱]. نوآوری به‌عنوان پیش‌نیاز تجاری‌سازی، حلقه اتصال ایده به بازار را تشکیل می‌دهد و درک ابعاد آن برای تحلیل همکاری‌های متقابل در جهاد دانشگاهی ضروری است. نوآوری را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد که هر یک نقش متفاوتی در فرایند ارزش‌آفرینی ایفا می‌کنند: نوآوری محصول، نوآوری فرایند، و نوآوری سازمانی [۳۳]. نوآوری محصول به خلق

کالاها یا خدمات جدید اشاره دارد؛ برای مثال، تولید گوشی‌های هوشمند توسط اپل یا توسعه حسگرهای زیستی توسط جهاد دانشگاهی برای تشخیص سریع بیماری‌ها، نمونه‌هایی از این نوع نوآوری هستند. نوآوری فرایند، روش‌های تولید یا ارائه خدمات را بهبود می‌بخشد؛ به‌عنوان نمونه، استفاده از رباتیک در خطوط تولید خودروسازی سایپا یا بهینه‌سازی فرایندهای کشت سلولی در بیوتکنولوژی جهاد دانشگاهی، کارایی و کاهش هزینه‌ها را به دنبال داشته است. نوآوری سازمانی نیز ساختارها و سیستم‌های مدیریتی را تحول می‌دهد؛ برای مثال، پیاده‌سازی ساختارهای تیمی چابک (Agile) در استارتاپ‌های ایرانی مانند زرین‌پال یا ایجاد واحدهای نوآوری در جهاد دانشگاهی، انعطاف‌پذیری سازمانی را افزایش داده است [۱۵]. در حوزه فناوری‌های پیشرفته، نوآوری معمولاً با پیچیدگی‌های فنی، نیاز به سرمایه‌گذاری بالا، و ضرورت همکاری‌های بین‌رشته‌ای همراه است. برای مثال، توسعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی در جهاد دانشگاهی برای تحلیل داده‌های پزشکی، نیازمند نوآوری در طراحی نرم‌افزار، مدیریت داده‌ها، و تلفیق دانش پزشکی و مهندسی است، اما تجاری‌سازی آن به همکاری با بیمارستان‌ها، شرکت‌های فناوری، و سیاست‌گذاران حوزه سلامت وابسته است [۳].

۲-۳- مفهوم تجاری‌سازی فناوری: پل علم و بازار

تجاری‌سازی فناوری فرایندی ساختاریافته، چندمرحله‌ای، و هدفمند است که طی آن ایده‌ها، اختراعات، یا دانش فنی به محصولات، خدمات، یا فرایندهایی تبدیل می‌شوند که در بازار ارزش اقتصادی و اجتماعی تولید می‌کنند [۱۰]. این فرایند شامل مراحل متعددی از جمله ایده‌پردازی، توسعه نمونه اولیه، حفاظت از مالکیت فکری (مانند ثبت پتنت)، امکان‌سنجی بازار، تولید، بازاریابی، و عرضه به بازار است [۱۱]. تجاری‌سازی به‌عنوان پلی بین علم و صنعت، نقش حیاتی در اقتصاد دانش‌بنیان دارد و به ایجاد کسب‌وکارهای جدید، گسترش خطوط تولید، افزایش رقابت‌پذیری، و تقویت مبادلات تجاری منجر می‌شود [۳۵] برای مثال، تجاری‌سازی فناوری GPS، که ابتدا در دهه ۱۹۷۰ برای مقاصد نظامی توسعه یافت، امروزه به یک صنعت چندمیلیارد دلاری در حوزه ناوبری، حمل‌ونقل، و خدمات مبتنی بر مکان تبدیل شده است و شرکت‌هایی مانند Garmin و Google Maps از آن بهره می‌برند. در ایران، تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته با چالش‌هایی جدی مواجه است که شامل کمبود بودجه‌های پایدار برای پژوهش و توسعه، موانع بوروکراتیک (مانند پیچیدگی فرایند اخذ مجوزها و تأییدیه‌ها)، و ضعف در زیرساخت‌های انتقال فناوری (مانند نبود مراکز رشد تخصصی یا پلتفرم‌های تجاری‌سازی کارآمد) می‌شود [۴۱]. موفقیت در این حوزه نیازمند ترکیبی از تخصص فنی (برای توسعه محصول)، هوش تجاری (برای شناسایی فرصت‌های بازار)، و درک عمیق نیازهای مشتریان است [۳۴]. به‌عنوان مثال، جهاد دانشگاهی در پروژه‌های بیوتکنولوژی، مانند تولید کیت‌های تشخیص سریع بیماری‌های عفونی (مانند کیت‌های تشخیص کرونا)، دستاوردهای علمی مهمی داشته، اما انتقال این دستاوردها به بازار به دلیل نبود سرمایه‌گذاری کافی از سوی بخش خصوصی، ضعف در زنجیره تأمین، و ناکافی‌بودن شبکه‌های توزیع با مشکل مواجه شده است [۳]. تجاری‌سازی نه‌تنها به توسعه فناوری وابسته است، بلکه به همکاری‌های بین‌سازمانی، سیاست‌گذاری‌های حمایتی، و ابزارهای مالی نیز نیاز دارد که در بخش‌های بعدی بررسی می‌شوند.

مراحل تجاری‌سازی را می‌توان به پنج مرحله کلیدی تقسیم کرد که هر یک نقش مشخصی در تبدیل دانش به ارزش دارند:

۱- ایده‌پردازی و تحقیق اولیه، که شامل شناسایی نیازها و تولید دانش پایه است؛
۲- توسعه نمونه اولیه و آزمایش، که قابلیت اجرایی فناوری را ارزیابی می‌کند؛
۳- حفاظت از مالکیت فکری، که از طریق ثبت پتنت یا علائم تجاری از حقوق پدیدآورندگان محافظت می‌کند؛
۴- تولید و بازاریابی، که شامل تولید انبوه و تدوین راهبردهای عرضه است؛
۵- عرضه و پشتیبانی پس از فروش، که تضمین‌کننده پایداری محصول در بازار است [۱۱].

در ایران، این مراحل اغلب به دلیل کمبود منابع مالی در مرحله دوم (توسعه)، ضعف در مطالعات امکان‌سنجی بازار در مرحله سوم، یا ناکافی‌بودن زیرساخت‌های تولید و بازاریابی در مرحله چهارم متوقف می‌شوند. برای مثال، پروژه‌های هوش مصنوعی جهاد دانشگاهی، مانند سیستم‌های پیش‌بینی ترافیک شهری مبتنی بر داده‌های کلان، به دلیل ناکافی‌بودن تحلیل‌های بازار و نبود شرکای صنعتی برای تولید و عرضه، به مرحله تجاری‌سازی کامل نرسیده‌اند. ابزارهای مالی مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر (Venture Capital) و وام‌های کم‌بهره می‌توانند این شکاف‌ها را پر کنند، اما در ایران این ابزارها هنوز به‌طور کامل توسعه نیافته‌اند و بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها به بودجه‌های دولتی وابسته است که اغلب ناکافی و غیرهدفمند هستند [۳۶]. به‌عنوان مثال، در کشورهای پیشرفته مانند آمریکا، شرکت‌های نوپا از طریق صندوق‌هایی مانند Sequoia Capital حمایت می‌شوند، اما در ایران، نبود چنین مکانیزم‌هایی، استارتاپ‌ها و نهادهایی مانند جهاد دانشگاهی را با مشکل مواجه کرده است. همچنین، ضعف در حفاظت از مالکیت فکری، مانند تأخیر در ثبت پتنت یا نبود قوانین شفاف برای جلوگیری از کپی‌برداری، ریسک تجاری‌سازی را افزایش داده است [۳۸]. این بخش با تمرکز بر فرایند تجاری‌سازی، مراحل آن، چالش‌های خاص ایران، و نقش آن در اقتصاد دانش‌بنیان، چارچوبی جامع برای تحلیل همکاری‌های متقابل در جهاد دانشگاهی فراهم می‌کند و ضرورت تقویت زیرساخت‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را برجسته می‌سازد.

۲-۴- مفهوم همکاری متقابل: کلیدی برای تسریع نوآوری

همکاری متقابل به مشارکت راهبردی و هدفمند بین سازمان‌ها، دانشگاه‌ها، نهادهای پژوهشی، یا حتی دولت‌ها برای دستیابی به اهداف مشترک اشاره دارد که می‌تواند نوآوری و تجاری‌سازی را تسریع کند [۱۳]. این همکاری‌ها ممکن است به‌صورت قراردادهای تجاری (مانند توافق‌نامه‌های تحقیق و توسعه مشترک)، سرمایه‌گذاری مشترک (Joint Ventures)، یا صدور مجوز فناوری (Licensing Agreements) شکل گیرند [۴۰] و اثربخشی آن‌ها مستلزم وجود ساختار حکمرانی رسمی، شفافیت تعهدات و اعتماد سازمانی است. نظریه نوآوری باز چسبرو نشان می‌دهد که استفاده از منابع، دانش، و ایده‌های خارجی از طریق همکاری‌های متقابل، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا محدودیت‌های داخلی خود را جبران کرده و فرایندهای نوآوری و تجاری‌سازی را بهبود بخشند [۸]. برای مثال، همکاری شرکت فایزر با BioNTech برای توسعه واکسن کووید-۱۹، نمونه‌ای موفق از ترکیب دانش بیوتکنولوژی و ظرفیت تولید انبوه است که به عرضه سریع محصول در بازار جهانی منجر شد. همکاری متقابل کارایی زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد، هزینه‌های تحقیق و توسعه را کاهش می‌دهد، و پذیرش فناوری‌های جدید را در بازار تسهیل می‌کند [۳۷]. به‌عنوان نمونه، یک استارتاپ فناوری ممکن است با همکاری یک دانشگاه، فناوری خود را توسعه دهد و سپس از طریق صدور مجوز به یک شرکت بزرگ‌تر، آن را به بازار عرضه کند؛ این مدل در سیلیکون ولی با همکاری دانشگاه استنفورد و شرکت‌هایی مانند سیسکو به‌خوبی اجرا شده است [۹]. در ایران، همکاری بین جهاد دانشگاهی و صنایع پتانسیل بالایی دارد، اما موانعی مانند عدم اعتماد متقابل بین بخش‌های دولتی و خصوصی، ضعف زیرساخت‌های حقوقی (مانند قراردادهای شفاف)، و موانع بوروکراتیک (مانند تأخیر در تأیید پروژه‌های مشترک)، موفقیت آن را محدود کرده است [۳]. برای مثال، پروژه‌های نانوفناوری جهاد دانشگاهی، مانند تولید نانوکامپوزیت‌ها برای صنایع خودروسازی، می‌توانند با همکاری شرکت‌هایی مانند ایران‌خودرو به بازار برسند، اما نبود هماهنگی و زیرساخت‌های لازم این فرصت را هدر داده است. همکاری‌های متقابل می‌توانند در دو سطح کارکردی و سنتی تعریف شوند. همکاری کارکردی بر اهداف مشخص و نتایج ملموس متمرکز است، مانند توسعه یک محصول خاص در بازه زمانی کوتاه، درحالی‌که همکاری سنتی بر روابط بلندمدت، اعتماد متقابل، و سرمایه اجتماعی استوار است [۳۹]. در بستر جهاد دانشگاهی، تلفیق این دو رویکرد می‌تواند اثربخشی تجاری‌سازی را افزایش دهد. برای مثال، همکاری کارکردی با یک شرکت بیوتکنولوژی برای تولید کیت‌های تشخیصی می‌تواند به عرضه سریع محصول منجر شود، درحالی‌که همکاری سنتی با دانشگاه‌های علوم پزشکی برای توسعه بلندمدت فناوری‌های زیستی، زیربنای نوآوری‌های آینده را فراهم می‌کند [۲۱].

۲-۵- نظریه نهادگرایی و حکمرانی در انتقال فناوری

براساس نظریه نهادگرایی [۴۲, ۴۳]، رفتارهای سازمانی و نتایج تجاری‌سازی به شدت تحت تأثیر چارچوب‌های نهادی رسمی (قوانین، مقررات و الزامات رگولاتوری) و غیررسمی (فرهنگ و هنجارها) قرار دارند. در تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته، نهادهای نظارتی (نظیر سازمان غذا و دارو یا سازمان ملی استاندارد) نقشی کلیدی ایفا می‌کنند [۴۴].

از سوی دیگر، حکمرانی نوآوری به سازوکارهایی اشاره دارد که روابط میان ذی‌نفعان مختلف را هدایت، هماهنگ و کنترل می‌کند [۴۶،۴۵]. ساختارهای حکمرانی تعیین می‌کنند که حقوق مالکیت فکری چگونه تقسیم شود، تصمیم‌گیری‌ها با چه ترتیبی صورت گیرد و مخاطرات پروژه چگونه مدیریت شوند [۴۷]. در ادبیات اخیر انتقال فناوری [۴۹،۴۸]، حکمرانی شفاف به‌عنوان عامل تعدیل‌کننده شناخته می‌شود که می‌تواند پتانسیل تعاملات متقابل را به نتایج ملموس تجاری تبدیل کند.

۳- روش‌شناسی

این پژوهش با رویکرد کیفی و از طریق راهبرد مطالعه موردی تطبیقی (Comparative Multiple Case Study) انجام شده است. جامعه پژوهش شامل طرح‌های فناورانه جهاد دانشگاهی بوده که از میان آن‌ها، شش پروژه در سه حوزه تخصصی (پزشکی، فنی- مهندسی، و کشاورزی) به صورت هدفمند انتخاب شدند. در هر حوزه، یک پروژه با تجربه ورود موفق به بازار یا جذب سرمایه‌گذار و یک پروژه ناموفق یا متوقف‌شده در مرحله تجاری‌سازی انتخاب گردید.

جدول ۲- معرفی طرح

حوزه تخصصی	عنوان پروژه	وضعیت تجاری‌سازی
پزشکی	خون بند ناف	موفق
پزشکی	تولید زخم‌پوش‌ها در ترمیم زخم‌های مزمن	ناموفق
فنی- مهندسی	سیستم رانش برقی مترو	موفق
فنی-مهندسی	دستگاه لوله مغزی سیار	ناموفق
کشاورزی	تولید آزمایشگاهی جنین از گاوهای پربازده	موفق
کشاورزی	دستیابی به دانش فنی تولید مکمل‌های ورزشی پرمصرف	ناموفق

جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۸ نفر از متخصصان شامل مدیران پروژه‌ها، مجریان فنی و مسئولان تجاری‌سازی (با زمان تقریبی ۴۵ تا ۶۰ دقیقه برای هر مصاحبه)، به همراه بررسی اسناد و مدارک پروژه‌ها صورت گرفت. فرایند استخراج داده‌ها براساس رویکرد «تحلیل مضمون» در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام پذیرفت. برای تأمین اعتبارپذیری (Rigor) پژوهش کیفی براساس معیارهای لینکلن و گوبا، کدهای نهایی توسط ۳ نفر از مصاحبه‌شوندگان کلیدی بازبینی و تأیید شد (روایی)؛ همچنین پایایی کدگذاری‌ها از طریق توافق میان‌دوکدگذار با ضریب کاپای کوهن ۰/۸۲ به تأیید رسید. تحلیل داده‌ها در دو مرحله انجام شد: تحلیل درون‌کیسی (Within-Case Analysis) جهت

استخراج روایت و ویژگی‌های هر پروژه، و تحلیل میان‌کیسی (Cross-Case Analysis) جهت مقایسه تطبیقی عوامل متمایزکننده.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- تحلیل درون‌کیسی (Within-Case Analysis)

مورد ۱- بانک خون بند ناف (پزشکی ـ موفق)

این پروژه با هدف جمع‌آوری و نگهداری سلول‌های بنیادی خون بند ناف اجرا شد. تعاملات بین‌سازمانی میان پژوهشگاه رویان و سرمایه‌گذاران حقوقی در قالب یک شرکت مستقل (بن‌یاخته‌های رویان) ساختار یافت. ثبات مدیریتی طولانی‌مدت، چارچوب حقوقی شفاف، و ایجاد شبکه توزیع و نمایندگی در ۳۱ استان، بستر مناسبی برای توسعه بازار ایجاد کرد.

مورد ۲- زخم‌پوش‌های ترمیم زخم‌های مزمن (پزشکی ـ ناموفق)

پروژه با هدف تولید بومی زخم‌پوش‌های پیشرفته و با مشارکت چند واحد جهاد دانشگاهی آغاز شد. علیرغم دستیابی به دانش فنی و تولید نمونه آزمایشگاهی باکیفیت، پروژه در مرحله اخذ مجوزهای سازمان غذا و دارو و انطباق با استانداردهای رگولاتوری متوقف شد. عدم وجود یک ساختار حکمرانی متمرکز برای پیگیری امور نظارتی و کم‌تجربگی در تجاری‌سازی محصولات دارویی- پزشکی از نکات برجسته این مورد بود.

مورد ۳- سیستم رانش برقی مترو (فنی- مهندسی - موفق)

این طرح با همکاری جهاد دانشگاهی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شهرداری تهران شکل گرفت. تشکیل «شورای راهبری رسمی» و امضای قرارداد کارفرمایی مشخص، ابهامات مربوط به تقسیم وظایف را کاهش داد. صحت‌سنجی بازار پیش از تولید نهایی انجام شد و تعامل مستقیم با بهره‌بردار نهایی (مترو) مسیر تجاری‌سازی را تسهیل نمود.

مورد ۴- دستگاه لوله مغزی سیار (فنی- مهندسی - ناموفق)

این پروژه با هدف ساخت تجهیزات راهبردی حفاری نفت اجرا شد. اگرچه دستگاه از نظر فنی ساخته شد و تست‌های اولیه را طی کرد، اما به دلیل عدم انطباق با الزامات خرید صنعت نفت، تغییرات مدیریتی در نهاد کارفرما و نبود شریک تجاری توانمند برای سرمایه‌گذاری در خط تولید، به مرحله بهره‌برداری تجاری مستمر نرسید.

مورد ۵- تولید آزمایشگاهی جنین گاوهای پربازده (کشاورزی - موفق)

پژوهشگاه ابن‌سینا با بومی‌سازی دانش IVF دامی، اقدام به اصلاح نژاد دام کرد. پروژه از ابتدا با نیازسنجی دقیق صنعت دامپروری آغاز شد. ایجاد مراکز خدمات تخصصی، مشارکت مستقیم با دامداران پیشرو و ارزیابی اقتصادی دقیق برای مشتریان، به پذیرش مناسب این فناوری در بازار انجامید.

مورد ۶- تولید مکمل‌های ورزشی پرمصرف (کشاورزی/ دارویی - ناموفق)

طرح مشترک بین پژوهشکده علوم و فناوری موادغذایی و پژوهشکده گیاهان دارویی بود. فرمولاسیون ۶ مکمل انجام شد و پروانه بهداشتی اولیه نیز اخذ گردید؛ اما به دلیل پیچیدگی‌های بوروکراسی نظارتی، تغییر مکرر سیاست‌های وارداتی و ضعف در بازاریابی B2B در برابر واردکنندگان بزرگ، ورود محصول به بازار با مانع مواجه گردید.

۴-۲- تحلیل میان‌کیسی (Cross-Case Analysis) و ماتریس تطبیقی

برای مقایسه دقیق موارد بررسی‌شده، شش مطالعه موردی براساس ۵ بعد کلیدی درخواست‌شده ارزیابی کیفی شدند (جدول ۳).

جدول ۳- ماتریس تطبیقی شش مورد مطالعه‌شده براساس ابعاد پنج‌گانه

مورد مطالعه	شریک بیرونی	مهارت‌های تجاری	صحت‌سنجی بازار	آمادگی نظارتی	ساختار حکمرانی
خون بند ناف	متناسب (مشارکت با سرمایه‌گذاران)	قوی (شبکه‌سازی تخصصی، برندسازی)	بسیار بالا (شناسایی دقیق تقاضای درمان)	بالا (اخذ مجوزهای بهداشتی متناسب با زمان)	عالی (شرکت مستقل، حقوق شفاف، ثبات مدیریت)
زخم‌پوش‌ها	ضعیف (فقدان شریک صنعتی دارویی)	محدود (ضعف در مذاکره و استاندارد)	متوسط (عدم تحلیل دقیق رقبا)	پایین (توقف در اخذ مجوز غذا و دارو)	ضعیف (ساختار جزیره‌ای، عدم هماهنگی واحدهایی)
رانش مترو	بسیار قوی (شهرداری و معاونت علمی)	متوسط به بالا (تیم مجرب پروژه‌ای)	بسیار بالا (تضمین خرید توسط کارفرما)	بالا (تطابق با استانداردهای ریلی)	بسیار قوی (شورای راهبری رسمی، قرارداد مادر)
لوله مغزی	ضعیف (روابط ناپایدار با صنعت نفت)	ضعیف (نگاه صرفاً مهندسی)	پایین (عدم تعهد خرید قطعی از سوی کارفرما)	متوسط (چالش استاندارد نفت)	متوسط (متکی بر روابط پروژه‌ای سنتی)
جنین گاو	قوی (ارتباط مستقیم با دامداران)	قوی (ارائه خدمات فنی و توجیه اقتصادی)	بالا (تقاضای واقعی در صنعت دامپروری)	بالا (تأییدیه سازمان دامپزشکی)	قوی (مرکز تخصصی، ساختار تصمیم‌گیری روشن)
مکمل ورزشی	ضعیف(عدم جذب پخش‌کننده بزرگ)	ضعیف (عدم توان رقابت با قاچاق/ واردات)	متوسط (سهم بازار نامشخص)	پایین (تأخیر در مجوزها و تغییر سیاست)	متوسط (همکاری بین‌پژوهشکده‌ای متزلزل)

۴-۳- مسیر کدهای خام تا مضامین اصلی

با پالایش داده‌های کیفی و حذف کدهای غیرمرتبط با منابع انسانی عام (نظیر پاداش‌های فردی، جشن‌های سازمانی و امنیت شغلی)، کدهای خام بازآرایی شدند تا مستقیماً نشان‌دهنده فرایند تجاری‌سازی و تعاملات متقابل باشند.

جدول ۴- مسیر کدهای خام تا مضامین اصلی مرتبط با تجاری‌سازی و تعاملات متقابل

مضمون اصلی	مضامین فرعی	کدهای اولیه (نمونه‌ها)
۱. حکمرانی و تعاملات بین‌سازمانی	- شفافیت حقوقی و قراردادی - ساختار تصمیم‌گیری متمرکز - ثبات مدیریتی	- ابهام در حقوق مالکیت فکری بین واحدها - نبود شورای تصمیم‌گیری مشترک - تغییرات مداوم مدیران پروژه
۲. الزامات نهادی و رگولاتوری	- انطباق پیش‌دستانه با استانداردها - مدیریت ریسک‌های نظارتی - تعامل با نهادهای متولی	- تأخیر در دریافت استانداردهای غذا و دارو - عدم تطابق نمونه آزمایشگاهی با الزامات صنعتی - پیچیدگی بوروکراسی مجوزها
۳. صحت‌سنجی و توسعه بازار	- نیازسنجی اولیه بازار - تحلیل رقبا و ارزش‌آفرینی - صحت‌سنجی تقاضا	- عدم نیازسنجی پیش از شروع پروژه - عدم تحلیل پیش‌دستانه محصولات رقیب - فقدان تحلیل قیمت‌گذاری
۴. مهارت‌های نرم تجاری‌سازی	- مهارت‌های نرم مذاکره - بازاریابی تخصصی High-Tech - توانمندی‌های حقوقی-تجاری	- ضعف در مذاکره با سرمایه‌گذار بخش خصوصی - عدم آشنایی تیم فنی با اصول بازاریابی B2B - نبود برندسازی تخصصی

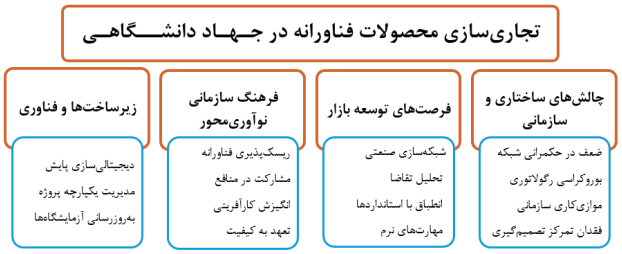
۴-۴- صورت‌بندی نظری نقش حکمرانی به‌عنوان متغیر تعدیل‌کننده

براساس یافته‌های حاصل از تحلیل ۶ مورد، تعامل متقابل میان بخش‌های مختلف پژوهشی و صنعتی، شرط لازم برای تجاری‌سازی است اما شرط کافی نیست. ساختار حکمرانی به‌عنوان یک متغیر شرطی/ تعدیل‌کننده عمل می‌کند.

اگر تعاملات بین‌سازمانی در غیاب ساختار حکمرانی شفاف (قراردادهای حقوقی محکم، شورای راهبری و ثبات مدیریت) رخ دهد، به موازی‌کاری، تعارض منافع و شکست در عبور از مراحل رگولاتوری می‌انجامد (مانند پروژه‌های زخم‌پوش و لوله مغزی سیار). در مقابل، هنگامی‌که تعاملات متقابل در چارچوب حکمرانی قوی هدایت شوند، هزینه‌های مبادله کاهش‌یافته و احتمال موفقیت تجاری‌سازی در موارد بررسی‌شده به نحو چشمگیری افزایش می‌یابد (مانند پروژه‌های رانش مترو و خون بند ناف)

جدول ۵- ساختار جامع مضامین اصلی و مقوله‌های فرعی مرتبط با تجاری‌سازی

مضمون اصلی	مقوله محوری	کدهای استخراج‌شده
چالش‌های ساختاری و سازمانی	ضعف در حکمرانی و یکپارچگی	فقدان ساختار تصمیم‌گیری متمرکز، موازی‌کاری واحدهای سازمانی، ضعف در حکمرانی شبکه
	چالش‌های نهادی	بوروکراسی پیچیده در اخذ مجوزهای رگولاتوری
فرصت‌های توسعه بازار	توانمندسازی تیم‌ها	آموزش مهارت‌های نرم تجاری‌سازی (مذاکره و بازاریابی)
	راهبردهای ورود به بازار	انطباق پیش‌دستانه با استانداردهای رگولاتوری، تحلیل تقاضا، شبکه‌سازی صنعتی
فرهنگ سازمانی نوآوری‌محور	انگیزش و مشارکت	مشارکت در منافع تجاری‌سازی، ارتقای انگیزش کارآفرینی
	ارزش‌های بنیادین	حمایت از ریسک‌پذیری فناورانه، تعهد به کیفیت محصول نهایی
زیرساخت‌ها و فناوری	مدیریت هوشمند و یکپارچه	دیجیتالی‌سازی پایش الزامات رگولاتوری، ابزارهای مدیریت یکپارچه پروژه
	تجهیزات فیزیکی	به‌روزرسانی زیرساخت‌های آزمایشگاهی و پایلوت



شکل ۲- مدل مفهومی مضامین اصلی و مقوله‌های فرعی اثرگذار بر تجاری‌سازی محصولات فناورانه جهاد دانشگاهی (پالایش‌شده براساس کدهای تخصصی انتقال فناوری)

۵- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف «مدل‌سازی تأثیر همکاری‌های متقابل بر تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته در جهاد دانشگاهی» از طریق تحلیل تطبیقی شش پروژه در حوزه‌های پزشکی، فنی- مهندسی و کشاورزی به نتایج کلیدی زیر دست یافت:

۱- اهمیت حکمرانی رسمی در همکاری‌های متقابل: شواهد این مطالعه نشان می‌دهد که صرف وجود تفاهم‌نامه یا همکاری بین‌واحدی به تنهایی ضامن موفقیت نیست؛ بلکه «کیفیت ساختار حکمرانی» تسهیل‌کننده و جهت‌دهنده است. پروژه‌های موفق (مانند سیستم رانش مترو و خون بند ناف) دارای ساختارهای شفاف نظیر «شورای راهبری» یا «قراردادهای رسمی و صریح» بوده‌اند که ابهامات را برطرف کرده و ثبات راهبردی ایجاد کرده‌اند. در مقابل، پروژه‌های ناموفق (مانند زخم‌پوش و مکمل‌های ورزشی) از عملکرد جزیره‌ای و نبود چارچوب حکمرانی شفاف رنج می‌برده‌اند و تعارضات منافع سازمانی، مانع پیشبرد یکپارچه آن‌ها شده است.

۲- نقش پررنگ موانع نهادی و رگولاتوری: مهم‌ترین کشف این پژوهش نشان داد که در اکوسیستم فناوری ایران، موانع نهادی و بوروکراسی سازمان‌های نظارتی (مانند سازمان غذا و دارو و سازمان استاندارد) می‌توانند چالشی جدی‌تر از پیچیدگی‌های فنی هستند. بسیاری از پروژه‌ها علیرغم دستیابی کامل به دانش فنی و تولید نمونه اولیه، در «دره مرگ» مجوزها و الزامات نظارتی متوقف می‌شوند زیرا انطباق با الزامات رگولاتوری به انتهای فرایند R&D موکول شده است.

۳- نقش حیاتی مهارت‌های نرم تجاری‌سازی: ضعف در مهارت‌های نرم (شامل مذاکره، برندسازی، بازاریابی B2B، قیمت‌گذاری و مدیریت مالی) به‌عنوان یکی از موانع کلیدی و پنهان در پروژه‌های فناورانه شناسایی شد. اعضای تیم‌ها غالباً دارای توانمندی عالی فنی هستند، اما کم‌تجربگی در الزامات بازار و نبود مشاوران حرفه‌ای تجاری‌سازی باعث شکست پروژه در مرحله عرضه می‌شود.

۵-۱- جمع‌بندی نهایی

موفقیت تجاری‌سازی محصولات فناورانه های‌تک در جهاد دانشگاهی حاصل ارتباط تنگاتنگی با تعامل سه‌گانه زیر دارد:

- ایجاد ساختار حکمرانی قوی و شفاف در تعاملات متقابل برای مدیریت انتظارات.
- انطباق پیش‌دستانه با الزامات نهادی و نظارتی از ابتدای فاز R&D.
- توسعه هم‌زمان توانمندی‌ها و مهارت‌های نرم تجاری‌سازی در تیم‌های پژوهشی.

۶- محدودیت‌های پژوهش

۱- این پژوهش یک مطالعه کیفی موردی پسینی است؛ بنابراین یافته‌های آن ماهیت توصیفی- تبیینی داشته و ناظر بر روابط علت‌ومعلولی آماری یا آزمایشی نیست.

۲- جامعه نمونه محدود به شش پروژه در جهاد دانشگاهی است؛ از این‌رو تعمیم نتایج به کل زیست‌بوم نوآوری ایران یا سایر دانشگاه‌ها باید با احتیاط صورت گیرد.

۳- دسترسی به برخی اسناد ریز مالی و محرمانه تجاری پروژه‌ها محدود بوده است.

۷- مراجع

۱- م. محمدی، ع. رضایی، و ح. حسینی، «ارزیابی نقش سازمان‌های تحقیقاتی در انتقال فناوری و تولید ثروت دانش‌بنیان،» فصلنامه مدیریت فناوری، دوره ۱، شماره ۳، صص. ۱۵–۲۸، ۱۳۸۳.

۲- ع. درودی و م. شرف‌پور، «تأثیر همکاری متقابل کارکردی بر عملکرد تجاری‌سازی فناوری با رویکرد کیفی،» فصلنامه مدیریت نوآوری، دوره ۶، شماره ۴، صص. ۴۵–۶۰، ۱۳۹۶.

۳- م پورمیر، م مهدی، و همکاران، بررسی موانع حقوقی و قراردادی در فرایند انتقال فناوری در جهاد دانشگاهی. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۲۵(۳)، ۴۵-۶۸، ۱۳۹۸.

۴- ز. نامور عربانی، «طراحی الگوی تجاری‌سازی پژوهش‌ها در دانشگاه علامه طباطبائی با رویکرد کیفی»، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، دوره ۱۸، شماره ۲، صص. ۷۸–۹۵، ۱۴۰۱.

۵- س. م. رضوی و س. اکبری، «نقش فرهنگ سازمانی و ساختارهای شبکه در تجاری‌سازی فناوری»، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، دوره ۱۷، شماره ۶۶، صص. ۲۱۰–۲۳۰، ۱۳۹۹.

۶- ف. حسینی و ب. محمدی، «بررسی مکانیزم‌های پاداش و انگیزش در گروه‌های تحقیق و توسعه»، فصلنامه مدیریت راهبردی، دوره ۱۳، شماره ۴۹، صص. ۸۸–۱۱۰، ۱۴۰۱.

7- W. W. Powell, K. W. Koput, and L. Smith-Doerr, "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology," Administrative Science Quarterly, vol. 41, no. 1, pp. 116–145, 1996.

8- H. Chesbrough, Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2003.

9- M. Perkmann and K. Walsh, "University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda," International Journal of Management Reviews, vol. 9, no. 4, pp. 259–280, 2007.

10- J. S. Gans and S. Stern, "The product market and the market for 'ideas': Commercialization strategies for technology entrepreneurs," Research Policy, vol. 32, no. 2, pp. 333–350, 2003.

11- D. J. Teece, "Technological innovation and the theory of the firm: The role of enterprise-level knowledge, capabilities, and competencies," in Handbook of the Economics of Innovation, vol. 1, N. Rosenberg and B. H. Hall, Eds. Amsterdam: Elsevier, 2010, pp. 679–730.

12- V. K. Jolly, Commercializing New Technologies: Getting from Mind to Market. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.

13- J. Kim, S. Lee, and Y. Park, "Organizational capabilities and technology commercialization performance: A contingency approach," R&D Management, vol. 41, no. 3, pp. 268–282, 2011.

14- L. M. De Luca and K. Atuahene-Gima, "Market knowledge dimensions and cross-functional collaboration: Examining the different routes to innovation," Journal of Marketing, vol. 71, no. 1, pp. 95–112, 2007.

15- J. Tidd and J. Bessant, Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change, 7th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2020.

16- F. Kodama, Emerging Patterns of Innovation: Sources and Uses of High Technology. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1992.

17- R. M. Grant, "Toward a knowledge-based theory of the firm," Strategic Management Journal, vol. 17, no. S2, pp. 109–122, 1996.

18- J. Frishammar, U. Lichtenthaler, and J. Rundquist, "Identifying and managing critical knowledge gaps in technology commercialization," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 59, no. 1, pp. 6–17, 2012.

19- Y. C. Lin, Y. Wang, and L. Kung, "The effects of cross-functional collaboration and knowledge creation on technology commercialization," Journal of Business Research, vol. 68, no. 8, pp. 1725–1732, 2015.

20- S. Samaddar and S. S. Kadiyala, "An analysis of inter-organizational resource sharing decisions in collaborative knowledge creation," European Journal of Operational Research, vol. 170, no. 1, pp. 192–210, 2006.

21- M. Daroudi and M. Sharafpour, "The impact of cross-functional collaboration on technology commercialization performance," Journal of Technology Management, vol. 12, no. 4, pp. 45-60, 2017.

22- S. Holland, K. Gaston, and J. Gomes, "Critical success factors for cross-functional teamwork in new product development," International Journal of Management Reviews, vol. 4, no. 4, pp. 379–396, 2003.

23- G. Dosi, "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change," Research Policy, vol. 11, no. 3, pp. 147–163, 1982.

24- W. B. Arthur, The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves. New York: Free Press, 2009.

25- D. S. Landes, The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present. Cambridge: Cambridge University Press, 1969.

26- J. A. Schumpeter, The Theory of Economic Development. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934.

27- J. A. Schumpeter, Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers, 1942.

28- C. B. Frey and M. A. Osborne, "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" Technological Forecasting and Social Change, vol. 114, pp. 254–280, 2017.

29- D. Acemoglu and P. Restrepo, "Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor," Journal of Economic Perspectives, vol. 33, no. 2, pp. 3–30, 2019.

30- E. Brynjolfsson and A. McAfee, The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

31- C. M. Christensen, The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA: Harvard Business Review Press, 1997.

32- E. Von Hippel, Democratizing Innovation. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

33- P. F. Drucker, Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles. New York: Harper & Row, 1985.
34- S. Shane, A General Theory of Entrepreneurship: The Individual-Opportunity Nexus. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2004.
35- H. Etzkowitz and L. Leydesdorff, "The dynamics of innovation: From national systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations," Research Policy, vol. 29, no. 2, pp. 109–123, 2000.
36- D. C. Mowery and B. N. Sampat, "Universities in national innovation systems," in The Oxford Handbook of Innovation, J. Fagerberg, D. C. Mowery, and R. R. Nelson, Eds. Oxford: Oxford University Press, 2005, pp. 209–239.
37- A. Arora, A. Fosfuri, and A. Gambardella, Markets for Technology: The Economics of Innovation and Corporate Strategy. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.
38- R. C. Levin, A. K. Klevorick, R. R. Nelson, and S. G. Winter, "Appropriating the returns from industrial research and development," Brookings Papers on Economic Activity, vol. 1987, no. 3, pp. 783–831, 1987.
39- M. Granovetter, "Economic action and social structure: The problem of embeddedness," American Journal of Sociology, vol. 91, no. 3, pp. 481–510, 1985.
40- J. Hagedoorn, "Inter-firm R&D partnerships: An overview of major trends and patterns since 1960," Research Policy, vol. 31, no. 4, pp. 477–492, 2002.
41- Namvar Arbani, Z. (2022). Designing a commercialization model for research in Allameh Tabataba'i University. Journal of Science and Technology Research, 18(2), 78-95.
42- D. C. North, Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
43- W. R. Scott, Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities, 4th ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2013.
44- O. E. Williamson, "The new institutional economics: Taking stock, looking ahead," Journal of Economic Literature, vol. 38, no. 3, pp. 595–613, 2000.
45- C. Edquist, Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations. London: Routledge, 2013.
46- B. Å. Lundvall, National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter Publishers, 1992.
47- R. R. Nelson, National Innovation Systems: A Comparative Analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.
48- J. G. March and J. P. Olsen, "The new institutionalism: Organizational factors in political life," American Political Science Review, vol. 78, no. 3, pp. 734–749, 1984.
49- G. M. Hodgson, "What are institutions?" Journal of Economic Issues, vol. 40, no. 1, pp. 1–25, 2006.